

**REPÚBLICA DE CUBA**  
**UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS E INFORMÁTICA**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA**



**PROPUESTA DE UN PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL PARA  
LA CONTRIBUCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA  
SOBRE EL RECURSO AGUA, A PARTIR DE LA COSMOVISIÓN ANDINA. CASO  
MUNICIPIO DE POOPO-ORURO BOLIVIA.**

**Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Económicas**

**Autor: Lic. VLADIMIR GUTIERREZ LOZA.**  
**Tutora: Prof. Tit., Lic. Mercedes Marrero Marrero, Dr C.**

**Matanzas**  
**2013**

## **AGRADECIMIENTOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

- ❖ A la revolución cubana, en especial a Fidel Castro, por su ejemplo de lucha en la defensa de sus principios.
- ❖ A la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, a sus dirigentes, profesores e investigadores.
- ❖ A mi tutora, Dra C. Mercedes Marrero, por su experiencia, apoyo desinteresado en la producción de este trabajo de investigación y por haber sido capaz de comprender mis ideas.
- ❖ A todos los especialistas entrevistados y al grupo de expertos, sin los cuales no hubiera sido posible realizar esta investigación.
- ❖ A mi familia y amigos, por ser el pilar y mi motivación cada día de mi vida.

**GRACIAS**

## DEDICATORIA

***A Dios, a mi papá que me apoya desde el cielo, a mi mamá que es mi ejemplo de vida, a mi esposa y a mis hijos por ser mi inspiración, mi motivación, la causa y la esencia de mi existencia.***

## SÍNTESIS

## **SÍNTESIS**

El escenario actual en el que se desenvuelven los municipios donde predomina la actividad minera y lo complejo de la problemática ambiental, ha evidenciado las limitaciones y carencias existentes en la gestión ambiental de los mismos, y en específico, el impacto de la minería en el recurso agua, lo que ha impedido una producción limpia deseada. En respuesta a esto, la presente investigación se propone diseñar un procedimiento de Gestión Ambiental Municipal para la contribución a la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua, a partir de la Cosmovisión Andina. Caso Municipio de Poopó-Oruro Bolivia que plantea como novedad, el diseño del procedimiento que contextualizado, aborda holísticamente la problemática de estudio a partir de la sistematización de los fundamentos teórico-metodológicos existentes (acerca del agua, la actividad minera, su impacto y la gestión sostenible) y de la integración coherente de los métodos y técnicas pertinentes, que permiten una manera limpia de producción minera, para contribuir a la gestión ambiental de los municipios. Sus principales aportes radican en que sistematiza, y a su vez, actualiza y adapta acorde a la gestión ambiental de los municipios con características mineras, los conocimientos y los fundamentos teóricos-metodológicos universales en temas afines a la producción minera sin afectar a los recursos naturales, más propiamente al agua, en un procedimiento que se caracteriza por su mejoramiento continuo, estructuración, consistencia lógica, flexibilidad, pertinencia, suficiencia y posibilidad de generalización, que le permiten realizar diferentes análisis para contribuir a la gestión ambiental de los municipios con similares características, permitiendo su posible aplicación en otros contextos y su validación.

## TABLA DE CONTENIDOS



## TABLA DE CONTENIDOS

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA ACERCA DE LA ACTIVIDAD MINERA, EL RECURSO AGUA Y LA GESTION AMBIENTALMUNICIPA</b>   | <b>12</b> |
| Introducción.....   | 12        |
| 1.1 La actividad minera.....  | 14        |
| 1.2 La relación economía, ecología y sector minero.....   | 17        |
| 1.3 La situación minera en Bolivia.....   | 20        |
| 1.4 La gestión del agua. Diferentes enfoques .....  | 24        |
| 1.5 La gestión ambiental municipal y el desarrollo sostenible.....  | 40        |
| 1.6 La Cosmovisión Andina como parte integradora dentro del proceso ambiental... ..   | 49        |
| <b>CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA SOBRE EL RECURSO AGUA.....</b>   | <b>56</b> |
| Introducción.....   | 56        |
| 2.1 Necesidad y marco de aplicación del procedimiento de gestión ambiental municipal para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua.....   | 58        |
| 2.2 Modelo de gestión ambiental municipal para contribuir a la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua .....  | 59        |
| 2.3 Procedimiento de gestión ambiental municipal para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua.....   | 65        |
| 2.4 Validación del procedimiento.....   | 84        |
| <b>CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL PARA LA CONTRIBUCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA SOBRE EL RECURSO AGUA EN EL MUNICIPIO DE POOPÓ, BOLIVIA.....</b> | <b>87</b> |
| Introducción.....   | 87        |

|   |            |
|---|------------|
| 3.1 Caracterización del área de estudio.....  | 88         |
| 3.2 Evaluación de la problemática ambiental estudiada.....  | 108        |
| 3.3 Propuesta de estrategia para gestionar sosteniblemente la actividad minera.....                               | 122        |
| 3.4 Propuesta para la implementación de la estrategia para gestionar sosteniblemente la actividad<br>minera. .... | 135        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>  | <b>138</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>140</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>141</b> |
| <b>ANEXOS</b>   |            |

## INTRODUCCION

Desde los orígenes de la colonia, la actividad minera ha sido desarrollada en base a la explotación y violación de derechos, a lo largo de la historia esta imposición se ha consolidado en la creación de un imaginario minero, una identidad de regiones mineras, pero a la vez, en la consolidación de una economía basada en la extracción de recursos, con un sistema inexistente e ineficiente de redistribución de las ganancias y el empobrecimiento y degradación de ecosistemas y regiones.

Diferentes corrientes y programas económicos, han discutido ampliamente la problemática del desarrollo rural, aun así sigue siendo una discusión de largo aliento. Si bien se puede analizar el desarrollo rural desde las diferentes estrategias agrícolas, ganaderas y sociales de las comunidades campesinas - indígenas, no se puede ignorar un nuevo elemento que se ha introducido en la discusión: la convivencia de dos actividades opuestas, como son la minería y la agricultura.

No tanto porque sean actividades nuevas sino más bien por la creciente demanda de respeto a los derechos sociales, culturales, económicos y otros, demanda elevada por las diversas organizaciones indígenas y campesinas.

Miles de campesinos del territorio de los Andes se han convertido en mineros, otros miles han sido desplazados de sus regiones y otros más sufren, todavía en medio de la impunidad, las consecuencias de los impactos de la actividad minera, tanto de la minería artesanal como de la minería moderna.

La presente investigación titulada: **“Propuesta de un procedimiento de Gestión Ambiental Municipal para la contribución a la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua, a partir de la Cosmovisión Andina. Caso Municipio de Poopó-Oruro Bolivia”**, es una propuesta para dar solución a esta problemática, desde la construcción de las diversas visiones de desarrollo, realizadas a partir de elementos sociales, culturales, económicos y de necesidades concretas.

En ese sentido, se realizan aportes para lograr una gestión ambiental para la mitigación de la actividad minera sobre el recurso agua, aplicando métodos y técnicas que se integran en un procedimiento, a partir de una nueva visión del desarrollo, en los diferentes actores (mineros y campesinos), en qué medida estos se contraponen y al mismo tiempo se refleja una visión sobre la otra.

Identificar las visiones de gestión, nos permitirá establecer las relaciones de poder existentes, los diversos mecanismos de violencia que se ejercen, la negación de alternativas de desarrollo y

fundamentalmente nos permitirá identificar el papel de los entes reguladores en el tratamiento de conflictos socio ambientales y el diseño de políticas de desarrollo.

Es a partir de la década de los 60, cuando la crisis ambiental empieza a manifestarse con claridad, la preocupación por integrar la variable ecológica en la economía da lugar al desarrollo de nuevos conceptos, entre ellos: eco desarrollo, desarrollo integrado, crecimiento orgánico y múltiples significados del término “desarrollo sostenible”. Este debate se mantiene circunscrito, casi exclusivamente, al mundo académico hasta la publicación, en 1987, de “Nuestro futuro común”, documento elaborado por la Comisión Mundial para el Desarrollo y el Medio Ambiente. (Brundtland, 1987).

La conservación de los recursos plantea la necesidad de incorporar el factor ambiental en las políticas globales y en los planes sectoriales, regionales o locales de desarrollo, así como la de aplicar, de inmediato, programas e instrumentos de gestión ambientalmente adecuados.

Dentro del análisis planteado, se debe destacar aquel efectuado con relación al sector minero, partiendo de que la minería es una actividad económica primaria que extrae materias primas básicas provenientes del subsuelo, para satisfacer las necesidades humanas; se requiere de la ocurrencia de una manifestación geológica concreta en un sitio específico y de las posibilidades técnicas, económicas y jurídicas de emprender la explotación del yacimiento.

La relación del proceso minero y su efecto en el medio ambiente, plantea dilucidar una interrogante desde el punto de vista de la ecología económica, debido al efecto circundante entre la producción para el crecimiento y su efecto en la naturaleza. Es por esto que se busca dimensionar el contenido y alcance del análisis económico ecológico al sector minero, para posteriormente describir de manera concisa los modelos más utilizados que vinculan los aspectos físicos y económicos de los procesos; se formula luego la propuesta metodológica de la investigación y algunas generalidades sobre la minería y las principales características del sector minero en Bolivia.

Como parte de este análisis, se manifiesta también que el sistema socioeconómico modifica el ambiente porque usa y maneja los recursos naturales, además, se reestructura continuamente según sean los cambios físicos, biológicos, químicos y los residuos depositados. Es evidente la afectación en la calidad de vida por los daños ambientales y por la respuesta de la sociedad a las perturbaciones causadas; esta situación hace necesario el análisis de los problemas ambientales y económicos dentro de un marco común, es decir reconocer que existen mínimos ambientales que limitan el proceso

económico y que la actividad económica restringe los procesos ecológicos; estos procesos mediados por factores institucionales, políticos y sociales.

Esta visión amplia de los procesos reconoce que en la actividad minera están interrelacionados aspectos físicos, económicos y sociopolíticos. En los aspectos físicos el proceso minero debe analizarse globalmente, desde que se inicia la extracción del recurso hasta su disposición como residuo en el ambiente; es decir su ciclo de vida. Los aspectos económicos deben incluir la reconversión económica de la actividad, un análisis sobre los resultados financieros de la actividad minera y en qué proporción estos resultados revierten para garantizar el mantenimiento del capital total de la economía. Entonces, pese a que la participación de la minería en la economía nacional ha disminuido en comparación con los años pasados, actualmente Bolivia percibe grandes beneficios por la explotación y exportación de minerales. En el año 2009 la minería fue el tercer valor económico exportado después de los hidrocarburos y las oleaginosas, con el 21% del total de las exportaciones del país, generando un total de 50.000 empleos directos y participando con un 4.4% del PIB total.

En años recientes, gracias al incremento de los precios de los minerales en el mercado internacional, la minería y las actividades relacionadas a su proceso, intensificaron su producción, los precios de los minerales en el mercado internacional comienzan a aumentar, revirtiendo la tendencia bajista de los precios internacionales que se iban dando desde 1980. En el periodo 2005-2006, finalmente se revierte esta tendencia del valor bruto de la producción minera (VBRPM). A partir de la subida de precios en el mercado internacional, se observa primero un “efecto inercia tendencial en la caída de la producción” entre 2004 y 2005, seguido por una importante alza en los niveles de producción en el 2006, que desacelera en el 2007 y más en el 2009 (Morales 2010). Pese a esto y debido al alza de los precios internacionales, las ganancias por exportaciones de minerales en Bolivia, se incrementan, generando beneficios económicos para el sector y el país. No obstante la importancia que conllevan las cifras mencionadas, intrínsecamente la minería lleva consigo un efecto extremadamente dañino para la sociedad y el medio ambiente. El uso indiscriminado del recurso agua en la actividad de extracción minera, implica un daño directo sobre la sociedad y la comunidad en su conjunto. Además que existe una agresiva crisis del elemento, en la actualidad. La Comisión Mundial del Agua vaticina que en los próximos veinte años el uso del agua se incrementará en un 50% y que 4.000 millones de personas, la mitad de la población mundial, vivirán en condiciones de graves tensiones por el agua. El conflicto en torno a la tierra y el agua, empeorará especialmente en áreas que ya sufren por el agotamiento de agua, como en Asia Meridional, Oriente Medio y en el Norte de África. Adicionalmente, se pronostican

conflictos entre el uso económico directo y las necesidades ambientales. En muchas regiones semiáridas, en proceso de urbanización, se agravará el conflicto entre el uso de alto valor y la irrigación, de bajo valor.

Lo contradictorio se da debido a las ganancias que la actividad minera genera para el país y a los beneficios locales, la explotación minera ha representado a lo largo de los ya casi 500 años de su desarrollo una acumulación de altos costos ambientales y sociales. Poco se ha hecho para contrarrestar este proceso y hoy en día existen más problemas que soluciones.

Desde la perspectiva ambiental, la actividad minera ocasiona impactos con distintos niveles de intensidad, entre ellos contaminación de agua y suelos, transformación de paisajes por la destrucción de cerros y construcción de diques y la acumulación de colas de minerales. Las externalidades ambientales que causa la minería mediana se deben generalmente a la generación de distintos contaminantes durante los procesos de extracción y concentración.

En general, el sector minero atraviesa por circunstancias que de alguna forma aquejan de manera directa al consumo del agua por parte de la población y que afectan a la gestión ambiental. Esto se debe principalmente a dos factores: 1) la falta de financiamiento e inversión en el sector minero y el uso de tecnología obsoleta y 2) al gran número de fuentes de contaminación, muchas veces concentradas en regiones determinadas.

Uno de los recursos que sufre el mayor impacto por la actividad minera es el agua, no obstante la visión propuesta en la presente investigación, contiene premisas fundamentadas en la Cosmovisión Andina. Si bien la visión del agua en la región andina tiene particularidades de acuerdo a las distintas culturas indígenas existentes, a la diversidad de áreas ecológicas, a las diferentes ubicaciones de las cuencas, y a los niveles de organización social (comunidades, caseríos, parcialidades, ayllus, etc.), existen comunes denominadores que deben de ser mantenidos y respetados.

Para los pueblos andinos, el agua es mucho más que un recurso hídrico:

- El agua como ser vivo
- El agua como ser divino
- El agua como base de la reciprocidad y complementariedad
- El agua como derecho universal y comunitario
- El agua como expresión de flexibilidad y adaptabilidad
- El agua como ser creador y transformador

- El agua como recreación social

El agua, a partir de esta visión, va más allá de ser considerada simplemente como un elemento de inclusión en los procesos de transformación minera, es un elemento sagrado, con un significado propio para las civilizaciones occidentales.

Los resultados a los que se arriban en la presente investigación, bien pueden ser extrapolados más allá de la comunidad sujeto de estudio, en este sentido pretende aportar a la discusión de la búsqueda del desarrollo sostenible, pero más específicamente a la búsqueda de un desarrollo rural desde las mismas comunidades, que revertan situaciones de injusticia y marginalidad. Buscar un equilibrio entre la producción y el medio ambiente. Entre la economía y la ecología.

El presente trabajo, define como su **objeto de investigación**: el impacto de la actividad minera sobre el recurso agua en comunidades rurales y como **campo de acción**: la gestión ambiental municipal a partir de la Cosmovisión Andina. El estudio será realizado en la comunidad de Villa Poopó de la Provincia Poopó, Municipio de Poopó – Oruro, Bolivia.

### **Contextualización del problema.**

La ciudad de Oruro fue fundada el 1 de noviembre de 1606, con el nombre de Villa Real de San Felipe de Austria, "la fundación de Oruro se realizó sesenta años después de la llegada de los colonizadores a la región" (Arce, 2003), la villa fue fundada en el sitio donde ya existían asentos coloniales siendo que la "actividad principal era la explotación minera igual que la de Parco, Potosí; Berenguela, Salinas de García Mendoza...". Fue fundada al pie de una serranía de cerros que forman una media luna y que garantizaban dar abrigo a la nueva Villa.

Al igual que la ciudad de Oruro, varias poblaciones aledañas fueron fundadas por la presencia de recursos minerales, el caso de los distritos mineros de Huanuni, Poopó, Avicaya y otros. La instalación de minas sin planificación y bajo una lógica de explotación y saqueo han originado miles de toneladas de pasivos ambientales (desmontes mineros) que han afectado y siguen afectando a fuentes de agua, tierras y toda la cadena alimenticia, además de la explotación a hombres y mujeres (por ejemplo la explotación del Cerro Rico de Potosí) y la generación de cordones de pobreza con el consecuente desplazamiento de poblaciones.

Para las ciudades que tienen como raíz histórica fundacional la minería y se reconocen como "centros tradicionalmente mineros", la actualidad no es muy distinta del pasado. En gran parte de los países andinos, de los cuales Bolivia no es la excepción, especialmente la parte occidental, se siguen

realizando actividades mineras de manera artesanal, a la par de la nueva minería. Esta última incentivada desde las políticas de desarrollo nacional.

Paralelamente al incentivo de la minería privada o minería mediana y los esfuerzos de reactivación de la pequeña minería, en las últimas décadas se han incrementado los conflictos socio ambientales y la competencia por acceso a recursos entre las empresas mineras (sean privadas o corporativizadas) y las comunidades campesinas e indígenas que habitan en las concesiones mineras o que comparten recursos con las mismas, especialmente el recurso agua. Es conocido que la actividad minera en todas sus etapas demanda grandes cantidades de agua, que normalmente son extraídas de fuentes cercanas, las que en su generalidad también abastecen a poblados para sus actividades cotidianas.

Pero si el hecho de competir por un recurso y las externalidades de las empresas, son un problema en sí mismos, la coexistencia de los centros mineros con comunidades campesinas e indígenas, plantean una nueva discusión. La discusión sobre la gestión de los recursos y la posibilidad de generar alternativas de desarrollo comunal, que además tiene que ver con una deuda histórica no saldada, la misma es planteada en el marco de la normativa que precautela los derechos de las poblaciones indígenas y campesinas de ser actores de su desarrollo y la normativa minera que considera a esta como actividad de prioridad nacional.

La zona de estudio, es parte del Cañadón Antequera donde existen al menos 6 minas, entre minería privada y cooperativas. Es una ex hacienda con varios recursos hídricos que son demandados tanto por las comunidades dedicadas a la agropecuaria, como por las empresas mineras.

#### **Justificación práctica del problema.**

La instalación de minas sin planificación y bajo una lógica de explotación y saqueo han originado miles de toneladas de pasivos ambientales que afectan a fuentes de agua, suelos y aire.

La generación de drenaje ácido de rocas (DAR) ha sido reconocida como uno de los factores principales de la degradación ambiental y el factor más importante para la destrucción parcial o completa de los ecosistemas acuáticos y el agua subterránea.

#### **Justificación teórica del problema.**

La actividad minera produce prosperidad en las zonas donde se lleva a cabo, pero indudablemente tiene un impacto ambiental. Un empleo en minería crea unos tres empleos indirectos en la comunidad en servicios y construcción, por lo que la operación de una mina representa un impacto importante y



claramente así ha sido. La resolución de conflictos de tipo ambiental, puede involucrar pagos de compensaciones, derechos de paso y eventualmente el costo de rehabilitar zonas explotadas o directamente al abandono de proyectos mineros. En algunos países el riesgo político constituye una barrera para la inversión minera, mientras que en otros el riesgo ambiental constituye una barrera tanto o más importante. Actualmente el abrir una nueva mina en EEUU o Canadá es muy difícil, debido a las condicionantes ambientales impuestas en las últimas décadas.

El informe *Nuestro Futuro Común* de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (Brundtland, 1987) presidida por el Primer Ministro de Noruega Sr. Brundtland, destacó que la producción de bienes en el mundo en 1987 era siete veces mayor que en 1950. La Comisión propuso el "Desarrollo Sustentable", un enlace entre economía y ecología, como la única solución práctica para el crecimiento económico sin dañar el medio ambiente.

En 1989 James Stevenson de Rio Tinto Corporation (RTZ, la compañía minera más grande del mundo), señaló que el crecimiento sustentable era un concepto espinoso para la industria extractiva. Surgen las interrogantes de ¿Cómo encaja la minería? ¿Cómo puede ser considerada desarrollo sustentable una mina?, hay que recordar que todas las minas tienen una vida finita, algunas de veinte años o menos.

David Munro, un dirigente ambientalista, ha escrito que el desarrollo sustentable o sustentabilidad se han transformado en palabras que se utilizan mucho en la retórica de personas relacionadas con el medio ambiente y desarrollo. Estos términos se han utilizado para describir cualquier política de desarrollo que simplemente permita un futuro cómodo y seguro al cual todos aspiran y estos términos han llegado a ser malentendidos y mal usados en forma creciente. ¿Tienen todavía algún sentido aparte de la retórica ambientalista? Munro piensa que sí: "la sustentabilidad debe ser el criterio principal para juzgar el desarrollo". Sin embargo, se debe volver al predicamento de Stevenson: los cuerpos de mena son finitos y no-renovables y si se explotan no pueden ser reemplazados. Lo mejor que puede hacer un minero es mostrar responsabilidad ambiental y devolver el área explotada lo más cercanamente posible al estado previo a la minería.

Esta aproximación puede ser apoyada por el empleo de cualquier método que permita la disminución de la demanda de recursos no-renovables, mediante un uso más eficiente de los mismos, desarrollando sustitutos renovables, reciclando, etc. Para argumentar de manera más concisa esta paradoja, se pueden nombrar algunos aspectos que nos dejan entender lo planteado, por ejemplo: a) Daño a la tierra. b) Liberación de sustancias tóxicas. c) Drenaje ácido de minas. d) Salud y seguridad de los trabajadores. e) Polvo. f) Ruido. g) Desmontes y relaves. h) Fundiciones. i) Legislación y costo. j)

Minerales Industriales. k) Declaraciones de impacto ambiental. l) Microorganismos y minería in situ. m) El futuro. Estos son aspectos fundamentales para desarrollar un análisis que nos llevará a comprender de mejor manera la paradoja de la producción minera y el daño ambiental.

Las consideraciones realizadas dejan ver que existe una disputa de intereses y visiones de desarrollo entre dos actividades esenciales, permeadas por una larga historia de injusticia ambiental. Es en éste contexto, en el que pretendemos trabajar la problemática de acceso y gestión de recursos en la comunidad de Villa Poopó, provincia Poopó del Departamento de Oruro. Identificando las relaciones entre los actores que se involucran en la misma y develando si es posible o no y en qué condiciones la coexistencia de ambas actividades, cuando la presión por los recursos es cada vez más urgente debido a la creciente demanda laboral y poblacional, y en este sentido apostar a construir el desarrollo sostenible de la región. El problema de la presente investigación es asumido a partir de la siguiente pregunta:

**Problema.**

¿Cómo gestionar de manera sostenible, la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua?.

**Objetivo general.**

- Realizar la propuesta de un procedimiento de gestión ambiental municipal que contribuya a la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua, a partir de la cosmovisión andina.

**Objetivos específicos.**

- Sistematizar los fundamentos teóricos-metodológicos existentes acerca del recurso agua, la actividad minera, su impacto y la gestión ambiental municipal.
- Proponer las etapas, pasos y tareas a seguir, para gestionar sosteniblemente y su contribución a la mitigación minera sobre el recurso agua. .
- Validar el procedimiento diseñado a través del criterio de expertos
- Aplicar el procedimiento al caso del Municipio de Poopó.

**Hipótesis.**

Si se aplica un procedimiento para mejorar la gestión ambiental municipal, se contribuirá a mitigar el efecto de la actividad minera sobre el recurso agua, a partir de la cosmovisión andina.

La hipótesis quedará validada, si el procedimiento diseñado es capaz de:

1. Ser validado favorablemente por parte de expertos.
2. Resultar factible de aplicación en el objeto de estudio práctico seleccionado.

#### **Novedad científica.**

La propuesta de un procedimiento que contextualizado, aborda holísticamente la problemática de estudio a partir de la sistematización de los fundamentos teórico-metodológicos existentes (acerca del agua, la actividad minera, su impacto y la gestión sostenible), y de la integración coherente de los métodos y técnicas pertinentes que posibilitan gestionar sosteniblemente la actividad minera, permitiendo contribuir a la mitigación de un impacto sobre el recurso agua con una nueva concepción e imagen del mundo, desde una cosmovisión andina, que los pueblos perciben e interpretan su entorno natural y cultural.

Partiendo de lo anterior se pueden establecer los siguientes **valores de la investigación**:

#### **Valor teórico- metodológico.**

- Integración en un procedimiento de los factores de tipo económico, social y ambiental para la gestión y el desarrollo sostenible de la región bajo el enfoque de la cosmovisión andina.

#### **Valor práctico.**

- La propuesta de un procedimiento de gestión ambiental municipal, para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua, a partir de la cosmovisión andina contribuye a la toma de decisiones de las autoridades pertinentes en la comunidad de Villa Poopó, provincia Poopó del Departamento de Oruro, indicando las acciones que favorezca al desarrollo sostenible de la región.
- El procedimiento propuesto se convertiría en un instrumento para el cumplimiento de las legislaciones ambientales y mineras en Bolivia, el mismo pudiera ser aplicado a otras regiones mineras del país.

#### **Valor económico y social de la investigación.**

- Radica en contribuir a una mejor gestión del Municipio y con ello, a una mejor planificación de los recursos económicos, financieros y materiales con los que se cuenta; a un aumento de la calidad de vida de su población y del nivel de satisfacción de la comunidad.

#### **Metodología.**

Con la finalidad de involucrar activamente a los actores del presente estudio, la metodología a emplearse será cualitativa y participativa. La información será recolectada desde cuatro ejes o líneas: la revisión de información secundaria sobre la región y la actividad minera; la visitas de campo con fines

de observación y descripción de la región; las entrevistas individuales y la discusión en reuniones colectivas.

### **Propuesta de métodos a utilizar**

- Métodos desarrollados por la técnica ambiental, métodos estadísticos, expertos en la temática, etc. (Ej. Métodos de valoración).
- Método llamado "El retrato de la comunidad."

### **Técnicas**

- La observación directa y participativa
- En la descripción de la zona de estudio, relevamiento topográfico y características geográficas.
- En la descripción de aspectos culturales y socio económicos de la población.
- Entrevistas de profundidad y reconstrucción de historias de vida

### **Ámbito geográfico de la investigación**

El estudio será realizado en la comunidad de villa Poopó de la Provincia Poopó, Municipio de Poopó - Oruro. Bolivia.

La exposición del contenido de la tesis se realiza de lo general a lo particular, estructurándose de la siguiente manera:

**Introducción.** Fundamenta la novedad y actualidad del tema, el objeto de investigación, sus objetivos, la hipótesis, así como los métodos y técnicas utilizados para realizar el trabajo de investigación.

**Capítulo I.** Sistematiza los fundamentos teórico-metodológicos existentes de la gestión ambiental en el Municipio de Poopó y su desarrollo sostenible partiendo de una contradicción paradójica entre minería y medio ambiente.

**Capítulo II.** Plantea un procedimiento en el cual se incluye la pertinencia de los métodos y técnicas utilizados en los estudios de investigación relacionada al agua como un componente importante para la comunidad y el efecto de la producción minera sobre este recurso, detallando sus etapas, pasos y tareas.

**Capítulo III.** Aplica el procedimiento a partir del criterio de expertos y en su aplicación práctica al caso del Municipio de Poopó, analizando los principales resultados de la investigación.

Para culminar con la presentación de las **conclusiones y recomendaciones** derivadas de la investigación, la relación de la **bibliografía consultada** y finalmente un grupo de **anexos**, que complementan el desarrollo de la investigación.

## **CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA ACERCA DE LA ACTIVIDAD MINERA, EL RECURSO AGUA Y LA GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL**

### **Introducción.**

La gestión ambiental municipal tiene como fin mantener y preservar el ambiente en una región y redefinir en el tiempo y en el espacio las relaciones entre los seres humanos y su ambiente, en especial en relación a los patrones de vida y consumo. En los municipios donde la actividad minera tiene un peso significativo, se convierte entonces en la base orientadora para la elaboración de los planes de desarrollo, logrando la participación de todos los actores e este proceso.

El desarrollo sostenible de un municipio tiene que encontrar su máxima expresión en la integración y correspondencia de las políticas y acciones de cada uno de los actores que están presentes en cada localidad. La preocupación por integrar la variable ecológica en la economía da lugar a debates por diferentes autores acerca de cómo lograr el desarrollo y al mismo tiempo proteger la naturaleza. Cook, (1976), considera que el concepto tiene el acierto de esbozar una filosofía, de apuntar a una dirección general de actuación que puede ser útil. Éstos son los rasgos básicos que el presenta:

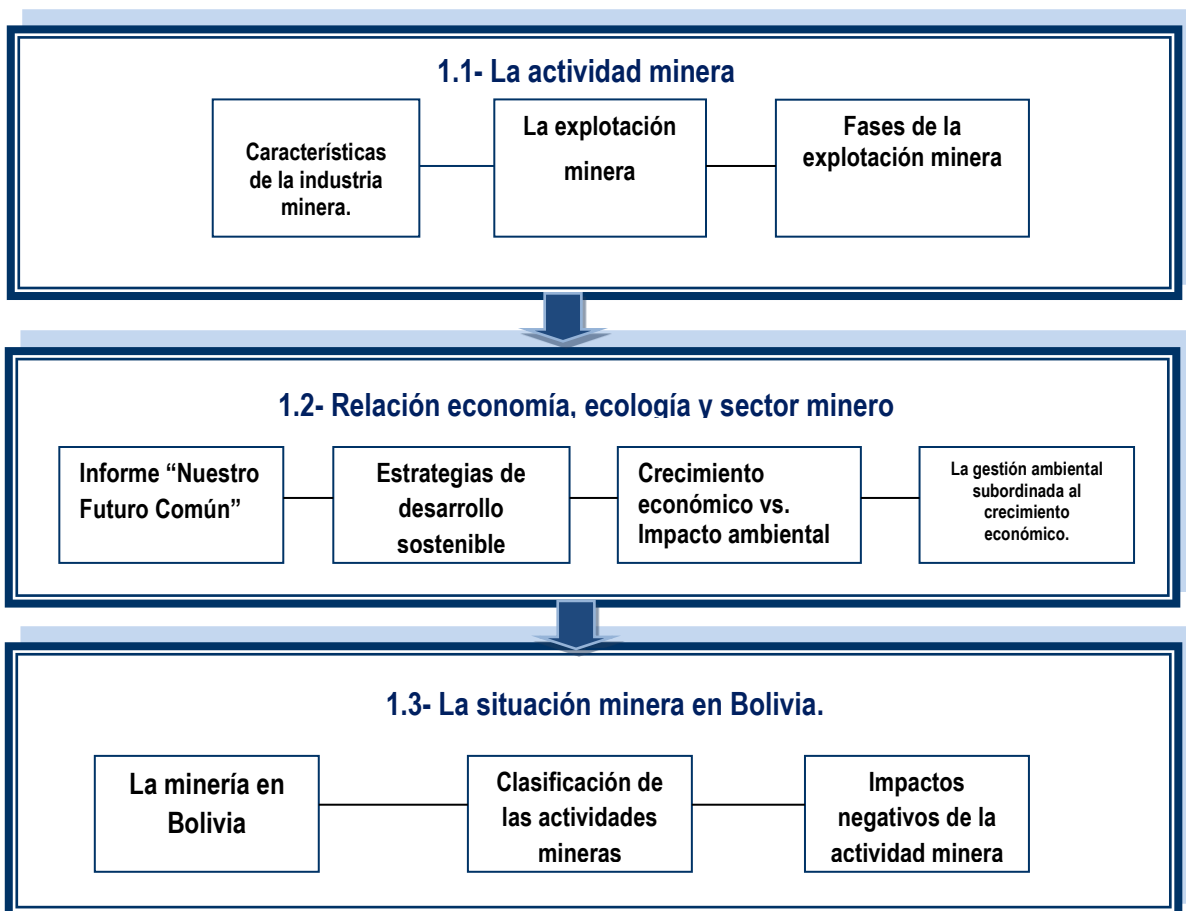
- Deja clara la necesidad de conservar los recursos naturales.
- Asume la existencia de límites físicos que hacen imposible el crecimiento sin fin.
- Enfatiza la necesidad de alcanzar objetivos sociales (satisfacer las necesidades de la generación actual y de las futuras), en lugar de objetivos individuales.
- Está inspirada en la solidaridad intra- e intergeneracional.

La conservación de los recursos plantea la necesidad de incorporar el factor ambiental en las políticas globales y en los planes sectoriales, regionales o locales de desarrollo, así como la de aplicar, de inmediato, programas e instrumentos de gestión ambientalmente adecuados (Carrizosa, 2011).

A pesar de nuestra enorme dependencia por los recursos minerales y sus derivados, tanto mayor es el grado de desarrollo de nuestra sociedad, existe hoy día un rechazo generalizado, variable según los países, hacia las explotaciones mineras.

Como es sabido, la minería sufre de una imagen de actividad generadora de fuertes impactos ambientales; porque hasta épocas muy recientes el concepto de *sostenibilidad ambiental* no encontraba cabida en los planteamientos estratégicos de las empresas mineras. Sin embargo, gracias a los avances tecnológicos y a los nuevos planteamientos ambientales, pueden corregirse los impactos ambientales negativos de la actividad extractiva, no sólo por su menor desarrollo tecnológico sino también por un menor desarrollo de sus administraciones ambientales y mineras, responsables de la adecuada aplicación de sistemas de gestión ambiental sostenible en el sector minero.

Se presenta a continuación, el hilo conductor de este capítulo, que muestra la relación coherente de la conceptualización y caracterización de aspectos fundamentales para el entender del presente trabajo de investigación:



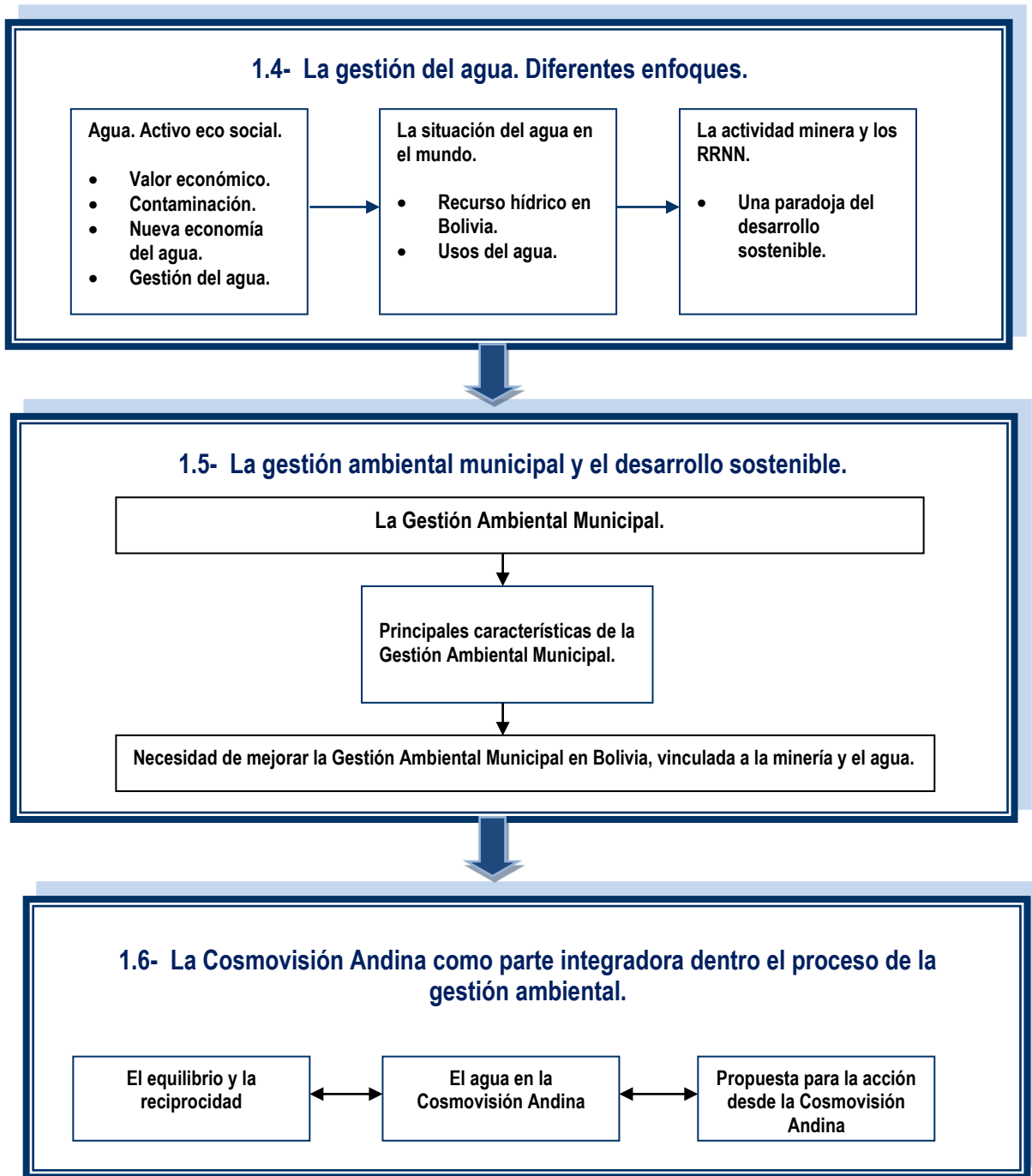


Figura 1.1- Hilo conductor del Capítulo I.

Fuente: Elaboración propia

### 1.1 La actividad minera.

La minería es una actividad económica primaria que extrae materias primas básicas provenientes del subsuelo, para satisfacer las necesidades humanas; se requiere de la presencia de una manifestación

geológica concreta en un sitio específico y de las posibilidades técnicas, económicas y jurídicas de emprender la explotación del yacimiento.

### **Características de la industria minera.**

Industria extractiva: (de recursos naturales no renovables): Cuando se extraen los recursos minerales estos no se renuevan.

Alto riesgo: El desarrollo de una actividad minera tiene dos etapas importantes previas a la explotación, la primera es la búsqueda del recurso mineral que depende de factores técnicos, económicos y de la naturaleza y una segunda etapa en el que sea económicamente explotable.

Ciclo de vida marcado por etapas: El proceso minero tiene diversas etapas de desarrollo que tendrán un periodo de maduración variable y que depende del capital con el que se cuenta, la magnitud del proyecto, el tipo de mineral, etc.

Localización determinada (se ubica donde se encuentra el depósito mineral): Una de las características importantes de la minería y que la diferencia de las demás actividades económicas, es que se desarrolla en donde se encuentra el recurso mineral.

Alta relación entre producto y desperdicio: La extracción de recursos minerales implica extraer recursos valiosos de la corteza terrestre, los cuales están en contenidos muy bajos.

Impacto ecológico: Dada la característica del proceso minero que es el de remover grandes cantidades de materiales, ello afecta al entorno al impactar sobre la geografía de la zona. Por otro lado, la disposición de dichos materiales y la tecnología empleada muchas veces puede ocasionar un gran impacto en la zona, lo que se controla con planes de monitoreo, evaluación constante y restauración paralela al proceso productivo.

Finalmente, se estudia el orden de arranque y el sentido de avance de la mina de acuerdo con la inclinación de los mantos o capas; se establece la dimensión del campo de explotación según sea el volumen máximo y óptimo a extraer (Duarte, 2000). La figura 1.1 presenta las fases de la actividad minera, desde la exploración del yacimiento hasta su explotación. (Ver Anexo N° 1.1 Figura 1.1).

La relación del proceso minero y su efecto en el medio ambiente, percibida en la siguiente tabla, (Tabla 1.1), la misma plantea dilucidar una interrogante desde el punto de vista de la ecología económica debido al efecto circundante entre la producción para el crecimiento y su efecto en la naturaleza. (Ver Anexo N° 1.1.2 Tabla 1.1).

Por lo anterior, en el epígrafe que a continuación se presenta, se busca dimensionar el contenido y alcance del análisis económico ecológico al sector minero. Se describen brevemente los modelos más



utilizados para vincular los aspectos físicos y económicos de los procesos; se formula luego la propuesta metodológica del presente trabajo y algunas generalidades sobre la minería y las principales características del sector minero en Bolivia. Se plantea una solución a los impactos de la minería en los recursos naturales, desde un enfoque de la economía ecológica, a partir de la posibilidad que, dicha ciencia, estudia y plantea soluciones directas a los problemas ocasionados por la actividad minera, no obstante, que la misma muestra ventajas económicas, logísticas y estratégicas para una economía, empero ello no es comparable a los daños que ocasiona a la salud humana, el medio ambiente natural y su efecto en otras actividades humanas contemporáneas y futuras.

### **La explotación minera.**

Un recurso mineral es una concentración geoquímica de elementos y compuestos naturales en forma sólida, líquida o gaseosa, con una composición química definida, no renovable desde la perspectiva humana de tiempo por la lentitud del ciclo de las rocas, que se concentran de manera aleatoria en la corteza terrestre en forma de yacimiento y en volúmenes finitos. Entre otros pertenecen a los minerales, los recursos energéticos como el carbón, petróleo, gas natural, uranio y energía geotérmica; los recursos minerales metálicos como el hierro, cobre, aluminio; recursos minerales no metálicos como la sal, el yeso, arcilla, arena, fosfatos, agua y suelo (Miller T.G. 1994).

Su explotación está ligada a costos de oportunidad y la programación del flujo de extracción depende de las condiciones económicas de contexto: precios, tasas de interés, valor de la renta del recurso en el tiempo. Acorde con lo que menciona Miller (1994), el autor considera que bajo esta concepción la ganancia del proceso es la diferencia entre el precio del producto y los costos monetarios de la extracción y ubicación del recurso en el mercado.

Desde una perspectiva energética, existe una ganancia social de la minería representada en el excedente de energía proveniente de una extracción o por el ahorro en el trabajo que generan la utilización de estos recursos, al propiciar herramientas y estructuras mejores y más duraderas para el hombre (E. Cook, 1976).

La explotación de un recurso no renovable tiene un límite final que corresponde al límite de la ganancia neta representada en energía o en el ahorro de trabajo. En palabras de Carrizosa (2011) "Cuando la energía necesaria para descubrir, recuperar, procesar y transportar los combustibles fósiles sea mayor que la que éstos proporcionan, ya no habrá recursos de petróleo, gas o carbón".

En la superficie o en el subsuelo los materiales se crean, se mantienen y se destruyen continuamente por procesos físicos, químicos y biológicos. Los agentes geológicos externos son los procesos de

erosión, transporte y sedimentación de materiales y los internos son los procesos de metamorfismo, orogénesis, plutonismo y volcanismo.

Como conclusión, el autor considera que la minería es la actividad económica que recupera del suelo o del subsuelo los recursos minerales útiles al hombre; como toda actividad económica afecta el ambiente de varios modos: los más evidentes corresponden a la destrucción y alteración de la superficie del terreno donde se ubica la mina y los residuos sólidos que genera el proceso, además de la contaminación del aire y del agua. Estas consideraciones, justifican un mejor análisis del sector minero, desde una perspectiva energética, tomando en cuenta variables relacionadas con la producción minera y su relación con los recursos naturales propiamente dichos.

### **1.2 La relación economía, ecología y sector minero.**

Las polémicas desatadas por el informe de “Los límites del crecimiento” (Meadows, 1972), así como la reconciliación entre economía y ecología propuesta por “Nuestro Futuro Común” (Bruntland, 1987), expusieron la pregunta sobre los reales impactos del desarrollo tradicional. El informe “Nuestro Futuro Común” intentaba hermanar el ambientalismo con la economía neoclásica, apuntando a concebir el crecimiento económico como un componente central del desarrollo. Otros, por el contrario, sostienen que una verdadera sustentabilidad es incompatible con el crecimiento económico, y que éste es distinto del desarrollo. Por lo tanto, un análisis sobre los impactos del crecimiento económico se vuelve una cuestión clave para analizar las estrategias en desarrollo sostenible.

Actualmente se ha sumado una enorme cantidad de evidencia que deja en claro que el crecimiento económico asociado a las estrategias tradicionales, tal como sucede en estos momentos en América Latina, desencadena un enorme impacto ambiental. En varios casos el crecimiento económico desencadena progresivos daños ambientales, y con ello en realidad estaría limitando el desarrollo. Esa situación se ha detectado en varios países, incluidos los industrializados, donde a medida que aumenta el producto *per cápita*, se incrementan algunos impactos ambientales, como los desechos sólidos a nivel de los municipios, el CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera, o la acumulación de sustancias muy tóxicas, como el cadmio o níquel. Ejemplos de este tipo ya se observan en América Latina; en nuestras metrópolis a pesar de los modestos crecimientos del ingreso, se ha disparado la generación de basura. En general se observa que a mayor crecimiento económico se deteriora el ambiente por impactos de largo plazo o acumulativos.

Relacionando la teoría del crecimiento versus daño ambiental y desarrollo sostenible, autores como (Crespo, 2008) advierten que una de las principales limitaciones de las políticas de gestión ambiental,

es la subordinación a los objetivos de crecimiento económico. Desde ese sesgo, es posible que en realidad las políticas públicas estén manifestando la falta de consideración de que los costos y beneficios sociales del uso y conservación de los recursos naturales difieren de los correspondientes costos y beneficios privados de quienes asumen su aprovechamiento.

De otra parte, se constata la ausencia de información sobre la evolución de la calidad ambiental y los cambios del patrimonio natural en las regiones mineras, que permita contrastar y evaluar la extracción de los recursos mineros en relación con su influencia e impacto en el estado de los ecosistemas. Esta ausencia hace que la gestión ambiental se reduzca tan solo a la verificación del cumplimiento de los “límites permisibles” de una operación extractiva, es decir una gestión segmentada en el recurso extraído y carente de un enfoque integral sobre el ecosistema. (Naredo: 2001).

La renta minera podría hoy ser sometida a correcciones si las externalidades asumidas por el ambiente y la población en términos de calidad de vida y salud se sustraen de dicha renta.

La presente investigación relacionada a los impactos de la minería, permitiría buscar el desarrollo de nuevas políticas de gestión tendientes a proteger el patrimonio natural y el acceso social a los servicios ambientales de forma que los criterios de maximización del beneficio económico no priven esa posibilidad en los procesos de toma de decisiones.

De continuar el actual dinamismo de consumo de recursos naturales, se advierte un futuro socio-ambiental inquietante. Proyecciones del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUD, 2011) sugieren un aumento en la extracción mundial que podría llegar a triplicarse en el año 2050 aunque si se asume un escenario moderado, el incremento sería de alrededor del 40%; en cambio, sólo mantener los patrones de consumo del año 2000, implicaría que los países metropolitanos disminuyan su consumo de tres a cinco veces, mientras que algunos “en desarrollo” lo tendrían que hacer en el orden de 10 a 20 por ciento.

El avance de la actividad extractiva, por lo general, sobre la base del despojo, legal o ilegal, se da en tres sentidos: el despojo de los bienes comunes, del bien común de buena parte de la población e incluso de pueblos enteros y despojo gradual del futuro de las generaciones venideras, porque no necesariamente está asegurado un ambiente sano, lo que pone en riesgo la existencia misma de otras formas de vida.

Es por lo anterior que el autor considera que las interrelaciones que establece el sistema económico con el ecosistema global corresponden a dos tipos de flujos, 1) el primero, las demandas de materiales y energía que hace el sistema económico al ambiente, una demanda que por ser continua tiende a

agotar los recursos no renovables disponibles. 2) la segunda, la capacidad de asimilación que ofrece el medio ambiente de los residuos originados en las actividades económicas; la extracción y uso de los minerales energéticos o no energéticos tiene efectos sobre el ecosistema (esta capacidad de asimilación se puede colmar, afectando las condiciones de mantenimiento de la vida). Los problemas ambientales en una sociedad se relacionan en gran parte con los flujos de sustancias, materiales, energía y productos a través de la economía. Para estudiarlos se plantean modelos de los intercambios físicos sin incluir mecanismos económicos como la asignación, optimización, sustitución o costos y beneficios. Algunos trabajos recientes intentan integrar estos dos tipos de modelos, como los que se describen a continuación:

Los estudios de Ayres y Kneese (1969) y Kneese A. et .al. (1970), se enfocan en complementar el concepto de balance de materiales con una forma simple y operacional de un modelo de equilibrio general en la economía, obteniendo un método que proyecta los cambios en los residuos que resultan de la demanda de productos finales. Otros modelos que pretenden estudiar la interacción de economía y los materiales son el Análisis de Flujos de Materiales y la Valoración del Ciclo de Vida, (Bouman M. 2000). Por lo general tienen como objetivo determinar los efectos de las medidas de política económica sobre los flujos de materiales, por ejemplo las decisiones de oferta y demanda de un recurso o de un producto.

El modelo de Análisis del Ciclo de Vida evalúa los procesos de producción, los productos, los materiales y sus consecuencias ambientales. Describe cada fase del proceso productivo desde "la cuna hasta la tumba": la extracción del recurso, el manejo de materiales y energía, la manufactura del producto, el uso y el tratamiento de los residuos. Las empresas toman decisiones de compras, diseño y mejoramiento de los productos con base en este análisis; además permite medir la intervención de la economía en el ambiente: las emisiones y extracciones de recursos naturales; las categorías del impacto: daño global y toxicidad y, el nivel de los daños en los puntos finales del proceso: salud humana y efectos ambientales; sus resultados deben interpretarse teniendo en cuenta la incertidumbre, las preferencias y la viabilidad económica. (Ver Anexo N° 1.3 Figura 1.2).

El sistema socioeconómico modifica el ambiente porque usa y maneja los recursos naturales, además, se reestructura continuamente según sean los cambios físicos, biológicos, químicos y los residuos depositados. Es evidente la afectación en la calidad de vida por los daños ambientales y, por la respuesta de la sociedad a las perturbaciones causadas; esta situación hace necesario el análisis de los problemas ambientales y económicos dentro de un marco común, es decir reconocer que existen

mínimos ambientales que limitan el proceso económico y que la actividad económica restringe los procesos ecológicos; estos procesos mediados por factores institucionales, políticos y sociales. (Ver Anexo N° 1.4 Figura 1.3).

Para los fines del presente trabajo de investigación, se pretende analizar el sector minero y algunas de sus interacciones y los procesos más representativos, desde una perspectiva de la ecología sostenible. Esta visión amplia de los procesos reconoce que en la actividad minera están interrelacionados aspectos físicos, económicos y sociopolíticos. En los aspectos físicos el proceso minero debe analizarse globalmente, desde que se inicia la extracción del recurso hasta su disposición como residuo en el ambiente; es decir su ciclo de vida. Los aspectos económicos deben incluir la reconversión económica de la actividad, un análisis sobre los resultados financieros de la actividad minera y en qué proporción estos resultados reversionan para garantizar el mantenimiento del capital total de la economía. Partiendo de este concepto, el autor visualiza la relación intrínseca de la minería desde un enfoque ecológico, en el contexto de Bolivia.

### **1.3 La situación minera en Bolivia.**

**La minería en Bolivia.** (Ver Anexo N° 1.5 Figura 1.4).

La minería en Bolivia tiene una historia de más de 500 años. Desde la época colonial cuando se descubrió el “Cerro rico de Potosí”, hasta hoy en día la actividad minera ha sido una parte muy importante de la economía boliviana. La mayoría de las actividades mineras eran y aun son llevadas a cabo en la región andina occidental del país. Las minas más importantes se encuentran en los Departamentos de Potosí y Oruro.

En 1952, bajo la consigna de nacionalización de las minas del país, se creó la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), que controló el 75% de la industria minera nacional y se constituyó en la principal fuente de ingresos del país. La COMIBOL fue durante casi 4 décadas la principal empresa minera del país, llegando a constituirse en la principal fuente de empleo. Años después, en la década de los 80s, la crisis minera estatal creó fuertes desequilibrios macroeconómicos en el país que culminaron en un rígido programa de ajuste estructural abriendo paso a una economía de mercado. En este contexto, se llevó a cabo en 1985 la reconversión del sector minero, con el despido de más de 23.000 trabajadores mineros de la COMIBOL y el establecimiento de un proceso que el Estado llamó la “Nueva Minería”. Para promover este proceso, el Estado introdujo una reforma tributaria y propició el crecimiento de la minería privada fomentando la apertura de la economía a la inversión pública.

Pese a que la participación de la minería en la economía nacional ha disminuido en comparación con los años 70s y 80s, actualmente Bolivia percibe grandes beneficios por la explotación y exportación de minerales (Morales 2010). En el 2009 la minería fue el tercer valor económico exportado después de los hidrocarburos y las oleaginosas, con el 21% del total de las exportaciones del país (Morales 2010), generando un total de 50.000 empleos directos y participando con un 4.4% del PIB total (Romero, 2010).

En años recientes, gracias al incremento de los precios de los minerales en el mercado internacional, la minería y las actividades relacionadas a su proceso, intensificaron su producción.

En el año 2002, los precios de los minerales en el mercado internacional comienzan a aumentar, revirtiendo la tendencia bajista de los precios internacionales que se iban dando desde 1980. En el periodo 2005-2006, algo más de dos años después, finalmente se revierte esta tendencia del valor bruto de la producción minera (VBRPM). En este periodo, el VBRPM promedio anual sube a \$us 787.3 millones del 2006, 3.5 veces su valor de 1986 (Jordán 2009). A partir de la subida de precios en el mercado internacional, se observa primero un “efecto inercia tendencial en la caída de la producción” entre 2004 y 2005, seguido por una importante alza en los niveles de producción en el 2006, que desacelera en el 2007 y más en el 2009 (Jordán 2009). Pese a esto y debido al alza de los precios internacionales, las ganancias por exportaciones de minerales en Bolivia, se incrementan, generando beneficios económicos para el sector y el país.

#### **Clasificación de las actividades mineras en Bolivia.**

Existen varios criterios de clasificación del sector minero boliviano; (Bocangel, 2010) clasifica a la minería de acuerdo al grado de tecnología utilizada en la explotación minera. Distingue la minería tradicional y la minería moderna. De acuerdo al tamaño, existe la minería mediana, que es en este momento la que lleva la explotación más importante del país en términos de volumen y valor de producción.

La minería pequeña, como se observa en el cuadro 1.1, está representada por un grupo heterogéneo de pequeñas empresas que se ha especializado en explotación de vetas superficiales en el occidente boliviano y por las cooperativas, conformadas por socios que obtienen una concesión para explotar una mina.

