

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES  
SEDE ECUADOR  
PROGRAMA DE ECONOMÍA  
CONVOCATORIA 2007-2009**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA  
CON MENCIÓN EN ECONOMÍA ECOLÓGICA**

**COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PEQUEÑA MINERÍA: UN ESTUDIO DE  
CASO EN LA MINA “EL CORAZÓN”**

**BYRON FABRICIO ZÚÑIGA TORRES**

**JULIO 2012**

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES  
SEDE ECUADOR  
PROGRAMA DE ECONOMÍA  
CONVOCATORIA 2007-2009**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA  
CON MENCIÓN EN ECONOMÍA ECOLÓGICA**

**COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PEQUEÑA MINERÍA: UN ESTUDIO DE  
CASO EN LA MINA “EL CORAZÓN”**

**BYRON FABRICIO ZÚÑIGA TORRES**

**ASESOR: MARÍA CRISTINA VALLEJO**

**LECTORES: ANITA KRAINER**

**WILSON PÉREZ**

**JULIO 2012**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a Dios, mi familia y a todos quienes me dieron su apoyo para poder cumplir este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a todas las personas que contribuyeron para la ejecución de este trabajo investigativo. A todos mis profesores, en especial a María Cristina Vallejo, quien durante el desarrollo de este estudio me entregó sus valiosos conocimientos. A Franklin Vega, Jorge Escobar y Carlos Sánchez, miembros de la empresa Agroindustrial el Corazón, por permitirme acceder a la información que hizo posible el desarrollo de esta investigación. Agradezco a mi familia, a mi madre, mi padre, hermanos y hermanas por su motivación y apoyo incondicional. A mi amiga Ibeth, Santiago, Guido quienes siempre estuvieron prestos a brindarme su ayuda. Mi gratitud especial a Gaby por darme los ánimos para no decaer en este propósito.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I: EL ANALISIS COSTO BENEFICIO: FUNDAMENTOS TEÓRICOS..	5
Las bases conceptuales desde la economía ambiental.....	6
El análisis costo - beneficio.....	9;Error! Marcador no definido.
Valoración económica de los impactos ambientales.....	14
Alcances y limitaciones de la valoración económica.....	21
Algunas experiencias de valoración económica en minería.....	22
Conclusiones.....	24
CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR MINERO DEL ECUADOR.....	26
Contexto nacional para el desarrollo minero.....	26
Potencial minero del Ecuador.....	28
Producción.....	30
Contribución de la minería a la economía nacional.....	32
Impactos sociales y ambientales de la actividad minera.....	38
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y ESTUDIO DE CASO.....	42
Descripción del estudio de caso: mina de oro El Corazón.....	43
Impactos ambientales, medidas de mitigación y restauración.....	46
Metodología y fuentes de información.....	48
Análisis Costo-Beneficio.....	52
Evaluación económica.....	63
Conclusiones.....	65
Recomendaciones de Política.....	69
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	;Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....	83

## RESUMEN

Esta investigación está orientada a determinar si la pequeña minería es beneficiosa desde la perspectiva privada y social, a través de un Análisis Costo-Beneficio (ACB) que incorpora las variables económicas, ambientales y sociales.

La inclusión de los aspectos socio-ambientales en el ACB constituyen una propuesta de la teoría económica convencional para internalizar las externalidades originadas por las actividades económicas. La internalización de los costos ambientales, en la evaluación económica de las actividades mineras es un tema relativamente nuevo en nuestro país; tal es el caso que la mayoría de actividades de pequeña minería han omitido este aspecto.

Este estudio tiene especial énfasis en la problemática de la pequeña minería debido a los graves problemas sociales y ambientales que se han suscitado en su entorno. Se analiza como estudio de caso la mina de oro El Corazón, ubicada en la provincia de Imbabura.

La economía ambiental a través de la instrumentalización del Análisis Costo-Beneficio plantea internalizar el costo de los impactos ambientales; desde esta perspectiva las externalidades o impactos ambientales son valorados en términos monetarios, con el propósito de poder estimar los beneficios ligados a la pequeña minería desde el enfoque económico convencional.

Uno de los resultados más importantes en este estudio es que en las situaciones complejas como la minería, la valoración monetaria de los impactos ambientales es insuficiente, por lo que, se reconoce que estos temas deberían ser abordados desde otras dimensiones a más de la económica, sin embargo, la inclusión de los costos socio-ambientales ayuda en cierta medida a definir de mejor manera los beneficios de esta actividad para el conjunto de la sociedad.