### Cuadro 1.1 Clasificación de las actividades mineras en Bolivia

| Designación   | Propiedad y Explotación  |
|---|--|
| Minería Grande  | Estado (COMIBOL)   |
| Minería Mediana   | Capital privado desde 500t. diarias  |
| Pequeña Minería:<br>Minería chica.<br>Minería cooperativista.<br>Aurífera.<br>Tradicional | Capital privado hasta 500t. diarias<br>Cooperativas de mineros<br>Oro<br>Otros minerales |

Fuente: Bocangel 2010.

#### Impactos negativos de la minería en Bolivia.

La minería boliviana ha causado, y sigue causando, un gran impacto negativo en el medio ambiente natural y humano. Sin embargo, los datos acerca de los impactos específicos son escasos y no organizados sistemáticamente. Los impactos más importantes en Bolivia según Bocangel (2010), son:

- Consumo de recursos escasos y agotables: uso de la tierra, remoción de minerales y uso del agua (de superficie, subterránea o fósil).
- Transformación del paisaje: apertura de tajos abiertos, dragado, diques de colas, disposición de desmontes y acumulación de los residuos de lixiviación en pilas.
- Contaminación de las aguas de superficie, subterráneas y de suelos con: agua de mina, agua de procesamiento, colas en suspensión en el agua de proceso y lixiviado de antiguos diques de colas u otras fuentes.
- Acumulación de residuos sólidos: rocas residuales de mina, colas de las operaciones de concentración de minerales.
- Emisiones de polvo: el polvo contiene metales pesados que pueden contaminar el agua y los suelos, también hay emisiones más generalizadas de otros elementos.
- Salud ocupacional y seguridad (generalmente extremos, especialmente en la minería informal o a pequeña escala).

De acuerdo al documento de análisis realizado por Bocangel, (Bocangel, 2010), la industria minera consume aproximadamente 31.5 millones de m<sup>3</sup> de agua por año. Esto representa alrededor del 2% de los recursos totales de agua de Altiplano donde están ubicadas la mayoría de las minas. Aunque este parezca un porcentaje modesto, implica mucha competencia debido a la escasez de agua en muchas áreas mineras. La recirculación de este elemento en las plantas de procesamiento es de solo el 10-20%, promedio. Los efluentes de las operaciones mineras causan una amplia contaminación en suelos y aguas. Estas aguas por lo general contienen elevadísimas cantidades de metales pesados y

productos químicos del procesamiento, como ser xantato y cianuro. La frecuente falta de diques de colas adecuados o las deficiencias en su manejo, dan como resultado que un 30-50% de toda el agua residual contaminada, sea descargada en la naturaleza. Otro gran problema es el DAR “drenaje ácido de roca”, que es causado por la oxigenación de sulfuros en las colas y desmontes, con la consecuente formación de soluciones ácidas, ricas en metales lixiviados por el agua de lluvia; todas estas fuentes de contaminación implican amenazas potenciales para la flora y la fauna.

También afectan directamente a la actividad humana disminuyendo la calidad del agua utilizada para consumo humano, para agricultura y recreación; además causan corrosión del acero y de las estructuras de concreto, como las tuberías. La actual producción anual de residuos sólidos proveniente de la minería se ha visto incrementada con la mecanización y/o ampliación de muchas operaciones de explotación e ingenios mineros que procesan el mineral.

Las fuentes de DAR provocan impactos ambientales por:

- Drenaje de trabajos subterráneos; colas de ingenio, depositadas ya sea en diques o descargadas a ríos donde se mezclan con sedimentos aluviales; desmontes de roca estéril de las actividades mineras; mineral almacenado; y desmontes de escoria y residuos metalúrgicos.
- Reducción de la diversidad de especies hasta la degradación completa del factor flora y fauna acuática.
- Contaminación de plantas terrestres y cultivos agrícolas.
- Contaminación de suelos y sedimentos por metales.
- Residuos minerales de riego en cercanas a áreas residenciales.
- Escasez de agua potable; riesgos de contaminación de reservorios de agua subterránea.
- Falta de agua potable en comunidades rurales.
- Contaminación del aire y contaminación del suelo, por deposición atmosférica.

El proceso de la producción minera ha generado un grupo de problemas en el sector minero en Bolivia los cuales se describen a continuación: (MEDMIN, 2008):

Los niveles de inversión en desarrollo minero son bajos e inexistentes, afectando directamente la capacidad de adopción de tecnologías o procesos limpios de producción.

- Las actividades mineras con inadecuada capacidad productiva y baja productividad tienden hacia una expansión.
- El enorme legado de pasivos ambientales (daño pasado al medio ambiente) es responsabilidad de



anteriores gobiernos, quienes carecían de capacidades técnicas y financieras para hacer frente a su remediación.

- La normativa ambiental no es sujeto de cumplimiento en la minería y cooperativas, por su pobre difusión, la débil capacidad de respuesta de las empresas mineras y la inexistente capacidad de fiscalización y seguimiento de parte de las Instituciones involucradas.
- La Gran Minería se rige por normas ambientales corporativas, incorporando procedimientos de gestión ambiental en las fases de explotación y abandono.

Ello ha traído como consecuencia impactos ambientales negativos en diferentes regiones del país, principalmente sobre el recurso agua lo cual requiere de una visión que contribuya a la gestión ambiental y se logre una sostenibilidad ambiental.

#### **1.4 La gestión del agua. Diferentes enfoques.**

Para una gestión adecuada del recurso agua es necesario analizarlo desde una visión integradora a partir de enfoques que se exponen a continuación.

##### **La gestión del agua como activo eco social.**

Se vive una etapa en que la existencia humana se caracteriza por la desigualdad social y por una pobreza extrema que avanza cada día; aunado a esto, el deterioro del ambiente se manifiesta con cambios ambientales de repercusiones globales, como la destrucción indiscriminada de los recursos naturales, la destrucción de la capa de ozono y el cambio climático global.

Debido a esta crisis ambiental, el capital natural de los ecosistemas se deteriora a causa de la racionalidad económica del modelo de producción imperante, sustentada en el desarrollo de los procesos productivos altamente tecnificados cuyo objetivo principal es producir al máximo a costa del sacrificio de los recursos naturales del planeta.

Uno de los recursos más sacrificados por la humanidad ha sido el agua, elemento vital e imprescindible para el desarrollo económico y social y por supuesto, para la propia existencia humana. Sin embargo, el derroche de este recurso pone en evidencia una concepción errónea en su apropiación ya que históricamente se ha visto como un recurso abundante e ilimitado, lo que ha generado un aprovechamiento inadecuado en el cual el dispendio y la sobreexplotación son parte principal de la racionalidad que caracteriza a una sociedad consumista (Aguilera 2006).

Existe crisis actualmente. La Comisión Mundial del Agua vaticina que en los próximos veinte años el uso del agua se incrementará en un 50% y que 4.000 millones de personas, la mitad de la población

mundial, vivirán en condiciones de graves tensiones por el agua en el 2025. El conflicto en torno a la tierra y el agua, empeorará especialmente en áreas que ya sufren por el agotamiento de agua, como en Asia Meridional, Oriente Medio y en el Norte de África. Adicionalmente, se pronostican conflictos entre el uso económico directo y las necesidades ambientales. En muchas regiones semiáridas, en proceso de urbanización, se agravará el conflicto entre el uso de alto valor (regularmente urbano) y la irrigación, de bajo valor (Banco Mundial, 2008, pag. 84).

### **Valor económico del agua: Cuánto cuesta? Lo que no se paga.**

La escasez creciente del agua, su irracional uso y explotación serán el problema prioritario que la generación presente deberá resolver a la brevedad. La relación conflictiva y poco virtuosa entre el uso del agua, su evaluación económica y su apreciación ecológica y ambiental nos está conduciendo a situaciones inmanejables y sin salida.

Históricamente al agua se le ha considerado como un don o un bien público casi gratuito. Ello nos lleva a la necesidad urgente de valorar económicamente, y en sus justos términos, al ambiente. Al fallar el mercado en hacer explícitos los valores y servicios que proveen los recursos naturales, éstos se ofrecen en forma "gratuita" generándose una diferencia entre la valoración privada y la social de los mismos.

La cuestión ambiental y ecológica, así como de protección de cuencas y ecosistemas, ha sido bastante marginal (Aguilera. 2006).

Por lo anterior, el autor considera que el problema no se ha analizado desde una perspectiva integradora: sociedad/economía-espacial/recursos naturales escasos/desarrollo sostenible, etc. Ello configura un escenario de crisis de la gestión ambiental y su vulnerabilidad, más aun, la cuestión del agua no debe estudiarse desligado de los demás asuntos y problemas concernientes al medio y a la disponibilidad de los recursos naturales. Siendo este el aporte real del presente trabajo de investigación, a partir del planteamiento de un modelo integrador sostenible.

Según el autor Pedro Arrojo, (Arrojo, 2006), las actividades económicas y el consumo se han beneficiado indiscriminadamente de los subsidios que otorgan tanto el medio como el uso de los recursos naturales. La mejor expresión de ello es la utilización del agua sin asignarle prácticamente ningún valor. Ello ha provocado externalidades negativas, así como la violación virtual de buena parte de los principios de la teoría y economía positiva. Así, el óptimo paretiano no se cumple, ni tampoco los preceptos de igualdad y equidad en las transacciones dentro de los circuitos de producción, distribución (de la renta y el ingreso), así como del consumo.

Para el caso del uso del agua y su aprovechamiento de fuentes lejanas, los criterios y consideraciones de optimización regional están completamente ausentes. Aquí también la relación es bastante perversa, difícil y conflictiva. El autor propone que esta relación debe analizarse entre las fuentes y disponibilidad del recurso, su propiedad, uso y consumo, con los valores que se paga por él.

Acorde con la teoría anterior, se determinan los principales problemas ambientales por contaminación industrial y de agua:

- La contaminación de suelos y aguas superficiales, por emisiones gaseosas, es crítica.
- Existe riesgo de contaminación de aguas subterráneas y fuentes de agua potable.
- Las fuentes de contaminación son tanto antrópicas como naturales.
- El problema ambiental está muy ligado a la pobreza, acelerando la degradación ambiental urbana.
- Existe amplia información técnica y recomendaciones de solución a los problemas prioritarios, no obstante se denota una muy baja capacidad de ejecución por debilidades institucionales en cuanto a toma de decisiones, aspectos técnicos y financieros.
- Imposibilidad económica de reconversión tecnológica en las industrias mineras.

#### **Cuestiones para una nueva economía del agua**

Según Federico Aguilera (2006), las cuestiones fundamentales que debería plantearse para la economía del agua son dos y se describen de la siguiente manera:

1. La primera consiste en explicar cuál es la noción de agua con la que se debería trabajar de ahora en adelante, así como las implicaciones que esta noción plantea, tanto para el papel que pueden jugar los "expertos" como para tener en cuenta a los "no expertos", es decir, para cambiar en la manera de tomar las decisiones.
2. La segunda se refiere a cómo potenciar la gestión del recurso, como alternativa a la construcción de más infraestructuras hidráulicas. Ambas cuestiones están directamente relacionadas y en ambas está implícita la necesidad de un cambio institucional que va a ser la expresión del cambio cultural y del conflicto que subyace entre los valores e intereses de los diferentes actores sociales involucrados en los problemas del agua.

### **El agua: ¿factor de producción, activo financiero o activo eco social?**

**El agua como factor de producción.** Muchos economistas consideran el agua simplemente como un "bien económico" (eufemismo de mercancía), o como un "factor de producción", términos ambos que destacan sólo una de las diferentes dimensiones de este recurso natural, concretamente la que está más directamente relacionada con las actividades productivas y con su capacidad para generar un valor monetario, identificando así lo monetario con lo económico. Como señaló Aguilera (2006), siguiendo a Coase, muchos economistas olvidan que un factor de producción no es sólo una entidad física que una empresa adquiere y usa sin ningún tipo de restricciones, sino que es un derecho a llevar a cabo una lista limitada de acciones. En otras palabras, la noción de factor de producción depende del marco institucional, siendo éste el que va a configurar la "lista" de acciones y la "lista" de limitaciones en la extracción y uso del recurso. Si, como sugiere Coase, sería deseable que las únicas acciones realizadas fueran las que arrojaran una ganancia cuyo valor superara al de la pérdida, lo importante ahora es plantear cómo se puede llevar a cabo esa comparación entre ganancias y pérdidas. Es así que, el aspecto crucial consiste en redefinir la noción de costo. Por eso, el autor plantea que lo que constituyen los costos de acuerdo con la ley y lo que debería contabilizarse como costos, es el tema de discusión, en lugar de seguir pensando que los costos vienen definidos por los mercados.

**El agua como activo financiero.** Para otros economistas, como Solow (2000), los recursos naturales agotables (tomando en cuenta que no se puede olvidar que bajo determinadas circunstancias el agua, tanto en cantidad como en calidad, puede considerarse como un recurso agotable) son, "activos financieros". Esto significa que la gestión adecuada (el agotamiento óptimo), desde el punto de vista del propietario-extractor de este tipo de activos, sería aquella que permita la obtención de una rentabilidad similar a la de otros activos financieros que soporten el mismo tipo de riesgo. Entonces, si un propietario-extractor de agua considerara que la rentabilidad obtenida es insuficiente, una de las posibles reacciones podría consistir en deshacerse del recurso e invertir su dinero en otros activos más rentables. Otra opción consistiría en agotarlo, suponiendo que existen tecnologías de sustitución o de contención y buscar nuevas inversiones financieras. Esta perspectiva, está centrada en una "racionalidad económica" que ignora el contexto social y ambiental en el que está inserta. Es más, tomando el ejemplo de España como lo plantea estrictamente Aguilera (2006), permite reflejar adecuadamente la consideración que tiene el agua subterránea en Canarias para muchos propietarios de pozos y de galerías, a la vez que explica, en cierta medida, el deterioro, irreversible ya en algunas zonas, de los acuíferos en Tenerife y Gran Canaria.

**El agua como activo eco social.** Algunos economistas defienden una noción funcional del agua como recurso natural o activo eco social, entendiendo por tal la capacidad que tiene el agua de satisfacer todo un conjunto de funciones económicas, sociales y ambientales, tanto de carácter cuantitativo como cualitativo. Así, "El agua no sólo es esencial para la supervivencia biológica, sino que es una condición necesaria del desarrollo y sostenimiento de la economía y de la estructura social que hace posible la sociedad. El agua no es sólo una mercancía; es un imperativo central de la supervivencia, sostenimiento, continuidad y vida de la comunidad. Por esto, en la medida en la que esta multifuncionalidad es ignorada, se agudiza y se manifiesta con más intensidad el conflicto entre las diferentes funciones, encontrándose ante una nueva clase de escasez que se explicita mediante la incapacidad del recurso de satisfacer dichas funciones. Lo que ocurre, en última instancia, según el autor, es que el agua pierde su carácter de recurso ya que su deterioro impide la posibilidad de seguir realizando las mismas funciones que satisfacía anteriormente.

Es así que, para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se parte de la preocupación por la gestión del agua no como un elemento aislado sino, más bien, como la gestión del ciclo hidrológico, como dice Naredo (2001): "...como un sistema abierto y desequilibrado en calidad asociada a la cantidad, cuyos intercambios de masa y energía con el exterior originan flujos variables en función de la energía natural de la radiación solar y sus derivados o de la artificial de manejo que el hombre puede introducir. El resultado que, para la gestión del agua, se deriva de este enfoque ya no puede limitarse a aumentar las entradas al sistema de usos sin atender a lo que ocurre dentro del mismo, sino que debe orientarse a reducir o retrasar las pérdidas en cantidad y calidad que se producen en su seno, buscando mejorar la eficiencia de los usos y penalizando y desalentando los más inadaptados y dispendiosos en los territorios cuyas escasas dotaciones así lo justifiquen" (Naredo, 2001).

De los pensamientos propuestos por Naredo, se pueden extraer dos ideas fundamentales, de la siguiente manera:

1. La primera podría ser que no existe una apropiación ni una gestión de recursos sino de ecosistemas. Por ejemplo, Pineda y otros (1995), destacan que la mayor extensión de las cuencas españolas está constituida por agro-ecosistemas en los que ocurren entradas y salidas masivas de materiales y energía. En la medida en la que gran parte de esa energía pretende exclusivamente maximizar la producción, genera importantes pérdidas (nutrientes, humus,...etc.) que no sólo disminuye la rentabilidad agraria, porque requieren la aplicación compensatoria de abonos y otros elementos, sino que además aceleran el ciclo del agua lo que origina una menor eficacia en las

recargas subterráneas, mayor evaporación, menor amortiguamiento de avenidas, mayor turbiedad y capacidad erosiva de los cauces. Para el autor, esto significa que, la gestión del ciclo del agua, por contraposición a la economía expansionista del agua, exige una gestión ambiental integrada del territorio, es decir, no hay gestión del agua sin gestión del territorio.

2. La segunda está relacionada con la anterior, así como con la reflexión que se hacía al comienzo de este apartado sobre el marco institucional y la necesidad de redefinir la noción de factor de producción y la noción de costo. Lo que se pretende explicar es que el reconocimiento de la necesidad de una gestión integrada del territorio, representa un cambio decisivo a la hora de plantearse cuál es el marco institucional adecuado para llevar a cabo dicha gestión. (Pineda y otros.1995, p.204).

Por lo anterior, el autor entiende que no es posible definir con absoluta precisión estos costos, puesto que cada Cuenca presenta unas características físicas diferentes, siendo también diferentes las actitudes sociales con respecto a la aceptación o no de las transacciones de agua.

En cualquier caso, sí es aceptable, como mínimo, de acuerdo con la filosofía del principio de precaución:

1. Profundizar en la prioridad de los usos, de acuerdo con las calidades que cada uso requiera;
2. Exigir la devolución de los retornos con una calidad determinada;
3. Abordar e incentivar un cambio en las prácticas agrícolas de manera que la rentabilidad privada e inmediata o a corto plazo de los cultivos no genere todo un conjunto de impactos irreversibles, que cuestionan la rentabilidad socio ambiental o integral del sistema.

Entonces, la sugerencia que plantea la Comunidad Europea titulada "Hacia un desarrollo sostenible", en la parte dedicada a la cantidad y calidad del agua señala, entre otras metas de la Comunidad hasta el año 2.015, "integrar los criterios de conservación de recursos y uso sostenible en las demás políticas, en concreto, la agraria, en la ordenación de los usos del suelo y en la industrial (desarrollo, emplazamiento y procesos de fabricación)" (Bauer 1999).

Plantear una nueva propuesta basada en lo indicado anteriormente, se torna positivo desde el momento en que el punto de partida de los gobiernos tradicionales, no sea otro que el reconocimiento de la necesidad de ir cambiando hacia una "**nueva cultura del agua**", tanto en el sentido de cambio cultural o mental como en el de cambio en el número, variedad de los actores involucrados y formas de participación y deliberación.

A modo de resumen, el autor concluye que, la noción de agua como activo eco-social abarca o incorpora la noción de agua como factor de producción, cuya compatibilidad de usos hay que definir mediante un proceso social, teniendo como objetivo la gestión integrada del agua y del territorio. Por el contrario, la noción de activo financiero es claramente incompatible con dicha gestión ya que tiende al agotamiento del recurso.

### **Gestión del agua como activo eco social.**

Una vez que se ha esbozado los aspectos básicos de la gestión del agua como activo eco-social, basándonos en la propuesta de Aguilera, debemos centrarnos en la cuestión del cambio institucional. Desde un punto de vista operativo, se entiende que el aspecto fundamental consiste en la transición desde una economía expansionista del agua basada en "más embalses y trasvases" hasta una nueva economía del agua preocupada por la "**gestión integrada del agua y del territorio**", pasando por la "gestión de la demanda de agua". (Aguilera, 2006).

**Cuadro 1.2.- Tres tipos de economía del agua. Vieja cultura del agua, nueva cultura del agua.**

| <b>Fase expansionista</b>  | <b>Fase de transición</b>  | <b>Fase madura</b>  |
|--|--|---|
| Más embalses y trasvases   | Gestión de la demanda  | Gestión integrada de cuencas  |
| -Laminación avenidas<br>-Garantizar suministro   | -Suministro está garantizado<br>-Avenidas controladas<br>(Atención a las prácticas agrícolas)                                    | No hay gestión del agua sin gestión del territorio                        |
| Prioridades agua: riego (80-90 %) y uso urbano (10 %) (abastecimiento-saneamiento)                       | Las prioridades son cuestionadas. La economía cambia   | ¿Qué usos son compatibles con las cuencas?                                |
| Escasa atención hacia los problemas ambientales  | Aumenta percepción social de problemas ambientales   | Destacado papel de los valores ambientales                                |
| El agua es una necesidad básica  | El agua es un factor de producción y un activo social  | El agua es un activo ecosocial  |
| Escaso conflicto social y escasa participación pública   | Aumentan conflictos sociales y aumenta la participación pública  | Importantes conflictos sociales y papel clave de la participación pública |
| Escasa preocupación por la eficiencia técnica en el uso y la distribución del agua.<br>No hay incentivos | Aumenta la preocupación por la eficiencia en el uso y la distribución<br>Discusión sobre incentivos. Se aplican en algunos casos | Importantes conflictos sociales y papel clave de la participación pública |
| Ausencia de estadísticas de usos y consumos  | Se insiste en la necesidad de trabajos fiables. Pero sigue sin haber estadísticas y  | Se supone que debería haber estadísticas y                                |

|  |        |                |
|--|--------|----------------|
|  | series | series fiables |
|--|--------|----------------|

Fuente: Aguilera Federico 2006.

El cuadro anterior, refleja las características más destacadas de estos tres tipos de economía del agua. En otras palabras, se considera imposible aproximarse a la "gestión integrada del agua y del territorio" sin que exista previamente un impulso serio por la "gestión de la demanda", ya que es esta opción intermedia y necesaria la que puede mostrar el enorme "potencial de ahorro" del que se dispone en un país.

Entendiendo por tal potencial, el volumen de agua que se puede ahorrar:

1. Mejorando el estado de las redes de distribución agrícolas y urbanas;
2. Mejorando los sistemas de riego;
3. Depurando las aguas residuales urbanas, usos estos últimos a los que habría que considerar como "no consuntivos", exigiendo que devuelvan el agua en unas condiciones de calidad que permitan su reutilización con todas las garantías;
4. Depurando las aguas residuales usadas en las industrias para evitar la contaminación de los ríos;
5. Incentivando la instalación de grifería más eficiente así como comportamientos más ahorradores, a través de ayudas y/o sistemas tarifarios que potencien ese objetivo.
6. Disminuyendo la superficie de cultivos de regadío que no sean adecuados a las características climatológicas o a las condiciones edafológicas de determinadas zonas.

Para el autor, no existe un único problema tipo del agua, por lo que no existe una única solución. Sin embargo, es necesario reconocer que este es un contexto en el que se cuenta con un número elevado de opciones que se deben evaluar, teniendo en cuenta los nuevos valores y la exigencia de participación de los nuevos actores.

Se considera prioritario llenar el vacío derivado de la actual incapacidad de la administración pública del agua para ejercer las funciones de gestión y control que la ley le encomienda, cediendo competencias a instituciones capaces de asumirlas. No obstante Aguilera insiste en que para ello, no basta con postular el simple *laissez faire* como objetivo, esperando que las empresas mineras y demás usuarios cubran espontáneamente este vacío, tomando en cuenta que su comportamiento y su mentalidad se ven viciados por la larga permanencia de un statu quo poco propicio para que asuman y ejerciten con éxito nuevas funciones de gestión. En palabras de Estevan (2003), el marco institucional al cual se refiere Aguilera, cumple, fundamentalmente, una función ceremonial, defendiendo unos intereses y privilegios



e impidiendo el cambio, en lugar de cumplir una función instrumental que consistiría en gestionar el recurso así como las infraestructuras de captación y distribución, incentivando el ahorro, el cuidado y la contaminación. Entonces el autor, de lo mencionado anteriormente, concluye que la solución al problema pasa, por una reconversión o cambio institucional que elimine las actitudes ceremoniales e incentive las instrumentales contando, en tanto sea posible, con lo que pueda salvarse de las actuales instituciones y organismos.

La propuesta que realiza Aguilera entonces se centra en dos aspectos fundamentales:

El primero está relacionado con la preocupación fundamental de la nueva cultura del agua que no es otro que el de la exigencia de una democracia deliberativa. No se trata sólo de la necesidad de que exista una administración interesada en asegurar el cumplimiento de las reglas de juego y, al mismo tiempo, de la preocupación de que esa administración no va a existir como tal. La nueva cultura del agua requiere formas diferentes de concebir la política y de hacerla, de manera que los nuevos actores y los nuevos valores sociales y ambientales tengan capacidad real de participación y deliberación en las decisiones que se tienen que tomar. Cuando Lubchenko (1998) sugería, un Nuevo Contrato Social para la Ciencia, en el fondo está reivindicando un Nuevo Contrato Social para la Política.

El segundo, sugiere una combinación que permita flexibilizar las transacciones de agua, no como un fin en sí mismas, es decir, no como una manera de abrir el negocio del agua, sino como un medio descentralizado y participativo de tomar decisiones cuyo objetivo final sea la planificación al mínimo costo.

### **La situación del agua y los problemas ambientales en el mundo.**

La problemática del agua se manifiesta a través de la escasez de agua, las grandes sequías, las grandes inundaciones y los problemas de contaminación, hechos que se suceden desde el comienzo de la humanidad. Sin embargo, específicamente la escasez del agua en el mundo se ha convertido en una de las mayores amenazas de esta humanidad y la causa de múltiples tensiones y conflictos. Las disputas regionales por las fuentes de agua se incrementan. Las negociaciones sobre la asignación y la gestión de los recursos hídricos han sido más frecuentes a medida que aumenta la demanda del preciado elemento.

Los expertos estiman que antes de 50 años, unos 2,500 millones de personas sufrirán esta escasez, que hoy día ya están experimentando en muchas regiones de nuestro planeta. Unos 1,000 millones de personas no disponen de agua ni en grifos ni en ríos o pozos próximos a su casa. (UNESCO, 2008).

Según un estudio de la ONU, más de 1,400 millones de personas carecen de agua limpia y entre cuatro y seis millones, la mayoría niños, mueren cada año por enfermedades ligadas al agua. Por otra parte este

estudio cuantifica en unos 3,350 millones los casos de enfermedades que la falta de acceso a agua limpia y potable provocan anualmente y que cada ocho segundos muere un niño por una enfermedad relacionada con el agua.

Se sabe que el 71% de nuestro planeta es agua y el 97.5% de los recursos hídricos de la Tierra es agua salada, el 2.5% restante está en los Continentes como agua dulce. El total de agua dulce en nuestro planeta es de 39 millones de Km<sup>3</sup>, de los cuales 29 millones de Km<sup>3</sup> se encuentran en estado sólido en los casquetes polares y glaciares, 5 millones de Km<sup>3</sup> son aguas subterráneas y los otros 5 millones corresponden a las aguas superficiales.

En el último siglo la población se ha cuadruplicado, mientras que el consumo de agua se ha multiplicado por nueve y el consumo para usos industriales se ha multiplicado por cuarenta. La disminución de las reservas de agua se verá agravada con el aumento de la población mundial, estimada en alrededor de un 40% sobre la actual en los próximos 25 años (según las Naciones Unidas, de los 6,000 millones de habitantes actuales, se pasará a 8,300 en el año 2025). El problema es aún más grave si se considera la contaminación de los ríos y lagos mundiales, pues aunque la escasez se deba a ciclos climatológicos extremos, la actividad humana juega un papel importante en el aumento de la escasez y en lo que se ha dado en llamar el **"stress del agua"** o indicación de que no hay suficiente agua en calidad y cantidad para satisfacer las necesidades humanas y medioambientales (PNUMA, 2013).

Al mismo tiempo están aumentando las zonas de escasez de agua y estrés por déficit hídrico, en particular en el norte de África y en Asia occidental. En los dos próximos decenios se prevé, según el informe de la ONU, dice que en el mundo se necesitará un 17% más de agua para cultivar alimentos para una población que crece en los países en desarrollo, y que el total de agua utilizada aumentará un 40%. En el siglo actual, se vaticina que una tercera parte de los países de las regiones que sufren estrés por déficit hídrico podrían tener que hacer frente a una grave escasez de agua y para el 2025, posiblemente dos tercios de la población del mundo vivan en países donde la escasez de agua será entre moderada y grave. Las zonas áridas y las semiáridas del mundo, que constituyen el 40% de la masa continental, reciben solamente el 2% de la escomentía (circulación de agua producida en un cauce superficial).

En los países en desarrollo, entre el 90% y el 95% de las aguas residuales y el 70% de los desechos industriales se vierten sin tratar y contaminan las reservas utilizables de agua.

Aproximadamente el 94% de los habitantes de las ciudades tenían acceso al agua potable a fines del año 2000, mientras que, para los habitantes de las zonas rurales, el porcentaje era sólo del 1%. En cuanto al

saneamiento, la diferencia era aún mayor, ya que el 85% de la población urbana tenía el servicio, mientras que en las zonas rurales sólo el 36% de la población tenía saneamiento adecuado.

Algunos estudios estiman que en ciertas zonas áridas del Norte de África y Centro de Asia, la cantidad de agua disponible por persona ha disminuido, en los últimos 50 años, en diez veces. (UNESCO, Programa Hidrológico Internacional. 2008).

En la mayoría de las regiones, el problema no es la falta de agua dulce potable sino, más bien, la mala gestión y distribución de los recursos hídricos y los métodos y sistemas derrochadores. La mayor parte del agua dulce, el 70%, se utiliza para la agricultura, mientras que una cantidad sustancial se pierde en el proceso de riego. La mayoría de los sistemas de riego funcionan de manera ineficiente, por lo que pierden aproximadamente el 60% del agua que extraen, que se evapora o vuelve al cauce de los ríos o a los acuíferos subterráneos. Los métodos de riego derrochadores incluyen sus propios riesgos para la salud: el anegamiento de algunas zonas del Asia meridional, es el resultado de la utilización excesiva del agua para riego, es el determinante fundamental de la transmisión de la malaria, situación que se reitera en muchas otras partes del mundo.

Para el autor, la desigual distribución del agua y su dotación es extrema, basta con comparar algunas regiones del planeta. Canadá, con una población aproximada del 2.5% de la de China, tiene aproximadamente la misma cantidad de agua que ésta. Asia, cuya población es aproximadamente el 60% de la población total mundial, sólo dispone del 36% del agua dulce que fluye por el mundo y de esta cantidad el 80% tiene lugar en inundaciones de mayo a octubre. En muchos lugares de África el promedio de agua per cápita (doméstico) es de 10 a 20 litros al día, mientras que en muchas ciudades de Europa y Norte América este promedio se sitúa por encima de los 300 litros per cápita.

El autor concluye que en un mundo donde el agua cada vez es más escasa, ciertos sectores tienden a utilizar el agua en desmedro de otros, lo cual puede generar conflictos locales, regionales e internacionales, especialmente en las zonas deficitarias.

**Situación del Recurso Hídrico en Bolivia.** (Ver Anexo N°1. 6 Figura 1.5).

Las fuentes de agua a las que se puede hacer referencia en cualquier parte del globo terráqueo son: precipitación pluvial, disponibilidad de aguas superficiales, disponibilidad de aguas subterráneas y cuerpos de agua anegadas (lagos y lagunas). Sobre la base de ésta definición, Bauer (1999), describe la situación de los mismos en Bolivia.

**Precipitación pluvial.** La distribución pluvial es diferenciada de acuerdo a las diferentes regiones geográficas y las estaciones del año. La precipitación media anual ha sido estimada en 1.419 mm/año,

la cuenca del Amazonas recibe 1.814 mm/año, el Río de La Plata se beneficia con 854 mm/año, el Altiplano, en la totalidad de su superficie endorreica, sólo recibe 421 mm/año, con una variación de 200 mm a más de 800 mm; la zona aledaña al lago Titicaca recibe entre 500 y 800 mm/año, y en la zona del lago Poopó alcanzan a 409 mm (Tacagua); en la zona de los salares de Uyuni y Coipasa, las vastas extensiones de sal corresponden a una disminución de las precipitaciones que no sobrepasan los 200 mm/año (Coipasa: 195 mm, Uyuni: 165 mm) en la zona de Chipiriri.

**Aguas superficiales.** Las aguas superficiales cubren una parte del país, en el se incluyen ríos, lagos, lagunas y glaciares, producto de las precipitaciones pluviales caídas en su cuenca de alimentación y de los manantiales (descarga subterránea). La irregular distribución de las precipitaciones pluviales provoca que la disponibilidad de aguas superficiales entre las distintas cuencas sea altamente variable, mientras que en el Amazonas se estima fluyen 180.000 millones de m<sup>3</sup>/año, por la cuenca del Plata 22.000 millones de m<sup>3</sup>/año el flujo en la Cuenca Cerrada alcanza sólo a 1.650 millones de m<sup>3</sup>/año.

**Cuerpos de agua anegadas.** Aparte de los ríos, el país cuenta con un alto número de lagos y lagunas. Existen 6 lagos en Bolivia: Titicaca, Poopó, Uru Uru, Coipasa, Rogagua y Rogaguado. En las cuencas del Altiplano y del Plata existen lagunas de altura, en la cuenca del Amazonas, se tienen lagunas de origen fluvial (lagunas de Várzea) y de origen tectónico.

El nivel de los mismos depende de las precipitación en las diferentes cuencas; la mayor variabilidad se presenta en la zona del altiplano, cuyo efecto se observa en la variabilidad del nivel del Lago Titicaca, y en particular del Lago Poopó cuyo nivel es altamente dependiente de los aportes del Titicaca, pues en la región sur del altiplano el nivel de precipitaciones es aún mucho menor.

**Aguas subterráneas.** La otra fuente de recurso hídrico lo representa las aguas subterráneas; la mayoría de los centros urbanos recurren a aguas subterráneas para abastecimiento de agua potable.

Las aguas subterráneas suelen estar relacionadas a las superficiales, pues las zonas de recarga de los acuíferos son los humedales, los abanicos aluviales, u otras zonas con suelos permeables, la baja permeabilidad de los suelos da lugar al bajo rendimiento de pozos, luego la existencia de ellos es sumamente importante para que los niveles de reabastecimiento se mantengan. En el altiplano, las fuentes de agua superficiales son por lo general escasas; y los manantiales son la fuente de abastecimiento de agua (subterránea) más importante, pues alimentan lagos, lagunas y humedales de altura; más al sur la evapotranspiración aumenta y las fuentes superficiales llegan a secarse casi totalmente, obligando a buscar fuentes de abastecimiento subterráneo, lo que condiciona a mantenerlas en una calidad óptima.

De acuerdo a la base de datos regional desarrollada por la FAO (AQUASTAT 2000), a partir del año 2000, en el balance hídrico del país se puede observar la alta dependencia de las aguas superficiales, que al mismo tiempo lleva a la dependencia del grado de precipitación pluvial en el territorio nacional a ello se suma que la contabilización de las fuentes de agua subterránea es aún incompleta.

### **Usos del agua en Bolivia.**

La economía boliviana tiene como base estructural a la explotación de hidrocarburos, explotación minera y la agricultura, de ahí que las principales actividades que ocupan el agua sean éstos dos sectores.

Es el tipo de uso que se le dé al agua, lo que determina la participación de los usuarios, de acuerdo a ello estos sectores realizan un uso consuntivo o no consuntivo tal como nos muestra Sandoval (2002), que se pueden clasificar en uno de los siguientes grupos:

#### **Usos Consuntivos.**

**Riego.** Es el sector de mayor consumo de agua >80%, PRONAR (Programa Nacional de Riego) ha inventariado un total de 5.259 sistemas de riego en funcionamiento a nivel nacional, los Departamentos: Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz, Tarija que en algún grado se ven afectadas por la escasez de recursos hídricos concentran el 86.5% de los sistemas para un total de 217.975 usuarios y un área regada de 226.564 has. El 57 % del área regada corresponde a los sistemas de riegos grandes y medianos que representan el 8% de los sistemas de riego.

**Uso Doméstico.** El Censo Nacional de Población y vivienda del 2001 señala que el 37.73% de la población carece de servicios de agua potable por red de cañería; el 70.37% se encuentra en el área rural; la cobertura está referida a la existencia de infraestructura, bajo este concepto en relación a lo datos de 1992 se evidencia una ampliación en la instalación de infraestructura de servicios de agua y saneamiento, pero no necesariamente refleja la continuidad ni la calidad en el abastecimiento de las diferentes ciudades y poblaciones, (Mapa de Pobreza, INE. 2011).

**Uso Industrial y de otros sectores.** Las mayores industrias consumidoras de agua se ubican en las ciudades de La Paz y Santa Cruz. Por otro lado, el consumo de agua en el sector minero, se da sobre todo en el proceso de separación de materiales a través del uso de reactivos, tales como la copajira o el mercurio; aunque la cuantificación es compleja, el uso del agua depende de los procesos utilizados, el metal extraído y la maquinaria empleada.

En el sector petrolero, la utilización de aguas generalmente suele ser de fuentes superficiales, este requerimiento varía sustancialmente de acuerdo al tipo y magnitud del proyecto.

## **Usos No Consuntivos.**

**Uso hidroeléctrico.** En el país se han identificado 81 aprovechamientos potenciales con una capacidad total instalada de 11.000 MW (Damme, 2002). Los ríos con mayor potencial hidroeléctrico se encuentran en la cuenca del Amazonas.

**Pesca, uso recreativo y navegación.** Los lagos Titicaca y Poopó abastecen con especies de peces propias del altiplano a los mercados de La Paz, El Alto y Oruro, aunque éste último paró en su producción como efecto de la reducción del espejo de agua en el año 1992. Actualmente la actividad se reactiva de forma paulatina. Los recursos pesqueros del lago Titicaca sostienen entre 1.500 y 3.200 pescadores del lado boliviano, ya sea de tiempo completo, medio tiempo u ocasionales.

**Uso Ambiental.** Las tres cuencas abastecen tanto al autoconsumo como al consumo en las grandes ciudades gracias a la preservación de sus funciones ecológicas; además en la amazonia las corrientes fluviales más importantes cobijan en su interior a 389 especies diferentes y otra cantidad menor de especies se encuentra en las cuencas del Pilcomayo y los lagos andinos.

## **La actividad minera y los recursos naturales (agua). Una paradoja del desarrollo sostenible.**

El mayor aporte a la economía nacional de la pequeña minería, en particular la cooperativista, está en su contribución a la generación de empleo, pues es el sector que genera mayor nivel de empleo en relación al empleo total generado por el sector minero. La minería pequeña y en particular la minería cooperativista contribuyeron a la generación del 94% de empleo en el sector durante el período 1978-1984, creciendo al 96,7% entre 1985- 2006 en la región. Por el contrario, la minería empresarial, que está más tecnificada, no contribuye significativamente a la generación de empleo, ocupando apenas el 1,44% de la población económicamente activa. Pese a que las cooperativas mineras generan un alto nivel de empleo, presentan los niveles de productividad laboral más bajos del sector. Es así como, por ejemplo, durante la década de 1995-2005, la minería mediana representó el 57% de la producción total de minerales en la región, mientras que la minería cooperativista tan sólo el 43%, pese a emplear en aquel año el 83% de la mano de obra del sector (García 2007).

Pese a las ganancias que la actividad minera genera para el país y a los beneficios locales, la explotación minera ha representado a lo largo de los ya casi 500 años de su desarrollo una acumulación de altos costos ambientales y sociales. Poco se ha hecho para contrarrestar este proceso y hoy en día existen más problemas que soluciones.

Desde la perspectiva ambiental, la actividad minera ocasiona impactos con distintos niveles de intensidad, entre ellos contaminación de agua y suelos, transformación de paisajes por la destrucción

de cerros y construcción de diques y la acumulación de colas de minerales. Las externalidades ambientales que causa la minería mediana se deben generalmente a la generación de distintos contaminantes durante los procesos de extracción y concentración.

En general, el sector minero mediano presenta problemas de gestión ambiental, pese a su nivel tecnológico. Sin embargo, no es la minería mediana, sino más bien la pequeña la que ocasiona los impactos ambientales más serios en el país. Esto se debe principalmente a dos factores: 1) la falta de financiamiento e inversión en este sector minero y el uso de tecnología obsoleta y 2) al gran número de fuentes de contaminación, muchas veces concentradas en regiones determinadas.

Son tres las causas principales de impactos ambientales negativos originados por la actividad mineras: 1) la apertura de socavones, 2) la generación de desmontes en las proximidades de los socavones o en el interior de las minas que acumulan metal extraído de poco valor económico, y 3) la generación de colas, que son los residuos provenientes de los ingenios mineros que procesan el mineral extraído de la mina para obtener concentrados minerales para su comercialización y que muchas veces son descargados directamente a los ríos sin tratamiento. En los tres casos, la exposición de los restos minerales con la atmósfera y el agua de lluvia, quebradas y ríos, desencadena procesos físico-químicos que generan aguas ácidas favoreciendo la disolución de metales y contaminando los recursos hídricos. Otro gran problema ambiental asociado a la actividad minera son los pasivos ambientales relacionados a los cierres y abandono de las minas. Los socavones abandonados, desmontes y relaves con contenidos abundantes de sulfuros generan aguas ácidas con alto contenido de metales pesados que desembocan en los ríos cercanos a las minas, afectando la población local y sus actividades productivas.

Finalmente, otra importante contaminación ambiental minera es la generada por la minería aurífera. En este tipo de minería grandes cantidades de mercurio se vierten en los ríos. En Bolivia existen concesiones mineras auríferas y de extracción de áridos otorgadas legalmente dentro de áreas protegidas. De acuerdo a la normativa vigente, la explotación de las mismas está sujeta a un estudio de evaluación de impacto ambiental que demuestre que las actividades a realizar no afectarán los objetivos de protección del área. La mayoría de las operaciones en áreas protegidas, independientemente de si cuentan o no con licencia ambiental, no aplican medidas de prevención o mitigación ambiental. Como resultado, hoy en día 40% de los parques nacionales en el trópico están afectados por actividades o proyectos mineros.

Como se puede ver, la generación de lixiviados produce los más altos impactos ambientales de la minería. El alto grado de toxicidad de los metales disueltos en el agua, se debe en parte a su baja capacidad de degradación y su capacidad de fijación en la cadena trófica afecta flora y fauna acuática y terrestre. La contaminación de recursos hídricos se debe también al uso de los mismos para las operaciones mineras., las cuales consumen alrededor de 32 millones de m<sup>3</sup> de agua al año, de los cuales la mayor parte son devueltos sin tratamientos a los cauces naturales.

### **Impacto ambiental de la producción minera en las actividades socio-económicas.**

El impacto ambiental de la minería repercute en las actividades socio-económicas locales en las zonas de producción. Los principales impactos socio-económicos de la minería están asociados a repercusiones negativas en la actividad productiva de las comunidades aledañas a operaciones mineras, a las malas condiciones de trabajo y a la pobre calidad de vida de las poblaciones mineras.

Los suelos más contaminados en la región minera presentan concentraciones de Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Zinc (Zn), que exceden los límites recomendables para el uso agrícola.

Cabe recalcar que la relación y el conflicto entre la minería y el sector agrícola, es un tema mucho más complejo, ya que adopta un enfoque dualista que genera una dinámica rotativa en la que el productor agrícola se vuelve mano de obra estacional, aprovechando del sector minero para complementar sus ingresos sin dejar de lado la actividad agropecuaria. Este tipo de relación, que algunos autores denominan como “campesino-minero”, crea una dinámica complicada y compleja entre los pobladores y sectores productivos de las regiones mineras del país, pues por más que muchos campesinos agropecuarios ven su actividad afectada por la contaminación minera, su dependencia dualista no les permite tomar una posición opuesta o crítica con respecto al desarrollo de la minería.

### **El impacto de la minería en la pobreza**

Otro tema importante a considerar en el impacto socio-económico generado por la actividad minera es la pobreza. Pese a que la actividad minera es una de las actividades productivas más importantes a nivel nacional, las regiones mineras del país son las que presentan mayor índice de pobreza. Está claro que, mientras persista el problema socio-económico en la región, la preservación del medio ambiente quedará en una encrucijada entre la pobreza y la explotación rudimentaria, acumulando costos socio-ambientales en regiones del país que solían estar entre las de mayor riqueza en el mundo.

Para el sector de la minería pequeña en Bolivia, las externalidades sobre la salud y seguridad ocupacional de los mineros son tan o más importantes que las externalidades ambientales.



En el mundo y en América Latina sobre todo se ha ido trabajando mucho respecto a la creación y aplicación de normas que vayan en pro del medio ambiente relacionadas a la gestión ambiental aplicada. De todo esto se desprende la necesidad de desplegar políticas de gestión ambiental desde los municipios y su relación con el desarrollo sostenible, como se observa en el siguiente epígrafe.

### **1.5.- La gestión ambiental municipal y el desarrollo sostenible.**

**La gestión ambiental municipal.** (Ver Anexo N° 1.7 Tabla 1.2).

La gestión ambiental como concepto, nace en la década de los años 70 del siglo XX, en sentido estricto, como re orientación de parte del pensamiento ambiental (ecodesarrollo y desarrollo sostenible) y como instrumento de diagnóstico y planificación (planes, programas y proyectos) para la resolución de los problemas ambientales, cada vez más agudos en los países industrializados.

Por otro lado, el desarrollo sostenible de un municipio tiene que encontrar su máxima expresión en la integración y correspondencia de las políticas y acciones de cada uno de los actores que están presentes en cada localidad. La participación de los ciudadanos en el proceso de desarrollo local requiere de una política estricta de inclusión y de implicarlos en el proceso de toma de decisiones.

El concepto de gestión ambiental ha sido abordado por diferentes autores tales como: (Ver Anexo N°1. 8 Tabla 1.3).

#### **1. Edgar López Isch (1996):**

En su definición más elemental, se entiende por gestión, al conjunto de actividades y responsabilidades que conforman la intervención social para manejar una realidad o solucionar un problema, tal como demuestra la Figura 1.

**Figura 1.6.- Componentes de gestión ambiental.**



Fuente: Edgar López Isch (1996):

La tarea de la gestión ambiental municipal, es la de realizar una serie de intervenciones sociales, (identificación y diagnóstico de una realidad o problema, el estudio de las acciones posibles para su manejo o solución, la decisión sobre dichas acciones, la puesta en práctica del curso de acción

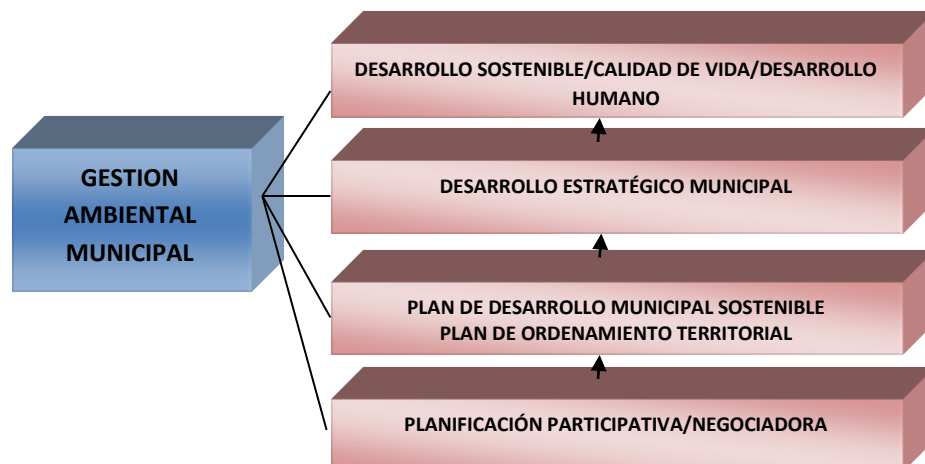
escogido, el seguimiento y la evaluación de los resultados, los ajustes y las modificaciones necesarios, etc.) para manejar o usar adecuadamente el espacio, los recursos naturales y humanos y las cualidades ambientales del área municipal y su zona de influencia. Por lo tanto, la gestión es para el manejo, pero el manejo es para la gestión.

### Principales características de la Gestión Ambiental Municipal.

Edgar Isch (1996), muestra que, en un caso específico de planteamiento de gestión ambiental, se debe partir de las siguientes características:

- Requiere la coparticipación de las autoridades locales y de los sectores privados que actúan sobre el ámbito municipal.
- Se orienta a incorporar las consideraciones ambientales en las necesidades de expansión y mejoramiento de la calidad de vida de la población en ámbitos específicos: áreas urbanas y rurales del Municipio.
- No se orienta a la elaboración de un plan sino a actuar de soporte, en forma continua a los procesos de decisión del desarrollo y su implementación.
- También sirve como marco para coordinar actividades ambientales entre sectores, lugares y actores en diferentes momentos en el tiempo, vinculados a un contexto territorial específico.
- La gestión ambiental municipal, en palabras de Isch, (1996, p. 88), se convierte en *“la base orientadora para la elaboración de los instrumentos de planificación local: planes de desarrollo, planes reguladores y presupuestos municipales. Por lo que significa que si se dispone de un análisis ambiental se puede tener una base para el ordenamiento territorial y así mejorar la formulación y aplicación de dichos documentos”*.

Figura 1.7.- Niveles previstos para la planificación negociadora del Desarrollo Sostenible.



Fuente: Edgar Isch López 1996

## **2. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia 2008:**

El concepto de Gestión Ambiental se refiere a las acciones que, en forma consciente y dirigida a propósitos definidos, realice la sociedad para conservar, recuperar, mejorar, proteger o utilizar moderadamente el suelo y los recursos naturales, renovables o no, o para ocupar racionalmente un territorio transformándolo y adaptándolo de manera sostenible.

## **3. Rafael Darío Muriel F. (2006).**

Por gestión entendemos, primero, un proceso que comprende determinadas funciones y actividades organizativas que los gestores deben llevar a cabo con el fin de lograr los objetivos y metas deseadas. El proceso de gestión se considera integrado, por regla general, por las funciones de planificar, ejecutar y controlar. La planificación determina qué resultados ha de lograr la organización (pública, privada o cívica). La función de planificar representa el núcleo de la gestión. Planificar implica realizar actividades a lo largo del tiempo cuyo resultado es la fijación de objetivos, planes, programas y proyectos que se requieren para el logro de los objetivos. La función de ejecución, como su nombre indica, es realizar lo planificado según cronograma de programas y proyectos y flujo gram de inversiones en el tiempo. La función de control comprueba sí se han logrado o no los resultados previstos.

## **4. Axel C. Dourojeanni (2007):**

Para lograr que la gestión ambiental municipal funcione como una verdadera guía que oriente la planificación que busca un desarrollo sustentable, propone un esquema global para el análisis de dicha gestión que parte del modelo de Dourojeanni. Según estos autores, “la gestión ambiental para el desarrollo municipal sostenible, podría obtenerse a partir de la articulación de varios procesos interrelacionados y simultáneos”.

### **Elementos del modelo de Dourojeanni**

La aplicación del modelo de Dourojeanni permite que la gestión ambiental municipal formule y recomiende procedimientos, tanto a nivel territorial, como de la organización municipal para:

- Analizar la situación presente.
- Diseñar un escenario prospectivo.
- Proponer procedimientos que permitan pasar de la situación presente a la situación deseada.

Con estos elementos se puede orientar el trabajo de la planificación negociadora, la cual materializaría tres tipos de acciones:

- De prevención (trabajar para el futuro).
- De resolución (trabajar con el presente).
- De reversión o rehabilitación (trabajar sobre el pasado).

### **Algunos elementos prácticos para ayudar a la gestión ambiental municipal.**

La gestión ambiental es todo un proceso donde resulta difícil establecer un modelo único, sin embargo se muestra a continuación un listado de elementos que podrían ayudar a llevar una mejor gestión: (Dourojeanni, et al., 2007).

- La organización municipal que incorpora la dimensión ambiental debe reflejar la problemática ambiental especial de cada municipio.
- La organización al interior del municipio dependerá de la naturaleza de los actores con que se deberá interactuar para solucionar los conflictos ambientales.
- Situaciones como: la existencia de asentamientos precarios marginales sujetos a inundaciones, zonas de alta contaminación industrial, etc.
- La organización debe tener la capacidad de recibir apoyo de otras instituciones públicas o privadas, universidades, organismos de capacitación, organismos no gubernamentales, empresas, etc., en materia de gestión ambiental.
- El logro de una gestión ambiental está dado por las acciones concretas y correctas realizadas para el mejoramiento físico-técnico de su territorio junto con la calidad de vida de sus ciudadanos.

Según Dourojeanni en su libro: **Gestión del Agua a Nivel de Cuencas** (Dourojeanni, et al., 2007), cuando un municipio decide incorporar la gestión ambiental es necesario organizar, incentivar y facilitar la acción de los miembros del mismo. Esto incluye:

- La capacitación de los funcionarios municipales en temas ambientales, explicando el significado de esta tarea.
- La importancia de convencer a los funcionarios municipales de que la promoción de un desarrollo sostenible es una tarea importante y que ella debe ser gerenciada a nivel local.

- La aceptación, por parte de los funcionarios municipales, de incorporar nuevos elementos al desarrollar sus funciones.
- La frecuente necesidad de incorporar a otros actores en el proceso de diagnóstico y ejecución en coordinación con los estamentos municipales.
- La necesidad de que los funcionarios municipales promuevan la participación real y activa de la población en los problemas ambientales.

**5. Modelo de gestión ambiental municipal.** (Fundación Amigos de la Naturaleza FAN-BOLIVIA. 2010).

Entre las competencias concurrentes entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, están las de “Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental”.

Así mismo la de “Ejecutar la política general de conservación de suelos, recursos forestales y bosques en coordinación con el gobierno departamental autónomo”.

En el entendido de que las competencias concurrentes son “aquellas en las que la legislación corresponde al nivel central del Estado y los otros niveles ejercen simultáneamente las facultades reglamentaria y ejecutiva”, le compete al gobierno municipal por tanto, ejercer competencias relativas a la preservación, conservación y contribución a la protección del medio ambiente.

Considerando esta oportunidad, en el contexto de la situación de la biodiversidad y el medio ambiente en el país, algunos gobiernos municipales han respondido a estos desafíos encarando la gestión ambiental de forma integrada a la gestión municipal.

La gestión ambiental municipal se entiende como un proceso consciente y permanente de la entidad que gobierna el territorio municipal con los actores locales, donde se toman decisiones y se desarrollan acciones encaminadas al uso sustentable de los recursos naturales y la conciliación de las actividades humanas con la conservación de los mismos.

Este proceso de implementación a conducido al desarrollo de un modelo de gestión ambiental municipal que tiene como propósito integrar la problemática medio ambiental y la conservación de los valores biológicos prioritarios en la gestión municipal de una forma integral y formal de acuerdo al marco legal vigente, fortaleciendo así la aplicación de un enfoque eco sistémico, clave para realizar una verdadera gestión de conservación a nivel local.

El Modelo de Gestión Ambiental Municipal está basado en cuatro componentes: (Ver Anexo N° 1.9 Figura 1. 8).

**Gestión Estratégica:**

Este componente consiste en planificar estratégicamente el desarrollo sustentable del municipio con base al ordenamiento territorial, la conservación de la biodiversidad y el manejo adecuado de los recursos naturales, alineándose con las prioridades nacionales, departamentales y sectoriales.

Tiene por finalidad la orientar y regular los procesos productivos, para que estos se desarrollen sobre una base ambiental, por lo tanto, busca una incidencia en lo territorial y en lo económico.

**Gestión Participativa:**

El componente de Gestión Participativa consiste en la participación de comunidades locales y sectores estratégicos de la sociedad en la toma de decisiones, la ejecución de acciones y el seguimiento y control del proceso de la gestión ambiental. En sí, este componente busca cambios de actitud y construcción de valores sociales relacionados con la protección y uso racional de los recursos y el patrimonio ambiental.

**Gestión Operativa:**

El componente de Gestión Operativa busca ejecutar efectivamente las decisiones y acciones de la gestión ambiental, mostrando resultados concretos de acuerdo a lo programado en la planificación ambiental y de desarrollo del territorio municipal.

Esto involucra que en la estructura administrativa del Gobierno Municipal se cuente con un brazo técnico que atienda las necesidades ambientales del territorio municipal y que su costo de funcionamiento sea asumido por la administración pública. Este brazo técnico debe estar organizado como una unidad ambiental o de desarrollo productivo sustentable, con un equipo mínimo y un manual de funciones claras y consistentes que responda a la realidad municipal y al marco normativo vigente.

**Gestión político – institucional:**

Este componente está dirigido a sentar las bases políticas e institucionales que viabilicen la gestión ambiental municipal y la ejecución de los Planes de Acción Ambiental Municipal.

En el documento que hace referencia a este modelo, se plantea como un primer paso, la necesidad de trabajar con las autoridades municipales desarrollando sus capacidades, a través de la facilitación de información y orientación sobre la temática ambiental y de biodiversidad, para que tengan claridad de su intervención en los procesos de gestión ambiental. Esto debe provocar en las autoridades mayor

predisposición o voluntad por atender compromisos ambientales del municipio y formular políticas ambientales en la jurisdicción municipal.

Al analizar este modelo el autor considera la necesidad de partir de las costumbres ancestrales e incluir en este modelo otros elementos que garanticen la aplicabilidad del mismo, por otro lado, da los lineamientos precisos para aplicar una política coherente de gestión ambiental partiendo de la voluntad de las autoridades municipales, motivando a la aplicación en la comunidad en su conjunto, lo que está considerado en la gestión participativa.

En el cuadro comparativo de los modelos de gestión ambiental observamos la propuesta de cinco conceptos que incluyen además sus características específicas, los responsables de la ejecución y sobre todo el aporte que cada uno ejerce dentro la teoría de la gestión ambiental. Resaltando algunos de ellos podemos indicar que.

Algunos modelos como es el caso de Isch, plantean tomar dentro la teoría, ciertas consideraciones ambientales como base orientadora para la elaboración de instrumentos de planificación, lo que no implica plantear de manera directa una intervención clara de políticas de gestión ambiental.

Otro de los modelos más completos es el Dourojeanni, porque plantea la integración de la problemática ambiental de forma integral en la gestión municipal.

No obstante los modelos mencionados parten de una propuesta integradora desde la gestión municipal, la propuesta del autor es considerada como la más completa ya que a diferencia de las anteriores, se muestra una contundencia teórica conceptual, además del aporte en la planificación estratégica del desarrollo sostenible del Municipio, con base en la mitigación minera sobre el recurso agua, aspecto que no es contemplado por los demás modelos ya que para complementar, se plantea a partir de una visión de cosmovisión andina y los preceptos ancestrales.

### **Necesidad de mejorar la gestión ambiental municipal en Bolivia vinculada a la minería y el agua.**

En la actualidad han existido avances en las investigaciones ambientales en áreas mineras del occidente de Bolivia, es el caso de los Departamentos de Oruro y de Potosí. En estos estudios se han obtenido resultados de valoraciones ambientales en la década de los 80, para lo cual en una etapa precedente (década de los 70) se abordaron estudios ambientales de base con énfasis en evaluaciones de recursos naturales de manera integral para ambas regiones lo que ha permitido contar con instrumentos de gestión ambiental expresados en sus Planes de Acción Ambiental, por ejemplo:

- Programa de Investigación Ambiental del PIEB, (PIEB, 2008).

- “Diagnóstico minero ambiental”. En: Plan de acción ambiental municipal. Diagnóstico ambiental. Fundación Medio Ambiente Minería e Industria (MEDMIN, 2008), Municipio de Poopó, Oruro.
- “Desarrollo sostenible, gestión de recursos naturales del sector minero”. Documento de trabajo. (Ministerio de Minería y Metalurgia, 2007).
- Proyecto Toxbol, CAMINAR, Proyecto Trinacional Pilcomayo, Proyecto COMIBOL.

A pesar de estos resultados no se ha logrado la efectividad necesaria en la solución de los problemas generados por la contaminación, se debe destacar que la mayor parte de la actividad minera se desarrolla en zonas de extrema pobreza con los más bajos índices de desarrollo humano. En estas regiones la actividad minera tiene un peso significativo en lo económico, además de otros factores de que contribuyen al incremento del deterioro ambiental.

Por ello es necesario integrar los componentes ambientales, sociales, económicos y culturales en la propuesta de alternativas de solución, a través de una gestión municipal participativa.

En el artículo **“Las huellas de la investigación sobre contaminación minera en Oruro y Potosí”**, realizado por Rita Gutiérrez Agramont, se exponen las principales causas de la no efectividad de estas alternativas de solución a la problemática de contaminación:(Gutiérrez, R., 2010):

- Deficiente divulgación de los resultados de las investigaciones y difícil acceso a la información.
- Dispersión y deficiente articulación de las investigaciones e instrumentos de gestión ambiental con temas estratégicos, para lograr un mayor impacto en los resultados. Los planes de acción ambiental no han sido pertinentemente articulados con los demás instrumentos de planificación: ordenamiento territorial, gestión de recursos naturales, políticas de desarrollo económico, etc.
- Deficiente articulación y relacionamiento entre instituciones vinculadas a la temática: gubernamentales, no gubernamentales, cooperación internacional, universidades, comunidades, operadores mineros, etc.
- Las investigaciones no tuvieron una continuidad a nivel de proceso, debilidad que requiere de una coordinación interinstitucional eficiente y una voluntad política encaminada a coadyuvar en los procesos de desarrollo sostenible.
- Vacíos en información altamente especializada de impactos ambientales específicos: salud, valoraciones económicas de los efectos de la contaminación en aspectos productivos y calidad de vida.



- Estudios netamente técnicos tienen poco alcance en la resolución de la problemática ambiental, ya que no consideran el tratamiento de una problemática compleja bajo una perspectiva integral; se requiere la articulación de aspectos socioeconómicos y políticos importantes.
- Relaciones antagónicas y conflictivas entre actores territoriales: población afectada vs. operadores mineros y población beneficiada; conflictos internos en las comunidades debido a la competencia por la explotación de los recursos mineralógicos y presiones de uso de recursos hídricos y suelos.
- Importante peso económico de la minería, que se constituye en la principal actividad económica en ambos departamentos. En este sentido hay inversiones económicas y presiones sociales considerables en juego.
- Limitaciones en la aplicación de la legislación ambiental a nivel técnico, logístico e institucional; la normativa vigente no considera las características específicas del contexto regional y nacional, ni las características productivas de las explotaciones mineras.
- La Autoridad Ambiental Competente (AAC) posee deficiencias técnicas, logísticas y económicas para realizar la labor de control y fiscalización. Las inspecciones ambientales se realizan, la mayoría de las veces, solamente cuando existen denuncias. Por otro lado, según la ley, la AAC se limita a acciones de control; la misma debería tener la capacidad de brindar apoyo técnico para colaborar a la adecuación ambiental de las operaciones mineras que requieran de esta orientación.
- Tomadores de decisiones mal informados o no informados de los avances en la gestión ambiental relacionada a actividades mineras.
- Costos elevados de implementación de tecnologías de mitigación ambiental.
- Requerimiento de recursos humanos altamente especializados en el tema.

Lo expuesto anteriormente muestra la necesidad de un procedimiento que integre todas las componentes para una gestión ambiental efectiva de la problemática minera, en la cual se logre una participación activa de la población desde su cosmovisión.

#### **1.6.- La Cosmovisión Andina como parte integradora dentro el proceso de gestión ambiental.**

Se trata de un sentimiento y una visión de la vida y la realidad marcada por elementos míticos que surgen de una sociedad agraria pre-capitalista, la misma que – a decir de los apologistas de la “lógica andina” - aún perdura en los Andes; donde todo, incluido el hombre, los animales y las rocas tienen calidad de sagrado; un mundo mágico y simbólico producto de una sociedad influida por elementos colectivistas, cuyo legado tiene un origen anterior incluso, al régimen autocrático de los Incas,

fundamentalmente a través de las actividades productivas basadas en una “economía de reciprocidad”, elementos todos, que prefiguran un mundo cultural con un profundo sentido ecologista (Medina, 2000). La “lógica andina”, según el autor, implica una dialéctica basada en “los contrarios que se complementan” donde no existe la contradicción antagónica.

Para el autor, el llamado “**pensamiento andino**”, es ante todo el fruto del esfuerzo de filósofos de la cultura y antropólogos europeos y sudamericanos que se acercan al mundo andino. Sin embargo, en su “crítica” evitan una otra forma que asume el pensamiento en la época moderna: el pensamiento dialéctico que surge como respuesta a la racionalidad instrumental capitalista y niegan las grandes transformaciones del pensamiento que trajeron los adelantos en las ciencias naturales y sociales a lo largo de los siglos XVIII y XIX, los mismos que desplazaron durante el siglo XIX la concepción mecanicista y el método metafísico de ver la naturaleza y la sociedad, dando lugar a la emergencia del pensamiento dialéctico; inicialmente con Hegel que interpretaba el mundo como razón.

#### **El equilibrio y la reciprocidad.**

La idea de una “**epísteme andina**”, que se estaría reconstruyendo como una opción a “la crisis del pensamiento occidental”, constituía hasta hace poco una constante entre los apologistas del mundo andino. Se trata de una epísteme “que parte de los ritos, símbolos y mitos de un pueblo”, cuyos hombres no se colocan frente al mundo con el afán de aprehenderlo ni tienen un afán instrumental, sino que se consideran parte de él, equivalentes a todo lo que lo constituye a las piedras, las plantas, los animales. “**Un mundo donde todo es vivir en equilibrio y reciprocidad**”, un mundo mágico donde todo tiene la dignidad de lo sagrado, incluido lo inorgánico y lo orgánico, lo animal y lo vegetal, lo humano y lo que está más allá, en la naturaleza, en el cosmos, concebido como “viviente”, por tanto, con sentimientos, afectos y necesidades nutritivas, tal como pensaban los primeros materialistas griegos.

#### **El agua en la Cosmovisión Andina.**

Si bien la visión del agua en la región andina tiene particularidades de acuerdo a las distintas culturas indígenas existentes, a la diversidad de áreas ecológicas, a las diferentes ubicaciones de las cuencas, y a los niveles de organización social (comunidades, caseríos, parcialidades, ayllus, etc.), existen comunes denominadores que deben de ser mantenidos y respetados.

Para los pueblos andinos, el agua es mucho más que un recurso hídrico.

#### **El agua como ser vivo.**

El agua es un ser vivo, proveedor de vida y de animación del universo. Con el agua se dialoga, se le trata con cariño, se le cría. Esta visión ha sido factor fundamental para la adecuada cosecha, conservación y reproducción de los recursos hídricos.

#### **El agua como ser divino.**

El agua proviene de *Wirakocha*, Dios creador del universo, que fecunda la *Pachamama* (madre tierra) y permite la reproducción de la vida. Es, por tanto, una divinidad que está presente en los lagos, las lagunas, el mar, los ríos y todas las fuentes de agua.

#### **El agua como base de la reciprocidad y complementariedad.**

El agua permite la integración de los seres vivos, la articulación de la naturaleza y de la sociedad humana. Es la sangre de la tierra y del universo andino. Permite practicar la reciprocidad en la familia, los grupos de familias y comunidades andinas. Ordena la vida de los individuos, presenta la diferencia no como oposición sino como complementariedad, y facilita la solución de los conflictos sobre la base de acuerdos comunitarios.

#### **El agua como derecho universal y comunitario.**

El agua “es de todos y es de nadie”. Pertenece a la tierra y a los seres vivos, incluyendo al ser humano. Se distribuye equitativamente de acuerdo a necesidades, costumbres y normas comunitarias, y según su disponibilidad cíclica.

#### **El agua como expresión de flexibilidad y adaptabilidad.**

El agua se comporta de acuerdo a los ecosistemas, circunstancias y coyunturas, sin seguir normas rígidas. Depende del tiempo, clima, y topografía. La sociedad andina, como el agua, está en continua apertura frente a todo lo que enfrenta, incorporando selectivamente elementos de otras culturas y grupos humanos complementarios a su cultura.

#### **El agua como ser creador y transformador.**

El agua sigue leyes naturales, de acuerdo a los ciclos estacionales y a las condiciones del territorio. Su uso sustentable implica la generación y aplicación de conocimientos y habilidades obtenidos durante siglos, así como la construcción de una infraestructura hidráulica que permita cosechar y distribuir el agua, sobre la base de una gestión mancomunada y eficiente.

#### **El agua como recreación social.**

El agua es la recreación de la diversidad en el espacio y el tiempo, en las organizaciones comunitarias, en la participación de la población, permitiendo la autodeterminación de las comunidades, en discusión y dialogo permanente con la naturaleza.

Considerando el significado y valor tan representativo que posee el agua para la comunidad indígena andina como elemento trascendental y su significación supra vital, el autor considera importante además que la Visión Mundial del Agua aprobada en el Segundo Foro Mundial en La Haya, en marzo del año 2000, además de haber marginado la perspectiva de las poblaciones campesinas e indígenas de los Andes y el mundo, pone en gravísimo riesgo la supervivencia de éstas. La Visión emanada de la Haya, a ser convertida en un Plan de Acción Internacional en Kyoto, en marzo de 2003, constituye una amenaza para la conservación y uso sostenible de los recursos hídricos a escala internacional y para los países con poblaciones indígenas campesinas altamente significativas, como en los Andes.

En estos países las legislaciones con relación a los recursos naturales y en especial con relación al agua no consideran la visión, cultura y propuestas indígenas y campesinas en referencia a uno de los recursos más estratégicos del milenio, y por lo tanto no respetan sus derechos y prácticas consuetudinarias. Esta realidad se torna aún más ingrata al analizar que la gestión hídrica de poblaciones indígenas y campesinas sostiene la seguridad alimentaria nacionales.

Preocupan principalmente cuatro propuestas presentes en la Visión Mundial del Agua de La Haya:

**a) Reducir el uso del agua en el sector agrícola generalizando el uso de cultivos transgénicos:**

Esta propuesta, como vía para el uso eficiente del agua, atenta directamente a la inmensa biodiversidad de cultivos nativos de los Andes, provocaría dependencia de las poblaciones hacia empresas biotecnológicas y la pérdida de su seguridad y soberanía alimentaria y viola el principio de precaución sobre estos cultivos.

**b) Reasignar el agua de los usos de menor valor (agricultura familiar) a los usos de mayor valor (agricultura en gran escala, industria y consumo humano):**

Esta propuesta conduciría a la destrucción de la pequeña producción campesina y familiar, base de su subsistencia y cultura, profundizando la migración hacia las ciudades y generando nuevos bolsones de pobreza.

**c) Hacer de la inversión privada la palanca para la resolución de los problemas del agua:**

Esta propuesta conduce a la privatización del agua, desligando al Estado de las responsabilidades que tiene con todos los usuarios y generando artificialmente una demanda para promover grandes negocios en desmedro de la mayoría de la población mundial, y especialmente de las poblaciones indígenas y campesinas.

#### **d) Cobrar el costo total del agua**

Cobrar el costo total del agua en un contexto de privatización del recurso, para atraer a los inversionistas privados, pone en peligro la disponibilidad del agua para la mantención de los ecosistemas, restringe el acceso de la población a este recurso, y transforma el acceso al agua en una mercancía, dejando de ser un bien nacional de uso público, y derecho consuetudinario.

#### **Propuesta para la acción desde la Cosmovisión Andina.**

*¿Cómo respetar la visión de las comunidades indígenas y campesinas de los Andes, fortalecer su identidad, asegurar sus derechos y conservar los recursos hídricos?*

#### **El agua como patrimonio común.**

Desde la visión y experiencia del mundo andino, cualquier plan de acción con relación al agua debe estar orientado a protegerla y conservarla, garantizando su disponibilidad con equidad para asegurar la existencia de todos los seres vivos del planeta. Para ello se debe asegurar y proteger los sistemas hídricos, tanto en su entorno geográfico como en su ciclo natural, consensuando acciones y mecanismos que mantengan la integralidad de los ecosistemas, especies animales, vegetales y la vida de las comunidades con dignidad, y recreando su identidad cultural.

El agua es patrimonio de la tierra y de toda forma de vida animal, vegetal y humana. Por ello, cualquier marco jurídico con relación a los recursos hídricos debe estar basado en este principio.

#### **El agua como dominio público.**

Este principio implica la definición del agua, en las Constituciones, como bien público bajo el control de la sociedad en su conjunto.

Al mismo tiempo, se deben formular mecanismos equitativos de uso que respondan a las necesidades de la naturaleza y de las comunidades humanas, priorizando los derechos de subsistencia, soberanía alimentaria y desarrollo local.

#### **El agua es un bien común no una mercancía.**

El acaparamiento del agua por los sectores más dinámicos de la economía como el sector minero, industrial, agrícola empresarial, exportador, y otros, va en desmedro de la gran mayoría de usuarios y de la propia naturaleza. Por tanto, ninguna empresa, nacional o transnacional, o persona particular, tiene el derecho de apropiarse del dominio del agua o acaparar su uso para fines de lucro privado en perjuicio del resto de la colectividad.

Por ser el agua un bien de dominio público, es un recurso vital que no puede ser tratado como mercancía, ser reducido a un valor comercial y estar sometido a las leyes del mercado. Por ello, el agua no puede ser materia de tratados de libre comercio internacional como los de la OMC y el ALCA, o los tratados bilaterales.

### **Revalorización de saberes, tecnologías y organización andina.**

Los saberes del mundo andino, sus sistemas tecnológicos y sociales de gestión del agua parten del principio de la convivencia armónica con la madre tierra y se sustentan en la propiedad colectiva de las aguas basadas en un sistema legal y social propio. Estos lograron garantizar la sustentabilidad de los ecosistemas desde tiempos inmemoriales y por lo tanto deben ser preservados, respetados y reconocidos.

Los sistemas tradicionales de manejo del agua, desarrollados y validados a lo largo de cientos de años, hoy en día marginados, son probadas alternativas para la sostenibilidad de los recursos hídricos. Por ello deben de ser mejor comprendidos, valorados, recuperados y difundidos como tecnologías para la sustentabilidad del desarrollo.

### **Sistemas de gestión integrales y participativos.**

Los sistemas de gestión del agua deben basarse en un concepto de integralidad, a partir de una concepción territorial de cuenca, de usos compatibles y sustentabilidad del recurso. La priorización de los usos del agua debe basarse en mecanismos participativos que permitan garantizar su conservación y el acceso equitativo.

Los proyectos de gestión sustentable requieren de información pública sobre el estado actual y disponibilidad de las aguas superficiales y subterráneas, información hoy en día casi inexistente, poco sistematizada y de difícil o costoso acceso.

### **Institucionalidad participativa y control social.**

Las normas legislativas y formas de gestión del agua deben garantizar la disponibilidad del agua en términos de volumen y de calidad, para asegurar la sustentabilidad y necesidades de los ecosistemas y de las comunidades humanas.

Para ello, los sistemas de gobernabilidad, tanto a nivel de cuenca como nacionales, deben basarse en las autoridades hídricas locales ya existentes, tales como comunidades indígenas, campesinas, asociaciones de regantes, y demás usuarios del agua.

Los gobiernos de los países andinos deben respetar y valorar la gestión y el derecho originario comunal e integral de las comunidades indígenas y campesinas, debiendo éstos ser reconocidos como patrimonio de la humanidad.

### **Políticas económicas adecuadas.**

Toda política de inversión pública debe considerar prioritariamente la conservación del recurso, la gestión sustentable y el desarrollo local y regional sobre la base de los usos y costumbres indígenas y campesinos. Cualquier inversión privada en el sector agua debe someterse a estos criterios.

En las cuencas andinas, el recurso agua se genera en las partes altas pero por lo general se beneficia a las partes bajas. Las políticas hídricas deben priorizar mecanismos adecuados para el beneficio equitativo, que garantice una mejor calidad de vida de los pobladores de las cuencas altas que son los menos favorecidos.

### **Conclusiones parciales.**

Simplificando aspectos principales vistos en este capítulo se puede concluir con lo siguiente:

La relación del proceso minero y su efecto en el medio ambiente, plantea dilucidar una interrogante desde el punto de vista de la ecología económica, debido al efecto circundante entre la producción para el crecimiento y su efecto en la naturaleza. Esta es la dicotomía planteada, de manera bastante interesante y la base del presente trabajo de investigación. Por eso y para fines del presente trabajo, se pretende analizar al sector minero y a algunas de sus interacciones y los procesos más representativos, desde una perspectiva de la ecología sostenible. Esta visión extensa de los procesos, reconoce que en la actividad minera están interrelacionados aspectos físicos, económicos y sociopolíticos, es por esto que se configura un escenario de crisis de la gestión ambiental y su vulnerabilidad, por lo que se concluye que la cuestión del agua no debe estudiarse desligada de los demás asuntos y problemas concernientes al medio y a la disponibilidad de los recursos naturales. Y para concluir con este capítulo, se presenta una caracterización en la investigación, planteada a partir de insertar el enfoque de la Cosmovisión Andina como una forma de entender la naturaleza, los recursos naturales, la madre tierra, el agua, etc., en la medida en que nuestros ancestros lo hacían, soslayando de esta manera la capacidad de impactar de forma negativa a los recursos mediante la producción, en este caso, minera.

## **APÍTULO II. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL PARA LA CONTRIBUCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA SOBRE EL RECURSO AGUA.**

### **Introducción.**

El análisis bibliográfico que sustenta el marco teórico presentado en el Capítulo I, permite fundamentar en el plano teórico el diseño del procedimiento para la gestión ambiental municipal deseada. El Capítulo II, en un principio, realiza un análisis crítico a las metodologías empleadas, en un segundo momento, aborda la necesidad, limitaciones y marco de aplicación del procedimiento; y finalmente, se definen las cuatro etapas que conforman dicho procedimiento, bajo una concepción integral. En la figura 2.0 se muestra el hilo conductor del Capítulo II.



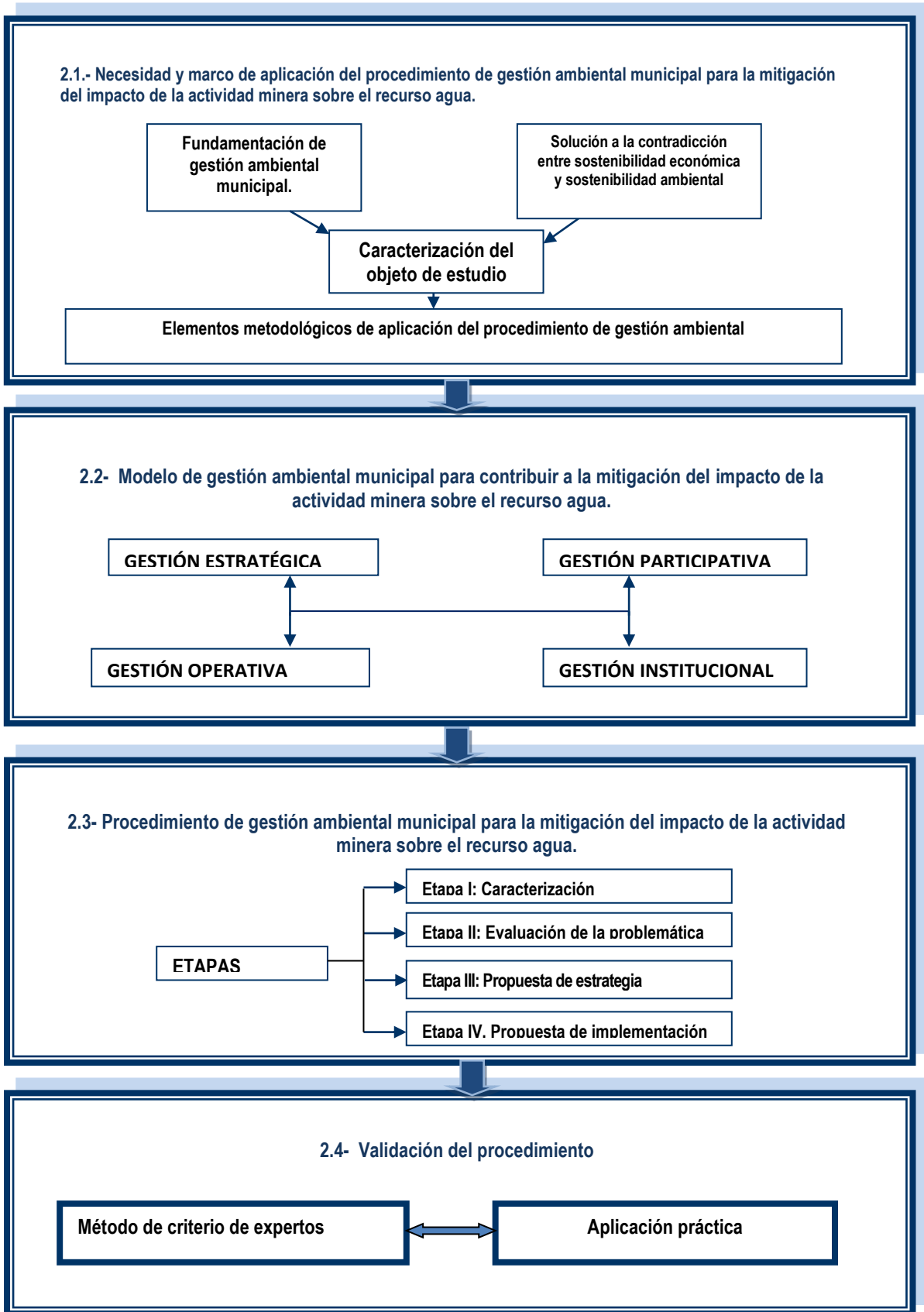


Figura 2.0- Hilo conductor del Capítulo II.

Fuente: Elaboración propia

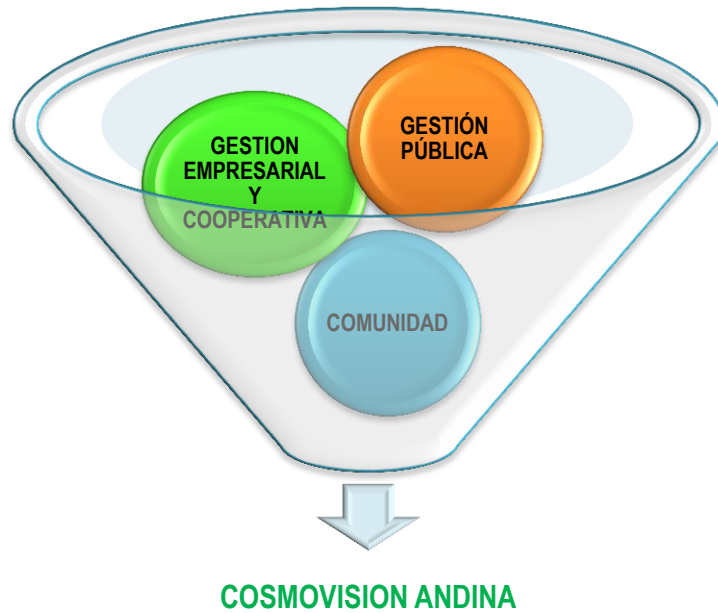
## **2.1.- Necesidad y marco de aplicación del procedimiento de gestión ambiental municipal para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua.**

Durante el desarrollo del Capítulo 1, se fundamentó la gestión ambiental en el municipio como instrumento de solución a la contradicción entre la sostenibilidad económica y la sostenibilidad ambiental. La minería como actividad que extrae los recursos básicos del subsuelo para el abastecimiento de materias primas y combustibles a la sociedad, ha tenido una fuerte influencia sobre el agua, afectando la calidad y cantidad de este recurso y por tanto su incidencia en lo económico, social y ambiental.

En el presente capítulo, a partir de la caracterización del objeto de estudio, se exponen los elementos metodológicos que definen la aplicación de un procedimiento de gestión ambiental municipal para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua.

Considerando los modelos de gestión ambiental abordados en el capítulo 1, se realiza una propuesta de retomar el modelo de la Fundación de Amigos de la Naturaleza, el cual se adapta al problema estudiado del impacto de la minería sobre el recurso agua en el municipio de Poopó en Oruro y se realiza algunas modificaciones a este modelo tomando como punto de partida su enfoque integrador y participativo considerando este último a partir de la cosmovisión andina, el cual reflejamos a continuación en la figura 2.1 :

**Figura 2.1.-: Enfoque integrador de la gestión municipal a partir de la Cosmovisión Andina.**



Fuente: Elaboración propia

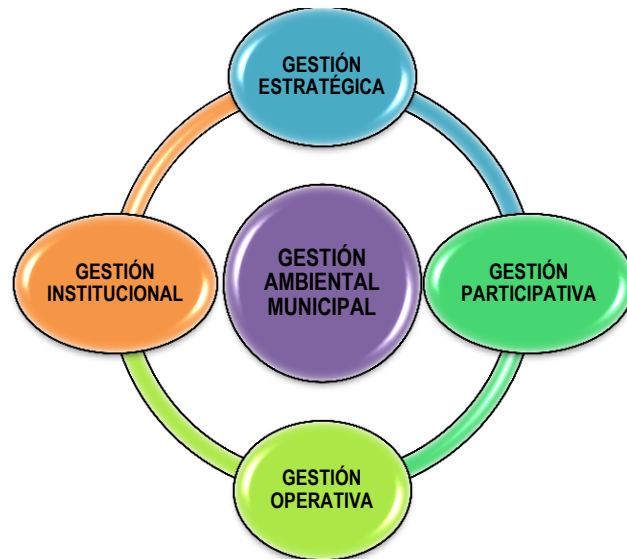
## **2.2.- Modelo de gestión ambiental municipal para contribuir a la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua.**

Durante la última década en Bolivia, los Gobiernos Municipales Autónomos han adquirido más protagonismo en cuanto a la gestión de su territorio, aún más, con los cambios recientes en la estructura del Estado Boliviano resultantes de la promulgación de una Nueva Constitución Política del Estado el año 2009, la cual abre un nuevo marco institucional que aproxima una modificación importante en los mecanismos jurídicos que regularán la vida social y política del país.

Considerando esta oportunidad, en el contexto de la situación del medio ambiente en el país, algunos gobiernos municipales han respondido a estos desafíos encarando la gestión ambiental de forma integrada a la gestión municipal.

Este proceso de implementación ha conducido al desarrollo de un modelo de gestión ambiental municipal que tiene como propósito integrar la problemática medio ambiental en la gestión municipal de una forma sistémica y formal de acuerdo al marco legal vigente, fortaleciendo así la aplicación de un enfoque eco sistémico, clave para realizar una verdadera gestión de mitigación a nivel local.

**Figura 2.2.- Modelo de gestión ambiental municipal.**



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo ARA (FAN, 2010).

El Modelo de Gestión Ambiental Municipal propuesto en la anterior figura (2.2), está basado en cuatro componentes principales, como se muestra a continuación:

**(i) Gestión Estratégica:**

Incorporación en la planificación municipal del componente biodiversidad y lineamientos de mitigación minera y uso sostenible de los recursos naturales a partir de preceptos ancestrales.

Este componente consiste en planificar estratégicamente el desarrollo sostenible del municipio con base a la mitigación de la producción minera sobre el recurso agua y el manejo adecuado de los recursos naturales, alineándose con las prioridades nacionales, departamentales y sectoriales.

Tiene por finalidad la de orientar y regular los procesos productivos, para que estos se desarrollen sobre una base ambiental, buscando una incidencia en lo económico.

Esta planificación se convierte en una herramienta necesaria para lograr una gestión ambiental municipal eficaz y eficiente, centrada en las necesidades de la población y en las características socioeconómicas, productivas y ambientales del territorio municipal.

Esto se logra a través de:

- La formulación del Plan de Desarrollo Municipal (PDM 2012-2017) con base a un enfoque de mitigación conservación de biodiversidad formulado como dimensión ambiental e integrado en las otras dimensiones del desarrollo sostenible.

- La formulación del Plan de Acción Ambiental Municipal (PAAM) que define lineamientos estratégicos y acciones concretas de acuerdo a la situación ambiental del territorio para orientar la conservación de valores particulares de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos naturales y la atención de problemas medioambientales.

El engranaje y la complementariedad de la visión estratégica del PDM, con los aportes, decisiones y compromisos de los actores locales, optimiza la incorporación de la dimensión ambiental en la planificación municipal, logrando que los municipios formulen su Plan de Acción Ambiental Municipal, que es un instrumento de planificación para la gestión ambiental que orienta la inversión pública y privada en conservación dirigiéndola a solucionar problemas ambientales relevantes, aprovechar las potencialidades naturales de forma sostenible y prioritaria.

Estos tipos de planificación marcan las pautas para la toma de decisiones de la política municipal con base a prioridades de conservación, orientadas a la acción y la transformación de la realidad municipal en un futuro deseado, que sea amigable con el medio ambiente y que genere un desarrollo equitativo y sustentable en el mediano y largo plazo.

#### **(ii) Gestión Participativa:**

- Creación de espacios de concertación a través de talleres de consulta utilizando para esto métodos propuestos tales como el método de retrato de la comunidad (Willames, 2005), para la toma de decisiones, la ejecución de acciones y el seguimiento y control del proceso de gestión ambiental y mitigación de la contaminación minera.
- Desarrollo de las capacidades en sectores estratégicos de la sociedad y comunidades locales.
- Difusión de información de forma oportuna.
- Formulación de acuerdos socio ambientales y normas comunales.

El componente de Gestión Participativa consiste en la participación de comunidades locales y sectores estratégicos de la sociedad en la toma de decisiones, la ejecución de acciones y el seguimiento y control del proceso de la gestión ambiental. En sí, este componente busca cambios de actitud y construcción de valores sociales relacionados con la protección y uso racional de los recursos y el patrimonio ambiental.

Por ello, se deben crear espacios idóneos para la concertación sobre temas ambientales de la coyuntura actual del territorio municipal que ameriten atención, y que estén basados en el respeto por la pluralidad étnica y cultural. En estos espacios los representantes locales tienen la oportunidad de

expresar sus percepciones, intenciones, demandas y soluciones en base a una reflexión conjunta, utilizando métodos propuestos para la extracción de la información, tales como el “**Método de Retrato de la Comunidad**”, tomando decisiones en consenso que reflejen los intereses comunes de todas las partes respecto a la gestión de sus recursos, de esta manera los resultados que alcance la gestión municipal y ambiental será responsabilidad de todos. Puntualmente estos espacios deben dar como resultado la definición de acciones concretas para la solución de problemas y/o el aprovechamiento de oportunidades ambientales y la operación de la gestión ambiental.

Los procesos de formulación del PDM y POA Municipal, son espacios propicios para trabajar la temática ambiental y de biodiversidad, ya que debidamente organizados pueden fortalecer las propuestas de desarrollo municipal.

También es importante crear nuevos espacios a nivel municipal o comunal, donde se sensibilice, se informe y se discuta sobre la situación ambiental. Estos espacios conducirán a que la sociedad participe en los procesos de planificación, como en el seguimiento e implementación de acciones ambientales.

Para generar una mayor participación social en estos espacios y un sentido de corresponsabilidad en los actores sociales se propone:

- **La implementación de estrategias de comunicación**, mediante las cuales la población se mantenga informada y sensibilizada sobre la situación ambiental actual, las oportunidades presentes y su rol en la planificación.

La ejecución de programas de capacitación para el desarrollo de capacidades en actores locales, enfocadas a la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

- Que la convocatoria para la gestión ambiental municipal se promueva por la administración pública liderada por el Alcalde, el Concejo Municipal y el Comité de Vigilancia de forma integral, considerando sus características territoriales y utilizando diferentes medios de comunicación.

- Que el Gobierno Municipal promueva el desarrollo de acuerdos socio-ambientales, que son el producto de la construcción de consensos para la conservación entre actores locales de un territorio municipal o comunal, basados en el análisis, discusión y reflexión sobre distintas prácticas del uso y manejo sostenible de los recursos naturales que son de interés compartido entre los actores y que buscan la integración de la actividad económica con la preservación ambiental.

La efectividad de estas actividades deben garantizar que el ciudadano intervenga en diferentes niveles de participación de forma activa: (i) Información y conocimiento sobre la situación socio-ambiental de su territorio, (ii) Formulación de propuestas de intervención sobre la dimensión ambiental que sean de

interés social, (iii) Priorización de necesidades ambientales más importantes, (iv) Cogestión y ejecución de acciones (v) Seguimiento y control social.

Este enfoque de participación social en la gestión ambiental permitirá generar en la población un sentido de responsabilidad compartida con su gobierno municipal, asumiendo roles y compromisos complementarios.

**(iii) Gestión Operativa:**

- Creación o fortalecimiento de un brazo técnico de la estructura administrativa del GM que se encargue de las responsabilidades y acciones ambientales.
- Unidad Ambiental Municipal, con un equipo técnico mínimo. Manual de funciones que responda a la realidad municipal y al marco normativo vigente.
- Desarrollo de capacidades en técnicos municipales.
- Acciones ambientales en ejecución, con base a un plan operativo de la unidad ambiental.
- Gestión de fondos para acciones ambientales.
- Desarrollo de programas de educación y comunicación ambiental.
- Desarrollo de instrumentos de apoyo a la gestión ambiental.

El componente de Gestión Operativa busca ejecutar efectivamente las decisiones y acciones de la gestión ambiental, mostrando resultados concretos de acuerdo a lo programado en la planificación ambiental municipal.

Esto involucra que en la estructura administrativa del Gobierno Municipal se cuente con un **brazo técnico** que atienda las necesidades ambientales del territorio municipal y que su costo de funcionamiento sea asumido por la administración pública. Este brazo técnico debe estar organizado como una unidad ambiental o de desarrollo productivo sostenible, con un equipo mínimo y un manual de funciones, claro y consistente que responda a la realidad municipal y al marco normativo vigente.

**Los técnicos municipales de la Unidad Ambiental**, deberán desarrollar capacidades sobre diferentes temáticas ambientales, la administración pública, sus normas y procedimientos, para que la ejecución de las acciones ambientales se realicen de acuerdo a las disposiciones administrativas legales del país.

**La Unidad Ambiental** será la encargada de la ejecución de actividades y proyectos de la gestión ambiental, con base a las responsabilidades institucionales y los compromisos asumidos con la sociedad que responden a su situación ambiental actual y sus necesidades emergentes. Para la ejecución, control y seguimiento de las acciones ambientales se debe elaborar un **plan operativo de**

**gestión de la Unidad** con base a la planificación ambiental municipal de la gestión en ejercicio, donde se refleje la programación de ejecución de acuerdo a la disponibilidad de recursos y a los tiempos comprometidos, traduciéndola posteriormente en programaciones mensuales. Además, esta unidad técnica dará prioridad a la gestión de fondos de acciones ambientales. Para ello, sostendrá reuniones de coordinación y concertación con los beneficiarios directos de los proyectos, autoridades y potenciales financiadores locales, departamentales o nacionales, donde establezcan acuerdos para la operación de la acción y su financiamiento con recursos municipales, externos y contrapartes de los beneficiarios.

El desarrollo de la gestión ambiental será apoyado por instrumentos que efectivicen su ejecución y que sean de conocimiento y manejo de los técnicos municipales.

Algunos de estos instrumentos son:

- Metodologías de formulación de PDM y PAAM que integran la temática ambiental y de biodiversidad.
- Metodologías de formulación de normas comunales.
- Estructuras para el desarrollo de estrategias de comunicación y educación ambiental.
- Reuniones técnicas de concertación.

Las estrategias anteriormente descritas generan buenas condiciones para que las decisiones tomadas por la sociedad y las autoridades puedan aplicarse en el corto plazo.

**(iv) Gestión Institucional:**

- Consolidación de un grupo institucional sólido que gestione acciones de mitigación (formado por el gobierno, las empresas y cooperativas y la comunidad).
- Manejo de las relaciones Interinstitucionales y coordinación de sus acciones a cargo del Alcalde Municipal y su equipo directo.
- Desarrollo de capacidades en autoridades comunarias indígenas para que tengan claridad en los procesos de gestión ambiental.

Este componente está dirigido a sentar las bases políticas e institucionales que viabilicen la gestión ambiental municipal y la ejecución de los Planes de Acción Ambiental Municipal.

Como primer paso, es necesario trabajar con las autoridades municipales y autoridades indígenas comunitarias, desarrollando sus capacidades, a través de la facilitación de información y orientación sobre la temática ambiental, para que tengan claridad de su intervención en los procesos de gestión



ambiental. Esto debe provocar en las autoridades mayor predisposición o voluntad por atender compromisos ambientales del municipio y formular políticas ambientales en la jurisdicción municipal.

La consolidación de un grupo institucional sólido que apoye acciones de mitigación a través del control social de las empresas mineras, a cargo del Honorable Alcalde Municipal y su equipo técnico directo que interviene en la temática, logrando establecer compromisos con las empresas y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que faciliten los procesos de implementación de la gestión ambiental. Las autoridades municipales deben marcar las líneas estratégicas ambientales por donde deben actuar los diferentes organismos de cooperación. Así mismo, no se debe descuidar el relacionamiento con otros niveles de la administración pública en el ámbito nacional, departamental, regional e intermunicipal que cooperan en toda esta labor.

### **2.3.- Procedimiento de gestión ambiental municipal para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua.**

Tomando en consideración los fundamentos teórico-metodológicos sistematizados durante el Capítulo I, se diseña el procedimiento para la gestión ambiental deseada, la cual se estructura en 4 etapas, con la siguiente secuencia lógica:

**Etapa 1. Caracterización del área de estudio.** La selección del área de estudio como primera etapa del procedimiento, se fundamenta en que la caracterización físico geográfica constituye el punto de partida y centro de los estudios tanto legal, administrativo histórico y actual del Municipio, ya que solo a partir de esto, se podrán determinar, en el Paso 3 y como cierre de la Etapa, las características socioeconómicas, las cuales serán el insumo de la Etapa 2.

**Etapa 2. Evaluación de la problemática ambiental.** La segunda etapa del procedimiento se centra en la evaluación de la problemática ambiental, la cual toma como punto de partida de su análisis las características socioeconómicas determinadas en el último paso de la etapa anterior, garantizando de esta forma la correspondencia entre lo socioeconómico y lo ambiental. Los pasos 1 y 2 de la etapa 2, posibilitan la contextualización del procedimiento y por tanto, la garantía de su posible aplicación en otros municipios a partir del análisis de los procesos de la actividad minera y su relación con la situación actual respecto a la calidad del agua.

El paso 3, determina la identificación y valoración de los impactos generados por la actividad minera, garantizando la captación de la información primaria y la aplicación de método y técnicas para la recogida de información cualitativa correspondiente a los impactos de la minería sobre el agua. Este último paso de la etapa 2, constituye el complemento de la misma, una vez que logra integrar los resultados hasta ese momento

obtenidos, para determinar, a partir de los mismos, la importancia de la relación paradójica entre la producción minera y sus excesos y el impacto directo sobre la calidad del recurso agua, resaltando la posibilidad de mitigar el daño ambiental que se produce con la actividad minera.

**Etapa 3. Propuesta de estrategia.** Una vez logrados los objetivos de las etapas anteriores, se puede dar continuidad al procedimiento a través de esta etapa. El primer paso, precisa la política ambiental, con el objetivo de definir prioridades, conceptos, objetos y ámbito de acción a nivel nacional, regional y comunal, siendo este un buen mecanismo para conseguir que una Gestión Ambiental, tenga coherencia y sea efectiva. Posteriormente, y para terminar la Etapa 3, una vez logrado el objetivo del paso inicial, entonces se podrán determinar los objetivos y metas de la estrategia ambiental, definiendo un plan de acción para dar cumplimiento a lo mencionado. Los programas de gestión ambiental o plan de acción están dirigidos a la solución de problemas existentes y a la mejora continua del desempeño ambiental.

**Etapa 4. Propuesta de implementación.** Luego de haber realizado la propuesta de la estrategia planteada, ahora se permitirá la implementación de la misma, para lograr el control del cumplimiento de las acciones por el grupo gestor, gobierno local y la comunidad. Para esto, el primer paso está en la constitución de la Comisión que llevará adelante la aplicación de la estrategia. Como segundo paso, se describe el funcionamiento. Ya para terminar esta etapa, se propone la forma de control y monitoreo que llevará adelante la Comisión luego de la implementación de la estrategia.

El procedimiento que se propone sigue la lógica utilizada en el modelo propuesto anteriormente y que define su carácter integrador y participativo considerando éste último a partir de la cosmovisión andina, lo que se logra con los métodos y técnicas empleadas.

El procedimiento debe estar sustentado en principios y premisas:

#### **Principios:**

- **Mejoramiento continuo**, ya que prevé el regreso a etapas anteriores con el objeto de ir mejorando aspectos que pudieran presentar deficiencias.
- **Estructuración**, consistencia lógica y flexibilidad, que permitan desarrollar un proceso complejo de manera relativamente simple.
- **Pertinencia**, brinda la posibilidad de aplicarlo integralmente en cualquier momento del tiempo.

- **Suficiencia**, referida a la disponibilidad de la información, así como su tratamiento, que se requiere para su aplicación en estos análisis.

**Posibilidad de generalización**, que se refiere a la factibilidad de aplicación del procedimiento para llevar a cabo la gestión ambiental en regiones mineras y ser contextualizado acorde al entorno socioeconómico ambiental.

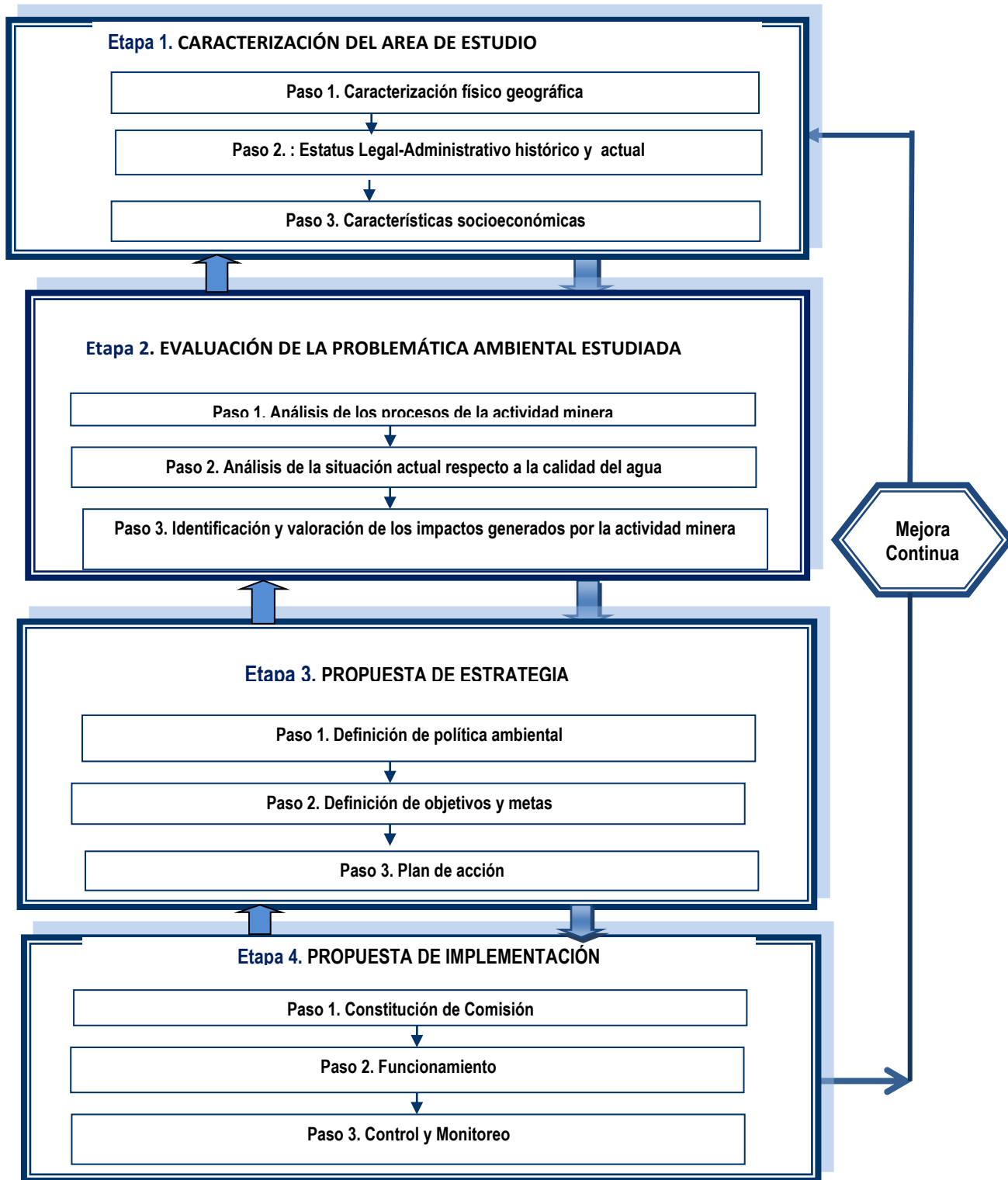
**Premisas:**

- La implementación de todas sus etapas y pasos.
- El compromiso de las **autoridades** y de las empresas, instituciones, entre otros, radicados en el municipio.
- La participación de la comunidad desde una visión cultural.

A partir de las premisas enunciadas anteriormente, es necesario considerar la necesidad de crear un “grupo gestor”, que no es más que un grupo multidisciplinario de personas que puedan contribuir a la gestión ambiental municipal con vistas a la mitigación del impacto de la actividad minera en una región, aplicando las etapas y pasos propuestos en el procedimiento; no se trata de buscar asesores y especialistas por áreas aisladamente, sino de lograr la integración en la cual no debe faltar la participación de la comunidad.

La lógica del esquema supone la elaboración de un procedimiento de **gestión ambiental municipal**, del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua, en un territorio dado, con un enfoque sistémico, para lo cual se proponen cuatro etapas para el diseño. La aplicación del esquema presupone tomar como antecedentes las investigaciones realizadas en el territorio objeto de estudio, (diagnósticos, estrategias ambientales, planes de ordenamiento territorial y otros tipos de estudios relacionados con la problemática estudiada).

Figura 2.2.- Esquema metodológico del procedimiento de gestión ambiental municipal para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua.



te: Elaboración propia

## **Descripción del esquema metodológico propuesto.**

### **Etapas I. Caracterización área objeto de estudio**

Esta etapa tiene como objetivo caracterizar en un entorno macro, los aspectos físicos -geográficos, históricos y socioeconómicos. El resultado de la misma brinda una panorámica del área de estudio, permitiendo conocer a fondo el lugar de investigación, es decir las características del municipio.

La solución de los problemas ambientales en un municipio no puede estar ajena al entorno socioeconómico del mismo, lo que hace necesario la integración de las estrategias ambientales con los planes de ordenamiento territorial, y estos a su vez deben estar en correspondencia con los objetivos de desarrollo económico y social de la región estudiada.

Para comenzar a caracterizar el municipio hay que tener en cuenta todos los pasos que lo componen, para ello es útil seleccionar una serie de variables e indicadores que permitan analizar los distintos aspectos en el área.

#### **Pasos propuestos para la Etapa I:**

##### **Paso 1: Caracterización físico –geográfica.**

El objetivo de este paso es describir el municipio considerando los aspectos físicos geográficos que lo identifican

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos y fuentes de información secundaria.

Revisión de documentos: La revisión de la literatura consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, así como extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe a nuestro problema de investigación, disponible en distintos tipos de documentos.

Fuentes secundarias: En esta etapa se utilizará la fuente de información secundaria, la cual se caracteriza por contener hechos, datos, cifras, información, tendencias, etc., compilados para otros fines que el investigador puede acudir a ellos con facilidad y con ahorro de dinero y tiempo.

Las fuentes secundarias típicas son las publicaciones de revistas especializadas, periódicos, folletos, publicaciones de agencias del gobierno, resultados de investigaciones sobre la ciudad, bibliotecas y toda clase de fuentes que contengan información ya procesada, ya hecha y que se encuentre disponible al investigador. (Hernández, 2010).

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1:** Ubicación geográfica.

**Tarea 2:** Descripción geomorfológica del área objeto de estudio.

**Tarea 3:** Caracterización de los suelos y la vegetación, características de su biodiversidad, vegetación, agua, zona de vida o microclimas.

**Tarea 4:** Descripción de los recursos naturales.

### **Paso 2: Estatus legal - administrativo histórico**

El objetivo es analizar las normativas o conjunto de normas y estándares para la protección de los componentes del ambiente. Esta legislación puede pertenecer preferentemente al área Municipal y otras emanadas del Estado a nivel nacional.

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos y fuentes de información secundaria.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1:** Síntesis histórica de la evolución socioeconómica y sociocultural del municipio.

**Tarea 2:** Descripción de las normativas, leyes y funcionamiento del gobierno local.

### **Paso 3.: Caracterización socio económica del municipio.**

Este paso tiene como objetivo caracterizar el municipio desde el punto de vista social y económico. Es necesario señalar que los problemas que afectan la gestión ambiental de un municipio, son causa y efecto de la situación socioeconómica del lugar objeto de estudio, por tanto, es importante conocer el entorno y cómo influyen los mismos en la problemática ambiental.