En este caso, se ha determinado que la pequeña minería puede ser factible asumiendo los costos de las medidas de prevención y remediación de los impactos ambientales, siempre que la extensión de sus impactos se limite a zonas de escasa sensibilidad ambiental o social.

El desarrollo de nuevas investigaciones que analicen las diversas dimensiones de la sostenibilidad, es un tema pendiente para futuras investigaciones. Bajo una

perspectiva multicriterial se considera un marco de análisis más adecuado pues permite abordar los diversos temas a partir de su propio *lenguaje de valoración*.

## **INTRODUCCIÓN**

La actividad minera en el Ecuador se ha desarrollado a través de la pequeña minería, a través de la explotación a pequeña escala, artesanal y de subsistencia siendo la explotación de oro la actividad más extendida, tanto por sus precios internacionales como por la facilidad en su procesamiento.

Algunos auges en este sector han permitido el crecimiento de la pequeña minería y la expansión de impactos ambientales de gravedad; los centros mineros más representativos de este tipo son: Portovelo-Zaruma, Bella Rica y Nambija, donde la degradación ambiental aún es latente, y la responsabilidad sobre los daños no ha podido ser determinada. Sin embargo, estos hechos no son aislados, ya que, son contadas las empresas que han optado por mejorar las técnicas de producción y reducir el impacto ambiental asociado.

A partir del 2007, con el hallazgo de grandes reservas de cobre y oro en la Cordillera de El Cóndor, así como, por el posterior mandato minero del 2008 que revirtió cientos de concesiones y paralizó varias actividades, y con la consecuente promulgación de la nueva Ley de Minería del 2009, el tema minero ha tomado un gran interés en la sociedad; por un lado, dadas las condiciones favorables del mercado y el gran potencial de reservas, existe el interés de grandes compañías extranjeras y estatales para desarrollar proyectos mineros a gran escala para explotar cobre; mientras que por otro lado, existe un creciente número de mineros que realiza actividades de pequeña minería (explotación de oro), que pugnan por el cumplimiento de las nuevas reglas mineras. Al mismo tiempo diversos grupos ecologistas, comunidades y pobladores de las localidades afectadas mantienen un conflicto alrededor del desarrollo de esta actividad; unos grupos con posturas favorables y otros totalmente opuestos.

El presente estudio pretende estimar una parte de los costos ambientales y sociales de la pequeña minería, para lograr tener una apreciación más ajustada de los beneficios de esta actividad. Constantemente los pequeños mineros no han asumido

estos costos, lo que resulta en una sobrevaluación de su rentabilidad y en una socialización de sus costos.

En el país no existe un inventario de los pasivos ambientales de la pequeña minería y menos aún del costo que significan para la sociedad todas las afecciones al ecosistema. La actividad minera en el Ecuador ha generado impactos importantes en ecosistemas frágiles: contaminación en fuentes de agua, alteraciones para la biodiversidad y otros efectos. Una aproximación de los diversos costos ambientales y sociales es la primera instancia de una evaluación integrada, que incorpore otras dimensiones del análisis; desde esta perspectiva se plantean las siguientes preguntas de investigación e hipótesis de trabajo.

¿Es la pequeña minería socialmente beneficiosa?

Se entenderá la actividad minera como socialmente beneficiosa si, una vez descontados los costos ambientales y sociales de los ingresos económicos generados a partir de esta actividad se obtiene un beneficio positivo. No obstante, esto dependerá de las condiciones ambientales y sociales que caractericen a la zona intervenida; es decir, se plantea como hipótesis de trabajo que la incorporación de costos ambientales y sociales valorados monetariamente es insuficiente para la toma de decisiones cuando los impactos involucran zonas de alta fragilidad. Aunque, los ingresos económicos determinen un resultado favorable para el desarrollo de esta actividad, una vez que se incorporan los costos sociales y ambientales, este resultado se relativiza y puede incluso invertirse.

Con estas premisas, los objetivos de la investigación son los siguientes: Establecer mediante un Análisis Costo-Beneficio si la pequeña minería es socialmente viable una vez que se incorporan costos socio-ambientales.