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos y fuentes de información primaria y secundaria.

**Tarea 1:** Descripción de la estructura demográfica.

Para la descripción se deben seleccionar los indicadores a escala local entre los que se encuentran: origen de la población, tasas medias de crecimiento poblacional, densidad poblacional, localización de áreas y asentamientos de reciente formación o expansión, población total por grupos de edades según sexo, vivienda y distribución espacial.

**Tarea 2:** Análisis de Indicadores económicos

Al efectuar el análisis se debe tener en cuenta los indicadores económicos (producción, empleo y productividad), los indicadores más utilizados son: población económicamente activa, proporción relativa por sectores de actividad, composición del producto interno bruto (PIB), producción por actividad, consumo de energía por actividad, localización y tipo de industrias (personal y tipos de materias primas y residuos), participación del municipio en la producción económica de la región, localización, tipo y proporción de las actividades agropecuarias de la zona rural del municipio y áreas vecinas, áreas recientes de cambio de uso de la tierra, destino de la producción, mercados y

comercialización, condición de actividad por sexo (ocupado, desocupado, inactivo), categorías ocupacionales por sexo (asalariado público, privado, etc.) y rangos de ingresos mensuales por sexo.

**Tarea 3:** Análisis de los Indicadores sociales.

En esta tarea se considera un conjunto de indicadores relacionados directamente con la población y las condiciones de vida existente en el territorio, se deben analizar los ritmos de crecimiento, la densidad y su envejecimiento, son factores que pueden generar o agudizar los problemas ambientales entre los que se miden: población que asiste a la escuela por edad y sexo, nivel de instrucción de la población de 15 años y más, escuelas situadas en el municipio, escuelas de municipios vecinos que son utilizados con frecuencia por los habitantes del municipio en estudio y centros de salud situados en el municipio.

**Tarea 4:** Análisis de otros Indicadores de infraestructura y servicios.

Para analizar el estado actual de un territorio se debe conocer la situación que presenta la infraestructura del mismo, respecto a los servicios públicos y sociales en los que se incluyen:

- Saneamiento ambiental y recogida de basura.
- Agua potable.
- Calidad de las aguas de las redes hidrográficas.
- Servicio de teléfonos, agua alcantarillado y electricidad.
- Transporte.
- Áreas verdes y parques.
- Infraestructura vial: localización, tipo y proporción relativa de calles, caminos, carreteras.

**Tarea 5:** Análisis de aspectos vinculados a la calidad de vida actual del municipio.

En el estudio de este componente, se debe utilizar el análisis de los indicadores de nivel de vida, acorde con las características del territorio estudiado, se debe considerar la información y estudios realizados por las diferentes instituciones y organismos relacionados con la población de las distintas comunidades, su cultura y tradiciones.

**Etapas II. Evaluación de la problemática ambiental estudiada.**

El objetivo de esta etapa es valorar el impacto de la actividad minera en el recurso agua en el municipio estudiado.

Esta etapa es de suma importancia para la investigación, se conocerán los problemas que más inciden en el área de estudio, ya que esto implica afectaciones medioambientales que interrumpen el proceso de las funciones ecológicas. Se deben considerar los resultados de las estrategias ambientales

existentes en el municipio, el análisis además reflejará la información cuantitativa de las cargas contaminantes generadas y mitigadas, así como aquellos indicadores relacionados con la calidad ambiental, entre estos se pueden considerar los relacionados con las condiciones higiénico sanitarias.

### **Pasos propuestos para la Etapa II:**

#### **Paso 1: Análisis de los procesos de la actividad minera.**

El objetivo en este paso es analizar el sector minero y algunas de sus interacciones y los procesos más representativos, desde una perspectiva de su afectación a la sostenibilidad ambiental en el municipio objeto de estudio.

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos y fuentes de información primaria y secundaria.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

##### **Tarea 1:** Descripción de la producción minera.

Se debe realizar una descripción de las empresas y los resultados económicos de su actividad.

##### **Tarea 2:** Caracterización del proceso de la actividad minera.

Se debe realizar una caracterización de los procesos de la actividad de la empresa minera utilizando el diagrama de flujo de procesos. Según la Sociedad Latinoamericana para la Calidad, un Diagrama de Flujo es una representación pictórica de los pasos en un proceso, útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado que puede ser un producto, un servicio, información o una combinación de los tres. Al examinar como los diferentes pasos en un proceso se relacionan entre sí, se puede descubrir con frecuencia las fuentes de problemas potenciales. Los Diagramas de Flujo pueden ayudar a un equipo en su tarea de diagnóstico para lograr mejoras. El uso de esta técnica permitiría identificar los principales impactos de la actividad minera en todo el proceso de extracción del mineral en el municipio.

#### **Paso 2. Análisis de la problemática actual del agua en el municipio.**

Este paso tiene como objetivo analizar la situación actual respecto a la calidad del agua y el manejo de este recurso. En el análisis se incluyen los factores que inciden en la contaminación ambiental del agua potable o de otros usos, con respecto a las normas vigentes desde el punto de vista bacteriológico y físico químico en las fuentes de abasto y en la red de distribución.

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos, percepción de la comunidad, fuentes de información primaria y secundaria.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:



**Tarea 1:** Descripción de la situación actual respecto al agua y sus usos en el municipio.

Se debe describir los diferentes tipos de usos del agua, la situación actual en cuanto a los volúmenes y el abasto de agua potable a la población del municipio.

**Tarea 2.** Análisis de la situación actual respecto a la calidad del agua potable.

El análisis incluye los factores que inciden en la contaminación ambiental del agua potable o de otros usos, se deben realizar una comparación respecto a las normas vigentes desde el punto de vista bacteriológico y físico químico en las aguas superficiales y red de distribución.

Como punto de partida de este aspecto se deben tomar los resultados de los estudios realizados de monitoreo, en las cuales se plantean los problemas ambientales en cuanto a la calidad del agua y disponibilidad de este recurso. Se debe analizar la información cuantitativa de la contaminación física química y bacteriológica y establecer su comparación con las normas de calidad ambiental vigentes.

Contaminación: Esta variable de observación, implica analizar la carga contaminante vertida por los organismos, partiendo de los indicadores más significativos:

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno. Cantidad de oxígeno que requieren las bacterias mientras que la materia orgánica se va degradando.

DQO: Demanda Química de Oxígeno. Nos da la cantidad total de oxígeno requerida para convertirlo o transformarlo en dióxido de carbono y agua.

N: Nitrógeno. Juega un papel fundamental en la calidad sanitaria del agua como indicador. La descarga de nitrógeno amoniacal reduce la cantidad de oxígeno disuelto. Un agua con exceso de nitrógeno puede provocar la muerte de los peces.

P: Fósforo. En el agua reacciona con algunos compuestos inorgánicos como el calcio dando lugar al trifosfato cálcico. Tiende a formar fosfatos y aumentar la dureza y en últimas instancias ácido ortofosfórico, el cual en pequeñas dosis es letal para todo tipo de vida.

Potabilidad del agua.

**Tarea 3.** Evaluación de la afectación del agua por parte de la comunidad.

La identificación de la problemática del agua por parte de la comunidad, complementa la evaluación a través de la participación de la población en la misma, a partir de su cosmovisión y su cultura.

El método de "retrato de la comunidad" es un sistema de información creativa y adaptable que está basado principalmente en las necesidades de información de los miembros de la comunidad local. El análisis de la comunidad y las visiones de desarrollo comunales serán enfocados a través del método llamado "Retrato de la comunidad". Esta es una propuesta que propone ordenar, sistematizar los

conocimientos que se tienen sobre comunidades, grupos, barrios u organizaciones. Lo novedoso de la propuesta es la posibilidad de realizar una lectura de la realidad a través de lo que se llaman las siete **"fuerzas vitales" o "fuerzas de la vida"**:

- Capacidades humanas: determinada por las capacidades individuales.
- Medios materiales: referido al análisis de la dialéctica entre las capacidades humanas y los medios materiales.
- Estar juntos: la movilización efectiva de los medios humanos y materiales depende de la habilidad de juntar los esfuerzos, lo que en primer lugar está determinado por la calidad de las relaciones interpersonales del grupo o de la comunidad.
- Conversar juntos: bajo este título esta todo lo que tiene que ver con la cultura y la interculturalidad, el compartir de intereses, visiones y objetivos comunes.
- Actuar juntos: existe una similitud entre esta fuerza de vida y la anterior, pero actuar juntos no necesita necesariamente coordinación u organización estructurada, son también los esfuerzos individuales.
- Apertura: es la fuerza vital que de manera más explícita tiene relación con el entorno. Es una cuestión de equilibrio. Una comunidad no está cerrada sobre sí-misma.
- Equidad y justicia: referido a las estructuras de poder y el respeto a los derechos individuales y colectivos.

Esta discusión y análisis será realizada en reuniones colectivas, tomando como base las entrevistas individuales y la información secundaria, con la finalidad de establecer desde un "retrato" situacional de la comunidad y su entorno, las alternativas de desarrollo comunal y las visiones de desarrollo de los comunarios.

Es necesario puntualizar que al aplicar este instrumento, nos damos cuenta que lo que se obtiene es precisamente un retrato. Por tanto la aplicación de esta técnica nos permite afirmar que una de sus principales debilidades, es sin duda su carácter sincrónico. No permite describir las situaciones en un contexto dinámico e histórico, lo que es una debilidad para su aplicación en comunidades andinas, como las de Bolivia que son eminentemente históricas, por ejemplo para describir un hecho actual, o para proyectar una situación deseada, el referente inmediato es el pasado, expresado en frases como: "es que antes teníamos agua, es recién con la mina que se han secado los ojos de agua".

### **Paso 3: Identificación y valoración de los impactos generados por la actividad minera**

Este paso tiene como objetivo identificar los impactos ambientales generados por la actividad minera y su valoración, el resultado es fundamental para determinar la política, objetivos y metas ambientales

que permitan la sostenibilidad del municipio, para ello deben considerarse un conjunto de métodos y técnicas a emplear. La identificación y valoración de impactos ambientales que genera la entidad deben hacerse de forma clara y precisa, los impactos ambientales significativos que generan la entidad u organización. (Se propone la utilización de mapas de proceso y matrices de impacto a través de grupo de implicados y/o expertos).

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos, fuentes de información primaria y secundaria.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1:** Selección de los expertos.

Para la confección del listado inicial de personas propuestas como posibles expertos, y que serán sometidas a una selección, se debe considerar principalmente: su grado de conocimiento y experiencia respecto a la temática, lo cual será garantía de la obtención de criterios sólidamente argumentados y aceptados al respecto; así como su nivel de actualización, capacidad de análisis y profesionalidad, que permitirán exponer y enfocar mejor sus propuestas; igualmente el listado inicial debe tratar de abarcar un universo diverso de personas que garantice la generalidad de sus conocimientos.

**Método de Expertos.** La metodología más utilizada para la selección de expertos, es la que permite determinar la competencia de los mismos a través del coeficiente K. Dicho coeficiente se calcula de acuerdo con la opinión del candidato sobre su nivel de conocimiento acerca del tema tratado, así como de las fuentes que le permiten argumentar dicho criterio. Donde destaca como lo más importante la selección de la cualidad de los expertos y no así su cantidad.

**Determinación de los expertos que darán su opinión científica acerca del tema a investigar.** Se entiende por experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. Según un trabajo publicado en la página web: [www.gt.c.ussr.upm.es](http://www.gt.c.ussr.upm.es), "los métodos de expertos se basan en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre el entorno en el que la organización desarrolla su labor. Estas personas exponen sus ideas y finalmente se redacta un informe en el que se indican cuáles son, en su opinión, las posibles alternativas que se tendrán en el futuro".

Este método consiste en seleccionar a 7 o más expertos con conocimiento del tema. Para ello es necesario conocer si estas personas cumplen con los requisitos o evaluaciones pertinentes, para validar

lo anterior se utilizará un currículum de expertos para categorizarlos y un cuestionario para determinar la competencia del experto y el grado de influencia de las fuentes.

La evaluación para determinar si el especialista cumple los requisitos para ser clasificado como experto, se establece a partir de la norma cubana y utilizando un coeficiente de competencia donde se incluye el conocimiento de la temática y su experiencia aplicando la escala propuesta por Marrero (2002).

Este coeficiente, denotado por  $K$ , se calcula de acuerdo a la opinión del experto sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está tratando, y a las fuentes que le permiten argumentar sus criterios. El coeficiente  $K$  se obtiene con la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{2}(Kc + Ka)$$

Donde,  $Kc$  es el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, calculado sobre valoraciones propias del experto en una escala del 0 a 10 y multiplicada por 0.1, como se muestra en la Tabla 2.1. Cada experto debe marcar, con una cruz, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tiene sobre el tema de estudio.

**Tabla 2.1: Coeficiente de conocimiento.**

| Ex/Co | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

Fuente: CMA-2, Colectivo de Matemática Aplicada. 2008. Criterio de expertos: Método Delphi. La Habana: s.n., 2008.

Por su parte  $Ka$  es el coeficiente de argumentación del experto, obtenido como resultado de la suma de los puntos de acuerdo a la tabla patrón.

Primeramente se les pedirá a los expertos su autoevaluación sobre “sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema de estudio”. Esto se procede llenando la Tabla 2.2.

Al experto se le presenta esta tabla sin cifras, y él debe marcar con una cruz en las casillas correspondientes a aquellas fuentes que él considere hayan influenciado en su conocimiento de acuerdo al grado Alto, Medio o Bajo.

A partir de los valores que se muestran en la tabla y la autoevaluación realizada por cada uno de los expertos se calcula  $Ka$ .

**Tabla 2.2: Patrón de valores para el Coeficiente de Argumentación.**

| Fuentes de argumentación   | Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios |       |      |
|--|---|-------|------|
|  | ALTO  | MEDIO | BAJO |
| 1. Análisis teóricos realizados por usted                          | 0.3   | 0.2   | 0.1  |
| 2. Su experiencia obtenida   | 0.5   | 0.4   | 0.2  |
| 3. Trabajos de autores nacionales                                  | 0.05  | 0.05  | 0.05 |
| 4. Trabajos de autores extranjeros                                 | 0.05  | 0.05  | 0.05 |
| 5. Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero | 0.05  | 0.05  | 0.05 |
| 6. Su intuición  | 0.05  | 0.05  | 0.05 |

Fuente: CMA-2, Colectivo de Matemática Aplicada. 2008. Criterio de expertos: Método Delphi. La Habana: s.n., 2008.

Como resultado obtenido de  $K$ , se tiene que:

Si  $0.80 \leq K \leq 1$  el coeficiente de competencia es alto.

Si  $0.50 \leq K < 0.8$  el coeficiente de competencia es medio.

Si  $0.50 > K$  el coeficiente de competencia es bajo.

Es conveniente utilizar aquellos expertos cuyo coeficiente de competencia sea alto o en algunos casos medio.

**Tarea 2.** Identificación y valoración de los impactos de la actividad minera en la calidad ambiental de las aguas.

La evaluación del impacto ambiental permite establecer y reconocer las afectaciones de mayor significado a partir de la valoración del grupo de expertos seleccionado en la tarea 1 de este paso. Existe un grupo de métodos utilizados internacionalmente para medir la magnitud de los mismos y metodologías, algunas de los cuales se mencionan a continuación.

**Métodos:** (Chequeo de listas, (Whitlatch, 1976), Método de Map Overlay (Mac Harg, 1969), Matriz de Leopold (Lago, 2009).

**Metodologías:** metodologías de previsión (Whitlatch, 1976), metodologías que hacen uso de cartografía ambiental (Mac Harg, 1969), Guía metodológica de evaluación de impacto (Conesa y colaboradores, 2009).

A partir de la problemática estudiada y a consideración de los expertos se propone utilizar la metodología de evaluación de impacto desarrollada por Vicente Conesa (Conesa, 2009).

**Metodología para evaluar impactos ambientales.**

Antes de comenzar a explicar dicha metodología, es necesario aclarar los siguientes conceptos:

- Impacto ambiental: “se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales”. (Conesa, 2009).
- Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): “la EIA es un procedimiento jurídico – administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes. Con la media”. (Conesa, 2009).
- Factores ambientales: “componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta. Son el soporte de toda la actividad humana”. (Conesa, 2009).

La metodología descrita por Conesa, cuenta con dos matrices:

La primera matriz se denomina “**Matriz de identificación de impactos ambientales**”. En dicha matriz, se identifican las actividades que se desarrollan en el sector minero, susceptibles a provocar impactos. Después se procede a identificar los impactos ambientales que son provocados en cada uno de los factores ambientales afectados. Los factores o componentes ambientales que se valoran se ilustran en (Anexo N°2. 1 Tabla 2.3)

Suele suceder que durante la evaluación algunos componentes no sean analizados porque no existe afectación alguna.

En la columna inicial se relacionan todas los componentes ambientales, seguidamente (a partir de la segunda columna), se indican las actividades evaluadas. Este acápite tendrá columnas en función a cuantas actividades fueron establecidas.

En la próxima columna, después de las acciones, corresponde relacionar todos los impactos ambientales detectados y evaluados, ordenados por componentes ambientales. Esta columna constituye el enlace entre el primer y el segundo sector de la matriz, porque se utiliza en ambos.

Una vez relacionados todos los impactos ambientales, se procede a señalar con una (X) en cuál o cuáles de las actividades tiene lugar el impacto.

La identificación de los impactos ambientales que genera la entidad debe hacerse de forma clara y precisa, tomando en cuenta todas las actividades que se realizan en la misma. Deben reflejarse de

manera precisa los impactos ambientales significativos que genera la actividad minera en el municipio sobre la calidad de las aguas.

Se utiliza el método de **Tormenta de ideas**.

La tormenta de ideas, es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. Es un método que se utiliza cuando la fuente de información son las personas y puede aplicarse de manera presencial, semipresencial o no presencial.

Es un tipo particular de reunión de grupo cuyo único fin es crear ideas. La tormenta de ideas se diferencia de una reunión de grupo porque en este tipo de reuniones sólo pueden participar expertos, es decir, grandes conocedores del tema a tratar.

¿Cómo se aplica?

Se define el tema o problema.

Se emiten ideas libremente (sin extraer conclusiones en esta etapa).

Se listan los impactos de la actividad minera en la calidad ambiental de las aguas.

Se analizan, evalúan y organizan las mismas.

Los equipos a menudo emplean la tormenta de ideas como una herramienta para crear consenso, y en situaciones donde necesitan generar un número elevado de ideas.

Esta matriz se diseña de tal modo que integre las actividades en los impactos identificados. De esta forma se pueden determinar cuáles son las actividades que contribuyen a producir el impacto y por ende se debe intervenir en dichas actividades y modificarlas en la medida que sea posible, para neutralizar o minimizar el impacto.

Una vez identificados los impactos por componentes ambientales se procede a valorar dichos impactos, he aquí que se utiliza la segunda matriz denominada “**Matriz de valoración de impactos**”, (igualmente esta matriz se presentará en el siguiente capítulo). Es válido acotar que a diferencia de la anterior matriz, aquí se hará una matriz de valoración de impactos por cada actividad identificada.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la matriz de importancia, (matriz de valoración de impactos) permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación: carácter, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc. En el Anexo No. 2.2 Tabla 2.4 se explican dichos criterios.

Una vez evaluados los impactos ambientales se determina la importancia del efecto (IM) a través de la fórmula:

$$IM = \pm[(B * C) + (F + G)]$$

En el anexo se muestran las ponderaciones de cada uno de los indicadores utilizados para determinar la importancia del efecto.

Seguidamente se procede a la clasificación del impacto partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto, para ello es necesario referirse al propio anexo., el cual muestra la clasificación del impacto.

### **Etapas III. Propuesta de estrategia para gestionar sosteniblemente la actividad minera.**

El objetivo es definir prioridades, conceptos, objetos y ámbito de acción a nivel nacional, regional y comunal, eso es un buen mecanismo para conseguir que una Gestión Ambiental, tenga coherencia y sea efectiva. Para ello el municipio debe dotarse de una política ambiental en concordancia con las políticas regionales y nacionales, definir las prioridades de acción y los objetivos que se propone alcanzar.

#### **Pasos propuestos para la Etapa III:**

##### **Paso 1: Definición de política ambiental.**

Este paso tiene como objetivo definir la política ambiental a establecer para el logro de la gestión ambiental.

**Política Ambiental:** Declaración de la organización de sus intenciones y principios en relación con su comportamiento ambiental global, que proporciona un marco para la acción y para establecer objetivos y metas ambientales.

La definición de la política ambiental tiene un doble propósito:

- a) Definir una política para el personal de la organización, indicándole las finalidades en materia de protección ambiental.
- b) Proporcionar a la comunidad, a la autoridad ambiental y a los clientes, información sobre los principios, prioridades e intenciones de la organización. La Política debe estar apoyada y firmada por la más alta dirección de la organización.

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos, fuentes de información primaria y secundaria.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:



**Tarea 1.** La creación de un grupo gestor.

Se debe reflejar la relación de integrantes del equipo de gestión ambiental de gobierno o comisión, incluyendo los departamentos o secciones a que pertenecen, los cargos o responsabilidades que ocupan en los mismos y se especificará quien funge como responsable o coordinador del mismo.

**Tarea 2.** Revisión de los documentos normativos, estrategias de región o país en cuanto a la conservación del medio ambiente.

**Tarea 3.** Definición de la política ambiental.

El grupo debe definir la política ambiental del municipio de forma clara y concreta, como resultado del diagnóstico y formar parte del contenido de éste. Entre los elementos que debe incluir la alta dirección para definir la política ambiental de su organización se encuentran:

- Correspondencia con las estrategias ambientales nacional, sectorial y territorial.
- El compromiso de la mejora continua.
- La participación de la comunidad.
- La información y capacitación del personal en temas ambientales.
- La adopción de las mejores tecnologías disponibles.
- El uso eficiente de los recursos naturales, materias primas e insumos.

## **Paso 2: Definición de objetivos y metas**

Este paso tiene como objetivo elaborar los objetivos y metas a alcanzar para el logro de la gestión ambiental en el municipio, tomando como referencia la política declarada, ambos deben definirse, como resultado del diagnóstico.

En el caso de los objetivos y metas ambientales, éstos responderán a los principios declarados en la política y se realizará con la técnica de tormenta de ideas explicada en la etapa.

Fuentes de información a utilizar: Revisión de documentos, fuentes de información primaria y secundaria.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1.** Definir objetivos

El establecimiento de los objetivos y metas ambientales por el grupo gestor se realizará acorde con la política trazada y teniendo en cuenta los aspectos prioritarios, las opciones tecnológicas, los recursos con que cuenta la organización, entre otros aspectos de interés.

**Objetivos Ambientales:** meta ambiental global, cuantificada cuando sea factible, surgida de la política ambiental, que una organización se propone lograr. (Normas ISO14001).

**Tarea 2.** Definición de metas ambientales.

**Metas ambientales:** requisito de desempeño detallado, cuantificado cuando sea factible, aplicable a la organización o a partes de la misma, que surge de los objetivos ambientales y que es necesario establecer y cumplir para lograr aquellos objetivos. (Normas ISO 14001).

Los objetivos y metas deberán ser alcanzables por el municipio en los plazos previstos. No deben de trazarse metas cuyo cumplimiento dependa de otros.

### **Paso 3: Plan de acción**

El objetivo de este paso es la elaboración del plan de acción para dar cumplimiento a los objetivos y metas a alcanzar.

Los programas de gestión ambiental o plan de acción: están dirigidos a la solución de problemas existentes y a la mejora continua del desempeño ambiental. Describe cómo conseguir los objetivos y las metas a través de acciones con sus respectivos plazos, indicadores y los responsables por su cumplimiento.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1.** Elaboración del plan de acción.

El plan de acción es uno solo y a él se le subordinan las metas y los objetivos ambientales.

Se definen acciones necesarias para alcanzar los objetivos y metas.

Se dirige al mejoramiento continuo del desempeño ambiental de la entidad, no sólo a la solución de los problemas existentes.

Se definen los recursos necesarios para su implementación (materiales, financieros y humanos).

Se define las fechas de cumplimiento y los responsables de cada acción propuesta.

Será formulado a mediano plazo (dos o tres años), no para un año.

Cada acción responderá a una meta definida.

Sólo incluirá acciones cuyo cumplimiento esté al alcance del municipio y las entidades implicadas en la solución de los problemas ambientales. No se incluirán acciones que dependan de otros, ni aquellas que han sido ejecutadas y no tienen carácter permanente.

**Etapa IV. Implementación de la estrategia para gestionar sosteniblemente la actividad minera.**

Esta etapa tiene como objetivo definir los actores y sistema de control de los resultados alcanzados en las etapas anteriores, la misma en la que permitirá la implementación de la estrategia y controlar el cumplimiento de las acciones por el grupo gestor, gobierno local y la comunidad.

#### **Pasos propuestos para la Etapa IV**

##### **Paso 1. Constitución de la Comisión**

El objetivo de este paso es la creación de una Comisión para la implementación de la estrategia, la cual debe estar integrada por directivos, especialistas, representantes de las comunidades.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1.** Creación de un grupo gestor.

##### **Paso 2. Funcionamiento.**

Una vez constituida la comisión, debe establecerse la organización para su funcionamiento para velar por el cumplimiento de las acciones de la estrategia planteada.

Para cumplimentar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1.** Establecer el sistema organización para su funcionamiento.

El grupo se organiza estableciendo la manera de llevar esta labor y la división de las tareas a cumplir, ello debe conducir a:

Fortalecimiento del liderazgo de los gobiernos locales, su capacidad integradora y de control, así como de las capacidades de gestión de todas las instituciones locales.

Definición de la información y periodicidad que deben entregar las instituciones y entidades relacionadas con la gestión ambiental.

Participación efectiva de la comunidad, de las organizaciones sociales y de los ciudadanos en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales del municipio.

##### **Paso 3. Control y monitoreo del plan de acción.**

Este paso tiene como objetivo establecer el control ambiental en la actividad minera.

Para complementar este paso se deben desarrollar las siguientes tareas:

**Tarea 1.** Definición de indicadores para medir la gestión ambiental.

Se debe definir los indicadores para regular las actividades productivas.

**Tarea 2.** Definición del control y monitoreo.

Se deben establecer los instrumentos regulatorios o de control, tales como las licencias o estándares, entre otros, son determinantes en el control de la calidad ambiental de las aguas y otras componentes

ambientales. Los instrumentos de control comprenden principalmente leyes ambientales que se hacen operativas por medio de los reglamentos y normas municipales ambientales.

#### **2.4.- Validación del procedimiento.**

El presente epígrafe está dedicado a validar el procedimiento diseñado. En un primer momento, la validación se realiza a través del método de criterio de expertos y en un segundo momento, con su aplicación práctica al caso del Municipio de Poopó; demostrando su aplicabilidad para mejorar la gestión ambiental de esta región en cuanto a la mitigación del impacto de la minería en el recurso agua se refiere.

Para la medición cualitativa se emplea el método de evaluación de expertos seleccionados anteriormente para realizar la validación, pues según Sierra y Álvarez (1995) con ello se logra que el conjunto de especialistas valoren las ideas que se han propuesto; y en perspectiva la práctica histórico-social comprobará, de manera definitiva en un momento dado, el objeto concreto-pensado propuesto por los investigadores como posible solución al problema.

Para la validación del procedimiento por parte de los expertos se decidió tomar en consideración: el mejoramiento continuo; estructuración, consistencia lógica y flexibilidad; pertinencia; suficiencia; posibilidad de generalización; capacidad para solucionar la problemática planteada y valor metodológico. Tanda ,2011

La selección de expertos se llevó a cabo a través de la metodología de selección de expertos, que utiliza como criterio de selección el coeficiente de competencia K, en el Anexo N° 2.3, se muestra la lista de expertos y la encuesta para su cálculo según se explicó en el capítulo II. Por el rol que van a desempeñar los expertos, ya que estos coincidirán con los expertos a emplear en el procedimiento, el rango considerado aceptado será:  $0,8 \leq k \leq 1$ .

Para la selección de los expertos, se confeccionó un listado inicial de 15 personas que son especialistas y que están directamente implicados en este tipo de investigación, en la región de Oruro, a las que se les aplicó los cuestionarios correspondientes para determinar el coeficiente de competencia K, en la mayoría de los casos se obtuvieron valores superiores a 0,8 demostrando la competencia de las mismas, no obstante, de las 15 personas iniciales, solo 9 fueron seleccionadas como expertos al ser las que obtuvieron valor de K en el rango:  $0,8 \leq k \leq 1$ , además de contar con su consentimiento para colaborar en la investigación.

Para la validación del procedimiento por parte de los expertos se decidió tomar en consideración: expertos (implicados) que están directamente relacionados a proyectos de investigación e instituciones vinculadas a la actividad minera y a la gestión del Municipio.

En el Anexo N° 2. 3, se recoge la encuesta aplicada a los expertos seleccionados.

El resultado de la validación de los expertos seleccionados se muestra a continuación.

**Tabla 2.5: Resultado de la aplicación de la encuesta para la selección de expertos.**

| exp<br>coef. | E <sub>1</sub> | E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> | E <sub>4</sub> | E <sub>5</sub> | E <sub>6</sub> | E <sub>7</sub> | E <sub>8</sub> | E <sub>9</sub> |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| KC           | 1              | 1              | 0.9            | 0.9            | 0.9            | 1              | 1              | 0.9            | 0.9            |
| KA           | 0.9            | 0.9            | 0.9            | 0.9            | 0.9            | 1              | 0.9            | 1              | 0.8            |
| K            | 0.95           | 0.95           | 0.9            | 0.9            | 0.9            | 1              | 0.95           | 0.95           | 0.85           |

Fuente: Elaboración propia

Para verificar el nivel de consistencia de las valoraciones de los expertos se determinó el índice de consenso de expertos (Sarduy, 2007 y Díaz, 2010, Tanda 2011) que expresa el consenso de los expertos en cada aspecto:

$$ICS_i = \left(1 - \frac{S_i}{S_L}\right) \times 100\%$$

Donde:

ICS<sub>i</sub>: índice de consenso entre los expertos con relación al aspecto "i".

S<sub>L</sub>: desviación estándar máxima posible.

S<sub>i</sub>: desviación estándar del juicio de los expertos para el aspecto "i".

En el Anexo N°2. 4 Tabla 2.6, se puede apreciar el resultado de la aplicación del método, donde todos los atributos, presentan una evaluación entre adecuado y muy adecuado. Además, en todos los atributos, el índice consenso supera el 75%, lo que se considera muy positivo. Por tanto, queda demostrado, según el criterio de los expertos, que el procedimiento diseñado cumple con los principios necesarios que hacen factible su aplicación. Una vez validado el procedimiento propuesto, desde el punto de vista teórico, a partir del método criterio de expertos, se presenta su aplicación al caso de estudio en el Municipio de Poopó, Bolivia.

### **Conclusiones parciales.**

Sintetizando los aspectos fundamentales tratados en este capítulo se puede concluir que:

- Las limitaciones y carencias existentes en cuanto al manejo de la gestión ambiental en general, sustentan la necesidad de un procedimiento que analice la correspondencia entre la producción minera y el cuidado del medio ambiente, permitiendo la fijación de un procedimiento de gestión ambiental municipal sostenible.
- El procedimiento diseñado constituye el soporte teórico y metodológico sobre la gestión ambiental, al integrar en su estructura consistentemente lógica y flexible, los principales conceptos, métodos y técnicas, con pertinencia, suficiencia y generalidad, de tal forma, que permite tratar diferentes análisis con vista a lograr un procedimiento de gestión ambiental municipal sostenible deseada y su aplicación en otros Municipios.

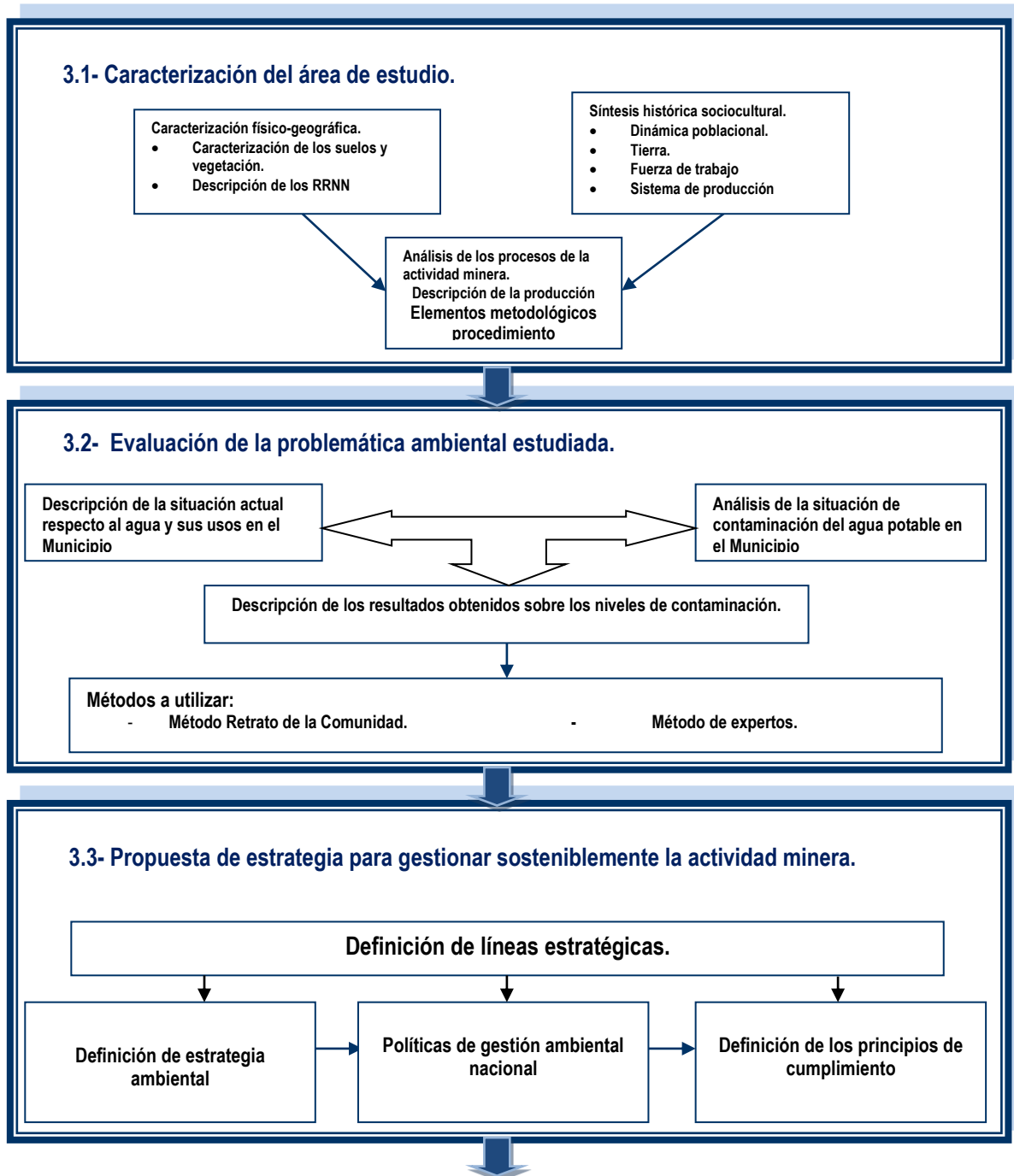
- La integración coherente de los métodos y técnicas pertinentes, en las cuatro etapas del procedimiento diseñado, lo convierten en un valioso instrumento metodológico para lograr un procedimiento de gestión ambiental municipal sostenible deseada.



### CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL PARA LA CONTRIBUCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA SOBRE EL RECURSO AGUA EN EL MUNICIPIO DE POOPÓ, BOLIVIA.

#### Introducción.

El presente capítulo está dedicado a la aplicación práctica del procedimiento propuesto y validado por los expertos al objeto de estudio en el Municipio de Poopó; demostrando su capacidad para reflejar la contradicción paradójica entre minería y medio ambiente y para contribuir en la gestión ambiental municipal.





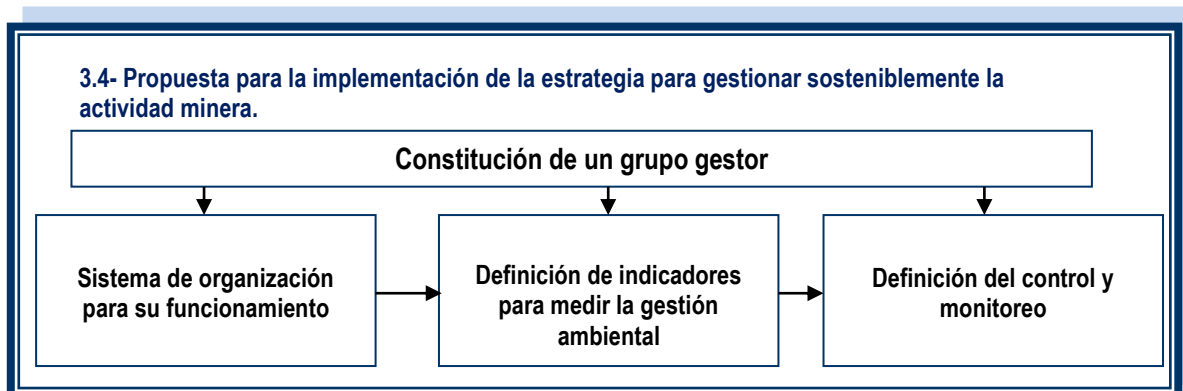


Figura 3.1- Hilo conductor del Capítulo III.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1. Caracterización del área de estudio.

**Caracterización físico –geográfica.** (Ver Anexo N° 3.1 Gráfico 3.1 Mapa del Municipio de Poopó).

**a. Latitud y longitud.** El municipio de Poopó es la primera sección municipal de la provincia Poopó del departamento de Oruro, geográficamente está localizada en el segmento medio oriental entre los meridianos de 18° 12' 20" de latitud Sur y los 67° 04' 00" de longitud Oeste (PDM 2012-2017).

**b. Límites territoriales.** La provincia Poopó del departamento de Oruro consta de tres secciones municipales, de los cuales el municipio de Poopó se constituye en la primera sección municipal, asimismo se encuentra en el altiplano central del país, su delimitación es como sigue:

**Límite Norte;** municipios de Huanuni y Machacamarca primera y segunda sección municipal de la provincia Pantaleón Dalence del departamento de Oruro.

**Límite Sur;** municipios de Pazña y Antequera segunda y tercera sección municipal de la provincia Poopó del departamento de Oruro.

**Límite Este;** parte de los municipios de Huanuni, Antequera y Pazña del departamento de Oruro.

**Límite Oeste;** municipio de El Choro segunda sección municipal de la provincia Cercado del departamento de Oruro.

**c. Extensión territorial.** El municipio de Poopó cuenta 718,66 Kilómetros Cuadrados (Km<sup>2</sup>) de superficie, dividida de la siguiente manera:

1. Cantón Poopó 554,12 Km<sup>2</sup>
2. Cantón Venta y Media 80,64 Km<sup>2</sup>
3. Cantón Coripata 83,90 Km<sup>2</sup>

**Caracterización de los suelos y la vegetación, características de su biodiversidad, vegetación, agua, zona de vida o microclimas.**

**Suelos.** Las características físicas y químicas, la textura y estructura de los suelos del municipio de Poopó son los siguientes: Son suelos heterogéneos porque tienen orígenes fluvio lacustre, aluvial y coluvial.

En las zonas aledañas al lago Poopó, los suelos salinos presentan una delgada capa de sal de 6 a 8 mm., sobre sedimentos arcillosos o arenosos; los suelos arcillosos son muy compactos y los arenales son sedimentos de arena fina, todas estas zonas no tienen vegetación o presentan ocasionalmente un tipo de vegetación herbácea latifoliada de hábito estacional.

La profundidad de la capa arable varía de 0,2 a 0,35 metros como promedio.

**Grados de erosión.** La erosión pluvial o hídrica se manifiesta en el municipio principalmente en las serranías, quebradas y colinas; donde el material suelo es trasladado por el agua desde las zonas altas a las partes bajas.

**Flora.**

La vegetación en la municipalidad de Poopó muestra de forma dominante especies xerofíticas, característica de este piso altitudinal de puna. (Ver Anexo3.2 Tabla 3.1). Flora nativa del Municipio de Poopó.

Los vegetales que se cultivan en la jurisdicción municipal de Poopó son los siguientes: La Papa, Quinua, Cebada, Alfalfa, Avena, Trigo.

**Fauna.** En las partes bajas de los Andes, existe predominancia de especies amazónicas, en tanto que en las zonas altas existe influencia de la región andina. Las especies identificadas a través de los autos diagnósticos (Ver Anexo N° 3.3 Tabla 3.2). Especies identificadas en la zona.

**Descripción de los recursos naturales.**

**Recursos forestales.** En el municipio se ha observado la presencia de Queñuas, especie de alta montaña que se desarrollan a más de 4.000 msnm y sirven para la combustión. En cuanto a las especies forestales ornamentales que se han introducido al municipio se tiene al Ciprés *Cupressus macrocarpa*, Eucalipto, Pino y la Kiswara, el Sauce Ilorón, Alamo, Retama y el Olmo que están distribuidos a lo largo y ancho del territorio de Poopó.

**Recursos hídricos.** La sección municipal de Poopó cuenta con aguas naturales superficiales de las lagunas, ríos y sus afluentes, aguas subterráneas a través de los pozos y las meteóricas o atmosféricas provenientes de las lluvias de precipitación pluvial natural.

Las principales fuentes de agua para las comunidades del municipio son los ríos de Poopó, Yarvicoya, Huaylluma, Jucumari (Iranani), Cayumalliri, Huanuni, Venta y Media y otros pequeños cauces temporales. Otra fuente importante de provisión de agua son las aguas subterráneas a través de pozos. El municipio de Poopó por su ubicación geográfica se halla comprendido en la sub-cuenca del Poopó, la misma que corresponde al sistema fluvio-lacustre del altiplano central, que tiene una superficie de 26.052 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Al igual que la sub-cuenca del salar de Coipasa, el sistema hidrográfico ha sido dividido de acuerdo a su importancia en cuencas menores.

La provincia Poopó se halla influenciada por varias cuencas menores como Tacagua, Huchusuma, Huancané y Pazña.

Las cuencas menores que tienen directa incidencia en el municipio son: el río Huanuni y Poopó. La cuenca menor Poopó tiene su origen en las partes altas de la cordillera Oriental, son ríos que bajan gradualmente hasta el nivel de base del Lago Poopó. En su recorrido por las faldas de las montañas, atraviesan zonas agrícolas donde son aprovechadas para esta actividad.

La cuenca menor Huanuni nace en las partes altas de la Cordillera Oriental, baja gradualmente hasta el lago Poopó, este río divide al municipio de Poopó específicamente el Cantón Venta y Media de la capital del municipio de Huanuni. Ambas cuencas son contaminadas por la actividad minera y residuos sólidos y que estos a su vez son arrastrados al lago Poopó dañando considerablemente el medio ambiente del ecosistema. Las características principales de estas cuencas menores se muestran en (Anexo N° 3.4. Tabla 3.3).

#### **Características Cuenca Menor Poopó-Huanuni, Municipio de Poopó.**

Es importante mencionar que el Lago Poopó es parte del sistema lacustre endorreico del altiplano boliviano, tiene varias entradas de agua ríos y precipitación pluvial natural y salidas de agua por evaporación y aguas subterráneas que se conectan con el río Laka Jahuirá. El Lago Poopó, es un medio inestable, totalmente dependiente de las variaciones de sus aportes líquidos, por lo cual, su superficie, volumen y su carga de materiales disueltos varía mucho.

La cuenca lacustre del Poopó es muy plana, sus orillas pueden desplazarse sobre grandes distancias en función de la irregularidad de los aportes medios anuales que son de origen fluvial 2,6x10<sup>9</sup>m<sup>3</sup> que representa alrededor del 80% del total, el 20% restante 0,6x10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> proviene de las lluvias. Las

pérdidas, por su lado, se realizan en un 98% por evaporación y el resto por infiltración según Quintanilla 1.985. (PDM.- Poopó. 2012-2017).

**Recursos minerales.** De acuerdo con el Servicio Técnico de Minas, hasta mayo del año 2.008, existían alrededor de 437 concesiones mineras inscritas en el Catastro Minero que se encuentran en los alrededores del Lago Poopó, de éstas 345 fueron inscritas hasta antes del Nuevo Código Minero Ley 1777 y 92 después de dicha Ley. Con la antigua legislación se otorgaban áreas por pertenencias, delimitadas por polígonos y éstas podían revertirse al no ser trabajadas por el concesionario.

La mina Poopó operada por cooperativistas, es la más importante, elevadas cantidades de desmontes recientes y colas sulfurosas se depositan en la planicie atravesada por una carretera intercontinental.

Los principales recursos mineralógicos explotados en el municipio son el Zinc, Plata, Plomo y Estaño entre los más importantes.

#### **Estatus legal - administrativo histórico.**

El objetivo es analizar las normativas o conjunto de normas y estándares para la protección de los componentes del ambiente. Esta legislación puede pertenecer preferentemente al área Municipal y otras emanadas del Estado a nivel nacional.

#### **Síntesis histórica de la evolución sociocultural del municipio.**

##### **Marco histórico.**

Los Urus antiguamente fueron un pueblo que habitó gran parte del altiplano boliviano y peruano. Sus dominios se extendían desde Arequipa por el norte hasta Antofagasta y Potosí por el sur.

Los Urus fueron en consecuencia los primeros habitantes de estas tierras, aunque no se conoce con certeza cómo llegaron a ella, fueron conocidos como **gente del agua**, eran cazadores, comían totora, pescado, aves y huevos. Con el transcurso del tiempo, poco a poco han ido desapareciendo. Este hecho fue acentuándose durante la colonia y la época de la república.

Villa Poopó fue fundada por el capitán español Jorge de Alarcón en el año 1.548 en la iglesia y convento de San José de Poopó. La orden religiosa que estuvo a cargo fueron los agustinos. Esta iglesia se halla construida en el pueblo antiguo.

#### **Descripción de las normativas, leyes y funcionamiento del gobierno local.**

Fue la ley de 16 de octubre de 1.903 promulgada por José Manuel Pando, que dividió la antigua provincia Paria en dos nuevas provincias que se denominaron Poopó y Challapata o Abaroa en homenaje al héroe de Calama.

El artículo 2do de la ley mencionada señala que la provincia Poopó estará constituida por las siguientes circunscripciones:

Capital de provincia Villa de Poopó, donde tendrá su asiento; una Junta Municipal, un Sub-Prefecto, un Juzgado de Partido, una Fiscalía de ídem, un Juzgado de Instrucción y una notaría de segunda clase. Sus cantones serán Poopó, Toledo, Urmiri, Peñas, Antequera y Venta y Media.

Respecto a la organización cantonal de la primera sección municipal de Poopó, de las tres unidades que la componen, dos de ellas se registran sólo con mención de ley, dado que fue la ley de 16 de octubre de 1903 que al crear la provincia otorga de modo contingente la condición de cantones a Poopó y Venta y Media. Por tanto, en la primera sección sólo el cantón Coripata tiene ley propia de creación correspondiente al No 746 de 20 de abril de 1985 promulgada por Hernán Siles Suazo, que en su artículo 1ro dice: Créase el cantón Coripata, jurisdicción de la provincia Poopó del departamento de Oruro con los siguientes límites: Al Norte con el cantón Venta y Media, al Sur con el cantón Peñas, al Este con el cantón Bombo y al Oeste con el cantón Antequera y Poopó.

#### **Distritos y cantones.**

La sección municipal de Poopó cuenta con tres cantones que son Poopó, Venta y Media y Coripata.

#### **Ayllus y comunidades.**

En el Anexo N°3.5. Tabla 3.4, se muestra el detalle de ayllus y comunidades existentes en el municipio de Poopó.

#### **Ocupación del territorio.**

La jurisdicción municipal de Poopó carece de un ordenamiento territorial, solamente se realiza la estimación del territorio en su ocupación y uso. (Ver Anexo N° 3.6. Tabla 3.5).

#### **Caracterización socio económica del municipio**

Este paso tiene como objetivo caracterizar el municipio desde el punto de vista social y económico.

#### **Descripción de la estructura demográfica.**

En todos los municipios el estudio del comportamiento de la población humana es importante puesto que se constituye en el sujeto y objeto del desarrollo, las características de la sociedad son un referente que sirve para la toma de decisiones en los planes de acción.

La jurisdicción municipal de Poopó de acuerdo al último Censo de Población y Vivienda del año 2001 realizado por el Instituto Nacional de Estadística alcanza a 6.163 habitantes. (Ver Anexo N°3.7. Tabla 3.6).

#### **Población por edad y sexo.**

La población humana del municipio por edades y sexo se muestra en (Anexo N° 3.8. Tablas 3.7 y 3.8).

#### **Distribución de las familias por ayllus.**

La distribución de las familias humanas en los ayllus de la municipalidad está registrada de la siguiente manera:

#### **Número de familias y promedio de miembros por familia.**

El número de familias de acuerdo al diagnóstico comunal alcanza aproximadamente a 3.528 y el número de Miembros de familia es de cinco (5).

#### **Densidad poblacional.**

La densidad poblacional en la jurisdicción municipal de Poopó es de 8,58 habitantes/Km<sup>2</sup>.

#### **Estructura de poblamiento: rural y urbano.**

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística la sección municipal de Poopó del departamento de Oruro es considerada como población rural sean de zonas dispersas o concentradas.

#### **Dinámica poblacional.**

##### **a. Migración.**

A partir de las encuestas realizadas por nuestro equipo de trabajo, en las comunidades, es posible realizar aproximaciones de la migración temporal. Esta situación nos muestra que el 87% de las familias que son contribuyentes de sus terrenos en la comunidad, sólo viven en ésta las épocas de siembra, labores culturales y cosecha, el resto del tiempo, viven en la capital del municipio, en la ciudad de Oruro o en otras ciudades como La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y otros.

La migración definitiva registrada por el Instituto Nacional de Estadística como tasa anual neta de migración reciente 1996-2001 es de 2,47 por mil habitantes. Migran fundamentalmente por motivos económicos.

La inmigración hacia la jurisdicción municipal de Poopó responde a movimientos poblacionales que tienen relación a las actividades mineras.

##### **b. Tasa de fecundidad.**

La estructura de fecundidad considera que el periodo fértil de la mujer se inicia alrededor de los 15 años y concluye alrededor de los 50, sin embargo la capacidad reproductiva no es uniforme.

Por tanto, en el altiplano boliviano la tasa de fecundidad global hijos o hijas por mujer, es de 3,9 y la edad media de la fecundidad es de 29,3 años (Banco Mundial y UDAPE, 2008).

#### **c. Tasa de natalidad.**

Según las Estadísticas Sociales y Económicas de Banco Mundial y UDAPE (2008), la Tasa Bruta de Natalidad por 1.000 habitantes para el altiplano de Bolivia es de 29,1.

#### **d. Tasa de mortalidad.**

Según Banco Mundial y UDAPE (2008), la tasa de mortalidad infantil 2001 por mil nacidos vivos es de 92,2 muertos.

#### **e. Tasa de crecimiento poblacional intercensal.**

La tasa anual de crecimiento intercensal expresa el incremento anual de la población por cada 100 personas en el periodo intercensal y según el Instituto Nacional de Estadística 2011 es de 0,50%.

#### **Análisis del aspecto económico-productivo de la región.**

Se presenta un análisis de los principales componentes de la vida económica de las familias de la jurisdicción municipal, la información utilizada viene de las encuestas realizadas por el proyecto a través de un muestreo, el análisis se ha completado con informes técnicos de diferentes instituciones que trabajan o han trabajado en la región.

#### **Tierra.**

**La tierra como base de la economía.** El territorio ha empezado a ser considerado en tres sentidos: En primer lugar como un recurso que se puede utilizar en el proceso de desarrollo y que responde a las consideraciones materiales ya sean de carácter natural o creada por el ser humano, que son necesarias para el proceso de desarrollo; pero también el territorio está siendo considerado como un actor del proceso de desarrollo, en la medida en que en él se consuman relaciones sociales, pero además el territorio es considerado como un contexto sistémico, donde los procesos económicos y sociales ocurren.

**Tamaño y uso de tierra.** En la jurisdicción municipal de Poopó el acceso a la tierra es por cantones, ayllus y comunidades los cuales están divididos en tierras de propiedad comunal y familiar. (Ver Anexo N° 3.9. Tabla 3.9).

En el municipio, el recurso tierra, se usa en la agricultura de subsistencia cultivando papa, quinua, cebada, haba, trigo, hortalizas, alfalfa, papaliza, oca, arveja principalmente; de acuerdo a los factores

climáticos como las precipitaciones pluviales (lluvias y nevadas), también se destinan los terrenos para la producción de pastura nativa como las praderas de thola, pajonales y bofedales que sirven de alimento a la ganadería camélida, ovina y bovina de la jurisdicción municipal.

**Tipos de tierra.** En el municipio, de la totalidad de los terrenos cultivables, son considerados secanos el 79,26% y con riego 20,74%.

Por otro lado, en algunos sectores se han identificado sistemas de riego rústicos donde la captación, conducción, distribución y el uso del agua está dirigida a la producción de forrajes, principalmente a la alfalfa y que estos sistemas se encuentran en mal estado disminuyendo la cantidad de agua disponible para la irrigación de los cultivos por infiltración al sub-suelo.

**Tenencia de la tierra.** Las tierras del municipio son comunales y familiares, los cuales aún no están saneados, es decir, que cada familia desconoce la cantidad de terreno que tiene, tampoco conocen los habitantes de la comunidad con cuanto de territorio cuenta a nivel comunal. En síntesis carecen de títulos de propiedad.

**Conservación de tierras.** En la conservación de tierras agrícolas del municipio, uno de los problemas fundamentales que afecta la producción agrícola es la baja fertilidad de los suelos, como consecuencia de los procesos de erosión hídrica y eólica muy avanzados en sus diferentes formas.

### **Trabajo.**

**Mano de obra.** La comunidad está formada por familias generalmente agricultoras y ganaderas, compuestas por un jefe de familia, que es generalmente un varón, su esposa e hijos.

En ese contexto, en la municipalidad se considera como mano de obra a los miembros de las familias campesinas a partir de diez (10) años, aptos para labores agropecuarias, artesanales y comerciales.

**Ocupación principal y secundaria.** En la jurisdicción municipal de Poopó, la ocupación principal de las familias es la agropecuaria en la que la participación laboral es equilibrada entre el varón y la mujer, excepto en la preparación de la tierra en la que la participación masculina es mayoritaria, pero en las actividades de ordeño, esquila y comercialización es notable la participación de las mujeres.

La ocupación secundaria comprende a la minería, los jornaleros, trabajos de albañilería, herrería, transporte y otros. El restante involucra al sector educación, salud, gobierno municipal e instituciones diversas asentadas en el municipio.

**Lugar de trabajo.** Las familias de la jurisdicción municipal de Poopó desempeñan su actividad laboral en su propia comunidad, de las pocas que salen lo hacen por motivos de comercio u otro tipo de trabajo



diferente a la agropecuaria. Otros lugares importantes de trabajo son los socavones, ingenios y relaves de la minería.

**Organización de la fuerza de trabajo.** En la agricultura la fuerza de trabajo está basada en la familia, en la que cada componente tiene un determinado rol en el proceso de producción. Los jefes de familia se encargan de la roturación del terreno, siembra, labores culturales (deshierbe, aporque, riego, control de plagas y enfermedades), cosecha y post-cosecha, en tanto que los menores participan como asistentes en las labores cotidianas de sus padres. La mujer a pesar de las actividades hogareñas, es la que tiene mayor participación en la producción agrícola.

Las actividades de pastoreo son realizadas principalmente por los hijos o la madre, en tanto que el faenado, curación y prevención de enfermedades es responsabilidad de los jefes de familia.

### **Sistemas de producción.**

**Sistema de producción agrícola.** En la agricultura el crecimiento y producción de los cultivos dependen del potencial genético, los factores ambientales y su interacción.

#### **a. Principales cultivos agrícolas y variedades.**

Los principales cultivos agrícolas practicados en el municipio de Poopó son: Papa, Quinua, Trigo, Haba, Alfalfa, Cebada. Las variedades identificadas en los diferentes cultivos son: En la papa: Huaycha, imilla, sani imilla, pali, yari y lucki. En la quinua: Sajama y real. En el trigo: Pilancho. En el haba: Criolla y habilla. En la alfalfa: Ranger y pampa flor. En la cebada: Criolla

#### **b. Tecnología empleada en la agricultura.**

En los cultivos andinos e introducidos que se desarrollan en la jurisdicción municipal de Poopó generalmente se realizan las siguientes tareas:

- Superficie destinada a cultivos agrícolas.
- Preparación del suelo.
- La elección de las semillas.
- Las épocas de siembra.
- La densidad de siembra.
- La fertilización.
- El aporque.
- El riego.
- Las carpidas y los desyerbes.
- La cosecha.

- El traslado y almacenamiento.

**c. Rendimiento de cultivos agrícolas.**

Los rendimientos de los cultivos tienen mucha variación. Un promedio general nos muestra la siguiente síntesis: Cultivo de papa 32,00 quintales/hectárea. Cultivo de quinua 10,00 quintales/hectárea. Cultivo de trigo en grano 10,00 quintales/hectárea. Cultivo de haba 40,00 quintales/hectárea. Cultivo de alfalfa 80,00 quintales/hectárea MS/año. Cultivo de cebada en berza 40,00 quintales/hectárea MS. Cultivo de cebada en grano 10,00 quintales/hectárea.

**d. Rotación de cultivos agrícolas.**

Los pobladores del municipio dedicados a las labores agrícolas, emplean la rotación de cultivos en función a los conocimientos adquiridos de sus antepasados que fueron pasando de generación en generación por tanto, esta rotación de cultivos es como sigue: Siembra el primer año papa, siembra el segundo año quinua, siembra el tercer año cebada y el quinto año descanso.

**e. Insumos: Semillas, fertilizantes y fitosanitarios.**

Algunos productores utilizan semilla de la última cosecha lo que implica bajos rendimientos.

La utilización de fertilizantes y fitosanitarios es bastante limitado en la jurisdicción municipal. Como fertilizante se utiliza el estiércol en un promedio de 20 quintales/hectárea.

**f. Sub-productos de los cultivos agrícolas.**

Los principales subproductos que se obtienen de la producción agrícola es el siguiente: De la papa se procesa el chuño, de la cebada y trigo en grano se obtiene el pito y harina, de quinua se procesa la harina, pipocas y turrone; y del haba tostado.

**g. Destino de la producción agrícola.**

Gran parte de la producción agrícola, es para el consumo familiar, sin embargo, de acuerdo con el diagnóstico realizado, se comercializa la papa, quinua, haba y alfalfa en pequeñas cantidades.

La producción de alfalfa se comercializa hasta un 80% y el resto es para el consumo de sus semovientes.

Los lugares de venta de los productos y sub-productos de la agricultura son las ferias que se llevan en Challapata, Oruro, Poopó, Venta y Media y otras de menor trascendencia.

**h. Infraestructura productiva.**

Los agricultores carecen de depósitos, heniles y silos para guardar los productos y sub-productos de la actividad agrícola. La cebada y alfalfa después del corte forman pilones a la intemperie.

**i. Costos de producción agrícola.**

La producción agrícola en el municipio y los costos tecnológicos son bajos debido a que existe una escasa utilización de maquinaria, fertilizantes y semillas mejoradas. (Ver Anexo N° 3.10. Tabla 3.10).

**Sistema de producción pecuaria.** La ganadería en la jurisdicción municipal es el proceso de cría y mantenimiento de animales con el objeto de producir, carne, leche, cuero, fibra y lana. Los animales más comúnmente utilizados son los bovinos, ovinos y camélidos.

La actividad pecuaria es, desde el punto de vista económico, estructuralmente similar a otras actividades productivas, su ciclo se compone de tres etapas: Producción, distribución y venta y su objetivo principal es obtener una rentabilidad a partir de generar ingresos superiores a sus costos de producción. (Ver Anexo N° 3.11. Tabla 3.11).

Para el caso de los CAMELIDOS en los ayllus de Caranja, Mojón, Taraco, Pacaje, Sullkavi, Jilave y Coripata de acuerdo al Project Concern Internacional 2008 se cuenta con 34,8 UL/Familia como promedio, el mínimo alcanza a 12,2 y el máximo a 102 UL/Familia.

**a. Importancia de cada especie animal.**

El rol de la actividad pecuaria es el de caja de ahorro, a las que las familias recurren en momentos de iliquidez, por tanto se realizará las consideraciones necesarias sobre las especies más importantes.

- Bovinos; la crianza de estos animales es importante en la totalidad de los ayllus tanto por el porcentaje (93%) de familias que las crían como por el número de cabezas por familia.

El rendimiento promedio anual estimado de leche de vaca en la jurisdicción municipal es 3,5 litros/día/vaca.

- Ovinos; su crianza se realiza en todas las comunidades del municipio, a diferencia de los cultivos donde existe incorporación de tecnologías mejoradas aunque en mínima proporción, el manejo del ganado es totalmente tradicional e incluso rudimentario.

El rendimiento estimado de carne ovina de dos a tres años es 25lb/UA y la lana de ovejas es aproximadamente de 1,5 lb/UA.

- Camélidos, es una de las bases del sustento de las familias asentadas en el municipio de Poopó, presenta ventajas tanto en su producción y adaptabilidad a áreas marginales, ofrece variedad de subproductos como la fibra, carne y pieles que generan importantes ingresos económicos.

El rendimiento aproximado del peso vivo de las llamas jóvenes o ankutas (un año) es de 35 kg y el peso del vellón tiene un promedio de 2 lb/UA.

**b. Carga animal.**

La carga animal estimada para el municipio es de 0,039 bovinos/ hectárea, 0,46 ovinos/hectárea y 0,045 camélidos/hectárea (PDM 2012-2017).

**c. Productos y subproductos de la actividad agropecuaria.**

Los productos y subproductos de la explotación pecuaria en la jurisdicción municipal se describen en (Anexo N° 3.12. Tabla 3.12 y 3.13). Productos agropecuarios.

**d. Organización de la fuerza de trabajo.**

En la jurisdicción municipal el pastoreo de los ganados lo realiza la madre de familia y los hijos generalmente, paralelamente realizan los hilados y tejidos subproductos de la fibra de llama y lana de ovinos. La atención sanitaria de vacunas, dosificaciones antiparasitarias, complejos vitamínicos y minerales de vacunos, ovinos y camélidos está a cargo de los jefes de familia principalmente.

**Sistema de producción forestal.** Las principales especies forestales nativas que se encuentran en el municipio son: las tholas, keñuas y añawayas.

Dentro las especies forestales introducidas al municipio están los cipreses, álamos, olmos, sauces, pinos, eucaliptos y kiswaras distribuidos en las áreas concentradas y dispersas de la jurisdicción, existen alrededor de medio millar de estas plantas.

**Sistema de caza y pesca.** En el municipio de Poopó realizan la caza de animales en casos de emergencia cuando estos representan un peligro para la ganadería doméstica y la agricultura, son cazados los siguientes animales silvestres el zorro, la liebre, perdiz, ratón y otros. Para casos de aprovechamiento de plumas son cazados los flamencos, las vicuñas son sacrificadas por su fibra y las perdices y vizcachas por la carne para el consumo humano.

En la actividad pesquera, debido a la proximidad al lago Poopó se pescan Pejerrey, Mauri, Karachi e Ispi, alimentos complementarios de los pobladores de Poopó. Asimismo, este producto es comercializado en las ciudades de Oruro y La Paz generando ingresos económicos adicionales de las familias pesqueras.

**Sistema de producción artesanal.** Este sistema se lleva adelante en los hogares confeccionando especialmente prendas de vestir y de abrigo (chompas, aguayos, camas, ponchos, medias, mantillas, bayeta, corrilate y sombreros). Los productos artesanales del municipio están consignados para el uso de los mismos pobladores en un 97% y sólo el 3% está destinado a la venta para consumidores ocasionales.

**Sistema de producción minera.** La actividad minera en la sub-cuenca de Poopó está ubicada a 60 km al sud de la ciudad de Oruro, se encuentran en la actualidad tres empresas trabajando y son las

siguientes: La Cooperativa Minera Poopó, que funciona en el sector desde la década de los cincuenta, los cooperativistas trabajan diez concesiones, de las cuales las más importantes son: Santo Toribio, Pampa Rosario, Kajcha Cruz, Colorados, Nivel 11 y Blanquita, las otras secciones como Triunfo sacan menos carga.

Los principales minerales y complejos explotados son el Zinc, Plata, Plomo y Estaño; sus métodos de exploración principalmente incluyen el cateo, piques y recortes. La manera de explotación es artesanal e industrial, es decir, que se trabaja con pequeñas maquinarias como perforadoras, barrenos, combos y cinceles, utilizando arranque directo y también rayos corte y rellenos; trabajan con vetas de minerales, por lo tanto existe poca carga sin utilizar, la cual es reutilizada como relleno dentro de las minas.

Para el procesamiento de minerales se utiliza el Cianuro y Óxido de Sodio, todas las colas son depositadas en diques a la intemperie. Mensualmente se obtienen 150 tn de Estaño y 30 tn con una Ley de exportación. Las mejores cargas de minerales que salen de las minas las trabajan de manera artesanal y son directamente comercializadas con rescatistas.

La Cooperativa tiene alrededor de 400 trabajadores (180 asegurados y 220 no asegurados) sin contar con las mujeres que trabajan de palliris cerca de las bocaminas. La explotación de la Cooperativa en su mayoría extrae complejo y en menor escala el Estaño.

La Empresa Minera Tiwanacu-Celeste, desde varios años atrás trabaja con una instalación de un Ingenio de Flotación con mayor capacidad que el de la Cooperativa Poopó. Posee dos concesiones mineras, la principal es la mina de San Francisco de ambas se extrae toda la carga de minerales y complejos. Estas dos minas son alquiladas de COMIBOL desde los inicios de la empresa, se explota alrededor de 3.500 Tn. de mineral al mes. El tipo de mineral es el complejo de Zinc, Plata y Plomo.

En el Ingenio el proceso empieza con la trituración de la carga en la chancadora, luego de la pulverización en molinos, tras la cual, el mineral pasa a las baterías de Flotación y finalmente viene la separación y secado de minerales. En todo el proceso se utiliza diferentes compuestos químicos como Santatos, cal apagada, daufrot, sulfato de Zinc, sulfato de Cobre, Cloruro de Cobre y en pequeña cantidad Cianuro. Todas las colas y residuos del proceso de recuperación de minerales son depositados en un dique cerca del Ingenio a la intemperie.

El Grupo Minero Ferrari, posee algunas minas en funcionamiento y se denominan el Poder. Se ubican a unos 5 Km de la población de Poopó poseen sus concesiones. Principalmente la trabajan contratistas que sacan entre 300 a 400 toneladas mensuales de carga de minerales. El principal producto es el

complejo de Zinc y Plata y secundariamente Estaño, no se cuenta con datos al tipo de explotación. Entre otras empresas mineras se encuentra Sinchi Wayra y Cominur comercializadora de minerales.

### **Actividad turística.**

La población de Villa Poopó ha sido denominada centro Histórico y Turístico por las características propias: Histórico por ser una de las primeras poblaciones fundadas por los españoles en el territorio conocido como Bolivia y turístico por la afluencia al lugar debido a las aguas termales y atractivos históricos. Las características generales del municipio de Poopó se basan en que es un centro minero y una población que presenta construcciones urbanas de principios del siglo XX con gruesas paredes de adobe, techos de paja a dos aguas con sus paredes pintadas de vivos colores, mezcladas con construcciones más modernas en el sector del pueblo nuevo. El llamado pueblo viejo se encuentra cruzando el río que divide a la población, en éste se encuentra una iglesia típica de las construcciones coloniales del siglo XVII, de estilo neoclásico en su portada y altar mayor, con planta de cruz latina sola nave, con un amplio patio con posas y campanario. Cuenta con aguas termales medicinales y litografía (Inca Pinta) ubicada en la Cabrería. El municipio también cuenta con restos arqueológicos en Vilaque y otras comunidades.

### **Características de la comercialización.**

En la jurisdicción municipal de Poopó, luego de la Reforma Agraria de 1952 se dio un proceso de profundización y mayor acercamiento del productor al consumidor. El lugar de venta de las mercancías producidas, son: Villa Poopó, Huanuni, Challapata y Oruro entre los más importantes.

En cuanto a la selección de productos agropecuarios el 97% de las familias seleccionan sus productos para llevar al mercado. Entre estos se tienen tubérculos, gramíneas, leguminosas, camélidos, ovinos, vacunos y sus derivados como el chuño, carne, fibra, lana y el cuero; estos a su vez se clasifican por calidad y tamaño.

La comercialización de los minerales, otro producto importante del municipio, se realiza en Oruro a las comercializadoras de minerales, empresa metalúrgica de Vinto, Tiwanacu, Sinchi Wayra (Bolívar) y en la ciudad de Potosí.

### **Análisis de los Indicadores sociales.**

**Educación.** En la jurisdicción municipal de Poopó la educación es muy valorada entendiéndose como el proceso de aprender y escribir en español y la lengua nativa quechua, en este sentido la familia es la entidad educadora primordial.. (Ver Anexo N° 3.13. Tabla 3.14)

#### **a. Estructura institucional: Número, tipo y cobertura de establecimientos educativos.**

En el Cuadro **3.13**, se muestra el número, tipo y ubicación de establecimientos educativos.

**b. Ubicación y distancia de los establecimientos educativos.**

Es importante mencionar la ubicación de la central del núcleo educativo y a partir de ésta las distancias a las seccionales educativas. (Ver Anexo N° 3.14. Tabla 3.15).

**c. Nivel de educación.**

Según el INE 2011, la tasa de asistencia escolar es de 85,45% y la cobertura neta en educación pública es de 25,37% en el nivel inicial, en el primario es de 59,59%, en el secundario es de 34,90% y los años promedio de estudio es de 4,93. (Ver Anexo N° 3.15. Tabla 3.16 y 3.17).

**d. La condición de analfabetismo.**

La tasa de analfabetismo en la jurisdicción municipal de Poopó según el Instituto Nacional de Estadística 2012 es 5,43% en varones y en mujeres es de 35,87% con estos datos concluimos que las mujeres siempre están en situación desventajosa que los varones en cuanto a educación.

**e. Estado y calidad de infraestructura y equipamiento en educación.**

En las competencias de los Gobiernos Municipales está construir, equipar y mantener la infraestructura educativa como las direcciones, aulas, campos deportivos, depósitos, baños, equipamiento, agua potable y energía eléctrica, que nos muestra la situación actual de la infraestructura. (Ver Anexo N° 3.16. Tabla 3.18 y 3.19).

**f. Grado de aplicación y efectos de la reforma educativa.**

Las unidades educativas del municipio de Poopó dando cumplimiento a la Ley 1565 de Reforma Educativa han aplicado programas curriculares de mejoramiento denominada de transformación que ha alcanzado al 100% de las unidades educativas de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística 2011.

La educación primaria en su totalidad está atendida con el programa de transformación de la Reforma Educativa, en el que, mediante el proyecto educativo de núcleo 2000-2001, se logró un avance significativo en cuanto a infraestructura y equipamiento, así como la aplicación del nuevo enfoque pedagógico de la Reforma Educativa con mejores resultados de aprendizaje en todas las unidades educativas de este nivel.

**Educación no formal.** En la sección municipal de Poopó la educación no formal está orientada a completar la formación de las personas y posibilitar el acceso a la educación a los que por razones de edad, condiciones físicas y mentales excepcionales no hubieran iniciado o concluido sus estudios en la educación formal.

En Villa Poopó se cuenta con el Centro Educativo Técnico Humanístico Poopó atendido por cinco facilitadores de los cuales uno es remunerado económicamente y cuatro trabajan Ad-honorem. Cuenta con 33 participantes entre 19 a 35 años de edad que asisten regularmente. (Ver Anexo N° 3.16. Cuadro 3.19).

**Salud.** En la jurisdicción municipal de Poopó los determinantes de salud son los siguientes:

- La atención médica y los recursos de salud son del 0,81% de personal de salud por cada mil habitantes.
- El número de establecimientos de salud es de tres (3).
- El nivel de resolución para los tres (3) establecimientos de salud es el primer nivel.

**a . Perfil de salud y enfermedad.**

En los servicios de salud del municipio la mayor demanda de consulta fue por Infecciones Respiratorias Agudas 6,54% y Enfermedades Diarreicas Agudas 58,56% especialmente en niños menores de cinco (5) años (INE, 2011).

En los adultos las causas más frecuentes de consulta son: Enfermedades respiratorias agudas, abdominales, traumáticas, infectocontagiosas y nerviosas.

**b.** Infraestructura, equipamiento, medios de transporte y personal médico de salud. (Ver Anexo N° 3.17. Tabla 3.20 ,3.21 y3.22).

**c.** Mortalidad.

El nivel de mortalidad infantil estimado para el municipio de Poopó es de 92,15 por mil nacidos vivos.

En los adultos viene la mortalidad a causa de la vejez, accidentes de trabajo o de transito y enfermedades letales.

**d.** Alimentación y estado nutricional.

Los grupos que sufren consecuencias mayores por la mala alimentación son los niños (as) menores de cinco (5) años, las mujeres en gestación y las que dan de lactar.

En el municipio de Poopó sus pobladores se alimentan de papa y sus derivados (composición por cada 100g de la parte comestible: Energía 79,0Kcal, Proteína 2,07g y Fibra 1,60g), la zanahoria (composición por cada 100g de la parte comestible: Energía 43,0Kcal, Proteína 1,03g y Fibra 3,0g), cebolla (composición por cada 100g de la parte comestible: Energía 38 Kcal, Proteína 1,16g y Fibra 1,80g), tomate rojo (composición por cada 100g de la parte comestible: Energía 21,0Kcal, Proteína 0,850g y Fibra 1,10g), quinua, harina de trigo, aceite, manteca, azúcar, fideos, arroz, maíz, frutas, carnes de vacunos, camélidos y ovinos, leche de vacas y ovejas, huevos y otros alimentos de menor consumo.



**e. Medicina tradicional comunitaria.**

En las comunidades o ayllus hay dos instancias de salud médico-enfermera y curandero, ninguno tiene preferencia absoluta, la población opta por una u otra de acuerdo a la patología que cree tener o porque salió en coca la causa posible de la enfermedad.

La práctica médica comunitaria es una obligación social y divina. Las familias campesinas por lo general curan varias enfermedades como dolores estomacales, resfríos, tos, fiebre, reumatismo, fracturas y luxaciones de huesos, dolores de cabeza y cálculos biliares entre los más principales.

Es fundamental para los tratamientos médicos el uso de plantas medicinales y sahumerios, la utilización de recursos y técnicas de curación son combinadas.

**Análisis de otros indicadores de infraestructura y servicios**

**Saneamiento básico.** En la actualidad el agua potable se constituye en uno de los elementos más estratégicos y de mayor importancia para la sustentabilidad de la jurisdicción municipal y sus habitantes. Por otro lado, es necesario destacar el trascendental impacto sobre la salud y el bienestar de las personas.

El abastecimiento de agua potable y la provisión de sistemas de disposición de excretas constituyen bienes que permiten elevar significativamente la calidad de vida de las familias del municipio.

**a. Estructura institucional.**

Los servicios de agua potable y alcantarillado en la sección municipal están a cargo de las siguientes instituciones:

- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Poopó SAPAP.
- Comités de agua potable en las comunidades.

**b. Calidad, cobertura y estado de los sistemas de agua potable.**

En la jurisdicción municipal no es reveladora la cobertura de agua potable, no refleja la calidad de servicio continuo y confiable es decir falta agua en los diferentes sistemas en las épocas secas septiembre-octubre-noviembre, muchos de estos sistemas muestran riesgos de contaminación bacteriológica y no son potabilizados continuamente.

El Anexo N° 3.18 Tabla 3.22, nos muestra la cobertura de agua potable en el municipio de Poopó.

Es importante mencionar que en esta necesidad básica, las entidades que administran el servicio de agua potable en el municipio de Poopó tienen una débil capacidad de gestión.

Según la Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (Banco Mundial y UDAPE, 2008), el municipio de Poopó tiene una cobertura en el servicio de agua potable en el 2007 en un 44%.

**c. Cobertura y medios para la eliminación de excretas.**

Los medios de eliminación de excretas en el municipio de Poopó se identifican en el Anexo N° 24. Por otro lado, según la Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (Banco Mundial y UDAPE, 2008), el municipio de Poopó tiene una cobertura en el servicio sanitario en el 2007 de 13,2%.

**Fuentes y uso de energía.** Según el Atlas Estadístico de Municipios (INE, 2009), la cobertura en el servicio de energía eléctrica en el municipio alcanza a 32,77%. Las empresas administradoras del servicio corresponde a los Comités de Electrificación en las comunidades y en Villa Poopó es responsable la Alcaldía Municipal de Poopó.

Por otra parte, el combustible más usado para cocinar los alimentos es la leña, cuya cobertura alcanza al 57,97% y el restante es cubierto por el Gas Licuado de Petróleo y kerosén.

**Vivienda.**

**a. Calidad de construcción.**

En el municipio los materiales utilizados en la construcción de las viviendas son los siguientes: Adobes, piedras, arcilla, grava, arena, ladrillos, cemento, madera, fierro de construcción, calaminas, vidrios, lozas, paja brava, cañahuecas y otros. En función a estos materiales son construidas las viviendas en el área dispersa y concentrada de la jurisdicción municipal.

Las construcciones son precarias especialmente en las comunidades donde predomina la arcilla y la paja brava.

**b. Número, tenencia y condiciones de habitabilidad de las viviendas.**

Según el Atlas Estadístico de Municipios (INE, 2009), el 2008 el número de viviendas particulares o colectivas en la sección municipal de Poopó es de 2.604 y el número de hogares es de 2.084.

Por otro lado, el promedio de habitaciones por vivienda es de 3 a 4. Asimismo, en promedio, el destino total de la superficie construida como vivienda es: 42% al dormitorio, 33% al depósito y 25% a la cocina. (Ver Anexo N° 3.19. Tabla 3.23).

**c. Promedio de personas por vivienda.**

El promedio de personas que habitan por vivienda en el municipio de Poopó es de 4 a 5 personas debido al movimiento generado por las explotaciones mineras emplazadas en el municipio.

**Transporte y comunicaciones.**

**a. Situación actual de la viabilidad.**

El tratamiento de las vías en el municipio de Poopó necesita mejorar especialmente los caminos vecinales dirigidos a las comunidades. Sólo la vía principal que une Villa Poopó a la capital de departamento tiene tratamiento con asfalto flexible.

La red fundamental que une a la capital del municipio de Poopó con el resto del país es el siguiente: Poopó-Oruro 57 Km y Poopó-Pazña 25 Km. (primera clase).

El municipio tiene el servicio en una línea ferroviaria que atraviesa su territorio de norte a sud. Esta línea férrea está conectada con la ciudad de Oruro y el departamento de Potosí.

**b. Red de comunicaciones.**

La capital del municipio Villa Poopó cuenta con línea telefónica de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones ENTEL S.A, mediante una Cabina de Administración Delegada, el resto de la jurisdicción municipal carece de este servicio.

En el municipio existen dos antenas parabólicas una que pertenece a la Empresa Tiawanacu (sin funcionamiento) y la otra que pertenece a la Alcaldía Municipal, que baja la señal de canales de televisión, asimismo, existe dos radioemisoras locales denominadas Radio Galaxia y Cultura en Frecuencia Modulada.

Por su parte la población es oyente de las emisoras PIO XII, FIDES, PANAMERICANA y otros de menor audiencia.

**Otros aspectos vinculados a la calidad de vida actual del municipio.**

Base cultural de la población:

**Origen étnico.** La población de Poopó, como se indicó anteriormente, tiene profundas raíces étnicas Urus, que con el transcurrir del tiempo, fue decreciendo considerablemente. El auge de la actividad minera influyó para que los habitantes de distintas culturas de nuestro país y del extranjero habiten en el área con distintas costumbres.

Sin embargo, de estos procesos se mantiene predominantemente la organización social aymara, no obstante a su lengua materna, el quechua y sus costumbres.

Las autoridades originarias vigentes son el Mallcu, el Hilacata y la Mama Talla.

**Vestimenta y música.** Los habitantes del municipio con el transcurso del tiempo y la influencia occidental modernista dejaron de usar las vestimentas tradicionales y solo se las puede apreciar en algunas autoridades en ceremonias y actos oficiales. Esta aculturación se debe a la influencia que ha ejercido los centros mineros que se nutrieron de los habitantes de otros lugares del país los que llegaron con costumbres diferentes transmitiéndolas a los lugareños.

La música es otra de las costumbres que perduran sólo en la gente de la tercera edad ya que la juventud está muy influenciada por los medios de comunicación televisiva y radial.

**Idiomas.** En la sección municipal de Poopó los principales idiomas hablados, según el Instituto Nacional de Estadística 2001, tienen las siguientes proporciones:

|           |        |
|-----------|--------|
| • Quechua | 51,24% |
| • Español | 42,74% |
| • Aymara  | 5,82%  |
| • Guaraní | 0,07%  |

Por otro lado, los principales idiomas que hablan los pobladores del municipio de Poopó tienen los siguientes porcentajes:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| • Quechua-español        | 46,76% |
| • Español                | 22,93% |
| • Quechua-aymara-español | 13,36% |
| • Quechua                | 8,00%  |

**Creencias religiosas.** Las religiones que profesan los pobladores de la jurisdicción municipal de Poopó según el diagnóstico comunal es el siguiente:

|               |      |
|---------------|------|
| • Evangélicos | 24 % |
| • Católicos   | 76 % |

**Calendario festivo y ritual.** Las características relacionadas con las culturas del área de estudio que se presenta en esta investigación, muestran un nivel de desarrollo propio que contiene aspectos de posicionamiento ancestral profundo, ya que se pudo evidenciar en el transcurrir del estudio que las primeras fuentes culturales, ya presentaban indicios de relacionamiento madre-tierra hombre, desde aspectos netamente de retribución complementaria, lo cual significa una interrelación pronta a satisfacer las necesidades en ambos sentidos. (Ver Anexo N° 3.20. Tabla 3.24).

### **3.2 Evaluación de la problemática ambiental estudiada.**

En este epígrafe según el procedimiento propuesto, se valoró el impacto de la actividad minera en el recurso agua en el municipio estudiado. Se consideraron los resultados de las estrategias ambientales existentes en el municipio, en el análisis además se reflejaron los indicadores de las cargas contaminantes generadas y mitigadas, así como aquellos indicadores relacionados con la calidad ambiental, entre estos se pueden considerar los relacionados con las condiciones higiénico sanitarias.

#### **Análisis de los procesos de la actividad minera.**

### **Descripción de la producción minera.**

Poopó se encuentra al pie de la cordillera occidental que es el resultado de una intensa actividad magnética desde el Mioceno. Se manifiesta con el emplazamiento de extensos piro clásticos (solidificación de lavas de suelo) y estrato volcánico que moldearon el paisaje de cordillera con elevaciones cónicas, formación de laderas y planicie.

En este contexto la ocupación del suelo se refleja en la actividad minera por largos años de tradición y cultura, desde los tiempos de la colonia. Poopó ha sido el yacimiento de Zinc, plomo, plata principalmente con la existencia de complejos. Consecuentemente de una superficie de 70.195,82 hectáreas el área minera ocupa un 0.6% equivalente a 421.17 hectáreas, ocupadas por las cooperativas mineras de: Ferrari Rampa III, Merceditas, San Agustín, Santa Barbarita, Santo Toribio, 14 de Septiembre, Colorados, Kajchito, Rampa II, Blanquita, Exaltación, Nivel 12, Nivel 13, Nivel 11, Kajcha Cruz, Mojicana Grande, Mojicana Chico, Condorquiña.

La actividad minera en la sub-cuenca de Poopó está ubicada a 60 km al sud de la ciudad de Oruro donde se encuentran en la actualidad tres empresas trabajando esta zona, siendo las siguientes:

La Cooperativa Minera Poopó, que funciona en el sector desde la década de los cincuenta, los cooperativistas trabajan diez concesiones, de las cuales los más importantes son: Santo Toribio, Pampa Rosario, Kajcha Cruz, Colorados, Nivel 11 y Blanquita, las otras secciones como Triunfo sacan menos carga.

Los principales minerales y complejos explotados son el Zinc, Plata, Plomo y el Estaño sus métodos de exploración principalmente incluyen el cateo, piques y recortes. La manera de explotación es artesanal e industrial, es decir, que se trabaja con pequeñas maquinarias como perforadoras, barrenos, combos y cinceles, utilizando arranque directo y también rayos corte y rellenos; trabajan con vetas de minerales, por lo tanto existe poca carga sin utilizar, la cual es reutilizada como relleno dentro de las minas.

Toda la carga es procesada en su Ingenio, el cual se encuentra en la misma población de Poopó, cerca de la empresa Celeste.

Para el procesamiento de minerales se utiliza el Cianuro y Óxido de Sodio, todas las colas son depositadas en diques a la intemperie. Mensualmente se obtienen 150 tn de Estaño y 30 tn con una Ley de exportación. Las mejores cargas de minerales que salen de las minas las trabajan de manera artesanal y son directamente comercializadas con rescatistas.

La Cooperativa tiene alrededor de 400 trabajadores (180 asegurados y 220 no asegurados) sin contar con las mujeres que trabajan de palliris cerca de las bocaminas. La explotación de la Cooperativa en su mayoría extrae complejo y en menor escala el Estaño.

La Empresa Minera Tiwanacu-Celeste, desde varios años atrás trabaja con una instalación de un Ingenio de Flotación con mayor capacidad que el de la Cooperativa Poopó. Posee dos concesiones mineras, la principal es la mina de San Francisco de ambas se extrae toda la carga de minerales y complejos. Estas dos minas son alquiladas de COMIBOL desde los inicios de la empresa, se explota alrededor de 3.500 tn de mineral al mes. El tipo de mineral es el complejo de Zinc, Plata y Plomo.

En el Ingenio el proceso empieza con la trituración de la carga en la chancadora, luego de la pulverización en molinos, tras la cual, el mineral pasa a las baterías de Flotación y finalmente viene la separación y secado de minerales. En todo el proceso se utiliza diferentes compuestos químicos como Santatos, cal apagada, daufrot, sulfato de Zinc, sulfato de Cobre, Cloruro de Cobre y en pequeña cantidad Cianuro. Todas las colas y residuos del proceso de recuperación de minerales son depositados en un dique cerca del Ingenio a la intemperie.

El Grupo Minero Ferrari, posee algunas minas en funcionamiento y se denominan el Poder. Se ubican a unos 5 Km de la población de Poopó poseen sus concesiones. Principalmente la trabajan contratistas que sacan entre 300 a 400 toneladas mensuales de carga de minerales. El principal producto es el complejo de Zinc y Plata y secundariamente Estaño, no se cuenta con datos al tipo de explotación.

Entre otras empresas mineras se encuentra Sinchi Wayra y Cominur comercializadora de minerales.

La mina Jalsuri, anteriormente perteneciente a la Cooperativa Poopó, la cual se alquiló a la Empresa Minera Santa Lucía. En la actualidad viene explotando complejos de Zinc y Plata, con una producción aproximadamente de 450 tn. al mes. Toda la carga obtenida es llevada al Ingenio Candelaria de propiedad de la misma empresa. Trabajan en esta mina alrededor de 23 personas entre eventuales y permanentes.

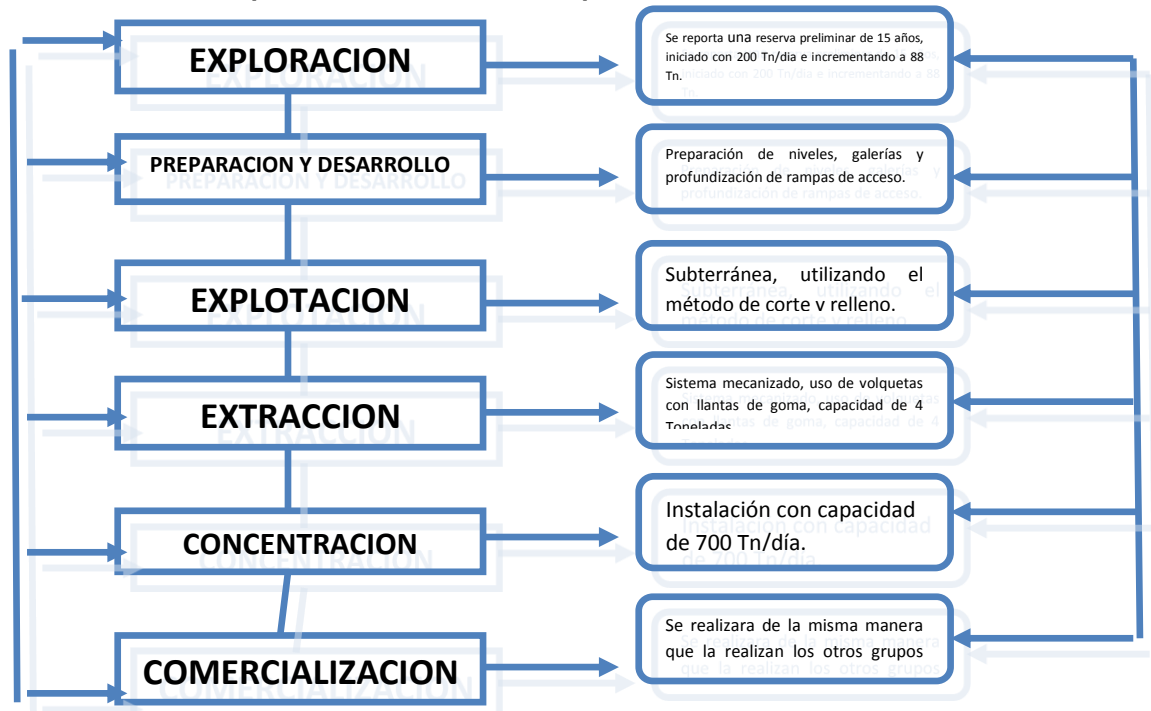
Es la mina más próxima al río Poopó y cierta cantidad de agua de minas es vertida directamente al río, por otro lado, existen pocas colas ya que toda carga producida se lleva al Ingenio que queda a 10 Km. al sud de la localidad de Poopó.

En el sector de la Candelaria, tienen sus operaciones la Cooperativa Carmen Limitada y la Empresa Santa Lucia. La principal producción se basa en los complejos de Zinc, Plata y Estaño principalmente. Existe un pequeño ingenio donde la carga es tratada, esta y residuos del proceso de recuperación son depositados en colas que se encuentran muy cerca del ingenio. No existen ríos en la zona, por lo que

es posible que exista un escurrimiento a la capa subterránea (Fundación MEDMIN, 2007-2008).

### Caracterización del proceso de la actividad minera.

Gráfico 3.1.- Proceso de producción minera en Poopó.



Elaboración propia. En base al PDM del Municipio de Poopó (2012-2017)

**Exploración:** Este proceso de continua búsqueda de recursos provoca que mientras la cuenca del Poopó se va saturando de contaminantes, a medida que las emisiones mineras aumentan sin regulación, progresa el efecto de desecación del lago por el cambio climático.

#### Preparación y desarrollo:

**Explotación:** Este proceso afecta directamente los medios de vida y la base de recursos, como suelos, cultivos y ganado.

**Extracción:** Los residuos de las operaciones de extracción generan aguas ácidas y tienen importantes cantidades de metales pesados, siendo desechados a los ríos o a depósitos (colas), desde donde se produce la lixiviación a los ríos y suelos.

**Concentración:** En los procesos de separación de concentrados, por ejemplo en la flotación, se utilizan reactivos químicos de alta toxicidad como cianuro o mercurio.

**Comercialización:** Los niveles de contaminación en estos Departamentos han llegado a verdaderos extremos, situación agudizada en las etapas de incremento de precios de los minerales y la reactivación del sector en los últimos dos años, después de la crisis internacional.

### **Análisis de la problemática actual del agua en el municipio.**

#### **Descripción de la situación actual respecto al agua y sus usos en el municipio.**

En la jurisdicción municipal, no es reveladora la cobertura de agua potable, no refleja la calidad de servicio continuo y confiable, es decir falta agua en los diferentes sistemas en las épocas secas septiembre-octubre-noviembre, muchos de estos sistemas muestran riesgos de contaminación bacteriológica y no son potabilizados continuamente.

El cuadro siguiente (Ver Anexo N° 3.21. Tabla 3.25), nos muestra la cobertura de agua potable en el municipio de Poopó.

Es importante mencionar que en esta necesidad básica, las entidades que administran el servicio de agua potable en el municipio de Poopó, tienen una débil capacidad de gestión, esto se ve especialmente en las comunidades rurales de los diferentes ayllus en los cuales los sistemas de reciente construcción, ampliación o mejoramiento ya presentan deterioros por la falta de una operación y mantenimiento adecuado debiéndose exclusivamente a la falta de entrenamiento en los desarrollos comunitarios de estos sistemas y hacer que estos servicios sean sostenibles a través del tiempo.

Según la Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (Banco Mundial y UDAPE 2008), el municipio de Poopó tiene una cobertura en el servicio de agua potable en el 2011 en un 44%.

#### **Análisis de la situación de contaminación del agua potable.**

Las aguas que desembocan desde las serranías, en su recorrido sufren un proceso de contaminación por la acción del hombre, debido a que estos se mezclan con aguas residuales de minería y otra actividad. Un estudio determinó que el río Poopó tiene valores de sodio en todas las épocas y están por encima de los límites permisibles para cualquier uso, el sulfato no apta para consumo humano ni animal, en metales pesados el cadmio, Zinc, Plomo, Arsénico, Hierro, sus concentraciones están por encima de los límites permisibles (DIPGIS, 2011).

El análisis incluye los factores que inciden en la contaminación ambiental del agua potable o de otros usos.

#### **Contaminación:**

Para mostrar el nivel de contaminación del agua, se debe partir por conocer los indicadores en los cuales se basa un estudio para determinar niveles permisibles para el consumo y dependiendo de los



niveles de contaminación, definir el uso. Para esto, a continuación, presentamos los indicadores más conocidos y de mayor relevancia en los cuales un estudio debe basarse para reflejar niveles contaminantes. Estos son: DBO, DQO, N, P y Potabilidad del agua (Ver Anexo N° 3.22. Mapa 3.1.- Mapa del área contaminada. Mapa 3.2.- Mapa distribución de metales pesados sobre los límites permitidos).

### **Descripción de los resultados obtenidos sobre los niveles de contaminación de los caudales dentro el Municipio de Poopó.**

La elección de los parámetros de calidad tomados en cuenta en las campañas de muestreo, se basan en los parámetros básicos establecidos en la clasificación de cuerpos de agua de la Ley del Medio Ambiente vigente. El detalle de estos, se muestra a continuación:

De los parámetros de calidad de agua (Ver Anexo N° 23. Estudio de los niveles de contaminante de las aguas del Municipio de Poopó).

**A nivel de caudales.** En la parte superior del río se observa caudales bajos, inferiores a 20,0 L/s, los cuales se van incrementando a medida que desciende el río. A la altura del punto VyM-05 se observa una disminución notable del flujo de agua debido a la utilización de la misma para el consumo de la población de Huanuni.

**A nivel de pH.** Se evidencia una variación brusca del pH del agua, con valores cercanos a 9,0 en la parte alta del río. Posteriormente se tienen valores cercanos a 7,0 en la parte central del río y a partir de la confluencia con el río Huanuni se presentan valores cercanos a 3,0 debido a la actividad principalmente de la actividad minera.

**A nivel de materia orgánica.** El contenido de materia orgánica se cuantifica con la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub> y la Demanda Química de Oxígeno DQO. La variación del contenido de materia orgánica a lo largo del recorrido del río Choqueyapu se muestra en las tablas y en las figuras.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que, de valores iniciales bajos de DBO<sub>5</sub> y DQO en la parte alta del río, existe un incremento debido a la contaminación producida por las descargas de agua residual doméstica y del proceso minero.

Las mayores concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO, son las que se encuentran a partir del punto VyM-05, donde se exceden los límites máximos permisibles correspondientes a la Clase "D" del cuerpo receptor de la Ley del Medio Ambiente. A partir de este punto se encuentra el área de descarga del Ingenio

Huanuni y la zona de rescate de minerales. A partir del punto HUA-07 se nota una reducción en los valores.

De un análisis de los aportes de carga de DQO de los tributarios, se observa que el más contaminado es el río Huanuni en magnitud, mientras que el río Challa Apacheta lo es en mucha menor proporción, como se muestra en la tabla 3.26.

**Tabla 3.26.- Aporte de carga de DQO de los tributarios (Kg/hora).**

| Muestreo | T-VyM-02 | T-VyM-03 | HUA-06 |
|----------|----------|----------|--------|
| Oct-2005 | 0,19     | 0,00     | 561,15 |
| Jul-2006 | 6,10     | 0,04     | 20,72  |
| Oct-2007 | 2,30     | 0,00     | 516,56 |

Fuente: Astorga 2008

**A nivel de Nutrientes.** El estudio de las formas de Nitrógeno y Fósforo es importante, ya que implícitamente se generan los nutrientes que aguas abajo pueden producir fenómenos de eutrofización. En el estudio se evidencia elevadas concentraciones de Nitrógeno total a partir del punto VyM-05, principalmente producto de las descargas domésticas de la población de Huanuni, llegando al pico más alto en el punto HUA-07. Posteriormente existe una disminución del grado de contaminación en el punto SOR-08.

Se observa que a partir del punto VyM-05, los niveles encontrados exceden los límites máximos permisibles para Nitrógeno total correspondientes a la Clase "D" del cuerpo receptor, de acuerdo al Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley del Medio Ambiente.

**A nivel de Coliformes Termo resistentes.** De acuerdo al estudio, los niveles de coliformes termo resistente en todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo del límite máximo admisible establecido para la clase "B" para cuerpos receptores.

Los niveles de coliformes termo resistentes son considerablemente bajos en el río Huanuni, debido principalmente al pH extremadamente ácido originado por la actividad minera.

Los coliformes termo resistente en todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo del límite máximo admisible establecido para la clase "B" para cuerpos receptores.

**A nivel de Metales Pesados.** A continuación se presentan los resultados del monitoreo de Hierro y Plomo, los cuales presentan un comportamiento muy similar a los otros metales considerados (Cadmio, Cobre, Manganeso y Zinc).

Los niveles de Hierro y Plomo en la parte alta del río, hasta el punto VyM-05, se encuentran por debajo del límites máximos admisibles para la Clase “D” del cuerpo receptor, pero a partir de este punto los niveles se elevan a valores máximos de 1.160,0 mg/L de Hierro y 4,0 mg/L de Plomo, lo cual representa un gran peligro para el medio ambiente y el consumo de humanos y animales.

En cuanto a los tributarios, se observa nuevamente que el río Huanuni es el que aporta mayor carga de metales pesados y a continuación el río Challa Apacheta, pero en mucha menor magnitud, tal como se puede ver en las tablas 3.27 y 3.28.

**Tabla 3.27.- Aporte de carga de hierro**

| Muestreo | T-VyM-02 | T-VyM-03 | HUA-06 |
|----------|----------|----------|--------|
| Oct-2005 | 3,39     | 0,00     | 305,76 |
| Jul-2006 | 6,70     | 0,00     | 38,30  |
| Oct-2007 | 8,06     | 0,00     | 591,32 |

Fuente: Astorga 2008

**Tabla 3.28.- Aporte carga de plomo**

| Muestreo | T-VyM-02 | T-VyM-03 | HUA-06 |
|----------|----------|----------|--------|
| Oct-2005 | 0,00     | 0,00     | 1,80   |
| Jul-2006 | 0,06     | 0,00     | 0,07   |
| Oct-2007 | 0,02     | 0,00     | 1,67   |

Fuente: Astorga 2008

**Conclusiones del estudio (Astorga 2008).**

1. En el punto VyM-05 se observa un descenso brusco del caudal de agua debido a que casi en su totalidad es aprovechada para el consumo de la población de Huanuni, lo cual produce la deforestación en la parte baja.
2. Los valores de pH a partir del punto VyM-05 descienden a valores cercanos a 3,0, lo cual evidencia condiciones acidas e inhabilita dichas aguas para su utilización en riego y menos aun para consumo humano.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que existe un gran deterioro de la calidad del río a partir de la unión de los ríos Venta y Media y Huanuni, donde se incrementan los niveles de materia orgánica y nutrientes, debido principalmente a las descargas de origen doméstico de la población de Huanuni.
4. Aguas abajo del punto HUA-07, debido principalmente a los procesos de dilución y re aireación, se produce la recuperación y autodepuración del río, reduciendo los niveles de DBO<sub>5</sub>, DQO y Nitrógeno.
5. En cuanto a la contaminación microbiológica, los niveles de bacterias coliformes termo resistentes en la parte alta se encuentran por debajo del límite establecido en la clase B, lo cual posibilita que esta agua puedan ser utilizadas para el riego sin ningún problema, y también para el consumo

humano previo tratamiento de desinfección. A partir de la confluencia con el río Huanuni, no existe la presencia de indicadores de contaminación fecal debido al carácter ácido del agua.

6. En lo referente a los metales pesados, se observa que se encontraron en el punto HUA-07 valores máximos de Cadmio de 3,00 mg/L, de Cobre de 16,40 mg/L, de Hierro de 1.160,00 mg/L, de Manganeso de 24,00 mg/L, de Plomo de 4,00 mg/L y de Zinc de 50,00 mg/L, lo cual evidencia el alto grado de contaminación del río Huanuni.
7. Los problemas relacionados con los metales pesados surgen fundamentalmente por la posibilidad de que esas sustancias causen efectos negativos después de periodos prolongados de exposición, donde tienen particular importancia los venenos acumulativos y los carcinógenos.

Se ve necesario realizar una gestión integrada donde un aspecto importante a tomar en cuenta, es el criterio de la comunidad para evaluar esta problemática ambiental y para ello se utiliza el método de retrato de la comunidad.

#### **Evaluación de la afectación del agua por parte de la comunidad. Método de “Retrato de la Comunidad”.**

La identificación de la problemática del agua por parte de la comunidad, complementa la evaluación a través de la participación de la misma, a partir de su cosmovisión y su cultura.

#### **Aplicación del método de retrato:**

Para aplicar este método, durante los últimos 3 años, se llevaron adelante una serie de sesiones con la comunidad del Municipio de Poopó partiendo primero del estudio socioeconómico de la comunidad a partir de la realización de encuestas, las cuales nos sirvieron para determinar aspectos importantes como el nivel de producción, edades, forma de trabajo, nivel de ingreso, número de familias, nivel migratorio, edad y nivel escolar y muchos otros aspectos con los cuales se determinaron las bases para proceder a relacionarnos con la gente.

Como segundo aspecto se llevó a cabo la concientización a partir de una primera sesión con la participación del alcalde, los corregidores, las autoridades indígenas de los ayllus pertenecientes a la comunidad y diferentes profesionales relacionados a la temática, tal el caso de ingenieros sanitarios para el análisis de las aguas, agrónomos para el análisis de suelos, arquitectos para la parte de territorialidad, químicos para el tema de contaminación minera, sociólogos para el tema de relacionamiento, economistas para el estudio socioeconómico, etc., en la que se explica de manera técnica los efectos de la contaminación minera en todos sus niveles, desde un punto de vista técnico y social.

En la tercera fase, se llevó a cabo una sesión de interrelación con la comunidad y esta vez con la participación de cuarenta personas que no solamente fueron los actores sociales afectados directamente, sino con representantes de las empresas productoras, es decir, representantes tanto de las empresas mineras que trabajan en la zona, que son además los directos responsables de los problemas generados por la actividad minera y los mismos cooperativistas mineros. En esta ocasión, el objetivo fue el de concientizar no solo a la población como víctima directa de la producción sucia sino además mostrar a los responsables de esta, las consecuencias nefastas de la contaminación que estaban generando al producir minerales sin la precaución necesaria en el proceso, con la aplicación de tecnologías limpias.

Y en una cuarta y última instancia, se llevó a cabo una sesión en la que se planteo como objetivo principal definir, conjuntamente con la comunidad y autoridades del Municipio de Poopó, políticas base para la protección al medio ambiente en función a opiniones y propuestas para ser incluidas en el proyecto final de gestión ambiental municipal. Estas propuestas devenidas de la comunidad, están basadas en preceptos ancestrales fundamentados a partir de la teoría de la armonización de la relación hombre-madre tierra y contruidos desde un enfoque basado en la Cosmovisión Andina.

Los lineamientos que se siguieron para llevar adelante las tres sesiones de trabajo realizadas con la comunidad en su conjunto y los diferentes actores que de alguna manera intervienen directamente en la temática presentada, son los siguientes:

#### **1. Capacidades humanas:**

Estas capacidades fueron determinadas a partir de las capacidades individuales de cada uno de los actores sociales afectados directamente con la contaminación minera. Estas capacidades son las siguientes:

- Se concientizó a la comunidad en su conjunto acerca de la gravedad del problema planteado.
- Se observó la falta de conocimiento de las consecuencias de la contaminación sobre la salud humana. Esto se logro mediante entrevistas a la comunidad y facilidad de interacción con el resto.
- Se pudo evidenciar que carecían completamente de cultura ambiental.

#### **2. Medios materiales:**

Se trabajó a partir de la capacidad de conjuncionar las habilidades dialécticas de la comunidad partiendo de un análisis de sus capacidades humanas con los medios materiales. Estos son todos

aquellos con los que se contaron en el momento de llevar adelante las sesiones de trabajo (data show, papelógrafos, fotografías, cuadros didácticos, etc.

### **3. Estar juntos:**

Tomando en cuenta que la movilización efectiva de los medios humanos y materiales depende de la habilidad de juntar los esfuerzos, lo que en primer lugar está determinado por la calidad de las relaciones interpersonales del grupo o de la comunidad, se procedió a reuniones de camaradería para ganar la confianza de la comunidad, haciéndoles participar en juegos didácticos y otras actividades de entretenimiento.

En un inicio no había cultura ambiental, desconocimiento de la problemática en la medida que se fueron realizando los talleres se logro hacerles comprender que tanto ellos como nosotros estamos comprometidos en dar soluciones a la problemática y que solamente unidos podremos resolverla.

### **4. Conversar juntos:**

Bajo esta premisa está todo lo que tiene que ver con su cultura y su interculturalidad, entonces a partir de compartir sus intereses con los nuestros, sus visiones con las nuestras y sus objetivos comunes que son los nuestros también se pudo llegar a acuerdos comunes, compromisos y actividades conjuntas.

Se llegaron a conclusiones definitivas como:

- Las operaciones mineras trabajan a cielo abierto con el componente químico llamado cianuro, y se utiliza mercurio en las mismas proporciones. Estas dos composiciones químicas son las que dañan bastante las tierras y salinizan los suelos, más que todo las aguas externas y las aguas subterráneas.
- Desaparecieron los forrajes nativos.
- La salinización de la tierra.
- La migración de la gente joven, las nuevas generaciones, ya no tienen recursos para vivir.
- Antes se tenía mayor número de cabezas de ganado, daban bastante leche, se tenían recursos para sobrevivir.
- La desaparición del ganado vacuno y el ganado ovino.
- En cuanto a los ganados hay muchos abortos, nacimientos deformes, siempre existe diarreas, enfermedades que nunca han existido.
- La vegetación paso de ser verde a adquirir un color medio pálido blanquecino.

- El cambio en la pigmentación de la vegetación, mejor calidad, habían cebadillas de buena calidad y fueron desapareciendo.
- Los forrajes ya no aguantan lo que duraban anteriormente, de 3 meses cada 20 hectáreas a una semana aproximadamente. Esto debido a lo ralo del crecimiento de los forrajes producto de la salinización del suelo y la tierra.

### **5. Actuar juntos:**

Existe una semejanza entre esta fuerza de vida y la anterior, pero actuar juntos no necesita necesariamente coordinación u organización estructurada, son también los esfuerzos individuales los que llevan al cumplimiento de las metas y a partir de esta premisa se logro intensificar de manera consciente las posibilidades de triunfo en este proyecto. Se partió con una identificación positiva y conjunta entre la comunidad y nosotros y se continuó igual hasta lograr concluir un plan de gestión municipal con la participación directa de la comunidad en su conjunto.

### **6. Apertura:**

- Retomar experiencias pasadas tales como el sistema de riego por terrazas que consistía en el riego a través de desniveles de tierra.
- Procesos de riego por atajados que implica la construcción de grandes bateones de arcilla y greda que acumulen agua de la lluvia lo suficiente como para obtener una cantidad que alcance a regar toda la época de siembra.