- Estimar los costos y beneficios de la pequeña minería
- Analizar diversos métodos de valoración ambiental
- Determinar, mediante un estudio de caso, si la minería en pequeña escala tiene viabilidad económica al asumir los costos sociales y ambientales vinculados a su desarrollo.

Esta tesis se desarrolla en cuatro capítulos:

El primero constituye una revisión de la perspectiva conceptual con que se desarrolla el análisis costo beneficio (ACB), el tratamiento de los impactos ambientales dentro de la teoría económica convencional y su valoración, así como, algunas críticas desde la economía ecológica a estos planteamientos.

El segundo capítulo explora las principales características del sector minero en Ecuador, se exponen los aspectos económicos, sociales y ambientales que influyen en su desarrollo.

El tercer capítulo constituye una aplicación empírica del ACB a través de un estudio de caso, en la mina de oro El Corazón; a partir de los balances de resultados de esta pequeña empresa se evalúa la incorporación de costos ambientales y sociales y se calcula el beneficio social vinculado a esta actividad. En el cuarto capítulo se desarrollan las conclusiones del documento.

# CAPITULO I

## EL ANÁLISIS COSTO BENEFICIO: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1. Introducción

La preocupación por los problemas ambientales es relativamente nueva en el análisis económico; la intensidad y consecuencias de los problemas ambientales contemporáneos han derivado un creciente interés por vincular de manera sistemática el análisis ambiental al económico. Sin embargo, desde la perspectiva convencional no se ha planteado una ruptura teórica o empírica para el abordaje de los temas ambientales, sino que, estos aspectos han sido acoplados a la estructura conceptual prevaleciente a través de la disciplina conocida como economía ambiental.

Uno de los sustentos analíticos más fuertes que se emplean en este marco es el principio de sustentabilidad débil (Pearce y Atkinson, 1993). De acuerdo a este principio, las funciones ecológicas (bienes y servicios ambientales) o el llamado capital natural son sustituibles por el capital material. Esto implica que el capital material existente o el desarrollo de tecnología son los mecanismos que permiten una sustitución completa de diversas funciones ecológicas (Pearce y Turner, 1990: 48).

Una ruptura conceptual y empírica para abordar los problemas ambientales se ha planteado desde la economía ecológica; esta disciplina considera las interrelaciones existentes entre la economía y el ambiente a través de un sencillo enfoque sistémico que reconoce que muchas funciones del ecosistema son difícilmente sustituibles, pues desempeñan un rol de vital importancia para la existencia de la vida. Algunos ejemplos son la regulación del ciclo hídrico, la absorción de carbono, la regulación del clima global, entre otros. Esto es lo que se conoce como el principio de sustentabilidad fuerte (Daly, 1990).

En este capítulo se discuten las bases conceptuales de estas dos corrientes de pensamiento. En particular se estudia la valoración económica y el análisis Costo-Beneficio (ACB) como herramientas centrales de evaluación desde la perspectiva neoclásica. A partir de un enfoque de economía ecológica se exponen las limitaciones conceptuales de estas herramientas y se discute las posibilidades de incorporarlas a una evaluación multicriterial.

## **2. Las bases conceptuales desde la economía ambiental**

La economía ambiental es una disciplina que emerge de la economía neoclásica que busca introducir las cuestiones ambientales a la perspectiva convencional. Desde este enfoque, las relaciones entre la economía y la naturaleza se entienden en el marco de la valoración económica de las funciones ecológicas o de las externalidades; y la definición de instrumentos económicos de política ambiental que no necesariamente reconocen los límites físicos que establecen los ecosistemas al sistema económico. Este conjunto de aspectos deriva una ampliación del mercado hacia las cuestiones ambientales, es decir se analiza diversas funciones ecológicas como si interviniesen en el mercado y tuviesen un precio.

La economía ambiental, aborda los problemas de gestión de la naturaleza como externalidades a valorar desde el instrumento analítico de la economía ordinaria, que razona en términos de precios, costes y beneficios monetarios reales o simulados, además de ser la más extendida en el mundo académico de los economistas (Naredo, 2006: 13).

De acuerdo a Azqueta (2002: 34), las externalidades se generan cuando la actividad que realiza un agente económico afectan el bienestar o la utilidad de otro agente y no existe una compensación monetaria. Es decir, “una externalidad es un beneficio o costo no contabilizado, imputado a un agente económico por las acciones de otro agente... Aunque las externalidades no se reflejen en las transacciones de mercado tienen un impacto directo en el bienestar de las personas y de esa manera sobre el valor económico” (Söderholm y Sundqvist, 2003: 335).