Relacionada con la fuerza vital que de manera más explícita tiene relación con el entorno. Es una cuestión de equilibrio. Una comunidad debe vivir de acuerdo a sus usos y costumbres en armonía con la sociedad. A partir de esto es que no solo se logró la participación consciente de la comunidad sino además se logro retrotraer conocimientos ancestrales para el uso y cuidado de la tierra, basada en el VIVIR BIEN y su COSMOVISION ANDINA. Una Comunidad no está cerrada sobre sí misma.

### **7. Equidad y justicia:**

Preceptos fundamentales para el logro de nuestros objetivos conjuntos partiendo de lo referido a las estructuras de poder y el respeto a los derechos individuales y colectivos que lograron el desarrollo del proyecto en su conjunto y mostraron su capacidad de generar un plan de protección al medio ambiente

ocasionado por la producción de minerales de una manera irresponsable con los comunarios del Municipio de Poopó Oruro.

### **Resultados generales:**

1. Se genera conciencia tanto a nivel de la comunidad, autoridades y toda persona relacionada con la temática.
2. Se logra integrar a la comunidad con las autoridades en un dialogo común con el objetivo de analizar y dar soluciones conscientes a la problemática medioambiental.
3. Se evidencio que la comunidad desea que se mantenga la producción minera en la región siendo que esta significa una forma de ingreso sustentable para la misma gente del Municipio, a pesar que implica continuar con el daño ambiental.

### **Identificación y valoración de los impactos generados por la actividad minera.**

Para la medición cualitativa se emplea el método de evaluación de expertos (Ver Anexo 2.4), como instrumento fundamental para realizar la validación, pues según Sierra y Álvarez (1995) con ello se logra que el conjunto de especialistas valoren las ideas que se han propuesto; y en perspectiva la práctica histórico-social comprobará, de manera definitiva en un momento dado, el objeto concreto-pensado propuesto por los investigadores como posible solución al problema.

A partir del criterio de los expertos se determinaron los principales problemas ambientales generados de la extracción minera en el municipio de Poopó y su grado de afectación de acuerdo al peso definido por los expertos, lo cual se realizó a través de una tormenta de ideas. (Ver Anexo N° 3.24. Tabla 3.29.- Valoración del Impacto Ambiental).

A continuación se muestra los principales efectos de la contaminación de las aguas por la actividad minera, sobre la salud humana, aspecto que está asociado a las tasas de mortalidad y morbilidad de la región. (Ver Anexo N° 3.25. Tabla 3.30.- Efectos de los elementos inorgánicos en la salud).

### **Valoración del impacto.**

A partir de la aplicación del método de evaluación de impacto el cual se explicó en el capítulo 2, con la participación de los expertos, se realizo la matriz de identificación, descripción y evaluación de los mismos por las distintas componentes ambientales definidas anteriormente. Los resultados de la aplicación del método se muestran en la tabla resumen siguiente:

**Tabla 3.31.- Resumen de los impactos por componentes**

| <b>Componentes</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>TOTAL</b> |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|--------------|
|--------------------|----------|----------|----------|----------|--------------|



|                   |    |    |   |    |     |
|-------------------|----|----|---|----|-----|
| I Agua            | 12 | 12 | 5 | 12 | 161 |
| II Aire           | 5  | 6  | 5 | 6  | 41  |
| III Suelo         | 6  | 9  | 3 | 6  | 63  |
| IV Socioeconómico | 9  | 9  | 6 | 6  | 93  |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observa que el componente de mayor impacto es el agua, lo cual se define con una magnitud de 161 de valor. Ello coincide con los trabajos de estudios ambientales que han antecedido a este estudio y la apreciación de lo comunitario a partir de la aplicación del método de retrato de la comunidad.

Lo anterior demuestra que el impacto de la producción minera se encuentra en el componente agua, de ahí que la estrategia de gestión ambiental debe estar dirigida a la mitigación de los impactos, fundamentalmente en aquellas empresas o cooperativas mineras que generan mayor contaminación.

Al no contarse con el muestreo de la carga contaminante que genera cada una de estas empresas y cooperativas mineras, se establece un criterio a partir de los volúmenes de producción que ellas realizan. Esta es una relación inversa entre el nivel de producción y el nivel de contaminación, debido a que las empresas mineras de mayor producción, utilizan diques de cola para el tratamiento de los desechos que generan, tal el cuadro siguiente en el que se presenta la relación de las empresas de mayor producción minera del Municipio de Poopó y el porcentaje de contaminación:

**Tabla 3.32.- Relación de las empresas productoras mineras en Poopó.**

| RELACIÓN DE LAS EMPRESAS PRODUCTORAS MINERAS POOPÓ |                          |                             |                |
|--|--------------------------|-----------------------------|----------------|
| Empresa  | Nivel de Producción en % | Nivel de Contaminación en % | Dique de colas |
| Cooperativa Sinchi Huayra                          | 20                       | 2                           | SI             |
| Cooperativa Huanuni                                | 18                       | 3                           | SI             |
| Empresa Tiwanacu                                   | 15                       | 5                           | SI             |
| Cooperativa Poopó                                  | 13                       | 8                           | SI             |
| Empresa Ferrari 1                                  | 11                       | 11                          | NO             |
| Empresa San Francisco                              | 9                        | 13                          | NO             |
| Empresa Cominur                                    | 7                        | 17                          | NO             |
| Cooperativa Carmen                                 | 5                        | 19                          | NO             |
| Empresa Olguita                                    | 2                        | 22                          | NO             |
| <b>TOTAL</b>                                       | <b>100</b>               | <b>100</b>                  |                |

Fuente: Elaboración propia a partir del PDM 2012-2017 y entrevista con la Concejala Mamani del Municipio Poopó.

Para determinar el nivel de contaminación del agua, en cada caso, se procedió a la aplicación del método “demanda biológica de oxígeno (DBO)”, que no es más que la cantidad de oxígeno que necesita esa agua para descomponer todos los materiales biodegradables presentes en ella. En el laboratorio se toma una muestra de agua y se la deja 5 días a 20 °C de temperatura, a la que se le mide el oxígeno disuelto antes y después para ver cuánto consumió. Se obtiene así un valor que revela la contaminación por material orgánico del agua (Owen, 2010).

A partir de los volúmenes de producción referidos, se determina que la empresa mas contaminadora es la “Empresa Olguita”, debido a que, no obstante su producción alcanza solamente al 4% del total anual de la pasada gestión, su poca productividad implica a su vez un nivel de ingreso bastante restringido lo cual representa un menor destino de fondos a la mitigación del medio ambiente, no cuenta con dique de colas y la extracción del mineral es bastante rudimentaria, lo que implica un descuido en la emisión de desechos minerales.

Se puede concluir que existe una situación crítica en lo que respecta al recurso agua, producto de la actividad minera en la región, lo cual requiere de una gestión integrada y participativa de todos los actores presentes en el área objeto de estudio, para lo que se realiza una propuesta de estrategia ambiental que facilite la gestión municipal de mitigación del proceso de producción minera sobre el recurso agua.

### **3.3. Propuesta de estrategia para gestionar sosteniblemente la actividad minera.**

Haciendo referencia al Plan de Desarrollo Municipal 2012-2017, del municipio de Poopó, en su análisis estratégico FODA, en las debilidades, no se hace mención a la temática ambiental, planteando una estrategia altamente productiva y de logro de capitales y no así de cuidado y mitigación ambiental, sobre todo referido a la contaminación minera, no obstante esto es mencionado en la visión del Municipio, haciendo referencia de manera textual, como sigue: “Promover el desarrollo humano sostenible, sustentado en la transformación social, económico - productivo, competitivo y ecológicamente sustentable a través de la articulación vial, capacitación de recursos humanos, promoción del empleo productivo mejorando la calidad de vida de los habitantes (producción, salud, vivienda, educación, cultura, turismo y deportes) y el ejercicio de la corresponsabilidad ciudadana en el ejercicio de la gestión pública municipal de Poopó”, generando una contradicción que a partir del proyecto de investigación presente, se realizaran aportes que vayan en ese sentido, tomando metodológicamente dos instancias de refrendación tales como el método de retrato para obtener

información procedente de la comunidad y por otro lado el método de expertos para obtener información de profesionales entendidos en la temática, los cuales nos dan las pautas para proponer la estrategia ambiental del municipio para dar solución al impacto de la producción minera sobre el recurso agua.

Otro elemento importante, es el de incluir en el PDM, el análisis de la minería, como factor de contaminación principal y elaborar propuestas concretas para su mitigación.

Se propone una estrategia para dar solución al conflicto antes mencionado cuyos lineamientos, objetivos y plan de acción, integren la gestión del municipio con la gestión de las empresas productoras y la comunidad. La misma responde a la estrategia ambiental nacional.

Con el objetivo de definir la estrategia ambiental para el Municipio de Poopó, se elabora una matriz FODA para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la región desde el punto de vista ambiental. La misma se realizó con los expertos seleccionados a través de una tormenta de ideas.

**Tabla 3.33.- Análisis FODA**

| <b>FORTALEZAS</b>   | <b>DEBILIDADES</b>  |
|---|---|
| 1.- Gran riqueza de aguas subterráneas.<br>2.- Voluntad de dar solución a los problemas ambientales por parte de las autoridades locales.<br>3.-Práctica de la agricultura ecológica ancestral en zonas de mayor afectación por la producción minera. | 1. Contaminación de las aguas de consumo humano por residuos minerales.<br>2. Baja consideración de la variable ambiental en la planificación del desarrollo municipal.<br>3. Escasa participación de las empresas privadas, cooperativas, estatales, de la gestión ambiental del Municipio.<br>4. Incremento de los niveles de erosión del suelo con pérdida notable de capacidad productiva de la tierra. |
| <b>OPORTUNIDADES</b>  | <b>AMENAZAS</b>   |
| 1.- Apoyo de la cooperación internacional.<br>2.- Existencia de políticas ambientales como vía para el desarrollo económico local.<br>3.- Apoyo normativo de la administración central a la conservación del medio ambiente.                          | 1.- Cambio climático.<br>2.-La no existencia de la fiscalización del cumplimiento de la normativa ambiental nacional.<br>3.- No contar con financiamiento externo para mitigar la contaminación minera.   |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.34.- Análisis de la matriz FODA**

| <b>Internas/externas</b> | <b>O1</b> | <b>O2</b> | <b>O3</b> | <b>A1</b> | <b>A2</b> | <b>A3</b> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>F1</b>                | 1         | 4         | 1         | 4         | 1         | 1         |
| <b>F2</b>                | 5         | 5         | 5         | 1         | 5         | 3         |
| <b>F3</b>                | 4         | 5         | 1=31      | 4         | 1         | 1=21      |

|    |   |   |      |   |   |      |
|----|---|---|------|---|---|------|
| D1 | 5 | 5 | 5    | 3 | 5 | 5    |
| D2 | 1 | 5 | 5    | 1 | 5 | 1    |
| D3 | 1 | 5 | 5    | 1 | 5 | 3    |
| D4 | 4 | 4 | 3=48 | 5 | 3 | 3=40 |

El resultado de la matriz nos muestra que el mayor peso se encuentra en el tercer cuadrante lo que significa que se debe adoptar una estrategia adaptativa.

#### **Definición de estrategia ambiental.**

Se realiza la propuesta de estrategia de gestión ambiental para contribuir a la mitigación del impacto de la actividad sobre el recurso agua en el Municipio de Poopó a partir de los resultados de la problemática ambiental estudiada y tomando la visión de los pobladores para el período (2013 -2015), en correspondencia con el PDM, del mismo período de tal forma que se integre en la toma decisiones en la gestión del gobierno local.

#### **Objetivo general:**

Definir las acciones necesarias en la solución de los problemas ambientales, logrando la participación activa de los distintos actores sociales, para contribuir al desarrollo sostenible en el Municipio.

#### **Objetivos específicos:**

- Promover la participación de los órganos de decisión que influyen directamente en la problemática medioambiental.
- Implementar un observatorio de control de cumplimiento de las acciones encaminadas a solucionar los problemas ambientales.
- Orientar a los órganos de decisión acerca de los problemas medioambientales del municipio y las acciones adecuadas para su mitigación, en la toma de decisiones.
- Apoyar el relacionamiento de las instituciones inmersas en la temática, para lograr acciones conjuntas en la concientización de los problemas ambientales, con la población.

Para elaborar la estrategia se realizó la revisión de diferentes documentos normativos referidos a la conservación del medio ambiente, entre los cuales se encuentran los siguientes:

1. Nueva Constitución Política del Estado 2009.
2. Ley N° 1333 del medio ambiente y Reglamentos. 1992.
3. Ley N° 1777. Código de minería. 1997.
4. Plan Nacional de Desarrollo. Ministerio de Planificación. 2006.

5. Decreto Supremo 0335. 2009.
6. Normas ISO 14001.

En ellos se definen los principios para el cumplimiento de la política ambiental del país.

**Políticas de gestión ambiental nacional.** (Nueva Constitución Política del Estado, 2010).

1. La planificación y gestión participativas, con control social.
2. La aplicación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental y el control de calidad ambiental, sin excepción y de manera transversal a toda actividad de producción de bienes y servicios que use, transforme o afecte a los recursos naturales y al medio ambiente.
3. La responsabilidad por ejecución de toda actividad que produzca daños medioambientales y su sanción civil, penal y administrativa por incumplimiento de las normas de protección del medio ambiente.

**Definición de los principios para el cumplimiento de las políticas de gestión ambiental nacional.**

- 1.- Definición de acciones gubernamentales que garanticen la preservación, conservación, mejoramiento y restauración de la calidad ambiental urbana y rural.
- 2.- Promoción del desarrollo sostenible con equidad y justicia social tomando en cuenta la diversidad cultural del país.
- 3.- Promoción de la conservación de la diversidad biológica garantizando el mantenimiento y la permanencia de los diversos ecosistemas del país.
- 4.- Optimización y racionalización el uso e aguas, aire suelos y otros recursos naturales renovables garantizando su disponibilidad a largo plazo.
- 5.- Incorporación de la dimensión ambiental en los procesos del desarrollo nacional.
- 6.- Incorporación de la educación ambiental para beneficio de la población en su conjunto.
- 7.- Promoción y fomento de la investigación científica y tecnológica relacionada con el medio ambiente y los recursos naturales.
- 8.- Establecimiento del ordenamiento territorial, a través de la zonificación ecológica, económica, social y cultural. El ordenamiento territorial no implica una alteración de la división política nacional establecida.
- 9.- Creación y fortalecimiento de los medios, instrumentos y metodologías necesarias para el desarrollo de planes y estrategias ambientales del país priorizando la elaboración y mantenimiento de cuentas patrimoniales con la finalidad de medir las variaciones del patrimonio natural nacional.

10.- Compatibilización de las políticas nacionales con las tendencias de la política internacional en los temas relacionados con el medio ambiente precautelando la soberanía y los intereses nacionales.

#### **Definición de líneas estratégicas**

1. Mitigación, tratamiento y control ambiental de la contaminación minera de la cuenca de Poopó.

##### **Objetivo general:**

Establecer acciones de mitigación, tratamiento y control de la contaminación ambiental en el Municipio de Poopó, mediante procedimientos y técnicas acordes a la situación ambiental dada.

##### **Objetivos específicos:**

- Realizar la identificación, caracterización y tratamiento de los focos contaminantes en el Municipio de Poopó.
- Establecer procesos de tratamiento de las aguas en la región.
- Garantizar el control de las descargas de colas de las distintas empresas productoras de desechos minerales mediante la construcción de los diques.
- Realizar el control, monitoreo y manejo integrado de las aguas en los diferentes usos.

##### **Metas:**

- Monitorear de manera sistemática las aguas del Municipio, en sus diferentes usos.
- El cien por ciento de las empresas mineras contarán con dique de colas para el tratamiento de la carga contaminante hasta el año 2015.

##### **Acciones:**

- Realizar muestreo de los ríos, el lago y el agua potable, dos veces al año.
- Establecer un impuesto a las empresas mineras en relación a la carga contaminante vertida.
- La creación de un fondo ambiental local, a partir de la aplicación de instrumentos económicos de política ambiental.
- Construcción de los diques de cola para las empresas que carecen de este sistema.
- Realizar auditoría ambiental a las empresas establecidas en la región.

##### **Responsables:**

- Ministerio de Medioambiente y aguas.
- Gobernación del Departamento de Oruro.
- Alcaldía Municipal de Poopó.

- Empresas mineras.
- Comunidad.

## 2. Conservación de los recursos naturales de la cuenca de Poopó.

### **Objetivo general:**

Garantizar a mediano y largo plazo, la recuperación y conservación de la biodiversidad de la región.

### **Objetivos específicos:**

- Diseñar planes de ordenamiento y manejo en la cuenca de Poopó, para la conservación del uso y manejo sostenible de los recursos y bienes ambientales.
- Realizar la caracterización de los suelos, determinando su uso potencial a partir de prácticas ancestrales de la Cosmovisión Andina.
- Elevar la conciencia ambiental de la comunidad.

### **Metas:**

- Estudio completo del ordenamiento territorial de la región hasta el año 2014.
- Recuperar el 25% de las áreas afectadas del suelo, por la contaminación minera hasta el año 2018.
- 50% de sistemas de manejo y producción agrícola y ganadera con asistencia técnica para incrementar los rendimientos hasta el año 2015.
- 80% de los beneficiarios capacitados sobre el uso adecuado de los suelos.

### **Acciones:**

- Contratar un grupo técnico multidisciplinario entendido en planificación territorial para realizar el estudio completo de ordenamiento territorial de la región.
- Realizar proyectos de investigación con asesoría extranjera para la asistencia técnica en conservación y manejo de suelos.
- Realizar cursos y talleres comunitarios de capacitación en saberes ancestrales.

### **Responsables:**

- Ministerio de Planificación del Desarrollo.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.
- Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos.
- Gobernación del Departamento de Oruro.
- Gobierno Municipal de Poopó.

- Comunidades afectadas.

### 3. Saneamiento básico para la mejora de la calidad de vida de la población de Poopó.

#### **Objetivo general:**

Lograr una oferta adecuada de servicios de agua potable y saneamiento básico con amplia cobertura, calidad y criterios de sostenibilidad, buscando asegurar el acceso de las poblaciones de la cuenca Poopó.

#### **Objetivos específicos:**

- Dotar de infraestructura para la dotación de agua potable que permita el acceso de la población que se encuentre ubicada en el área de influencia de la Cuenca Poopó.
- Implementar sistemas no convencionales de disposición de excretas (letrinas ecológicas secas), garantizando el mínimo impacto ambiental al factor suelo y agua subterránea.
- Diseñar, ejecutar y operar un plan para la gestión de residuos sólidos con alternativa técnica y económica, viables para las poblaciones rurales y urbanas del Municipio.

#### **Metas:**

- El 50% de la población de las comunidades intervenidas contarán con dotación de agua potable para el año 2015.
- El 50% de la población de las comunidades intervenidas contarán con Unidades Familiares con dispositivos de disposición de excretas implementadas y en actual operación en el año 2013.
- La población de las comunidades intervenidas contarán con programas para la gestión de residuos sólidos en el año 2015.

#### **Acciones:**

- Proyecto de abastecimiento de agua para la población del Municipio.
- Capacitación a través de cursos y talleres comunitarios de educación ambiental, referidos a saneamiento básico.
- Creación de un sistema de tratamiento de residuos sólidos para la población.

#### **Responsables:**

- Gobierno Municipal de Poopó.
- Vice ministerio de agua potable y saneamiento básico.



4. Educación ambiental y capacitación para la mejora de las actividades que se desarrollan en Poopó.

**Objetivo general:**

Informar y educar a los actores locales, sobre la importancia de las consideraciones ambientales en el rendimiento de las actividades mineras.

**Objetivos específicos:**

- Sensibilizar a la población y cooperativistas sobre la importancia de la problemática ambiental nacional y local.
- Capacitación a los actores de la actividad minera formal e informal establecida en la zona, en temas de buenas prácticas mineras.
- Proponer la inserción de la temática ambiental en los programas educativos establecidos en los centros de educación.
- Capacitar profesores y alumnos de los centros educativos en la temática ambiental.
- Fortalecimiento de las capacidades locales a través de la capacitación de Gobiernos Municipales y Organizaciones Sociales.

**Metas:**

- 50% de la población y 80% de los cooperativistas serán sensibilizados en lo referido a la problemática ambiental nacional y local a través de capacitaciones planificadas y en coordinación con los actores directos.
- 80% de actores mineros serán capacitados en buenas prácticas mineras a través de talleres referidos a implementación de tecnologías limpias.
- Inserción de la temática ambiental en los programas educativos del 40% de establecimientos educativos de la zona a través de reuniones de coordinación con directores distritales.
- 70% de profesores y 90% de estudiantes se capacitarán en la temática ambiental en temas referidos a experimentos científicos prácticos para determinar el impacto sobre el recurso agua.
- 90% de técnicos de los Gobiernos Municipales y 50% de representantes de Organizaciones Sociales se fortalecerán en temas relativos a la temática ambiental y actividades mineras.

**Acciones:**

- Divulgar a través de los medios de comunicación local, los aspectos relacionados con la educación ambiental.
- La realización de reuniones comunitarias para analizar, debatir, criticar, concientizar, etc., aspectos relacionados con la problemática ambiental del Municipio.
- La socialización de temas referidos a los hábitos y costumbres para mejorar la salud ambiental a través de la relación médico-familia.
- Cursos y talleres de capacitación en temas relacionados al manejo del agua.
- Cursos de capacitación dirigidos a funcionarios públicos y organizaciones sociales referidos a la temática ambiental y las actividades mineras.

**Responsables:**

- Cooperativistas mineros.
- Gobiernos Municipales.
- Ministerio de Minería y Metalurgia.
- Ministerio de Educación.
- Vice ministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos.
- Comunidades afectadas.

**5. Atención en salud ambiental para la población de Poopó.**

**Objetivo general:**

Implementar acciones orientadas a la atención de salud pública a las comunidades con mayor vulnerabilidad de enfermedades provocadas por los impactos ambientales provenientes de la actividad minera.

**Objetivos específicos:**

- Implementar servicios de salud ambiental en tres zonas de las Comunidades identificadas en la sub cuenca Poopó, mediante experiencias piloto-modelo.
- Proporcionar asistencia técnica, capacitación y fortalecimiento institucional a los actores públicos y de la sociedad civil responsables de experiencias piloto con incidencia nacional.
- Desarrollar las capacidades para el monitoreo de riesgos de salud ambiental con participación comunitaria.

**Metas:**

- 3 comunidades contarán con servicios de salud ambiental a nivel piloto-modelo en el 2015.

- 100% de las comunidades escogidas serán capacitadas en las experiencias piloto.
- El 100% del Programa de Monitoreo de riesgos de salud ambiental se desarrollará con la participación de las comunidades.

**Acciones:**

- Formación de especialistas en salud ambiental para integrarse a los servicios de salud comunitario.

**Responsables:**

- Ministerio de Salud.
- Gobernación de Oruro.
- Gobierno Municipal.

**6. Gestión participativa para el desarrollo sostenible del Municipio.**

**Objetivo general:**

Determinar la situación de riesgo y emergencia de la población afectada por la contaminación de la cuenca Poopó.

**Objetivos específicos:**

- Cuantificar e identificar las comunidades afectadas y el número de familias por los efectos de la contaminación de la cuenca Poopó.
- Determinar la situación de riesgo de la población afectada por los efectos de la contaminación de la cuenca Poopó.

**Metas:**

- Se conocerá el total de la población, diferenciando el número de familias que se encuentran en situación de riesgo debido a los efectos de la contaminación de la cuenca Poopó.
- Un estudio que determinará la solución inmediata para asegurar que la población satisfaga sus necesidades básicas en el corto plazo.

**Acciones:**

- Realizar un pesquizaje de las familias, para conocer el grado de afectación debido a la contaminación del agua.

**Responsables:**

- Vice ministerio de Defensa Civil.
- Gobernación de Oruro.

- Gobierno Municipal.

### Valoración económica de la estrategia.

A continuación se presenta la demanda estimada de recursos de las acciones propuestas para el cumplimiento de la estrategia la cual se presenta a continuación:

**Tabla 3.35.- Demanda estimada de recursos. (2013 -2015)**

| DEMANDA ESTIMADA DE RECURSOS (en dólares americanos) |   |                |
|--|---|----------------|
|  | Acciones  | Costos         |
| 1  | Estudio de instrumentos de política ambiental                 | 500.000,00     |
|  | Construcción de diques de cola                                | 1.200.000,00   |
|  | Realización de auditoría ambiental                            | 200.000,00     |
| 2  | Contratar estudios de ordenamiento territorial                | 100.000,00     |
|  | Costos de proyectos de asesoría extranjera                    | 300.000,00     |
|  | Cursos y talleres sobre saberes ancestrales                   | 500,00         |
|  |   |                |
| 3  | Proyecto de abastecimiento de agua potable                    | 200.000,00     |
|  | Cursos y talleres para saneamiento ambiental                  | 700,00         |
|  | Construcción de sistema de tratamiento de residuos domésticos | 500.000,00     |
| 4  | Costos de divulgación y comunicación                          | 5.000,00       |
|  | Gastos para reuniones comunitarias                            | 1.500,00       |
|  | Cursos y talleres para funcionarios públicos                  | 1.000,00       |
|  |   |                |
| 5  | Formación de especialistas en salud ambiental (10)            | 30.000,00      |
|  | <b>TOTAL</b>  | 2.538.700,00.- |

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de las acciones, fueron determinadas en función a precios de mercado de bienes y servicios manejados en Bolivia, entre los años 2010 al 2013.

Estas acciones no solo representarían un costo sino que en mediano plazo representarían beneficios tales como:

1. Una mejora en la calidad de las aguas de riego y del lago.

Se calculó a través de la aplicación del método de valoración contingente.

2. Una recuperación de los suelos.  
Se calculó a través del incremento de la producción agrícola en el área de estudio.
3. Un ahorro en los gastos de salud.  
El cálculo se estimó en base a la reducción de pacientes relacionados con enfermedades respiratorias y estomacales.
4. Un incremento en los rendimientos agrícolas.  
Se dedujo el incremento de la producción agrícola en aquellos productos más tradicionales de la región.
5. Un incremento en la educación ambiental.  
A través de los talleres elaborados, se dedujo una mayor cantidad progresiva de asistentes entre autoridades, comunarios, profesionales relacionados a la temática, etc.
6. Una mejora en la calidad del agua para la población y otros usos.  
Se dedujo a partir de la disminución de las enfermedades relacionadas con infecciones estomacales provenientes del agua, sobre todo en niños menores a 6 años.
7. Incremento en la captura de peces.  
Se calculó a partir del incremento en la producción pesquera.

Análisis costo-beneficio.

Continuando el trabajo apoyado por el grupo de expertos, se llevó a cabo una lluvia de ideas para reunir datos provenientes de factores relacionados con cada uno de los beneficios que representarían en el corto y mediano plazo. A continuación se muestra la tabla 3.36, que representa la relación costo beneficio mencionada para determinar el retorno de este análisis:

**Tabla 3.36. Relación costo-beneficio. (2013 -2015)**

| <b>RELACIÓN COSTO-BENEFICIO</b>                |              |  |              |
|--|--------------|--|--------------|
| <b>COSTOS</b>                                  | <b>\$us</b>  | <b>BENEFICIOS</b>  | <b>\$us</b>  |
|  |              |  |              |
| Estudio de instrumentos de política ambiental  | 500.000,00   | Una mejora en la calidad de las aguas de riego y del Lago Poopó. | 1.200.000,00 |
| Construcción de diques de cola                 | 1.200.000,00 | Una recuperación de los suelos.                                  | 700.000,00   |
| Realización de auditoría ambiental             | 200.000,00   | Un ahorro en los gastos de salud.                                | 100.000,00   |
| Contratar estudios de ordenamiento territorial | 100.000,00   | Un incremento en los rendimientos agrícolas.                     | 800.000,00   |
| Costos de proyectos de asesoría extranjera     | 300.000,00   | Un incremento en la educación ambiental.                         | 50.000,00    |
| Cursos y talleres sobre saberes ancestrales    | 500,00       | Una mejora en la calidad del agua para la población y otros usos | 75.000,00    |
| Proyecto de abastecimiento de agua potable     | 200.000,00   | Incremento en la captura de peces.                               | 40.000,00    |

|   |                     |              |                     |
|---|---------------------|--------------|---------------------|
| Cursos y talleres para saneamiento ambiental                  | 700,00              |              |                     |
| Construcción de sistema de tratamiento de residuos domésticos | 500.000,00          |              |                     |
| Costos de divulgación y comunicación                          | 5.000,00            |              |                     |
| Gastos para reuniones comunitarias                            | 1.500,00            |              |                     |
| Cursos y talleres para funcionarios públicos                  | 1.000,00            |              |                     |
| Formación de especialistas en salud ambiental (10)            | 30.000,00           |              |                     |
|   |                     |              |                     |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2.538.700,00</b> | <b>TOTAL</b> | <b>2.965.000,00</b> |

**Elaboración propia.**

Luego de calcular la relación beneficio/costo, se determina la razón C/B positiva de 1.17, lo cual justifica los resultados obtenidos, que a su vez proporciona una medida de rentabilidad al proyecto, mediante la comparación de ambos.

Para aclarar algunos aspectos correspondientes con la relación presentada, debemos mencionar que los costos de las acciones, fueron determinadas en función a precios de mercado de bienes y servicios manejados en Bolivia, entre los años 2010 al 2013.

En el caso de los beneficios, se establecen de la siguiente manera:

- Una mejora en la calidad de las aguas de riego y del lago. Se calculó a través de la aplicación del método de valoración contingente.
- Una recuperación de los suelos. Se calculó a través del incremento de la producción agrícola en el área de estudio, (PDM Poopó, 2012-2017).
- Un ahorro en los gastos de salud. El cálculo se estimó en base a la reducción de pacientes relacionados con enfermedades respiratorias y estomacales (PDM Poopó, 2012-2017).
- Un incremento en los rendimientos agrícolas. Se dedujo el incremento de la producción agrícola en aquellos productos más tradicionales de la región (PDM Poopó, 2012-2017).
- Un incremento en la educación ambiental. A través de los talleres elaborados, se dedujo una mayor cantidad progresiva de asistentes entre autoridades, comunarios, profesionales relacionados a la temática, etc.
- Una mejora en la calidad del agua para la población y otros usos. Se dedujo a partir de la disminución de las enfermedades relacionadas con infecciones estomacales provenientes del agua, sobre todo en niños menores a 6 años, (PDM Poopó, 2012-2017).

- Incremento en la captura de peces. Se calculó a partir del incremento en la producción pesquera, (PDM Poopó, 2012-2017).

### **3.4.- Propuesta para la implementación de la estrategia para gestionar sosteniblemente la actividad minera.**

Se definen los actores y sistema de control a partir del procedimiento propuesto, lo que permitirá la implementación de la estrategia y controlar el cumplimiento de las acciones por el grupo gestor, gobierno local y la comunidad en su conjunto. La implementación está enfocada a el logro de la participación de la comunidad en la toma de decisiones, de forma tal que la gestión además de ser participativa lleve implícito la cosmovisión indígena de la región.

#### **Constitución del grupo gestor.**

Se realiza la propuesta del grupo gestor para la implementación de la estrategia, la cual debe estar integrada por directivos, especialistas, representantes de las comunidades, etc.

#### **Composición del grupo gestor:**

El grupo gestor estará conformado por las siguientes personas:

1. El alcalde municipal.
2. El subprefecto.
3. Un representante de la empresa privada de mayor producción minera del municipio.
4. Un representante minero de las empresas cooperativistas.
5. Un representante minero del sector asalariado.
6. Un representante de la comunidad civil.
7. Un representante del sector salud.
8. Un representante de los movimientos sociales.
9. Un especialista para realizar auditoría ambiental.

#### **Objetivos del grupo gestor:**

1. Hacer seguimiento a las políticas y estrategias de gestión ambiental del municipio.
2. Analizar los informes de monitoreo de calidad de aguas, aire y suelos y los niveles de contaminación en la zona.
3. Velar por el cumplimiento de la estrategia ambiental planteada para el municipio.
4. Facilitar la capacitación y educación ambiental en el municipio.
5. Realizar talleres de análisis de la problemática ambiental con la comunidad en su conjunto.

Una vez constituido el grupo gestor, debe establecerse la organización para su funcionamiento para velar por el cumplimiento de las acciones de la estrategia planteada.

### **Sistema de organización para su funcionamiento.**

El grupo se organiza estableciendo la manera de llevar esta labor y la división de las tareas a cumplir, ello debe conducir a:

- Fortalecimiento del liderazgo de los gobiernos locales, su capacidad integradora y de control, así como de las capacidades de gestión de todas las instituciones locales.
- Definir la información y periodicidad que deben entregar las instituciones y entidades relacionadas con la gestión ambiental.
- Participación efectiva de la comunidad, de las organizaciones sociales y de los ciudadanos en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales del municipio.

El grupo una vez constituido debe funcionar de la siguiente forma:

- Asesorar al gobierno municipal en la toma de decisiones.
- Realizar reuniones periódicas (dos veces al año), para definir las actividades concretas en función a los problemas ambientales que se presenten, en las que se garantice la participación de los representantes de la comunidad.
- Velar por el cumplimiento de las acciones de la estrategia.
- Perfeccionar la estrategia.
- Solicitar estudios para determinar soluciones a la problemática ambiental en la región.

### **Definición de indicadores para medir la gestión ambiental.**

Se proponen un conjunto de indicadores para medir la gestión ambiental, los cuales responden a las legislaciones vigentes y las normativas vigentes en Bolivia.

#### **Indicadores de Gestión Ambiental. (Ver Anexo No.3.26)**

- Indicadores demográficos.
- Indicadores económicos.
- Indicadores sociales.
- Indicadores de la fisiográfica o condiciones naturales.
- Indicadores de infraestructura y servicios.
- Indicadores de calidad ambiental.
- Indicadores de provisión de servicios.



- Indicadores de impacto sobre la salud.

### **Definición del control y monitoreo.**

Se deben establecer los instrumentos regulatorios o de control, tales como las licencias o estándares, entre otros, son determinantes en el control de la calidad ambiental de las aguas y otros componentes ambientales. Los instrumentos de control se encuentran especificados en la Ley N° 1333 de Medio Ambiente y sus Reglamentos y en la Ley N° 1777 que es el Código de Minería además de las normas municipales ambientales.

A partir de acá, se lograría el cumplimiento de los objetivos de la estrategia, en la cual el grupo gestor y el gobierno municipal tendrían bajo su responsabilidad un proceso continuo para la actualización de la misma estrategia.

### **Conclusiones parciales**

Sintetizando los aspectos fundamentales tratados en este capítulo se puede concluir que:

- El diseño para la elaboración del procedimiento de gestión ambiental municipal deseada, demostró su factibilidad de aplicación, a partir de su capacidad en la elaboración del mismo, vinculado a la propia gestión ambiental municipal.
- El estado actual de la gestión ambiental de Poopó, no es totalmente favorable, lo cual se refleja a partir de la falta de políticas de desarrollo municipal identificado a partir de los resultados de su evaluación según expertos.
- Con la validación práctica en el Municipio de Poopó, del procedimiento diseñado, se puede constatar su posible y conveniente utilización en otros municipios de características similares, tanto nacional como internacionalmente, una vez que éste sea contextualizado.

## CONCLUSIONES.

- Se fundamenta el análisis del sector minero y algunas de sus interacciones así como los procesos más representativos, desde una perspectiva de la ecología sostenible. Esta visión amplia de los procesos reconoce que en la actividad minera están interrelacionados aspectos físicos, económicos y sociopolíticos, analizando el sistema de gestión ambiental actual y su vulnerabilidad, por lo que se concluye que el impacto de la contaminación de la actividad minera sobre el recurso agua debe realizarse a través de una gestión con un enfoque integrador y participativo considerando este último a partir de la cosmovisión andina.
- Se realiza el diseño de un procedimiento de gestión ambiental municipal para la mitigación del impacto de la actividad minera sobre el recurso agua, el mismo incluye esquema metodológico, etapas, pasos y métodos, utilizando un enfoque sistémico, integrando en el análisis los elementos gestión municipal, gestión empresarial y cooperativa, comunidad, bajo el enfoque de la cosmovisión andina.
- Se valida el procedimiento diseñado. a través del método de criterio de expertos, realizando su aplicación práctica al caso del Municipio de Poopó; demostrando su viabilidad para mejorar la gestión ambiental de esta región en cuanto a la mitigación del impacto de la minería en el recurso agua.
- La caracterización de la minería en el municipio permitió observar los siguientes aspectos vinculados a esta actividad:
  - Los niveles de inversión en desarrollo minero son bajos e inexistentes, afectando directamente la capacidad de adopción de tecnologías o procesos limpios de producción.
  - Las actividades mineras con inadecuada capacidad productiva y baja productividad tienden hacia una expansión.
  - El enorme legado de pasivos ambientales (daño pasado al medio ambiente) es responsabilidad de anteriores gobiernos, quienes carecían de capacidades técnicas y financieras para hacer frente a su remediación.
  - La normativa ambiental no es sujeto de cumplimiento en la minería y cooperativas, por su pobre difusión, la débil capacidad de respuesta de las empresas mineras y la

inexistente capacidad de fiscalización y seguimiento de parte de las Instituciones involucradas.

- La Gran Minería se rige por normas ambientales corporativas, incorporando procedimientos de gestión ambiental en las fases de explotación y abandono.
- Es importante fundamentar una gestión ambiental con actores y con una visión participativa a partir de un modelo propio para dar respuesta al conflicto entre la producción minera y el recurso agua.
- Los resultados de la investigación demuestran a través del uso de diferentes técnicas y métodos, la situación crítica en lo que respecta al recurso agua, producto de la actividad minera en la región, evidenciándose los principales impactos negativos, causas y consecuencias en el Municipio de Poopó, donde el recurso agua es uno de los más afectados:
  - Incremento de las enfermedades sobre la salud humana.
  - Disminución de los rendimientos agrícolas.
  - Incremento de la desertificación y erosión de suelos.
  - Disminución de la flora y fauna de la región.
  - Pérdida de biodiversidad.
- La elaboración de la estrategia de gestión ambiental y su propuesta de implementación para el municipio de Poopó, realizó una valoración de costos y beneficios asociados a la implantación.

## **RECOMENDACIONES.**

- Implementar por parte del gobierno Municipal de Poopó, el procedimiento propuesto para la gestión ambiental.
- Promover inversión en una minería moderna y competitiva, creando las condiciones que faciliten el proceso productivo limpio.
- Apoyar a la pequeña minería promoviendo la acumulación de capacidades ambiental, tecnológica y organizacional.
- Completar los instrumentos de protección de los recursos naturales y el medio ambiente.
- Difundir la normativa ambiental y generar capacidades técnicas (recursos humanos), en las Instituciones estatales y las empresas.
- Aplicar un sistema de información ambiental o de monitoreo que genere la información línea base en áreas mineras críticas a manera de identificar y solucionar mejor los impactos sobre la salud, el medio ambiente y los conflictos de uso de los recursos naturales asociados.
- Promover la seguridad y salud ocupacional en todos los ámbitos.
- Monitorear y fiscalizar el rendimiento ambiental minero.
- Recomendar a otros Municipios de características similares, la aplicación de este procedimiento.
- Los sistemas de gestión del agua deben basarse en un concepto de integralidad, a partir de una concepción territorial de cuenca, de usos compatibles y sustentabilidad del recurso.
- Toda política de inversión pública debe considerar prioritariamente la conservación del recurso, la gestión sustentable y el desarrollo local y regional sobre la base de los usos y costumbres indígenas y campesinos.
- Se deben crear espacios idóneos para la concertación sobre temas ambientales de la coyuntura actual del territorio municipal que ameriten atención, y que estén basados en el respeto por la pluralidad étnica y cultural.

## BIBLIOGRAFÍA.

- [Aguilera Klink](#), F. 2006. Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales Departamento de Economía Aplicada. Universidad de la Laguna. Tenerife (España), septiembre de 1998.
- Aguilera, F. 2006. Los mercados de agua en Tenerife. Bakeaz. Bilbao. 2002.
- Aguirre Bianchi, Renato. 2010. Cosmovisión Andina: El paradigma de los opuestos complementarios. Disponible en: <http://galeon.hispavista.com/literaturarica/cosmoandina.htm> (consultado el 8 de agosto de 2011).
- APEMIN. 2008. Plan Operativo Anual. Disponible en: <http://www.apemin.eu/> APEMIN memoria Plan Operativo Anual 2008. (Consultado el 9 de marzo de 2012)
- AQUASTAT. 2012. El riego en Asia Central en cifras: **AQUASTAT** - 2012. Serie de publicaciones: Informe sobre temas hídricos. Disponible en:
- Arce, A. Roberto 2003. Desarrollo económico e histórico de la minería en Bolivia. Plural editores La Paz.
- Arrojo, Pedro, 2006. El reto ético de la nueva cultura del agua: funciones, valores y derechos en juego. Paidós Ibérica. ESPAÑA.
- Astorga Sanjinés, Edwin. 2008. Contaminación orgánica e inorgánica en la cuenca de los ríos Venta y Media, Huanuni y Sora Sora. Instituto de Ingeniería Sanitaria. DIPGIS. ASDI/UMSA.
- Astorga Sanjinés, Edwin. 2008. Gestión de Agua y Saneamiento en el Municipio de Poopó-Oruro. Instituto de Ingeniería Sanitaria. DIPGIS. ASDI/UMSA.
- Ayres R. Y Kneese A. 1974 "Production, Consumption and Externalities", American Economic Review, 282-297. Versión en castellano, en Economía del Medio Ambiente, Gallego Gredilla J.A., Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- Ayres R.U. Y Kneese A.V. 1969 "Production, consumption and externalities". American Economic review 59, pp. 282-297.
- Banco Mundial, COSUDE, UDAPE, Cooperación Canadiense. 2008. El Diálogo Ambiental en Bolivia. Consolidando los logros del pasado y enfrentando los desafíos futuros en la gestión ambiental. La Paz, Santa Cruz, Cochabamba y Oruro.
- Bauer C. 1999. "Slippery property rights: multiple water uses and the neoliberal model in Chile, 1981-1995", pp.697-738, en El agua, un debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. Arrojo P. Y Martínez-Gil (Coordinadores). Zaragoza.

- Bedregal, G. 2005. La nacionalización de las minas - Una historia épica Comibol, 2da. ed., Fondo Editorial de los Diputados, La Paz.
- Bocangel Jerez., D. 2010. La gestión ambiental minera en Bolivia. Revista Virtual REDESMA. 2007. El cooperativismo minero ¿Paliativo, engaño o solución?, 4ta. ed., CEPROMIN, La Paz.
- Bocangel, D. 2010. Bolivia Estudio Regional/Nacional Sobre Pequeña Minería y Artesanal, Proyecto MMSD. La Paz/Londres: International Institute for Environment (IIED), Project Development, Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD), Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS).
- Bocangel, D., Morales H. y Bustillo H. 2010. Modelo guía para la elaboración de planes de acción ambiental municipal (PAAM), Fundación MEDMIN, La Paz.
- Bouman M. 2000. Ciclo de vida de los productos. Madrid-España.
- Broederlijk Denle.2005. La etapa histórica que vivimos. Los territorios indígenas y originarios y la recuperación de la soberanía popular en los campos y las ciudades. Documento memoria semana internacional Tierra y Territorio CENDA, septiembre del 2005 - Cochabamba – Bolivia.
- Brundtland, Gro Harlem. 1987. Primera Ministro de Noruega. Naciones Unidas, Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo. Informe “Nuestro Futuro Común”.
- Cárdenas Agudelo, María Fernanda. 2011. La gestión de ecosistemas estratégicos proveedores de agua. Disponible en: <http://www.revistapolis.cl/2/naredo.pdf>. (Consultado el 22 de febrero de 2012).
- Carrizosa Julio. 2011. “¿Qué es Ambientalismo? La Visión Ambiental Compleja CERECPCNUMA-IDEA. Ensayo.
- CEGESTI. 2004. Análisis del ciclo de vida. Disponible en: <http://www.cegesti.org>. (Consultado el 15 de Julio 2007).
- CEPROMIN. 2009. El cooperativismo minero ¿Paliativo, engaño o solución?, 4ta. ed., CEPROMIN, La Paz.
- Conesa, V. 2009. Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. 4ta edición. Ediciones Mundi –Prensa. Madrid.
- Cook Earl. 1976. “Limites de la explotación de los recursos no renovables” Tomado de Science, vol 191, pp. 677-82, febrero/76 y reproducido en Economía, Ecología y Ética” Herman E. Daly (1989) (Compilador), Fondo de Cultura Económica, México.

- Cortés García Ángel. 2007. Minería y desarrollo sostenible. Instituto Geológico y Minero de España. Barcelona España.
- Crespo, Carlos y Orellana, René. 2008. Conflictos ambientales (dos casos: agua y territorio). CERES Cochabamba. Reedición.
- Damme, Paul Van. 2002. Inventariación realizada por ENDE, 1993. Citada en Disponibilidad, Uso y Calidad de los Recursos Hídricos en Bolivia. CONIAG y CGIAB. pag. 33.
- DIPGIS. 2011. Departamento de Investigación, Posgrado e Interacción Social. Análisis de la situación de contaminación del agua potable. Caso Municipio de Poopó-Oruro.
- Dourojeanni A., Jouravlev, A. & Chávez G. 2007. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Series ECLAC. Recursos Naturales e Infraestructura. N°47. CEPAL-ONU. 88 pp.
- DRINKINGWATER. 2008. El agua en el mundo. Disponible en: [http://drinkingwater.netfirms.com/el\\_agua\\_en\\_el\\_mundo.htm](http://drinkingwater.netfirms.com/el_agua_en_el_mundo.htm). (Consultado el 4 de noviembre de 2012).
- Duarte De Sandoval, Martha. 2000. Modelo de análisis económico ecológico para el sector minero. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de derecho. Facultad de Ciencias Económicas. Instituto de Estudios Ambientales IDEAM. Universidad Nacional. Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales IDEAM. Maestría en medio ambiente y desarrollo. Bogotá.
- Enríquez, P. 2008. Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible, en la revista de Ecología Política de Bolivia. Ediciones Plural, La Paz - Bolivia.
- Escobari, J. 2003. Problemática Ambiental en Bolivia. La Paz: Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE).
- Esperanza, Joel. 2009. El Desarrollo Sustentable: ¿Propuesta alternativa o retórica neoliberal? en América Latina y la Economía Mundial: los retos del desarrollo económico en el próximo siglo. Perú.
- Estevan A. 2003. "La gestión del agua en el Mediterráneo español. La necesidad de una solución europea para un problema europeo". Flyvbjerg B., Bruzelius N., Rothengatter W., Megaprojects and Risk. An anatomy of ambition. Cambridge University Press. Cambridge.
- EUROSTAT. 2001. Ecological impacts of mining. Disponible en: <http://europa.eu.int/comm/eurostat/>. (Consultado el 31 de enero de 2012).
- FAN Bolivia. 2010. Gestión Ambiental Municipal. Editorial FAN, Santa Cruz Bolivia.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. Boletín Informativo. Disponible en: [www.aquastat@fao.org](http://www.aquastat@fao.org). (Consultado el 13 de marzo de 2013).

- Foro Boliviano sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (FOBOMADE). 2008. Documento de Análisis y Posición en Relación a la Necesidad de Modificar el Código Minero. La Paz. FOBOMADE.
- Fundación MEDMIN. 2007-2008. Programa de Educación y Promoción Medio Ambiental Escolar-PEPME. La Paz, Oruro, Potosí.
- Fundación MEDMIN. 2008. Programa de Gestión Ambiental para Cooperativas Mineras– GAPCOMIN. La Paz, Oruro, Potosí.
- García Cortés A. 2007. Minería y Desarrollo Sostenible. Instituto Geológico y Minero de España. Barcelona España.
- Gutiérrez Agramont. R. 2010. Las huellas de la investigación sobre contaminación minera en Oruro y Potosí. Bolivia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. 2010. Metodología de la investigación. 5<sup>ta</sup> ed. México; Madrid: Editorial McGraw-Hill Interamericana.  
<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/catalogues/indexesp2.stm>. (Consultado el 23 de abril de 2012)
- ILDIS. 2007-2008. El colapso de la minería tradicional y el surgimiento de la nueva minería en Bolivia, en Perspectivas de la Nueva Minería, ILDIS La Paz – Bolivia. Derechos de los pueblos indígenas, Cochabamba.
- INE. 2009. Estadísticas de Medio Ambiente, Instituto Nacional de Estadísticas. La Paz, Bolivia MMDS: Minería, minerales y desarrollo sustentable en América del Sur. CIPMA, IDRC-IIPM.
- INE. 2011 Encuesta de Hogares. La Paz, Bolivia. 235 p.
- INE. 2012 Anuario Estadístico. La Paz, Bolivia. 561 p.
- Instituto Nacional de Estadística de México. 2000. Fases de la producción minera. México.
- Isch López Edgar. 1996. Guía metodológica de capacitación en gestión ambiental urbana para entidades municipales de América Latina y el Caribe. ICAM. Quito Ecuador. Primera edición.
- Jordán, R. 2009. Conflicto en Minería: Naturaleza, Alcance e Impacto sobre la Sociedad, la Economía y la Industria (1980-2006). La Paz, Bolivia. La Prensa (4 septiembre 2009). Editorial artículos 4 de septiembre. La Paz, Bolivia.
- Lago, R. 2009. Aplicación de la matriz de Leopold, para la medición del impacto ambiental. Caso Rio Guadalquivir. Tarija-Bolivia.



- López Elizabeth. 2007. La gestión de los recursos naturales no renovables de Bolivia. Serie Informativa N° 2, Cochabamba. La industria extractiva y los derechos de los pueblos indígenas en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Compiladora, Oruro.
- Lubchenko, J.1998. "Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science" (En el umbral del siglo del medio ambiente: un nuevo contrato social para la ciencia), Science, n°279 (23 de enero), págs. 491-497.
- Marrero, M. 2002. Diseño Metodológico y Evaluación del Efecto Socioeconómico del Impacto de la Contaminación del Agua Potable Sobre la Salud Humana en la Provincia de Matanzas. Tesis en opción al grado científico de doctor.
- Martínez, Eduardo. 2009. ¿Qué es un sistema de gestión ambiental?. Revista FUTUROS. Disponible en: <http://www.revistafuturos.info>. (Consultado el 11 de septiembre de 2011).
- Mastrangelo, Andrea. 2008. Minería metalífera y desarrollo: pensando la sustentabilidad de los recursos no renovables. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina.
- Medina Javier. 2000. "Principales elementos conceptuales sobre educación intercultural y bilingüe: Perspectivas y propuestas en la educación intercultural bilingüe en Bolivia: Balance y perspectivas". CEBIAE. La Paz. pp. 69-88.
- MEDMIN, CIPMA, IDRC. 2008. Impactos económicos y ambientales de la liberalización del comercio. La Paz.
- MEDMIN. 2008. Estudio regional sobre pequeña minería. Fundación MEDMIN. Bolivia.
- MEMORIAS del Diálogo Ambiental en Bolivia. 2009. Talleres con el Gobierno, Comunidades y Donantes. Pag.81.
- Michard Jocelyn. 2008. Cooperativas Mineras en Bolivia – Formas de organización, producción y comercialización. Centro de Documentación e Información Bolivia. Cochabamba.
- Miller G. Tyler Jr. 1994. "Ecología y Medio Ambiente". Grupo: Editorial Iberoamericana. México, D.F.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2008. SIGAM. Tercera Edición. Revisada y actualizada. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2010. Ley N° 1333 de Medio Ambiente. Bolivia.
- Ministerio de Minería y Metalurgia, Fundación MEDIN. 2008. Legislación Ambiental. Sector Minero Metalúrgico. Ministerio de Minería y Metalurgia/MEDMIN, La Paz.