Desde la economía ambiental se asume que las externalidades pueden ser “internalizadas” al contabilizar sus costos e imputarlos a sus responsables económicos (Labandeira et al., 2007: 86-87), o compensando la pérdida de bienestar del agente afectado (Pearce y Turner, 1990: 62). Al menos un supuesto se halla detrás de este razonamiento toda externalidad es susceptible de una valoración monetaria que puede alcanzarse a través de algunos instrumentos. En primer lugar, una negociación coasiana y en segundo lugar, la intervención estatal a través de impuestos pigouvianos, estándares, y permisos de contaminación negociables para evitar que se sobrepasen los límites ecológicos (Martínez-Alier, 1999: 84).

La negociación coasiana (o teorema de Coase) es una propuesta para dar solución al problema de las externalidades a través del mercado. De acuerdo a este teorema “el problema causado por las externalidades podría resolverse asignando en favor de una de las partes el derecho de propiedad sobre el medio a través del que se trasmite la externalidad: dejando a favor de una de las partes la definición de lo que se puede y no se puede hacer en ese medio” (Azqueta, 2002, 47- 48).

Según Azqueta (2002: 48) “desde la perspectiva de la eficiencia económica, resultaría irrelevante a favor de quien se definen los derechos de propiedad sobre el medio”, es decir, si los derechos de propiedad se definen en favor del causante de la externalidad o del afectado, ya que la negociación entre éstos, de cualquier forma, lleva a una asignación óptima de los recursos; de acuerdo a estos argumentos “las asignaciones eficientes se obtienen porque los derechos de propiedad permiten definir un mercado para la externalidad” (Labandeira et al., 2007: 83)

Sin embargo, la aplicación de este instrumento es difícil cumplirlo en la práctica, y tiene limitaciones conceptuales importantes; implica, que se pueda reconocer a todos los afectados, y que los costos de transacción (de la negociación) sean cero o mínimos; además, supone que puedan reconocerse todos los impactos (positivos y negativos) y la posibilidad de su valoración (Martínez-Alier, 1999: 69-71); no obstante, aún cuando se logre reconocer todos los impactos y asignarles un valor monetario, surge el conflicto: no siempre el valor social y el valor privado de un bien ambiental coinciden; a más de lo anterior, debe considerarse el ciclo de vida de los bienes ambientales, pues estos también proporcionan beneficios para las generaciones futuras, aspecto que es muy difícil de incluir en esta “negociación” por la incertidumbre en torno al futuro (Azqueta, 2002: 49).

Una solución alternativa se alcanza por medio de la intervención estatal a través de un impuesto ambiental, que puede darse, en términos de los conocidos impuestos pigouvianos (Pearce y Turner, 1990: 84), llamados así en mención a su promotor Pigou (1920) quien aborda el concepto de *economías externas* expuesto por Marshall pero, a diferencia de él, para advertir que las *externalidades* pueden afectar de forma negativa, y no solo positiva como Marshall consideraba (Labandeira et al., 2007). El impuesto pigouviano consiste en gravar con un impuesto al causante de la *externalidad*, de manera que se pueda compensar con dicho pago a quien está siendo afectado. Este es el

principio de “Quien contamina paga” desde esta perspectiva, el impuesto estaría en función del daño estimado (Pearce y Turner, 1990: 84) que es “exactamente igual al coste externo marginal en el nivel óptimo de contaminación... El nivel óptimo de contaminación no quiere decir el nivel cero sino, aquel nivel donde se iguala la ganancia marginal de la empresa y el coste externo marginal” (Martínez-Alier, 1999: 72). Tal como en el caso de la negociación coasiana, los impuestos pigouvianos tienen limitaciones con relación a la valoración económica de las externalidades.

Otro instrumento alternativo a los impuestos y “la forma más común de regular la contaminación ambiental son las normas ambientales” (Pearce y Turner, 1990: 102) enmarcadas dentro del enfoque conocido como *regulación y control* (Azqueta, 2002: 239). Este enfoque “supone la imposición, por parte de la autoridad competente, de una determinada normativa que, en las condiciones establecidas, afecta a todos los agentes involucrados por igual” (Azqueta, 2002: 239), y que dan lugar a multas o sanciones si no se cumplen (Martínez-Alier, 1999: 76). “La fijación de normas implica el establecimiento de niveles específicos de concentración para un determinado contaminante,... generalmente en base a un criterio relacionado con la salud” (Pearce y Turner, 1990: 102).