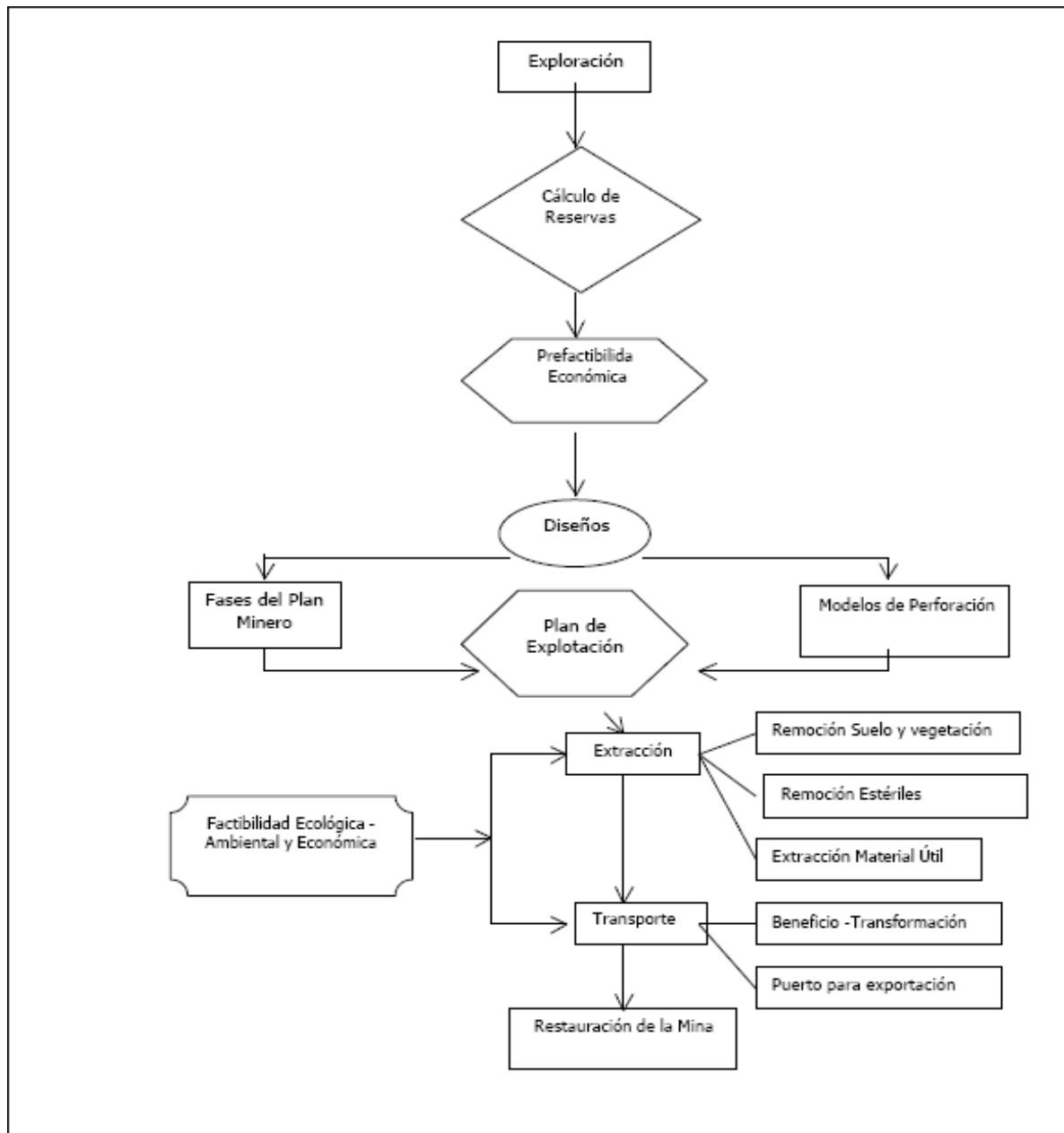
- Ministerio de Minería y Metalurgia. 2007. Organismo Sectorial Competente UMA - 2007. Manual para la Obtención de Licencias Ambientales. La Paz.
- Ministerio de Minería y Metalurgia. 2008. Ley N° 1777. Código de Minería. Bolivia.
- Ministerio de Minería y Metalurgia. 2013. La Minería en cifras. Primera quincena 2013. Disponible en: <http://www.mineria.gov.bo> (Consultado el 23 de marzo de 2013).
- Ministerio de Planificación. 2006. Plan Nacional de Desarrollo. Bolivia.
- Montoya, J., Fernández, F. y Ochoa, M. 2006. Gestión ambiental del Departamento de Oruro, Prefectura del Departamento de Oruro, Dirección Departamental de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Oruro.
- Morales J. 2010. Minería Boliviana: su crítica realidad. Energía, Minería y Construcción. Año 10, 41.
- Muriel F. 2006. Ideas Sostenibles. Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible. Año 3. N° 13.
- Naredo, 2001. [www.revistapolis.cl/2/naredo.pdf](http://www.revistapolis.cl/2/naredo.pdf).
- Noriega, E., et. Al. . 2007. Carpeta Técnica Daños Ambientales Provocados por la Actividad Minera en los Municipios de Pocoata y Colquechaca, Provincia Chayanta, Departamento de Potosí. Potosí: Central Sindical Única de Trabajadores Originarios de la Provincia de Chayanta, Centro de Promoción y Estudios Wiñay.
- Norma cubana ISO 14001:2005. Oficina Nacional de Normalización (NC), Sistemas de Gestión Ambiental—Requisitos con orientación para su uso [ISO 14001:2004 (Traducción Certificada), IDT. Ciudad de La Habana. Edición julio 2005.
- Nueva Constitución Política del Estado. 2010. Bolivia.
- Owen, Joyce. 2010. Contaminación de las aguas. Dirección de Protección Ambiental de la Provincia del Chubut, dependiente de la Subsecretaría de Desarrollo del Ministerio de la Producción. Argentina.
- PIEB. 2008. Programa de Investigación Ambiental. Bolivia.
- Pineda, F., Montalvo, J. 1995. Dehesa systems in the western mediterranean. Biological diversity in traditional land use systems. In: Halladay, P., Gilmour, D.A. (Eds.), Conserving Biodiversity Outside Protected Areas. The Role of Traditional Agro-Ecosystems. IUCN, Forest Conservation Programme, Gland, pp. 107–122.
- Plan de Desarrollo Municipal. 2012-2017. Municipio de Poopó-Oruro. Bolivia.
- Plan Nacional de Desarrollo. 2006. Ministerio de Planificación. Bolivia.

- PNUMA. 2013. El PNUMA en América Latina y el Caribe. Boletín marzo-abril 2013.
- Prefectura del Departamento de Potosí. 2008. Dir. Recursos Naturales y Medio Ambiente. Boletín Informativo de Gestión. Potosí.
- Romero, J. 2010. Diagnostico de la Minería Ambiental. Energía, Minería y Construcción.
- Sabatini, F. 2011. Índice de Desarrollo Humano en los Municipios de Bolivia: Una publicación del Informe Nacional de Desarrollo Humano PNUD – Bolivia.
- Sandoval, F. et al. 2002. Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en Ecuador. International Institute for environmental and Development (IIED), World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Canadá.
- Sarduy A. 2007. Procedimiento para el Proceso de Consolidación de los Estados Financieros en empresas cubanas con contabilidad descentralizada. Nazco, BM. y Deás, JI. (tutores). Santa Clara. 111h. Tesis Doctoral. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.
- Schlotfeldt Leigton Carmen.1993. Modelo de Gestión Ambiental a Nivel Municipal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Estudios Urbanos. Serie Azul, N° 2.
- Sierra, V. y Álvarez, C. 1995. Metodología de la investigación científica. Santiago de Cuba: CEES “Manuel F. Gran”.
- Solow, R. 2000. Neoclassical Growth Theory.
- Tanda; J. 2011. Fijación de la Identidad Urbana Deseada en la Gestión de Ciudades: Caso Ciudad de Matanzas. Tesis en opción al grado científico de Doctor.
- Tinoco Guevara, Roberto. 2009. Definición y Algunas Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/impacto-ambient/impacto-ambient.shtml/monosearch>. (Consultado el 23 de octubre de 2011).
- UNESCO, 2008. Programa Hidrológico Internacional. Sitio web de UNESCO-PHI (Oficina Regional de Ciencias para América Latina).
- UNESCO. 2008. Programa Hidrológico Internacional. Disponible en: <http://www.unesco.org/uy/phi>. Programa Hidrológico Internacional. 2008. (Consultado el 27 de septiembre de 2011).
- UPM. 2005. Efectos e impactos ambientales. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) Hidrogeología y Geología Ambiental LG 4º curso 2005. Disponible en: <http://www.gt.ic.ssr.upm.es>. (Consultado el 1 de febrero de 2012).

- Valle, Luis F. y Fernández, S. 2010. Código de Minería (Ley N°1777 de 17 de marzo de 1997), texto legal comentado, disposiciones legales complementarias. La Paz. Sexta edición.
- Velasco, M. 2008. Lineamientos para el Plan Sectorial de Medio Ambiente. Ministerio de Minería y Metalurgia, Dirección General de Minería y Metalurgia, Unidad de Medio Ambiente. La Paz, Bolivia.
- Viceministerio de Ambiente. Colombia. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Disponible en: <http://www.cortolima.gov.co>. (Consultado el 12 de abril de 2012).
- Willames B. y Debosscher T. 2005. El retrato de la comunidad, traducido al español. La Paz. Bolivia.
- Zabaleta, V. y Bremen, M. 2000. La degradación ambiental de los recursos pesqueros del Lago Poopó. CEDIPAS-CDP. Oruro, Bolivia. 31p.

ANEXO N° 1.1

Figura 1.1.- Fases de la actividad minera.



Fuente: Duarte Sandoval, Martha. (2000)

## ANEXO N°1. 2

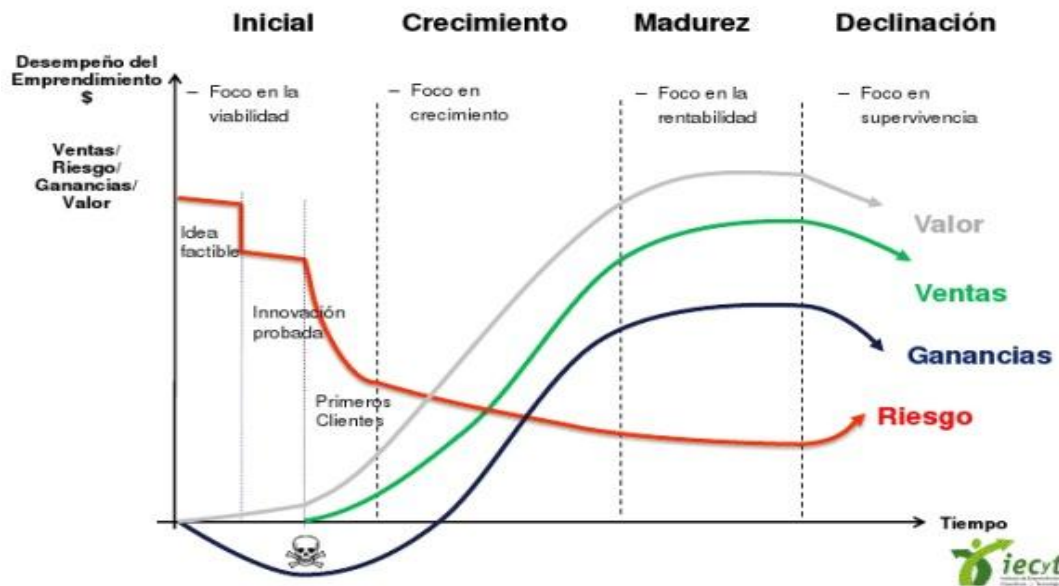
**Tabla 1.1. Fases de la producción minera y su impacto ambiental.**

| <b>Fases</b>           | <b>Descripción</b>  | <b>Impacto ambiental</b>  |
|------------------------|---|---|
| Prospección            | Estudios de gravimetría, geología superficial, geoelectrónica, de susceptibilidad magnética y densidad.   | Son procedimientos no invasivos que no generan impactos ambientales significativos  |
| Exploración            | Barrenación a diamante, obras y perforaciones directas (tajos, zanjos, etc.), construcción de caminos, planillas de barrenación instalación de campamentos.   | Las modificaciones que puede generar, en algunos casos como la destrucción de la vegetación, suelen ser mitigables o, en su mayoría, sujetas a procedimientos de protección y compensación ambiental  |
| Explotación            | Transformación necesaria del ambiente para los objetivos mineros: construcción y obras diversas (tiros, socavones, casa de máquinas, patios de depósito temporal de minerales, zona de descarga de material estéril, etc.).   | Destacan los riesgos asociados a la operación de presas de jales, que pueden generar escurrimientos y arrastre de residuos minero-metalúrgicos peligrosos, de alto impacto ambiental, así como la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores.   |
| Beneficio              | Una vez realizada la experimentación metalúrgica necesaria, se define el método de concentración idóneo. Por lo general se reduce el tamaño del mineral, mediante la trituración y molienda. También, comúnmente se llevan a cabo tratamientos previos a una fusión primaria o electro depositación | La trituración y molienda pueden provocar ruido, vibración y emisión de polvo que, sin embargo, son efectos de bajo impacto<br><br>El tratamiento de beneficio puede tener efectos ambientales negativos como: aguas residuales, residuos peligrosos y, en algunos casos, emisiones a la atmósfera. |
| Fundición y refinación | Uso de hornos industriales para obtener metales y sus aleaciones hasta conformarlos como materias primas para uso industrial<br><br>Eliminación de impurezas en los metales obtenidos para alcanzar una alta ley de contenido.  | Los contaminantes que producen se centran en las emisiones a la atmósfera, aunque también se generan residuos peligrosos y aguas residuales.  |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de México 2000.

## ANEXO N° 1.3

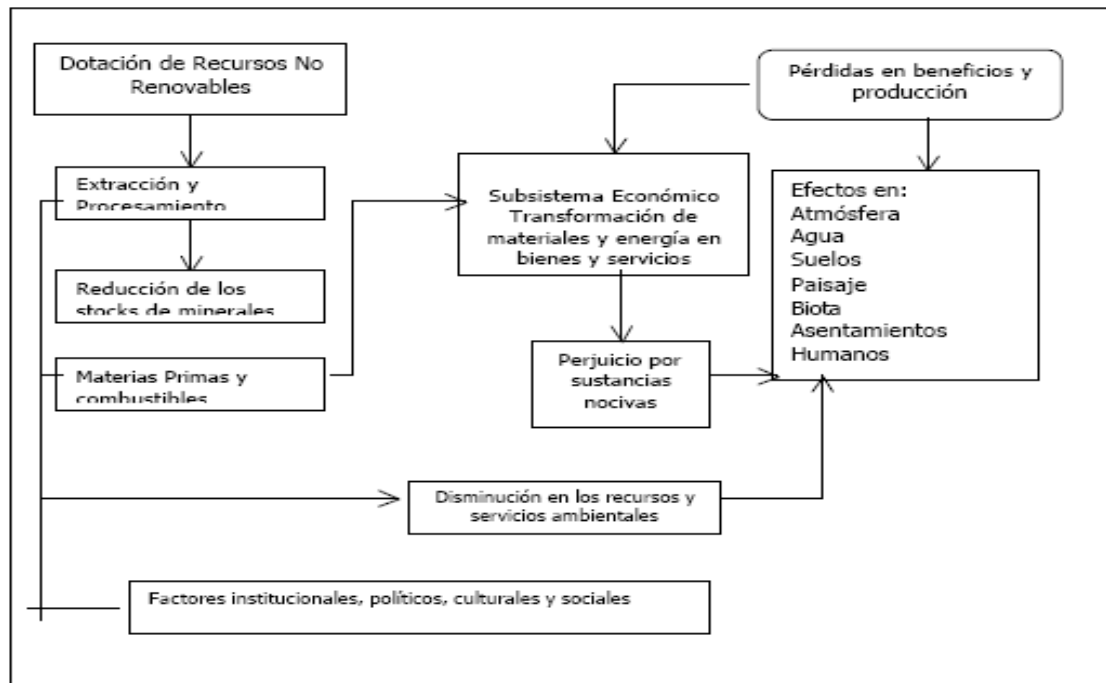
Figura 1.2.- Ciclo de vida



Fuente: NIELSEN Joseph y PESSEMIER James. 2006.

#### ANEXO N°1. 4

Figura 1.3.- Análisis económico-ecológico para el sector minero.

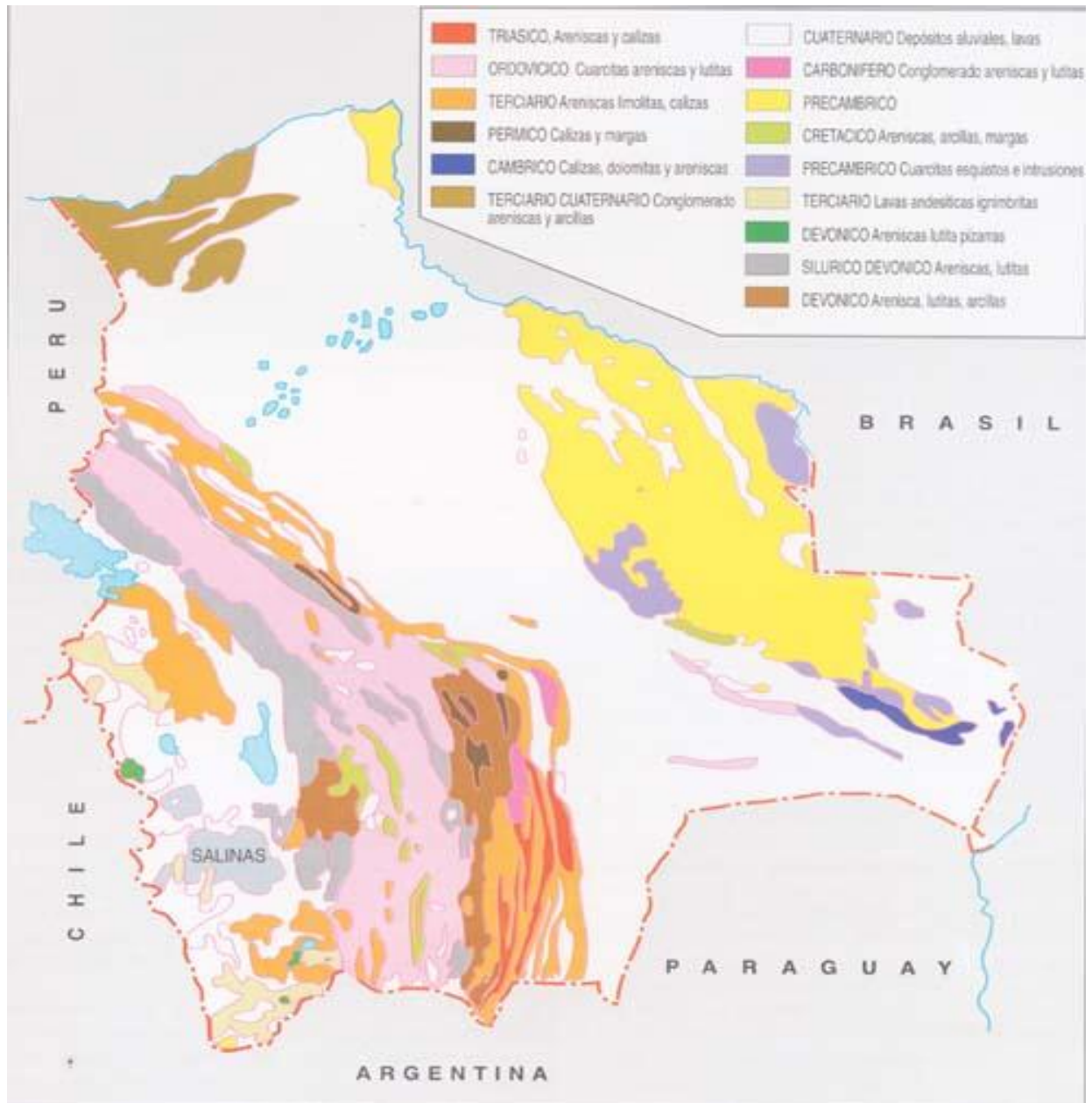


Fuente: Modelo de análisis económico ecológico para el sector minero. Duarte. 2000.



**ANEXO N°1. 5**

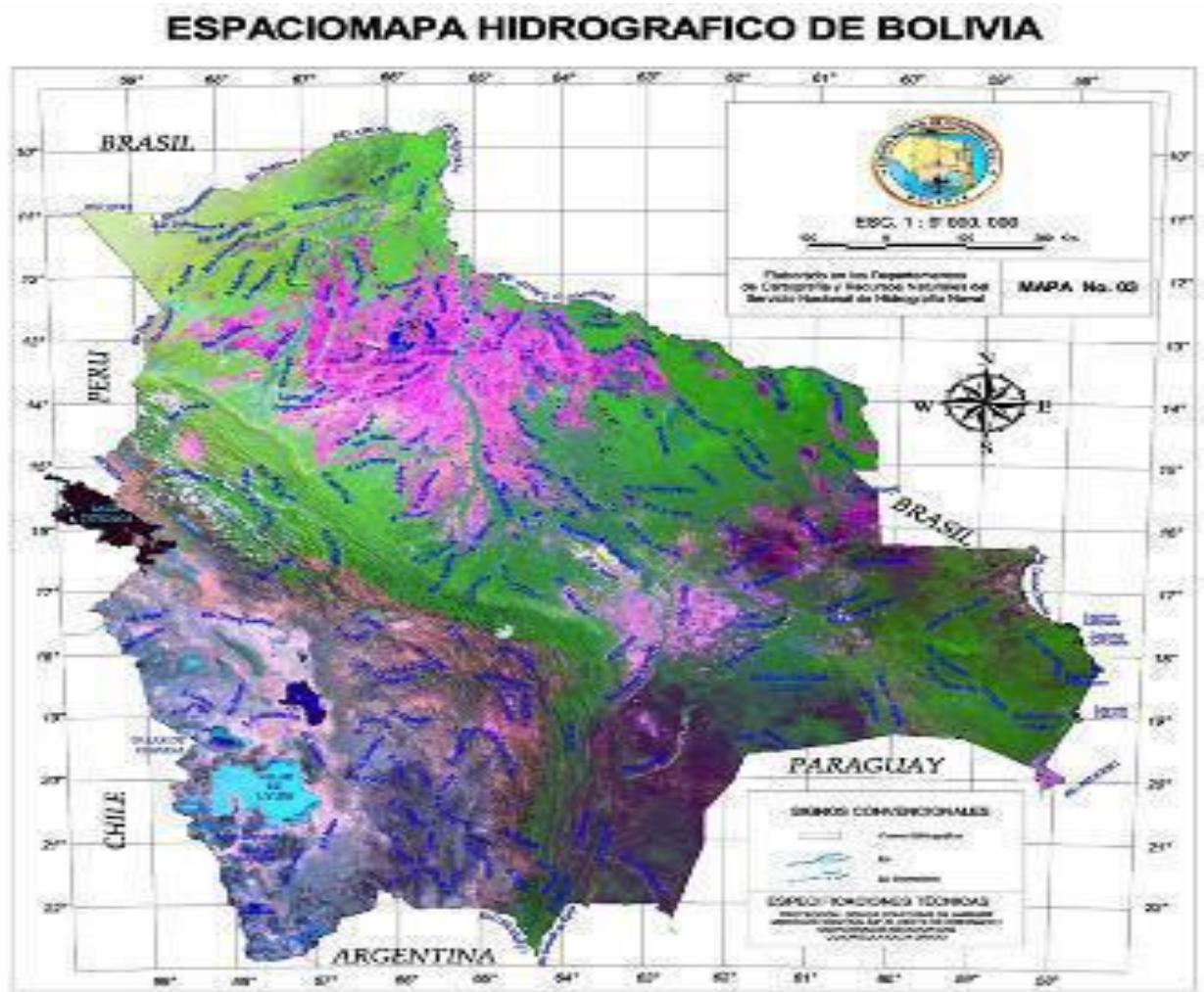
**Figura 1.4. Minería en Bolivia**



Fuente: Bocangel 2010

**ANEXO N°1. 6**

Figura 1.5. Espacio mapa hidrográfico de Bolivia.



Fuente: PDM Municipio Poopó 2012-2017.

**ANEXO N° 1.7**

**Tabla 1.2. Manejo de la gestión ambiental municipal en Latinoamérica**

| <b>PAIS</b>      | <b>ORGANISMO/<br/>ENTIDAD</b>                                 | <b>RESPONSABLE</b>  | <b>ACCIONES</b>  |
|------------------|---|---|--|
| <b>BOLIVIA</b>   | Ministerio de Medio Ambiente y Aguas                          | Vice ministerio de Medio Ambiente   | Desarrollo de la gestión ambiental nacional, planificación, creación de modelos de gestión, formulación de políticas ambientales.  |
| <b>ARGENTINA</b> | Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables        | Entidades creadas por Provincias. Secretaría de Política Ambiental. Agencia Ambiental. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Subsecretaría de Planificación y Control de Gestión. | Planificación, creación de modelos de gestión, formular políticas ambientales y recomendar su aprobación.  |
| <b>BRASIL</b>    | Ministério do Meio Ambiente                                   | Sistema Nacional de Medio Ambiente (SISNAMA) y Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). Sistemas de Gestión Ambiental de los Estados.   | Coordinación, supervisión, y control, de la política ambiental a través de la generación de modelos de gestión ambiental desde los Municipios.   |
| <b>CHILE</b>     | Ministerio del Medio Ambiente                                 | Comisiones Regionales de Medio Ambiente (COREMAS). Dirección Regional del Medio Ambiente. Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA).  | Elaboración de Políticas Ambientales Regionales a partir de la promulgación de la Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable. Elaboración de agendas de trabajo y planes de acción ambiental. |
| <b>COLOMBIA</b>  | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible                | Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).   | Ejecución de planes y programas destinados a gestionar políticas ambientales   |
| <b>MEXICO</b>    | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). | Delegaciones Federales de Gestión Ambiental.  | Planeación, ejecución, investigación y coordinación de materias ambientales para la elaboración de políticas de gestión ambiental en las instancias federal, estatal y municipal.                    |
| <b>PANAMA</b>    | Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).                       | Asociación de Municipios de Coclé (AMUCO).  | Desarrollo de la Gestión Ambiental Local. Gestión de Desechos Municipales. Acciones de atención a los problemas ambientales.   |

|                  |   |   |   |
|------------------|---|---|---|
| <b>PERU</b>      | Ministerio del Ambiente                       | Consejo Nacional Ambiental (CONAM). Consejos Territoriales de Administración Regional.  | Realización del marco Estructurado de Gestión Ambiental a través de las Comisiones Ambientales Regionales. Plan de Acción y Agenda Ambiental. |
| <b>VENEZUELA</b> | Ministerio del Poder Popular para el Ambiente | Direcciones Estatales de Conservación Ambiental y Comisiones de Ambiente Parlamentares. | Realización de la normativa de gestión ambiental, planificación para el ordenamiento territorial y los servicios de cartografía nacional.     |

**Fuente: Elaboración propia**

## ANEXO N° 1.8

Tabla 1.3. Cuadro comparativo de conceptos de desarrollo sostenible.

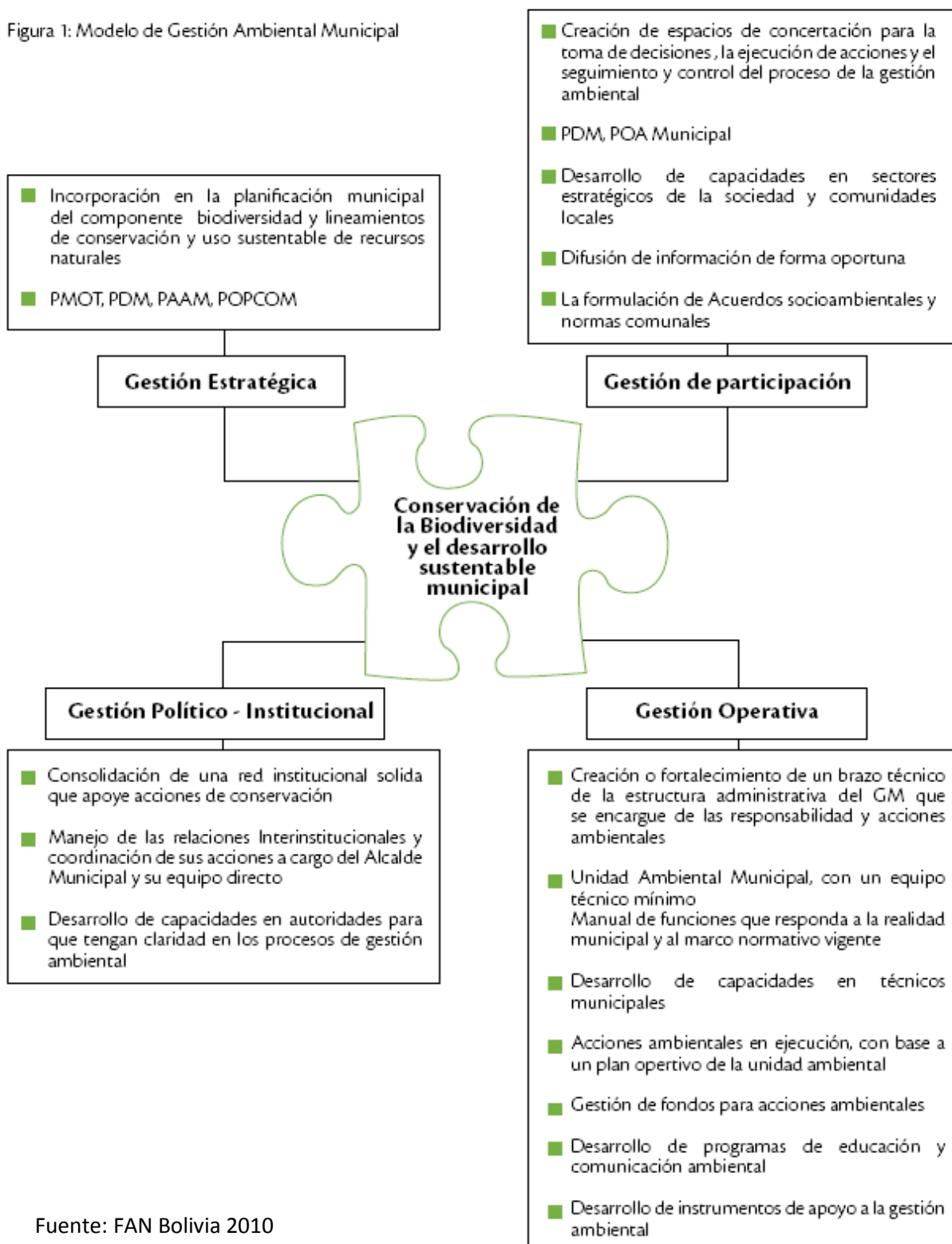
| MODELO/CARACTERÍSTICAS                     | CONCEPTO   | CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS   | RESPONSABLES DE LA APLICACIÓN  | OBJETO DE APLICACIÓN                               | DIFERENCIAS  | APORTE  |
|--|--|---|--|--|--|---|
| Modelo de Isch                             | Conjunto de actividades que conforman la intervención social para solucionar un problema   | Coparticipación de las autoridades locales. Incorporar consideraciones ambientales. Base orientadora, elaboración de instrumentos de planificación local. | Autoridades locales. Sectores privados   | Recursos Naturales y Recursos Humanos              | Este modelo sirve como marco para coordinar actividades ambientales entre sectores, lugares y actores en diferentes momentos en el tiempo, vinculados a un contexto territorial específico.                        | Intervención social, coparticipación, planificación, consideraciones ambientales, territorio. |
| Modelo de Ministerio de Ambiental Colombia | Acciones dirigidas a propósitos definidos realiza la sociedad para conservar, recuperar, mejorar, proteger o utilizar los recursos naturales | Uso racional del territorio, transformándolo y adaptándolo de manera sostenible.  | Estado y gobierno nacional   | Suelo y Recursos Naturales                         | _____  | Conservación, uso racional, transformación sostenible.  |
| Modelo de Darío Muriel                     | Proceso integrado que comprende funciones y actividades organizativas para planificar, ejecutar y controlar                                  | La función de planificar representa el núcleo de la gestión.  | Organizaciones públicas, privadas o cívicas  | _____  | _____  | Integración, organización, ejecución, gestión.  |
| Modelo de Dourojeanni                      | Articulación de varios procesos interrelacionados y simultáneos  | Analizar la situación presente. Diseñar un escenario prospectivo. Proponer procedimientos que permitan pasar de lo presente a lo deseado.                 | Municipio. Actores. Instituciones públicas, privadas, Universidades, ONG,s, empresas | Naturaleza de los actores. Territorios. Ciudadanos | Elementos que incluyen principalmente a la organización municipal relacionada a la dimensión ambiental por un lado y La capacitación, la importancia y la aceptación por parte de los funcionarios municipales, de | Articulación, interrelación, prospectiva, naturaleza.   |

|   |  |  |   |  |  |   |
|---|--|--|---|--|--|---|
|   |  |  |   |  | incorporar nuevos elementos en lo ambiental, por el otro.  |   |
| Modelo de Amigos de la Naturaleza Bolivia | Son las acciones para preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente   | Ejecutar la política general de conservación, en coordinación con el gobierno departamental y municipal. | Gobierno central.<br>Gobierno Municipal   | Suelos. Recursos forestales. Bosques.                                    | Integración de la problemática medio ambiental y la conservación de los valores biológicos en la gestión municipal de forma integral y de acuerdo al marco legal vigente.                    | Preservación ,<br>contribución,<br>coordinación,<br>legalidad.  |
| Modelo de Vladimir Gutiérrez              | Es el proceso consciente y permanente de la entidad que gobierna el territorio municipal con los actores locales, donde se toman decisiones y se desarrollan acciones encaminadas al uso sustentable de los recursos naturales y la conciliación de las actividades humanas con la conservación de los mismos. | Gestión estratégica.<br>Gestión participativa.<br>Gestión operativa.<br>Gestión pública.                 | Gobierno Central.<br>Gobierno Departamental.<br>Gobierno Municipal.<br>Autoridades indígenas. | Recursos mineros.<br>Recurso agua. Suelo.<br>Aire. Tierra.<br>Población. | La planificación estratégica del desarrollo sostenible del municipio con base en la mitigación de la producción minera sobre el recurso agua y el manejo adecuado de los recursos naturales. | Análisis integral del agua,<br>gestión minera,<br>mitigación,<br>participación social,<br>cosmovisión andina. |

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°1.9 Figura 1.6

Figura 1: Modelo de Gestión Ambiental Municipal



Fuente: FAN Bolivia 2010

**AnexoN° 2.1**

**Tabla 2.3 Matriz de identificación de impactos.**

| COMPONENTE | ASPECTO ASOCIADO | IMPACTO PROVOCADO | CARÁCTER DEL IMPACTO | EFECTO O CONSECUENCIA |
|------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| AGUA       |                  |                   |                      |                       |
| AIRE       |                  |                   |                      |                       |
| SUELO      |                  |                   |                      |                       |

**Fuente: Elaboración propia.**



## Anexo N° 2.2

Tabla 2. 4Matriz de impacto

|                         | Actividades |   |   |   |   |   | IMPACTO | Criterios de evaluación de impactos            |                                      |   |                                 |                  |  |                                      |                            |   |
|-------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---------|--|--------------------------------------|---|---------------------------------|------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|---|
|                         | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |         | N<br>A<br>T<br>U<br>R<br>A<br>L<br>E<br>Z<br>a | M<br>A<br>G<br>N<br>I<br>T<br>U<br>D | I<br>M<br>P<br>O<br>R<br>T<br>A<br>N<br>C<br>I<br>A | C<br>E<br>R<br>T<br>E<br>Z<br>A | T<br>I<br>P<br>O | R<br>E<br>V<br>E<br>R<br>S<br>I<br>B<br>I<br>L<br>I<br>D<br>A<br>D | D<br>U<br>R<br>A<br>C<br>I<br>Ó<br>N | T<br>I<br>E<br>M<br>P<br>O | P<br>O<br>N<br>D<br>E<br>R<br>A<br>C<br>I<br>Ó<br>N |
| Componentes ambientales |             |   |   |   |   |   |         | A  | B                                    | C   | D                               | E                | F  | G                                    | H                          | I   |
|                         |             |   |   |   |   |   |         |  |                                      |   |                                 |                  |  |                                      |                            |   |

Fuente: Adaptado de Conesa, V. 2006

### Criterios de evaluación

- A. Naturaleza: negativo ( - )
- B. Magnitud: alta (3), media (2), baja (1)
- C. Importancia: importante (3),)moderada importancia (2), menor importancia (1)
- D. Certeza. (C)
- E. Tipo: primario (Pr), secundario ( Sc)
- F. Reversibilidad: reversible (1), no reversible (2)
- G. Duración menos de un año (1), entre uno y diez años (2), más de diez (3)
- H. Tiempo: corto plazo (C), mediano plazo (M), largo plazo (L)
- I. Ponderación  $(B * C) + (F + G)$

### Anexo N° 2.3

| <b>LISTA DE EXPERTOS</b> |               |                 |                |  |  |
|--------------------------|---------------|-----------------|----------------|--|--|
|                          | <b>NOMBRE</b> | <b>AP. PAT.</b> | <b>AP. MAT</b> | <b>ESPECIALIDAD O CARGO</b>                      | <b>OBSERVACIONES</b>   |
| 1                        | Vladimir      | Orsag           |                | Doctor en Agronomía                              | Experto en el estudio de suelos en el Municipio de Poopó                           |
| 2                        | Edwin         | Astorga         | Sanjines       | Ingeniero sanitario                              | Experto en el estudio de la contaminación de aguas en el Lago Poopó                |
| 3                        | Gaston        | Gallardo        |                | Arquitecto                                       | Experto en ordenamiento territorial proyecto presentado para el municipio de Poopó |
| 4                        | Juan Pablo    | Ramos           | Morales        | Ex Viceministro de Medio Ambiente                | Doctorante proyecto de economía ambiental Municipio de Poopó Oruro                 |
| 5                        | Eloy          | Arandia         | Arenas         | Docente Carrera de Economía                      | Doctorante proyecto de economía ambiental Municipio de Poopó Oruro                 |
| 6                        | Sonia         | Leguia          | Suazo          | Vicedecana Facultad de Cs. Económicas            | Docente experta en metodología de la investigación                                 |
| 7                        | Marcelo       | Montenegro      |                | Docente Carrera de Economía                      | Experto en Políticas Económicas Gubernamentales                                    |
| 8                        | Roberto       | Ticona          | García         | Director Instituto de Investigaciones Económicas | Docente experto en el área de la economía agraria                                  |
| 9                        | Boris         | Quevedo         | Calderón       | Director Carrera Economía                        | Docente experto en el área de investigación  |

**Currículum de los expertos.**

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Especialidad \_\_\_\_\_ Año de Graduado \_\_\_\_\_

Centro de trabajo \_\_\_\_\_

Ocupación \_\_\_\_\_ Años de experiencia \_\_\_\_\_

Participación en eventos: No \_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles?:

---

---

---

---

Investigaciones realizadas: No \_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles?:

---

---

---

---

Publicaciones: No \_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles?:

---

---

---

---

Fuente: Elaboración propia.

**Cuestionario para determinar la competencia del experto y el grado de influencia de las fuentes.**

El siguiente cuestionario tiene como objetivo: determinar su competencia como experto en la temática y el nivel de incidencias de las fuentes.

Para conocer su valoración acerca de la problemática analizada, es necesario que marque con una (x) en la casilla que responda a su grado de conocimiento sobre el tema. El valor más alto indica mayor grado de conocimiento.

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> |
|          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |

Marque con una (X) el grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios teniendo en cuenta la fuente de argumentación que se le presenta:

| <b>Fuentes de argumentación</b>  | <b>Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios</b> |              |             |
|--|--|--------------|-------------|
|  | <b>ALTO</b>  | <b>MEDIO</b> | <b>BAJO</b> |
| <b>Análisis teóricos realizados por usted</b>                          |  |              |             |
| <b>Su experiencia obtenida</b>   |  |              |             |
| <b>Trabajos de autores nacionales</b>                                  |  |              |             |
| <b>Trabajos de autores extranjeros</b>                                 |  |              |             |
| <b>Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero</b> |  |              |             |
| <b>Su intuición</b>  |  |              |             |

Fuente: Elaboración propia.

### **Cuestionario para validar procedimiento.**

A partir de los criterios mostrados en la siguiente tabla realice una valoración del procedimiento propuesto considerando valores del 1 al 5 para cada uno de los ítems reflejados donde el 5 se considera el mejor valor.

| <b>ATRIBUTOS/ EXPERTOS</b>                                 | <b>E<sub>1</sub></b> |
|--|----------------------|
| <b>Mejoramiento continuo</b>                               |                      |
| <b>Estructuración, consistencia lógica y flexibilidad</b>  |                      |
| <b>Pertinencia</b>   |                      |
| <b>Suficiencia</b>   |                      |
| <b>Posibilidad de generalización</b>                       |                      |
| <b>Capacidad para solucionar la problemática planteada</b> |                      |
| <b>Valor metodológico</b>                                  |                      |

Fuente. Adaptado Tanda, D. 2011

## Anexo N° 2. 4

**Tabla 2.6. Validación del procedimiento.**

| <b>ATRIBUTOS/ EXPERTOS</b>                                 | <b>E<sub>1</sub></b> | <b>E<sub>2</sub></b> | <b>E<sub>3</sub></b> | <b>E<sub>4</sub></b> | <b>E<sub>5</sub></b> | <b>E<sub>6</sub></b> | <b>E<sub>7</sub></b> | <b>S<sub>i</sub></b> | <b>Media</b> | <b>S<sub>i</sub></b> | <b>ICS<sub>i</sub></b> |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|------------------------|
| <b>Mejoramiento continuo</b>                               | 5                    | 5                    | 4                    | 5                    | 5                    | 4                    | 5                    | 0,4410               | 4,7778       | 2,1858               | 0,7983                 |
| <b>Estructuración, consistencia lógica y flexibilidad</b>  | 5                    | 4                    | 5                    | 5                    | 4                    | 5                    | 5                    | 0,4410               | 4,7778       | 2,1858               | 0,7983                 |
| <b>Pertinencia</b>   | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 0,3333               | 4,8889       | 2,2111               | 0,8492                 |
| <b>Suficiencia</b>   | 5                    | 4                    | 5                    | 4                    | 5                    | 5                    | 4                    | 0,5000               | 4,6667       | 2,1603               | 0,7685                 |
| <b>Posibilidad de generalización</b>                       | 5                    | 5                    | 4                    | 5                    | 4                    | 5                    | 5                    | 0,4410               | 4,7778       | 2,1858               | 0,7983                 |
| <b>Capacidad para solucionar la problemática planteada</b> | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 0,3333               | 4,8889       | 2,2111               | 0,8492                 |
| <b>Valor metodológico</b>                                  | 5                    | 5                    | 5                    | 5                    | 4                    | 5                    | 5                    | 0,3333               | 4,8889       | 2,2111               | 0,8492                 |

En el anexo se puede apreciar el resultado de la aplicación del método, donde todos los atributos, presentan una evaluación entre adecuado y muy adecuado. Además, en todos los atributos, el índice consenso supera el 75%, lo que se considera muy positivo. Por tanto, queda demostrado, según el criterio de los expertos, que a partir de la valoración del impacto ambiental considerada en el componente agua, se tiene el más alto nivel de contaminación, sobre todo, relacionado a desechos sólidos minerales, desechos líquidos de minerales, generando un nivel de contaminación físico química, bacteriológica de los ríos, del Lago Poopó, etc., podemos apreciar que a través de los diferentes estudios desarrollados y la opinión de los expertos, se definen tres componentes de contaminación más importantes. El impacto es negativo en todos los componentes, llevando a tener un efecto, en el caso del agua, de incremento de las enfermedades sobre la salud humana, disminución de los rendimientos agrícolas, incremento de la desertificación y erosión de suelos, además de la disminución de la flora y fauna de la región y por ende la pérdida de la biodiversidad. En el componente aire, los aspectos asociados a la contaminación, parten de las emisiones de gas a la atmósfera y las emisiones de partículas de polvo de los minerales. El impacto, según los expertos, es la contaminación del aire con partículas de polvo, gases y anhídrido carbónico, además de la causa para la lluvia ácida. El efecto

causado por lo anterior, se traduce en el incremento de enfermedades de infección respiratoria aguda y por otro lado tiene componentes que degradan el suelo. En el componente suelo precisamente, los aspectos asociados a la contaminación, partes de la erosión del suelo, la salinización, el cambio en el pH, etc. Los impactos más directos se dan por la disminución del rendimiento de la tierra, la afectación a la biodiversidad y el deterioro de la vegetación principalmente. Las consecuencias son, menor producción y mayor costo, disminución de la fertilidad del suelo, disminución de la flora y fauna y la compactación de los suelos.

**ANEXO N° 3. 1**

**Gráfico 3.1 MAPA DEL MUNICIPIO DE POOPO.**



**Fuente: PDM 2012-2017**



**ANEXO N° 3.2**

**Tabla 3.1 FLORA NATIVA DEL MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>NOMBRE COMÚN</b> | <b>NOMBRE TECNICO</b>           | <b>UTILIDAD</b>         |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Añahuaya            | <i>Adesmosinssisima</i>         | Forraje Combustible     |
| Ayrampu             | <i>Opuntia soehrensii</i>       | Medicinal               |
| Cacto               | <i>Cactus sp</i>                | Ornamental              |
| Canlikiska          | <i>TetraclochinCristatum</i>    | Forraje                 |
| Cebadilla           | <i>Bromusunioloides</i>         | Forraje                 |
| Cola de ratón       | <i>Hordeummuticum</i>           | Forraje                 |
| Chachacoma          | <i>Escallonia resinosa</i>      | Medicinal-forraje       |
| Chiji blanco        | <i>Distichishumilis</i>         | Forraje                 |
| Chiji negro         | <i>Mulenbergiafastigiata</i>    | Forraje                 |
| Chillihua           | <i>Festucadolichophylla</i>     | Forraje                 |
| Chillca             | <i>Seneciopampae</i>            | Forraje, medicinal.     |
| Garbancillo         | <i>Astragalus Garbancillo</i>   | Tóxico                  |
| Huaylla             | <i>Stipa obtusa</i>             | Forraje                 |
| Ichu                | <i>Stipaichu</i>                | Forraje                 |
| Iruichu             | <i>Festucaortophylla</i>        | Forraje                 |
| Ithapallu           | <i>Cajophora horrida</i>        | Medicinal y forraje     |
| K'ita tabaco        | <i>Nicotina sp.</i>             | Medicinal               |
| Kanlla              | <i>Parastrephicuadrangulare</i> | Forraje                 |
| Kauchi              | <i>Suaeda foliosa</i>           | Forraje                 |
| Kora                | <i>Tarasa tenella</i>           | Forraje (Tox.en exceso) |

|                  |                                  |                                   |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Lampaya          | <i>Lampaya medicinalis</i>       | Medicinal, forraje, comb.         |
| Layulayu         | <i>Trifolium amabile</i>         | Forraje                           |
| Llapa pasto      | <i>Bouteloua simplex</i>         | Forraje                           |
| Muña             | <i>Satureja boliviana</i>        | Medicinal, forraje                |
| Muña muña        | <i>Satureja ovata</i>            | Medicinal, forraje                |
| Ñakathola        | <i>Baccharis incarum</i>         | Medicinal, forraje, comb.         |
| Pasto bandera    | <i>Nassella sp.</i>              | Forraje                           |
| Pulli            | <i>Opuntia sp.</i>               | Forraje, medicinal.               |
| Queñua           | <i>Polylepis tarapacana</i>      | Doméstico, forraje.               |
| Quinoa silvestre | <i>Chenopodium sp.</i>           | Forraje                           |
| Reloj reloj      | <i>Erodium cicutarum</i>         | Forraje                           |
| Suputhola        | <i>Parastrephia lepidophylla</i> | Forraje, medicinal y combustible. |
| Tara tara        | <i>Fabiana densa</i>             | Medicinal                         |
| Yareta           | <i>Azorella glabra</i>           | Medicinal, combustible.           |

Fuente: Información actualizada 2011 en Talleres participativos

### ANEXO N° 3.3

Tabla 3.2. ESPECIES IDENTIFICADAS EN LA ZONA

| NOMBRE COMUN   | NOMBRE TECNICO                    | UTILIDAD       |
|----------------|-----------------------------------|----------------|
| Aguila         | <i>Spizaetus ornatos</i>          | Ninguna        |
| Alkamari       | <i>Phalcoboenusmegalopterus</i>   | Ninguna        |
| Buho (chuseka) | <i>Tylo alba</i>                  | Ninguna        |
| Codorniz       | <i>Cotornixcotornix</i>           | Comestible     |
| Condor         | <i>Vultur gripes</i>              | Ninguno        |
| Cuis           | <i>Cavia aperea</i>               | Comestible     |
| Flamenco       | <i>Phoenipterusandinus</i>        | Medicinal      |
| Halcon         | <i>Falco spruverius</i>           | Ninguno        |
| Lagarto        | <i>Liolaemussp</i>                | Medicinal      |
| Lekeleke       | <i>Prilorelysresplendens</i>      | Ninguno        |
| Liebre         | <i>Lagidiumsp.</i>                | Comestible     |
| Paloma         | <i>Columbia livia</i>             | Ninguna        |
| Pato silvestre | <i>Anasflavirostris</i>           | Comestible     |
| Perdiz         | <i>Tinamotispentlandii</i>        | Comestible     |
| Pucupucu       | <i>Streptopeliasp.</i>            | Ninguno        |
| Ratón          | <i>Mus musculus</i>               | Ninguno        |
| Topo           | <i>Ctenomysopimus</i>             | Ninguno        |
| Vicuña         | <i>Vicugnavicugna</i>             | Fibra          |
| Zorro          | <i>Pseudolopexculpaeusandinus</i> | Artesania-piel |

Fuente: Información actualizada PDM 2011.