Un instrumento alternativo a las normas o estándares de contaminación son los permisos de contaminación negociables (Martínez-Alier, 1999: 79). Estos permisos se transan en el mercado. En teoría este instrumento puede ser aplicado a oferentes y consumidores que contaminan, incluso estos “derechos a contaminar” se pueden negociar entre países, en caso de que se estableciera un límite de emisiones<sup>1</sup> para cada uno de ellos, y algunos excedieran el límite y otros no (Martínez-Alier, 1999: 79-80).

Otro instrumento, que puede contribuir a reducir la contaminación son los subsidios. “La idea de un subsidio es dar incentivos a las empresas que contaminan por debajo del nivel establecido” (Pearce y Turner, 1990: 107-108) dentro de una norma. Sin embargo, los subsidios pueden ser contraproducentes, en el sentido de que, pueden estimular la entrada de nuevas empresas y como consecuencia; el nivel de contaminación puede incrementarse (Pearce y Turner, 1990: 109).

---

<sup>1</sup> Un ejemplo, son los límites que se establecieron a las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Protocolo de Kyoto, las negociaciones se llevan a partir de los mecanismos de desarrollo limpio (MDL).

Autores como Pearce y Turner (1990) y Azqueta (2002) concuerdan que cuando se trata de establecer si es mejor usar una norma común o un impuesto para alcanzar un nivel de emisiones pre-establecido, económicamente es más eficiente lograr este objetivo a través de un impuesto, antes que fijando un estándar común para todos los contaminadores. En todo caso, es mejor usar estos instrumentos de manera combinada a dejar que actúen por sí solos los estándares (Pearce y Turner, 1990: 104).

De acuerdo a Azqueta (2002: 249), las normas ambientales no conducen a una solución económicamente eficiente dado que, el nivel de emisiones establecido dentro de una norma es igual para todos los contaminadores, pero los costos marginales de descontaminar son menores para unas empresas que para otras; es decir, en estas condiciones, no es posible alcanzar un nivel de emisiones establecido a un menor costo. La aplicación de instrumentos diferentes a las normas ambientales posibilita que los costos marginales de descontaminación sean iguales para todos los agentes, de manera que “garantizan” la eficiencia económica (Azqueta, 2002: 249). Esto sin embargo, no implica que en términos sociales o ambientales sea una solución eficiente. La aplicación de estos instrumentos está orientada a alcanzar cierto nivel de calidad ambiental, considerando el menor costo para la sociedad (Azqueta, 2002: 237).

### **3. El análisis costo beneficio**

El análisis costo-beneficio (ACB) se fundamenta en las bases teóricas de la economía ambiental. El ACB es un examen de los efectos positivos y negativos de una política o proyecto de inversión (por ejemplo, una propuesta de explotación minera a cielo abierto). Martínez-Alier et al., (1999: 10) definen los beneficios como la “satisfacción de preferencias” y los costos como “su no-satisfacción”, de este modo, el valor de la satisfacción de las preferencias individuales está medido en unidades monetarias que se expresan en términos de su valor actual, es decir, asumiendo que el dinero del presente tiene un mayor valor que en el futuro por lo que es necesario descontar en el tiempo los valores futuros y mediante una agregación determinar los costos o beneficios acumulados (Martínez-Alier y Roca, 2000).

Se trata de un método que ha sido extensamente utilizado en el ámbito de la política pública. A partir de los años treinta y la Segunda Guerra Mundial, el gobierno

de los Estados Unidos empezó a utilizar el ACB como herramienta de evaluación de las grandes inversiones públicas (Pearce et al., 2006), sin embargo, a fines de los años sesenta fue cuando el ACB cobró notable importancia (Riera et al., 2005) y actualmente se reconoce como la técnica más utilizada para evaluar las inversiones públicas y privadas (Pearce et al., 2006: 16).