ANEXO N°3. 4

Tabla3.3 CARACTERÍSTICA DE LAS CUENCAS

**CARACTERÍSTICAS CUENCA MENOR POOPÓ-HUANUNI  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| CUENCA-M | DESCRIPCION                   | CANTIDAD | UNIDAD |
|----------|-------------------------------|----------|--------|
| Poopó    | Área de la cuenca             | 122,3    | Km2    |
|          | Perímetro de la cuenca        | 48,0     | Km     |
|          | Número de causes de la cuenca | 17,0     |        |
|          | Longitud total de los causes  | 27,2     | Km     |
|          | Desnivel del cause principal  | 220,0    | m      |
|          | Altura media                  | 3.728    | msnm   |
| Huanuni  | Área de la cuenca             | 381,4    | Km2    |
|          | Perímetro de la cuenca        | 97,0     | Km     |
|          | Número de causes de la cuenca | 43,0     |        |
|          | Longitud total de los causes  | 96,0     | Km     |
|          | Desnivel del cause principal  | 800,00   | m      |
|          | Altura media                  | 4.000    | msnm   |

FUENTE: CORDE OR 1.989

**ANEXO N°3. 5**

**Tabla 3.4**

**CANTONES, AYLLUS Y COMUNIDADES MUNICIPIO DE POOPÓ**

| CANTONES      | AYLLUS                  | COMUNIDADES DEL MUNICIPIO  |
|---------------|-------------------------|--|
| Poopó         | Primera Cabeza Tapacari | Quesu Quesuni, Tica Cala, Querarani-Rafaeliri, Morochi, Copa Vinto, Callipampa, Choco Choco, Quewallani, Humapirwa, Ventilla Chusllanqueri, Wila Jahuira, Uyu Uyu y San Roque.   |
|               | Pacaje                  | Q ellapata, Uncalliri, Pan de Azúcar, Pocomani, Yarwicoya, Coriviri, Jucumariri, Cayumalliri, Parajrani, Tolapampa, Hichuapacheta, Agua de Castilla, Quesu Quesuni y Wilajawira.   |
|               | Caranja                 | Quesu Quesuni, Ucuri Grande, Calamarca, Uyu Uyu, Huaylloco, Titumani, Ichuraya y Coriviri.   |
|               | Segunda Tapacari        | Jacha Yapu, Carpuyo, Tonkori, Utrivi, Calatoma, Catavi, Sunturuta, Coloaya, Wilajawira y Quesu Quesuni.  |
|               | Quellia                 | Quellia  |
|               | Taraco                  | Kalajahu, Vilaque Chico, Khea, Cercajaque, Kalajawira, Huaylluma, Iru Kucho, Cayumalliri, Utrivi, Paracrani, Vilaque Grande, Irupata, Macha Coya, Paycoyo, Chacapina, Cala Cala, Yuracari, Quesu Quesuni, Canaviri, Vilajawira, Tomapata, Agua de Castilla y Cotaña Pampa. |
|               | Puñaca                  | Puñaca, Yuracaré, Pitooya e Isowaya.   |
|               | Mojón                   | Chiquiruyo, Jancooyo, Charuyo, Putrucunis, Larancawa, Machacamaraquita, Huaylloco, Chaicollo y Taypicollo.   |
|               | Grupo étnico            | Uru Murato Tinta María Puñaca  |
| Venta y Media | Sullkavi                | Pampa Verde, Huayllacunca, Loketa, Acomarca, Kasagata, Totoroco, Marcavi, Venta y Media y Socotña.   |
|               | Jilave                  | Choquenasa, Jachokochi, Jancooyo, Chilicani, Challaque, Carajara, Molle Puncu Chico y Venta y Media.   |
| Coripata      | Coripata                | Humajalaca, Mollepuncu Chico, Larancagua, Colremayo, Challa Apacheta, Paculla, Vilakasa, Calajawira, Jachacochi, Condor Apacheta y Coripata.   |

FUENTE: CUERPO DE AUTORIDADES ORIGINARIAS 2006

**ANEXO N°3. 6**

**Tabla3.5 OCUPACIÓN DEL TERRITORIO**

**ESTIMACION PORCENTUAL DEL USO  
DEL TERRITORIO MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>No</b> | <b>DESCRIPCION</b>                              | <b>PORCENTAJE</b> |
|-----------|---|-------------------|
| 1         | Superficie destinada al pastoreo de semovientes | 55                |
| 2         | Superficie destinada a cultivos andinos         | 31                |
| 3         | Superficie destinada a la actividad minera      | 5                 |
| 4         | Superficie rocosa o serranía                    | 9                 |

FUENTE: DIAGNOSTICO COMUNAL 2006

**ANEXO N° 3.7**

**Tabla 3.6**

**POBLACION HUMANA POR EDADES  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| No           | GRUPOS DE EDADES | URBANO   | RURAL        | TOTAL        |
|--------------|------------------|----------|--------------|--------------|
| 1            | 0 a 5 años       | 0        | 738          | 738          |
| 2            | 6 a 18 años      | 0        | 1.743        | 1.743        |
| 3            | 19 a 39 años     | 0        | 1.375        | 1.375        |
| 4            | 40 a 64 años     | 0        | 1.580        | 1.580        |
| 5            | 65 años o más    | 0        | 727          | 727          |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>0</b> | <b>6.163</b> | <b>6.163</b> |

FUENTE: ATLAS ESTADISTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005

**ANEXO N°3. 8****Tabla 3.7****POBLACION HUAMANA DE VARONES POR EDADES  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| No           | GRUPOS DE EDADES | URBANO   | RURAL        | TOTAL        |
|--------------|------------------|----------|--------------|--------------|
| 1            | 0 a 5 años       | 0        | 402          | 402          |
| 2            | 6 a 18 años      | 0        | 901          | 901          |
| 3            | 19 a 39 años     | 0        | 704          | 704          |
| 4            | 40 a 64 años     | 0        | 740          | 740          |
| 5            | 65 años y más    | 0        | 298          | 298          |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>0</b> | <b>3.045</b> | <b>3.045</b> |

FUENTE: ATLAS ESTADISTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005

**Tabla 3.8****POBLACION HUMANA DE MUJERES POR EDADES  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| No           | GRUPOS DE EDADES | URBANO   | RURAL        | TOTAL        |
|--------------|------------------|----------|--------------|--------------|
| 1            | 0 a 5 años       | 0        | 336          | 336          |
| 2            | 6 a 18 años      | 0        | 842          | 842          |
| 3            | 19 a 39 años     | 0        | 671          | 671          |
| 4            | 40 a 64 años     | 0        | 840          | 840          |
| 5            | 65 años y más    | 0        | 429          | 429          |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>0</b> | <b>3.118</b> | <b>3.118</b> |

FUENTE: ATLAS ESTADISTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005



### ANEXO N° 3.9

Tabla 3.9 Usos de la tierra

#### USO DE LA TIERRA EN PORCENTAJE MUNICIPIO DE POOPÓ

| No    | USO DE TIERRA                                     | PORCENTAJE |
|-------|---|------------|
| 1     | Terreno con pastizales                            | 54,16      |
| 2     | Terreno cultivable                                | 31,15      |
| 3     | Terreno forestal                                  | 1,00       |
| 4     | Terreno minero                                    | 5,22       |
| 5     | Terreno rocoso, salitroso, causes de ríos y otros | 8,47       |
| TOTAL |   | 100,00     |

FUENTE: PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL POPO 1999-2003

### ANEXO N°3.10

Tabla 3.10 Costos de producción agrícola

| <b>PRODUCTO</b>  | <b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION<br/>En \$us americanos</b> |
|--|---|
| Costo total de cultivo de papa/hectárea/año            | <b>390,2</b>  |
| Costo total de cultivo de cebada en heno/hectárea/año  | <b>135,9</b>  |
| Costo total de cultivo de cebada en grano/hectárea/año | <b>154,4</b>  |
| Costo total de cultivo de quinua/hectárea/año          | <b>128,8</b>  |
| Costo total de cultivo de alfalfa/hectárea/1er corte   | <b>274,8</b>  |
| Costo total de cultivo de trigo en grano/hectárea/año  | <b>154,4</b>  |
| Costo total de cultivo de haba/hectárea/año            | <b>150,7</b>  |
| <b>COSTO TOTAL</b>                                     | <b>1389,2</b>   |

Fuente: Plan de desarrollo municipal

**ANEXO N° 3.11**

**Tabla3.11 Producción pecuaria.**

**PROMEDIO DE TENENCIA DE GANADO POR FAMILIA  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| No | CANTON   | AYLLUS                  | BOVINOS | OVINOS |
|----|----------|-------------------------|---------|--------|
| 1  | Poopó    | San Agustin de Puñaca   | 42      | 225    |
| 2  |          | Quellia                 | 41      | 232    |
| 3  |          | Primera Cabeza Tapacari | 8       | 66     |
| 4  |          | Segunda Tapacari        | 9       | 50     |
| 5  |          | Caranja                 | 2       | 47     |
| 6  |          | Mojón                   | 4       | 33     |
| 7  |          | Taraco                  | 7       | 96     |
| 8  |          | Pacaje                  | 6       | 59     |
| 9  | Venta y  | Sullkavi                | 3       | 71     |
| 10 | Media    | Jilave                  | 6       | 93     |
| 11 | Coripata | Coripata                | 5       | 70     |

FUENTE: DIAGNOSTICO COMUNAL 2006

**ANEXO N° 3.12****Tabla 3.12.- Productos agropecuarios.**

| <b>PRODUCTO</b>  | <b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION En \$us americanos</b> |
|--|---|
| Costo total de cultivo de papa/hectárea/año            | <b>390.2</b>  |
| Costo total de cultivo de cebada en heno/hectárea/año  | <b>135.9</b>  |
| Costo total de cultivo de cebada en grano/hectárea/año | <b>154.4</b>  |
| Costo total de cultivo de quinua/hectárea/año          | <b>128.8</b>  |
| Costo total de cultivo de alfalfa/hectárea/1er corte   | <b>274.8</b>  |
| Costo total de cultivo de trigo en grano/hectárea/año  | <b>154.4</b>  |
| Costo total de cultivo de haba/hectárea/año            | <b>150.7</b>  |
| <b>COSTO TOTAL</b>                                     | <b>1389.2</b>                                       |

Fuente: PDM Poopó 2012/2017

**Tabla 3.13****DISTRIBUCION DE POBLACION EN EDAD ESCOLAR  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>EDAD</b>  | <b>VARONES</b> | <b>MUJERES</b> | <b>TOTAL</b> |
|--------------|----------------|----------------|--------------|
| 4 a 5 años   | 144            | 124            | 268          |
| 6 a 13 años  | 632            | 582            | 1.214        |
| 14 a 17 años | 227            | 221            | 448          |
| 18 a 19 años | 71             | 74             | 145          |

FUENTE: ATLAS ESTADISTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005

**ANEXO N° 3.13****Tabla 3.14****NUMERO, TIPO Y UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>NUCLEO</b>  | <b>UNIDADES CENTRALES</b> | <b>UNIDADES SECCIONALES</b> | <b>COMUNIDADES</b> | <b>CICLOS</b>       |
|----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|
| José Flores B. | Ismael Montes             |                             | Villa Poopó        | Inicial-primaria    |
|                | José Flores B.            |                             | Villa Poopó        | Primaria-secundaria |
|                |                           | Simón Bolívar               | Callipampa         | Inicial-primaria    |
|                |                           | Germán Buchs                | Catavi             | Primaria            |
|                |                           | Libertador Bolívar          | Cayumalliri        | Inicial-primaria    |
|                |                           | América                     | Machacoya          | Primaria            |
|                |                           | Eduardo Abaroa              | Tolapampa          | Primaria            |
|                |                           | Urus Muratos                | Puñaca             | Primaria            |
|                |                           | Hernando Siles              | Venta y Media      | Primaria            |
|                |                           | Fernando Frontanilla        | Challa Apacheta    | Inicial-primaria    |
|                |                           | Mariscal Sucre              | Coripata           | Primaria            |

FUENTE: PROME POOPÓ 2005

**ANEXO N° 3.14****Tabla 3.15****UBICACIÓN Y DISTANCIA DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>UBICACION</b> | <b>UNIDAD EDUCATIVA</b>        | <b>DISTANCIA Km</b> |
|------------------|--------------------------------|---------------------|
| Villa Poopó      | Ismael Montes                  | 0,00                |
| Villa Poopó      | José Flores B.                 | 0,00                |
| Callipampa       | Simón Bolívar                  | 10,00               |
| Catavi           | Germán Buchs                   | 15,00               |
| Cayumalliri      | Libertador Bolívar             | 55,00               |
| Machacoya        | América                        | 10,00               |
| Puñaca           | Urus Muratos                   | 7,50                |
| Tolapampa        | Eduardo Abaroa                 | 20,00               |
| Venta y Media    | Hernán Siles                   | 62,00               |
| Challa Apacheta  | Fernando. Frontanilla          | 81,00               |
| Coripata         | Mariscal Antonio José de Sucre | 73,00               |

FUENTE: PROME POOPÓ 2005

**ANEXO N° 3.15****Tabla 3.16****RESUMEN ESTADISTICO EDUCACION FORMAL PROMEDIO****2000-2001-2002-2003****MUNICIPIO DE POOPÓ**

| NIVEL      | ALUMNOS INSCRITOS |         |       | ALUMNOS EFECTIVOS |         |       | ALUMNOS PROMOVIDOS |         |       | ALUMNOS RETIRADOS |         |       | ALUMNOS REPROBADOS |         |       |
|------------|-------------------|---------|-------|-------------------|---------|-------|--------------------|---------|-------|-------------------|---------|-------|--------------------|---------|-------|
|            | Varones           | Mujeres | Total | Varones           | Mujeres | Total | Varones            | Mujeres | Total | Varones           | Mujeres | Total | Varones            | Mujeres | Total |
| Inicial    | 48                | 46      | 94    | 35                | 39      | 94    | 35                 | 39      | 74    | 9                 | 7       | 16    | 0                  | 0       | 0     |
| Primaria   | 431               | 422     | 853   | 403               | 390     | 793   | 392                | 384     | 776   | 28                | 32      | 60    | 11                 | 6       | 17    |
| Secundaria | 113               | 123     | 236   | 104               | 116     | 220   | 94                 | 111     | 205   | 9                 | 7       | 16    | 10                 | 4       | 14    |

FUENTE: PROME POOPÓ 2005

**Tabla 3.17****NUMERO DE DOCENTES EN LOS DIFERENTES NIVELES EDUCATIVOS****MUNICIPIO DE POOPÓ**

| NIVELES    | TITULADOS | EGRESADOS | INTERINOS | SUB-TOTAL |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Inicial    | 1         | 3         | 0         | 4         |
| Primaria   | 30        | 9         | 1         | 40        |
| Secundaria | 9         | 4         | 0         | 13        |
| TOTAL      | 40        | 16        | 1         | 57        |

FUENTE: PROME POOPÓ 2005

ANEXO N° 3.16

Tabla 3.18

**ESTADO Y CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO  
EDUCACION MUNICIPIO DE POOPÓ**

| NOMBRE DE ESTABLECIMIENTOS | ESTADO DE INFRAESTRUCTURA |              |           | EQUIPAMIENTO    |                   |
|----------------------------|---------------------------|--------------|-----------|-----------------|-------------------|
|                            | BUENO<br>B                | REGULAR<br>R | MALO<br>M | SUFICIENTE<br>S | INSUFICIENTE<br>I |
| Ismael Montes              |                           | R            |           |                 | I                 |
| José Flores B.             | B                         |              |           |                 | I                 |
| Simón Bolívar              | B                         |              |           |                 | I                 |
| Germán Buchs               | B                         |              |           |                 | I                 |
| Simón Bolívar              | B                         |              |           |                 | I                 |
| América                    | B                         |              |           |                 | I                 |
| Eduardo Abaroa             | B                         |              |           |                 | I                 |
| Urus Muratos               | B                         |              |           |                 | I                 |
| Hernando Siles             | B                         |              |           |                 | I                 |
| Fernando Frontanilla       | B                         |              |           |                 | I                 |
| Mariscal Sucre             |                           | R            |           |                 | I                 |

FUENTE: PROME POOPÓ 2005

Tabla 3.19

**ESTADÍSTICA DE ALUMNOS EDUCACION ALTERNATIVA  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| NIVEL          | No CURSOS | GESTION 2004 |    |    |           |   |   |           |    |    |
|----------------|-----------|--------------|----|----|-----------|---|---|-----------|----|----|
|                |           | INSCRITOS    |    |    | RETIRADOS |   |   | EFECTIVOS |    |    |
|                |           | V            | M  | T  | V         | M | T | V         | M  | T  |
| Medio inferior | 1         | 1            | 5  | 6  | 0         | 3 | 3 | 1         | 2  | 3  |
| Medio común    | 1         | 5            | 12 | 17 | 2         | 2 | 4 | 3         | 10 | 13 |
| Medio superior | 1         | 3            | 7  | 10 | 1         | 0 | 1 | 2         | 7  | 9  |
| TOTAL          | 3         | 9            | 24 | 33 | 3         | 5 | 8 | 6         | 19 | 25 |

FUENTE: PROME POOPÓ 2005



**ANEXO N° 3.17**

**Tabla 3.20**

**DISTRIBUCION DE LA POBLACION EN EL AREA DE SALUD  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>POBLACION POR EDADES</b> | <b>NUMERO DE LA POBLACION</b> |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Niños menores a un año      | 108                           |
| Niños menores a dos años    | 222                           |
| Niños menores a cinco años  | 612                           |
| Mujeres en edad fértil      | 1.255                         |

FUENTE: ATLAS ESTADISTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005

**Tabla 3.21 3.22**

**ESTABLECIMIENTOS DE SALUD  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>No</b> | <b>LUGAR DE UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD</b> | <b>TIPO DE INFRAESTRUCTURA DE SALUD</b> |
|-----------|--|---|
| 1         | Villa Poopó  | Hospital de salud                       |
| 2         | Venta y Media  | Puesto de salud                         |
| 3         | Tolapampa  | Puesto de salud                         |

FUENTE: DIAGNOSTICO COMUNAL 2006

**PERSONAL MEDICO Y PARAMEDICO  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>No</b> | <b>CENTROS Y PUESTOS DE SALUD</b>     | <b>PERSONAL MEDICO Y PARAMEDICO</b> |
|-----------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1         | Hospital San Juan de Dios Villa Poopó | 2 médicos generales                 |
|           |                                       | 1 administradora                    |
|           |                                       | 1 licenciada en enfermería          |
|           |                                       | 2 auxiliares de enfermería          |
|           |                                       | 1 odontólogo (medio tiempo)         |
|           |                                       | 1 chofer                            |
| 2         | Puesto de salud Venta y Media         | 1 auxiliar de enfermería            |
| 3         | Puesto de salud Tolapampa             | 1 auxiliar de enfermería            |

FUENTE: HOSPITAL DE SALUD POOPÓ 2006

**ANEXO 3.18**

**Tabla 3.22**

**COBERTURA DE AGUA POTABLE  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| No | PROCEDENCIA DE AGUA POTABLE     | URBANO | RURAL | TOTAL |
|----|---------------------------------|--------|-------|-------|
| 1  | Cañería de red o pileta pública | 0      | 812   | 812   |
| 2  | Pozo o noria                    | 0      | 848   | 848   |
| 3  | Río, vertiente, acequia y lago  | 0      | 411   | 411   |
| 4  | Carro repartidor                | 0      | 3     | 3     |
| 5  | Otras fuentes                   | 0      | 10    | 10    |

FUENTE: ATLAS ESTADÍSTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005

**COBERTURA DE SERVICIO HIGIÉNICO  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| No | PROCEDENCIA DE AGUA POTABLE | URBANO | RURAL | TOTAL |
|----|-----------------------------|--------|-------|-------|
| 1  | Alcantarillado              | 0      | 102   | 102   |
| 2  | Cámara séptica              | 0      | 9     | 9     |
| 3  | Pozo ciego                  | 0      | 170   | 170   |
| 4  | No tiene                    | 0      | 1.803 | 1.803 |

FUENTE: ATLAS ESTADÍSTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005

**ANEXO N° 3.19****Tabla 3.23****CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS VIVIENDAS  
MUNICIPIO DE POOPÓ**

| No  | DESCRIPCION  | URBANO | RURAL | TOTAL |
|---|--|--------|-------|-------|
| <b>CONDICIONES DE HABITABILIDAD</b>           |  |        |       |       |
| 1   | Con ambientes para baño y cocina                         | 0      | 241   | 241   |
| 2   | Con ambientes para baño o cocina                         | 0      | 1.376 | 1.376 |
| 3   | Sin ambientes para baño y cocina                         | 0      | 467   | 467   |
| <b>TENENCIA DE LA VIVIENDA DE LOS HOGARES</b> |  |        |       |       |
| 1   | Viviendas propias  | 0      | 1.828 | 1.828 |
| 2   | Viviendas alquiladas o en anticrético                    | 0      | 150   | 150   |
| 3   | Otros (contrato mixto, cedidos por servicios o prestada. | 0      | 106   | 106   |

FUENTE: ATLAS ESTADISTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA 2005

**ANEXO N° 3.20**

**Tabla 3.24**

**CALENDARIO FESTIVO Y RITUAL MUNICIPIO DE POOPÓ**

| <b>FECHA</b>             | <b>FIESTA</b>         | <b>CARACTERISTICAS</b>  |
|--------------------------|-----------------------|---|
| 1-2 enero                | Fiesta patronal Poopó | Fiesta patronal organizada por los ayllus y comunidades en comparsas ofrecidas al niño Jesús. |
| Febrero (F. móvil)       | Compadres y comadres  | Agasajo a las comadres y compadres  |
| Febrero (F. móvil)       | Carnavales            | Fiesta general con la participación de comparsas y bandas de música                           |
| Marzo o abril (F. móvil) | Semana santa          | Fiesta religiosa de recogimiento espiritual   |
| Junio (F. móvil)         | Corpus Cristi         | Fiesta religiosa  |
| 24 de junio              | San Juan              | Fiesta ritual de fuego y agua, año nuevo aymara   |
| 16 de julio              | Virgen del Carmen     | Fiesta patronal   |
| 6 de agosto              | Día de la patria      | Fiesta nacional   |
| 16 de octubre            | Aniversario de Poopó  | Fiesta regional   |
| 14 de septiembre         | Señor de Exaltación   | Fiesta patronal   |
| 2 de noviembre           | Todos Santos          | Día de los difuntos   |
| 25 de diciembre          | Navidad               | Nacimiento de Jesús   |

FUENTE: PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 1999-2003

**ANEXO N° 3.21**

**Tabla3.25 COBERTURA DE AGUA POTABLEMUNICIPIO DE POOPÓ**

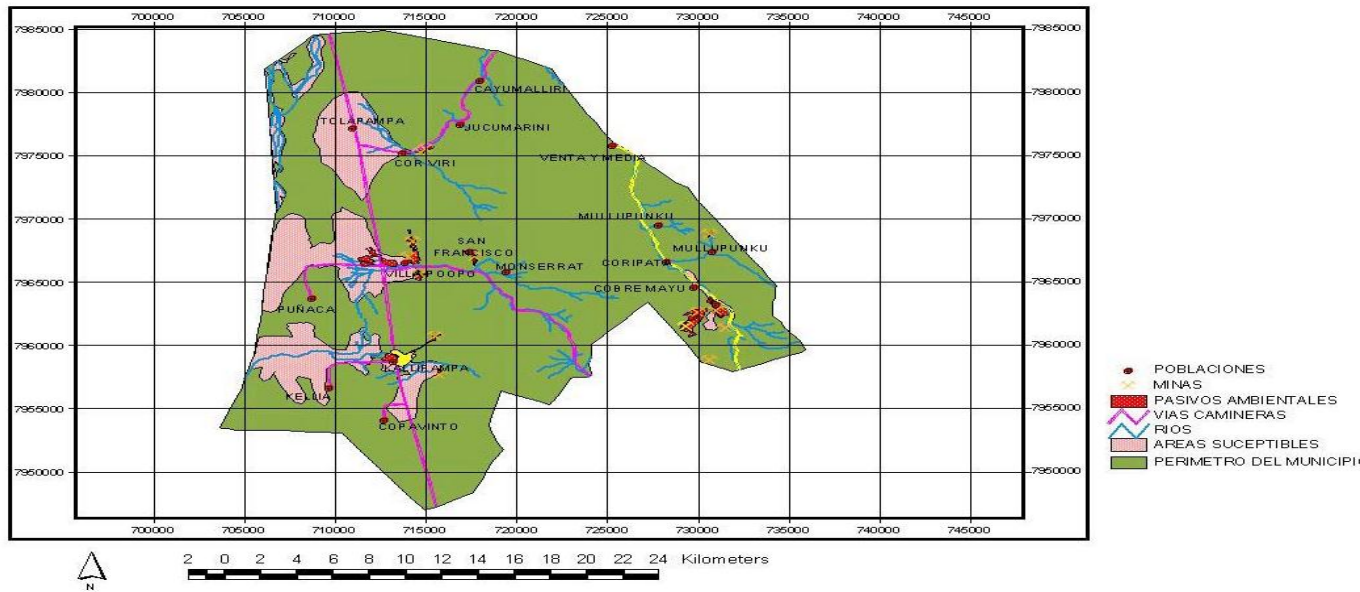
| <b>No</b> | <b>Procedencia de Agua Potable</b>     | <b>Urbano</b> | <b>Rural</b> | <b>Centros Poblados</b> |
|-----------|--|---------------|--------------|-------------------------|
| <b>1</b>  | <b>Cañería de red o pileta pública</b> | <b>0</b>      | <b>1018</b>  | <b>812</b>              |
| <b>2</b>  | <b>Pozo o noria</b>                    | <b>0</b>      | <b>1070</b>  | <b>848</b>              |
| <b>3</b>  | <b>Río, vertiente, acequia y lago</b>  | <b>0</b>      | <b>510</b>   | <b>411</b>              |
| <b>4</b>  | <b>Carro repartidor</b>                | <b>0</b>      | <b>6</b>     | <b>3</b>                |
| <b>5</b>  | <b>Otras fuentes</b>                   | <b>0</b>      | <b>10</b>    | <b>10</b>               |

Fuente: PDM Municipio de Poopó 2012-2016

## ANEXO N° 3.22

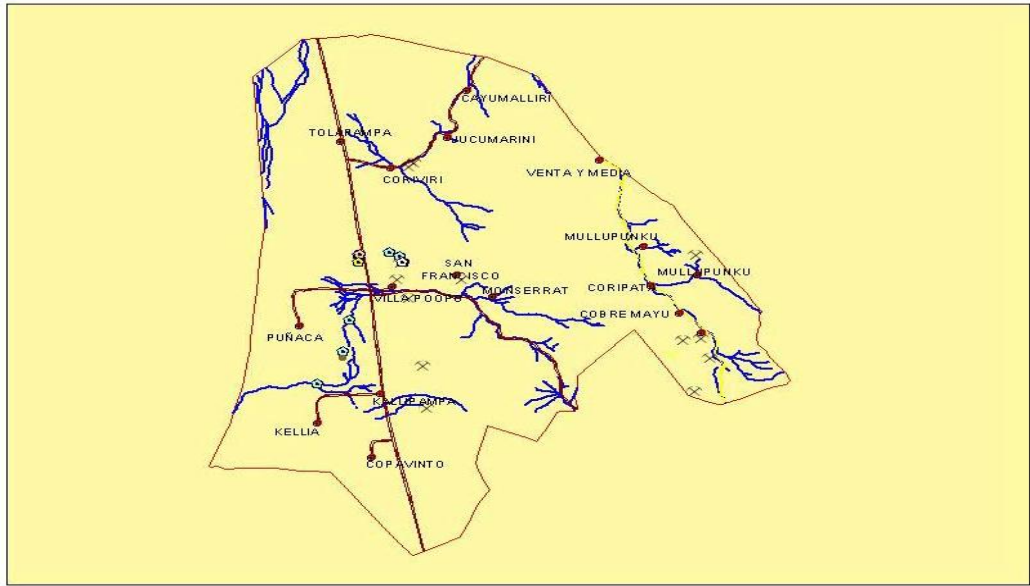
### Mapa 3.1.- Mapa del área contaminada

#### MAPA DE FUENTES DE CONTAMINACION ANTROPICA MUNICIPIO DE POOPO



Fuente: Bo Lundberg. 2005.

### Mapa 3.2.- Mapa distribución de metales pesados sobre los límites permitidos



Fuente: Bo Lundberg. 2005.

## ANEXO N° 3.23

### ESTUDIO DE LOS NIVELES DE CONTAMINANTE DE LAS AGUAS MUNICIPIO DE POOPO. (Astorga 2008)

#### De los parámetros de calidad de agua

##### *A nivel de caudales*

En la parte superior del río se observa caudales bajos, inferiores a 20,0 L/s, los cuales se van incrementando a medida que desciende el río. A la altura del punto VyM-05 se observa una disminución notable del flujo de agua debido a la utilización de la misma para el consumo de la población de Huanuni.

| Punto           | Caudal (L/s)  |               |              |
|-----------------|---------------|---------------|--------------|
|                 | Oct-2005      | Jul-2006      | Oct-2007     |
| <b>VyM-01</b>   | <b>11,40</b>  | <b>7,20</b>   | <b>1,90</b>  |
| <b>T-VyM-02</b> | <b>2,20</b>   | <b>1,20</b>   | <b>0,80</b>  |
| <b>T-VyM-03</b> | <b>3,10</b>   | <b>0,60</b>   | <b>0,40</b>  |
| <b>VyM-04</b>   | <b>26,70</b>  | <b>18,40</b>  | <b>20,70</b> |
| <b>VyM-05</b>   | <b>4,50</b>   | <b>3,80</b>   | <b>1,50</b>  |
| <b>HUA-06</b>   | <b>124,90</b> | <b>11,20</b>  | <b>94,40</b> |
| <b>HUA-07</b>   | <b>207,60</b> | <b>41,10</b>  | <b>87,60</b> |
| <b>SOR-08</b>   | <b>248,00</b> | <b>101,70</b> | <b>57,90</b> |

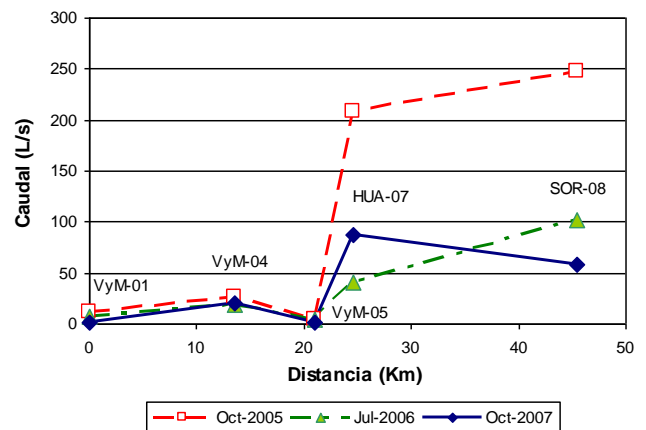


Tabla - Valores de caudal

Figura - Variación de caudales



*A nivel de pH*

Se evidencia una variación brusca del pH del agua, con valores cercanos a 9,0 en la parte alta del río. Posteriormente se tienen valores cercanos a 7,0 en la parte central del río y a partir de la confluencia con el río Huanuni se presentan valores cercanos a 3,0 debido a la actividad principalmente de la actividad minera.

| pH       |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
|          | Oct-2005 | Jul-2006 | Oct-2007 |
| VyM-01   | 8,82     | 8,48     | 8,56     |
| T-VyM-02 | 2,99     | 2,57     | 2,38     |
| T-VyM-03 | 9,20     | 7,82     | 7,05     |
| VyM-04   | 8,27     | 7,86     | 8,16     |
| VyM-05   | 8,51     | 7,40     | 7,37     |
| HUA-06   | 3,05     | 3,20     | 3,67     |
| HUA-07   | 3,12     | 3,45     | 3,64     |
| SOR-08   | 3,15     | 3,24     | 2,99     |

Tabla- Valores de pH

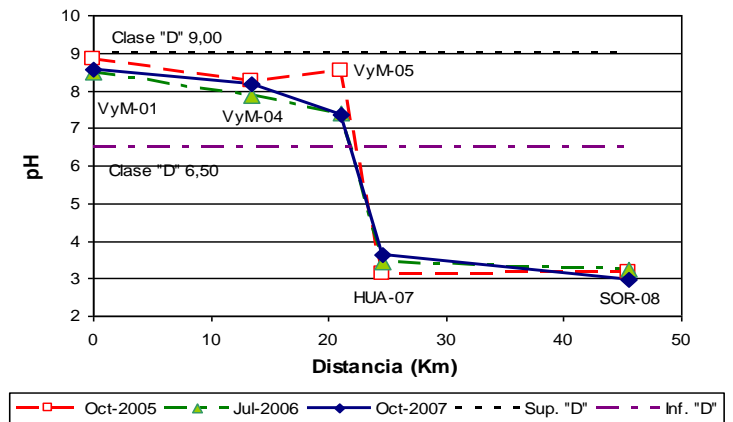


Figura Variación de pH

*A nivel de materia orgánica*

El contenido de materia orgánica se cuantifica con la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub> y la Demanda Química de Oxígeno DQO. La variación del contenido de materia orgánica a lo largo del recorrido del río Choqueyapu se muestra en las tablas N° 4 y N° 5, y en las figuras N° 4 y N° 5.

| Punto           | DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L) |                  |                  |
|-----------------|---|------------------|------------------|
|                 | Oct-2005                                | Jul-2006         | Oct-2007         |
| <b>VyM-01</b>   | <b>3,20</b>                             | <b>2,60</b>      | <b>&lt; 1,00</b> |
| <b>T-VyM-02</b> | <b>2,40</b>                             | <b>2,57</b>      | <b>21,00</b>     |
| <b>T-VyM-03</b> | <b>&lt; 1,00</b>                        | <b>7,82</b>      | <b>&lt; 1,00</b> |
| <b>VyM-04</b>   | <b>&lt; 1,00</b>                        | <b>2,20</b>      | <b>&lt; 1,00</b> |
| <b>VyM-05</b>   | <b>&lt; 1,00</b>                        | <b>&lt; 1,00</b> | <b>&lt; 1,00</b> |
| <b>HUA-06</b>   | <b>78,00</b>                            | <b>3,20</b>      | <b>96,00</b>     |
| <b>HUA-07</b>   | <b>34,00</b>                            | <b>22,00</b>     | <b>46,00</b>     |
| <b>SOR-08</b>   | <b>25,00</b>                            | <b>14,00</b>     | <b>18,00</b>     |

Tabla Valores de DBO<sub>5</sub>

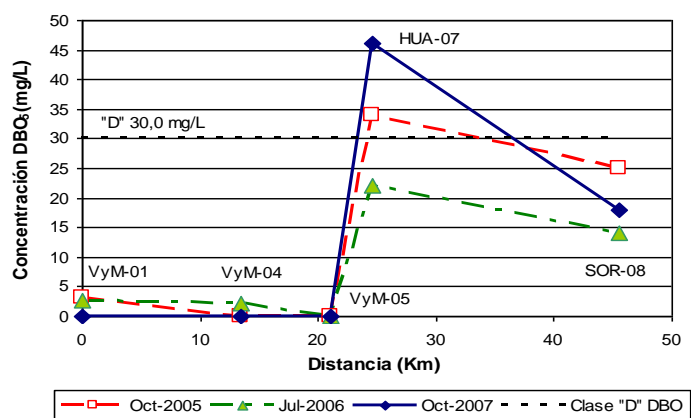


Figura - Variación de DBO<sub>5</sub>

| Punto    | DQO (mg O <sub>2</sub> /L) |          |          |
|----------|----------------------------|----------|----------|
|          | Oct-2005                   | Jul-2006 | Oct-2007 |
| VyM-01   | 12,00                      | 8,00     | < 2,00   |
| T-VyM-02 | 24,00                      | 1.412,00 | 800,00   |
| T-VyM-03 | < 2,00                     | 20,00    | < 2,00   |
| VyM-04   | < 2,00                     | 12,00    | < 2,00   |
| VyM-05   | < 2,00                     | < 2,00   | 12,00    |
| HUA-06   | 1.248,00                   | 514,00   | 1.520,00 |
| HUA-07   | 874,00                     | 436,00   | 1.150,00 |
| SOR-08   | 86,00                      | 174,00   | 226,00   |

Tabla .- Valores de DQO

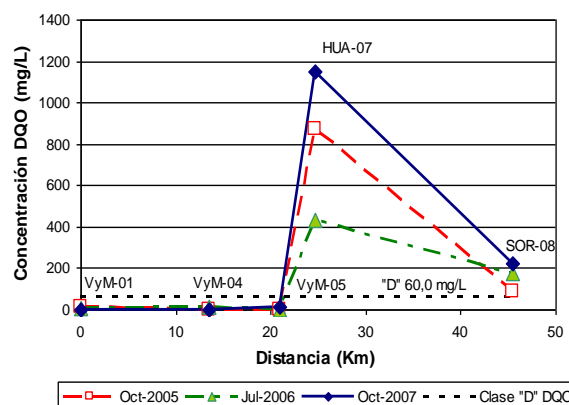


Figura Nº 5.- Variación de DQO

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que, de valores iniciales bajos de DBO<sub>5</sub> y DQO en la parte alta del río, existe un incremento debido a la contaminación producida por las descargas de agua residual doméstica y del proceso minero.

Las mayores concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO, son las que se encuentran a partir del punto VyM-05, donde se exceden los límites máximos permisibles correspondientes a la Clase "D" del cuerpo receptor de la Ley del Medio Ambiente. A partir de este punto se encuentra el área de descarga del Ingenio Huanuni y la zona de rescate de minerales. A partir del punto HUA-07 se nota una reducción en los valores.

De un análisis de los aportes de carga de DQO de los tributarios, se observa que el más contaminado es el río Huanuni en magnitud, mientras que el río Challa Apacheta lo es en mucha menor proporción, como se muestra en la tabla Nº 6.

| Muestreo        | T-VyM-02    | T-VyM-03    | HUA-06        |
|-----------------|-------------|-------------|---------------|
| <b>Oct-2005</b> | <b>0,19</b> | <b>0,00</b> | <b>561,15</b> |
| <b>Jul-2006</b> | <b>6,10</b> | <b>0,04</b> | <b>20,72</b>  |
| <b>Oct-2007</b> | <b>2,30</b> | <b>0,00</b> | <b>516,56</b> |

Tabla - Aporte de carga de DQO de los tributarios (Kg/hora)

*A nivel de Nutrientes*

El estudio de las formas de Nitrógeno y Fósforo es importante, ya que implícitamente se generan los nutrientes que aguas abajo pueden producir fenómenos de eutrofización.

De acuerdo a la tabla N° 7 y la figura N° 6, se presentan elevadas concentraciones de Nitrógeno total a partir del punto VyM-05, principalmente producto de las descargas domésticas de la población de Huanuni, llegando al pico más alto en el punto HUA-07. Posteriormente existe una disminución del grado de contaminación en el punto SOR-08.

| Punto           | Nitrógeno total (mg N <sub>(kj)</sub> -N/L) |              |              |
|-----------------|---|--------------|--------------|
|                 | Oct-2005                                    | Jul-2006     | Oct-2007     |
| <b>VyM-01</b>   | <b>8,40</b>                                 | <b>4,20</b>  | <b>0,47</b>  |
| <b>T-VyM-02</b> | <b>2,80</b>                                 | <b>1,68</b>  | <b>7,93</b>  |
| <b>T-VyM-03</b> | <b>14,00</b>                                | <b>2,80</b>  | <b>0,93</b>  |
| <b>VyM-04</b>   | <b>5,60</b>                                 | <b>4,20</b>  | <b>0,93</b>  |
| <b>VyM-05</b>   | <b>7,00</b>                                 | <b>4,20</b>  | <b>1,87</b>  |
| <b>HUA-06</b>   | <b>21,00</b>                                | <b>9,80</b>  | <b>23,80</b> |
| <b>HUA-07</b>   | <b>14,00</b>                                | <b>15,40</b> | <b>28,00</b> |
| <b>SOR-08</b>   | <b>5,60</b>                                 | <b>8,40</b>  | <b>14,00</b> |

Tabla N° 7.- Valores de Nitrógeno total

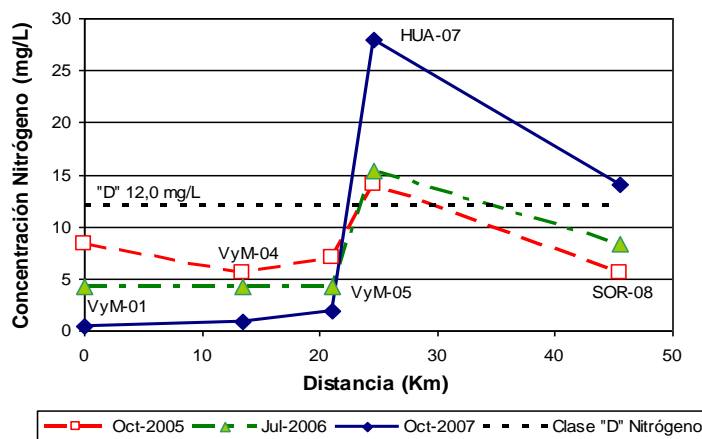


Figura N° 6.- Variación de Nitrógeno total

Se observa que a partir del punto VyM-05, los niveles encontrados exceden los límites máximos permisibles para Nitrógeno total correspondientes a la Clase "D" del cuerpo

receptor, de acuerdo al Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley del Medio Ambiente.

*A nivel de Coliformes Termo resistentes*

De acuerdo a la tabla N° 8 y la figura N° 7, los niveles de coliformes termos resistentes en todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo del límite máximo admisible establecido para la clase “B” para cuerpos receptores.

| Punto           | Coliformes Termo resistentes (UFC/100mL) |                   |                   |
|-----------------|--|-------------------|-------------------|
|                 | Oct-2005                                 | Jul-2006          | Oct-2007          |
| <b>VyM-01</b>   | $2,1 \times 10^2$                        | $2,0 \times 10^0$ | $2,6 \times 10^1$ |
| <b>T-VyM-02</b> | < 1                                      | < 1               | < 1               |
| <b>T-VyM-03</b> | $4,0 \times 10^0$                        | $3,0 \times 10^0$ | < 1               |
| <b>VyM-04</b>   | $8,0 \times 10^1$                        | $3,0 \times 10^0$ | $2,8 \times 10^1$ |
| <b>VyM-05</b>   | $1,5 \times 10^1$                        | $2,0 \times 10^0$ | $3,0 \times 10^0$ |
| <b>HUA-06</b>   | < 1                                      | < 1               | $4,0 \times 10^0$ |
| <b>HUA-07</b>   | < 1                                      | < 1               | < 1               |
| <b>SOR-08</b>   | < 1                                      | < 1               | < 1               |

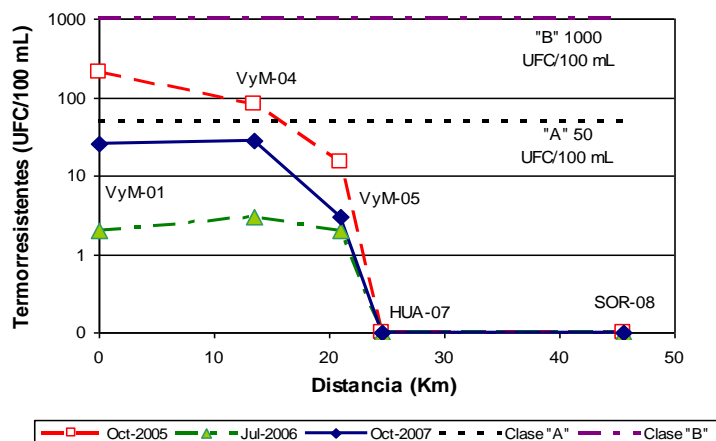


Tabla N° 8.- Valores de Coliformes Termo resistentes      Fig. N° 7.- Variación de Coliformes Termo resistentes

Los niveles de coliformes termo resistentes son considerablemente bajos en el río Huanuni, debido principalmente al pH extremadamente ácido originado por la actividad minera.

Los coliformes termo resistente en todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo del límite máximo admisible establecido para la clase “B” para cuerpos receptores.

*A nivel de Metales Pesados*

A continuación se presentan los resultados del monitoreo de Hierro y Plomo, los cuales presentan un comportamiento muy similar a los otros metales considerados (Cadmio, Cobre, Manganeso y Zinc).

| Punto    | Hierro (mg Fe/L) |          |          |
|----------|------------------|----------|----------|
|          | Oct-2005         | Jul-2006 | Oct-2007 |
| VyM-01   | 0,07             | < 0,05   | < 0,05   |
| T-VyM-02 | 428,00           | 1.550,00 | 2.800,00 |
| T-VyM-03 | 0,05             | 0,96     | 0,17     |
| VyM-04   | 0,05             | < 0,05   | < 0,05   |
| VyM-05   | 0,16             | < 0,05   | 0,07     |
| HUA-06   | 680,00           | 950,00   | 1.740,00 |
| HUA-07   | 520,00           | 600,00   | 1.160,00 |
| SOR-08   | 136,00           | 300,00   | 520,00   |

Tabla Nº 9.- Valores de Hierro

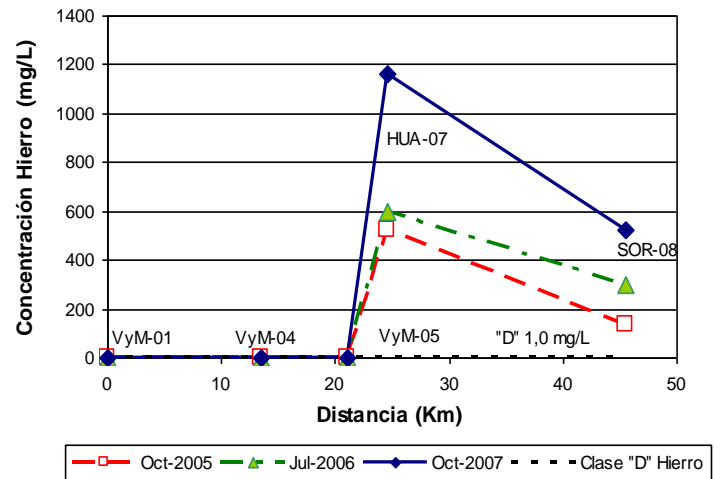


Figura Nº 8.- Variación de Hierro

| Punto    | Plomo (mg Pb/L) |          |          |
|----------|-----------------|----------|----------|
|          | Oct-2005        | Jul-2006 | Oct-2007 |
| VyM-01   | < 0,05          | < 0,05   | < 0,05   |
| T-VyM-02 | 0,35            | 14,50    | 8,40     |
| T-VyM-03 | < 0,05          | < 0,05   | < 0,05   |
| VyM-04   | < 0,05          | < 0,05   | < 0,05   |
| VyM-05   | < 0,05          | < 0,05   | < 0,05   |
| HUA-06   | 4,00            | 1,73     | 4,80     |
| HUA-07   | 4,00            | 1,47     | 3,80     |
| SOR-08   | 0,48            | 0,87     | 2,80     |

Tabla Nº 10.- Valores de Plomo

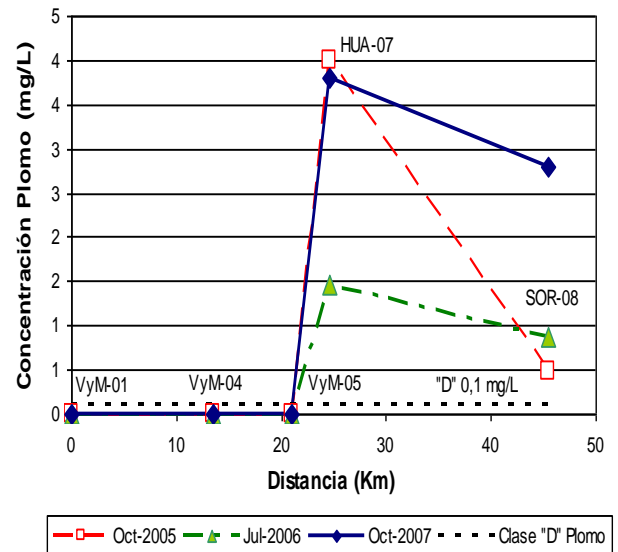


Figura Nº 9.- Variación de Plomo

De acuerdo a las tablas N° 9 y N° 10 y las figuras N° 8 y N° 9, los niveles de Hierro y Plomo en la parte alta del río, hasta el punto VyM-05, se encuentran por debajo del límites máximos admisibles para la Clase “D” del cuerpo receptor, pero a partir de este punto los niveles se elevan a valores máximos de 1.160,0 mg/L de Hierro y 4,0 mg/L de Plomo, lo cual representa un gran peligro para el medio ambiente y el consumo de humanos y animales.

**ANEXO N° 3.24**

**Tabla 3.29.- Valoración del Impacto Ambiental.**

| COMPONENTE       | ASPECTO ASOCIADO                              | IMPACTO PROVOCADO  | CARÁCTER DEL IMPACTO | EFECTO O CONSECUENCIA                                |
|------------------|---|--|----------------------|--|
| COMPONENTE AGUA  | desechos sólidos de minerales                 | contaminación físico-química de los ríos                       | NEGATIVO             | incremento de las enfermedades sobre la salud humana |
|                  | Desechos líquidos de minerales                | contaminación físico- química del Lago Poopó                   | NEGATIVO             | disminución de los rendimientos agrícolas            |
|                  |   | Contaminación físico-química y bacteriológica del agua potable | NEGATIVO             | incremento de la desertificación y erosión de suelos |
|                  |   |  |                      | disminución de la flora y fauna de la región         |
|                  |   |  |                      | pérdida de biodiversidad                             |
| COMPONENTE AIRE  | emisiones de gas a la atmósfera               | contaminación del aire con partículas de polvo                 | NEGATIVO             | enfermedades de infección respiratorias agudas       |
|                  | emisiones de partículas de polvo de minerales | Contaminación del aire por gases o anhídrido carbónico         | NEGATIVO             |  |
|                  |   | lluvia ácida   | NEGATIVO             | Degradación y pérdida del suelo                      |
| COMPONENTE SUELO | erosión del suelo                             | disminución del rendimiento de la tierra                       | NEGATIVO             | menor producción y mayor costo                       |
|                  | salinización                                  | afectación a la biodiversidad                                  | NEGATIVO             | disminución de la fertilidad del suelo               |
|                  | cambio del ph                                 | deterioro de la vegetación                                     | NEGATIVO             | disminución de la flora y fauna                      |
|                  |   |  | NEGATIVO             | Compactación de suelos                               |

Fuente: elaboración propia



**ANEXO N° 3.25**

**Tabla 3.30.- Efectos de los elementos inorgánicos en la salud.**

| <b>ELEMENTO</b>  | <b>EFFECTOS A LA SALUD HUMANA</b>   | <b>EFFECTOS AL MEDIO AMBIENTE</b>  |
|------------------|---|--|
| <b>BARIO</b>     | Dificultad para respirar. Incremento en la presión sanguínea. Dolor de estómago. Debilidad en los músculos. Cambios en los reflejos nerviosos. Inflamación del cerebro y del hígado. Daño en los riñones y el corazón.  | Acumulación en los cuerpos de los peces y otros organismos acuáticos.  |
| <b>BORO</b>      | Afectación de los órganos reproductivos masculinos. Efectos de nacimiento y fallos en el desarrollo de los recién nacidos. Irritación de la nariz al inhalar este elemento. Infecciones de el estómago, el hígado, riñones y cerebro y muerte.  | Intoxicación de peces, frutas y vegetales que al consumo tienen resultados bastante negativos.   |
| <b>ALUMINIO</b>  | Daño al sistema nervioso. Demencia. Pérdida de memoria. Apatía. Temblores severos.  | Intoxicación de los animales. Muerte de peces y anfibios.  |
| <b>MAGNESIO</b>  | Ceguera temporal. Daños mayores a la vista.   | Efectos similares en los animales a los de los humanos.  |
| <b>MANGANESO</b> | Daños directos al sistema respiratorio y al cerebro. Alucinaciones, olvido y daño en los nervios. Parkinson, embolia de pulmones y bronquitis.  | Interferencia en el crecimiento de los animales, formación de huesos y reproducción. En los animales causa disturbancias en los pulmones, hígado y vesiculares, decremento de la presión, fallos en el desarrollo de los fetos y daños cerebrales. |
| <b>ARSENICO</b>  | Irritación del estómago e intestinos. Disminución de la producción de glóbulos rojos y blancos. Cambios en la piel e irritación de los pulmones. Desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado y ninfas. Infertilidad, aborto, pérdida de resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño cerebral. | Presencia en la comida a través de las plantas. Alterar el material genético en los peces. Envenenamiento de las aves.   |
| <b>CALCIO</b>    | Creación de piedras en los riñones, esclerosis y problemas en los vasos sanguíneos  | El fosfato de calcio es muy tóxico para los organismos acuáticos.  |

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| <b>CADMIO</b> | Daño en los riñones. Diarreas, vómitos severos y dolor de estómago. Fractura de huesos, infertilidad. Daño al sistema nervioso central. Daño al sistema inmune. Desordenes psicológicos. Desarrollo de cáncer.  | Daño potencial para los animales que consumen plantas. Todo animal que dependa del consumo del suelo. Amenaza a todo el ecosistema.  |
| <b>CROMO</b>  | Reacciones cutáneas, sangra miento e irritaciones de la nariz.  | Se daña el suelo y a través de esto a los cultivos de alimentos.   |
| <b>HIERRO</b> | Conjuntivitis, coriorrentinitis y rinitis. Neumoconiosis o sideriosis.  | Muy peligroso para las plantas, el aire y el suelo.  |
| <b>COBRE</b>  | Daño en el hígado, riñones y muerte. Disminución de la inteligencia en personas jóvenes.  | Acumulación en plantas y animales. Provoca la acidez en el suelo y la hace improductiva.   |
| <b>LITIO</b>  | A la inhalación provoca sensación de quemadura, tos, falta de aire, dolor de garganta, enrojecimiento de la piel, heridas cutáneas, dolor, ampollas, quemaduras severas y profundas. Calambres abdominales, dolor abdominal, nauseas, vómitos, debilidad.   | Reacciona con el nitrógeno, el oxígeno y el vapor de agua en el aire. Es bastante corrosivo para los animales.   |
| <b>SODIO</b>  | En exceso, daña los riñones e incrementa las posibilidades de hipertensión.   | Ecotoxicidad. Límite medio de tolerancia para los peces. Una vez líquido, el hidróxido de sodio se filtra en el suelo con la posibilidad de contaminar las reservas de agua. |
| <b>NIQUEL</b> | Probabilidades de cáncer de pulmón, laringe y próstata. Mareos. Embolia de pulmón. Fallos respiratorios. Defectos de nacimiento. Asma y bronquitis crónica. Reacciones alérgica. Desordenes del corazón.  | Infertilidad del suelo.  |
| <b>PLOMO</b>  | Perturbación de la biosíntesis de la hemoglobina y anemia. Incremento de la presión sanguínea. Daño en los riñones. Aborto. Perturbación del sistema nervioso. Disminución de la fertilidad en hombres. Disminución del aprendizaje en niños. Agresividad, hipersensibilidad. Daños al sistema nervioso y cerebro en los fetos. | La afectación en las tierras de cultivo. Acumulación en los organismos acuáticos y organismos del suelo.   |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| <b>ANTIMONIO</b> | Enfermedades pulmonares, problemas del corazón, diarreas, vómitos severos y úlceras estomacales.  | Daños pulmonares, cardiacos, hepáticos, renales y muerte en pequeños animales.   |
| <b>ESTAÑO</b>    | Irritación de ojos y piel. Dolores de cabeza. Dolores de estómago. Vómitos y mareos. Falta de aliento. Problemas para orinar. Depresiones. Daños hepáticos. Disfunción del sistema inmunológico. Daños cromosómicos. Escasez de glóbulos rojos. Daños cerebrales. | Alteran el crecimiento, la reproducción, los sistemas enzimáticos y los esquemas de alimentación acuáticos.                  |
| <b>ZINC</b>      | Pérdida de apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor y el olor. Úlcera estomacal, anemia. Daño en el páncreas, disturbios en el metabolismo de las proteínas y causar arterioesclerosis.  | Daño en los peces y por ende biomagnificarse en la cadena alimentaria. Daño a los ganados vacuno, ovino. Daño a las plantas. |

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo No 3.26**

### **Indicadores de Gestión Ambiental**

#### ***Indicadores demográficos a nivel regional***

- tasas medias de crecimiento
- densidad poblacional
- flujos económicos y demográficos

#### ***Indicadores demográficos a nivel local***

- origen de la población
- tasas medias de crecimiento poblacional
- densidad poblacional
- localización de áreas y asentamientos de reciente formación o expansión
- población total por grupos de edades según sexo, vivienda y distribución espacial.

#### ***Indicadores económicos***

- población económicamente activa
- proporción relativa por sectores de actividad
- composición del producto interno bruto (PIB) por actividad
- consumo de energía por actividad
- localización y tipo de industrias (personal y tipos de materias primas y residuos)
- participación del municipio en la producción económica de la región
- localización, tipo y proporción de las actividades agropecuarias de la zona rural del municipio y áreas vecinas
- áreas recientes de cambio de uso de la tierra de rural a urbano
- destino de la producción, mercados y comercialización
- estructura y situación de la tierra.
- presupuesto municipal, fuentes de financiamiento
- condición de actividad por sexo ( ocupado, desocupado, inactivo)
- categorías ocupacionales por sexo ( asalariado publico, privado, etc.)
- rangos de ingresos mensuales por sexo
- población con necesidades básicas insatisfechas (NBI)

#### ***Indicadores sociales***

- población que asiste a la escuela por edad y sexo
- nivel de instrucción de la población de 15 años y más
- escuelas situadas en el municipio
- escuelas de municipios vecinos que son utilizados con frecuencia por los habitantes del municipio en estudio
- localización y población de villas o barrios de emergencias y asentamientos precarios
- participación del municipio en programas de infraestructura( agua potable y cloacas) con financiamiento municipal, provincial, nacional o privado ( tipos de proyectos, áreas de proyectos, población beneficiada)
- hospitales y otros centros de salud situados en el municipio
- asociaciones y grupos comunitarios

#### ***Indicadores de la fisiográfica o condiciones naturales***

Biofísicos (a nivel local y regional)

- características de los suelos y la vegetación
- características de su biodiversidad

- clima, vegetación, suelos, agua
- zona de vida o microclimas

#### Aprovechamiento de los recursos (a nivel regional)

- producción local de alimentos
- caza y pesca de especies nativas
- explotación de bosques y plantaciones forestales
- explotación de canteras
- explotación agropecuaria
- utilización de recursos hídricos

#### Uso y ocupación del suelo

- proporción relativa de viviendas
- proporción relativa del comercio
- proporción relativa de la pequeña y mediana industria
- proporción relativa de la gran industria

#### Energía

- población servida por la red de electricidad
- distribución espacial por la red y estado de la misma
- gas, petróleo, leña

#### **Indicadores de infraestructura y servicios**

##### Infraestructura vial

- localización, tipo y proporción relativa de calles, caminos, carreteras con pavimento

##### Otros servicios

- comunicaciones (teléfonos, servicios de correo, etc.)
- transporte (red de transporte público por autobuses u otra modalidad, ferrocarril, aéreo)
- proporción de la población que usa los recursos

#### **Indicadores de calidad ambiental (a nivel regional)**

- contaminación, recursos de insumos y residuos producidos (tipos de influyentes) por rubro de actividad productiva
- cuencas
- situación ambiental de la(s) cuenca(s)
- uso rural

#### **Indicadores de provisión de servicios (a nivel local)**

##### Agua potable

- fuentes provisión
- extensión de la red de distribución, distribución espacial y estado de la misma
- evolución de la red en el tiempo
- porcentaje de viviendas conectadas
- consumo domiciliario e industrial
- calidad del agua

##### Alcantarillado

- cobertura y distribución espacial de la red cloacal
- porcentaje de viviendas con coberturas
- sistema utilizado por viviendas no conectadas
- lugares de evacuación de la red cloacal, plantas de tratamiento

##### Residuos domésticos e industriales

- tipo y frecuencia de recolección del servicio de basura doméstica
- recolección y disposición de residuos industriales
- indicadores seleccionados para residuos domiciliarios
- porcentaje de basura dispuesta en relleno sanitario
- existencia de reciclaje

***Indicadores de desastres naturales (a nivel regional o local)***

- se aplica a zonas actual o potencialmente impactadas por: inundaciones, avalanchas, sismos y otros fenómenos naturales
- localización y tipología de las áreas con riesgo actual o potencial de desastres. Impacto sobre las distintas áreas
- zona deteriorada, recursos agotados, áreas erosionadas, etc.
- cuantificación de cambios climáticos.
- Educación ambiental de población y empresas.
- Número de denuncias de vecinos relacionadas con el mal tratamiento.

***Indicadores de impacto sobre la salud***

- esperanza de vida de la población
- principales causas de mortalidad y morbilidad de la población, mortalidad y morbilidad infantil
- enfermedades hídricas (cólera, amebiasis, fiebre tifoidea, infecciones intestinales, etc.)
- enfermedades relacionadas con las condiciones precarias de habitabilidad (enfermedades respiratorias, dermatológicas)