La teoría económica del bienestar desarrollada por Pigou (1920), Hicks (1939) entre otros, enfatiza su análisis en el bienestar de toda la sociedad, es decir, se evalúa la contribución de un proyecto al bienestar del conjunto social (Dixon, et al., 1994: 24). De acuerdo a Damigos (2006: 235) el ACB generalmente ha sido usado para referirse a la evaluación de proyectos desde una perspectiva social. Cuando se trata de evaluar un proyecto desde una perspectiva privada se hace referencia a una *evaluación financiera*. Una distinción entre el enfoque privado y social, radica en que el primero se construye básicamente a partir de los precios de mercado, mientras que el segundo, se basa en el costo de oportunidad para la sociedad (Munasinghe, 1993: 8). Los precios de mercado no reflejan el costo social de oportunidad debido a que existen mercados socialmente ineficientes que distorsionan los precios o por el hecho de que, no existen mercados para todos los bienes y servicios (European Union, 2008: 47).

De acuerdo a Pearce et al., (2006: 42) los supuestos teóricos sobre los que se desarrolló el ACB se pueden resumir de la siguiente forma:

- Las preferencias de los individuos deben ser tomadas como la fuente del valor. El bienestar o la utilidad es mayor en un estado A que en un estado B cuando el agente prefiere A que B.
- Las preferencias son medidas por la disponibilidad a pagar (DAP) por un beneficio y por la disponibilidad a aceptar una compensación por un costo (DAC).
- Se asume que las preferencias individuales pueden ser agregadas. El beneficio social comprende la suma de todos los beneficios individuales, y el costo social la suma de todos los costos individuales. Se asume algún grado de cardinalización de la utilidad, es decir, alguna forma de medir los “útiles” que genera determinada acción.
- La prueba básica para verificar si los beneficios exceden a los costos se comprueba mediante la compensación de Kaldor–Hicks. Según esta regla, una acción puede ser beneficiosa si los ganadores pueden compensar a los perdedores y aún así obtener una ganancia.

En síntesis, el ACB consiste en comparar los costos y beneficios ligados a un propósito, ya sea como única alternativa o entre varias (Azqueta, 2002). Para tal comparación de los efectos positivos y negativos que pueden ser económicos, sociales y ambientales es preciso que estos aspectos estén valorados en unidades monetarias, incluso cuando la información de los costos y beneficios sea incierta como en la salud (Arrow et al., 1996: 3). No obstante, existen algunas críticas a este enfoque, que han sido expuestas desde la economía ecológica y que en una sección posterior se explican en detalle.

### **Etapas del Análisis Costo Beneficio (ACB)**

Según Damigos (2006: 235) no hay un marco metodológico específico para realizar un ACB social en los proyectos mineros; sin embargo, sugiere que su elaboración debería construirse sobre las directrices comúnmente aceptadas.

Azqueta (2002, 166: 188) resume las etapas para desarrollar un ACB tanto desde la perspectiva privada como social en los siguientes pasos:

1. Identificar las alternativas relevantes

Se trata de escoger las alternativas que sean realmente comparables para que el estudio no sea sesgado. Es importante tener siempre en cuenta la *alternativa cero* (que hace referencia a la situación sin proyecto), consiste en comparar la situación sin la alternativa contemplada y la situación con su puesta en marcha respecto al objetivo que se persigue.

2. Identificar los costos y beneficios

Desde la perspectiva privada y desde la perspectiva social.

3. Valoración de los costos y beneficios

El criterio de valoración es monetario.

4. Actualización de los costos y beneficios

Consiste en expresar en valor presente, los costos y beneficios que se producen a lo largo de la vida del proyecto aplicando un factor de descuento. El factor de descuento financiero difiere del social porque este último expresa el valor de los costos y beneficios desde el punto de vista social (European Union, 2008: 57).

Pueden existir impactos ambientales que se prolonguen por más tiempo de lo que dura un proyecto, en ese caso habrá que considerar los costos asociados.

#### 5. Riesgo e incertidumbre

Es necesario que, el análisis presente algunos escenarios donde se contemple modificaciones en las variables, que puedan afectar los resultados considerablemente. Este aspecto es más complejo en las cuestiones ambientales.

#### 6. Cálculo de indicadores (los criterios de selección)

Bajo esta lógica de comparar los costos y beneficios, se identifican dos criterios de la economía del bienestar que permiten establecer si una alternativa es mejor a otra: el óptimo de Pareto y, el criterio de compensación de Kaldor- Hicks.

De acuerdo al criterio de Pareto, una situación es eficiente u óptimo de Pareto, cuando no es posible que alguien mejore su bienestar sin que empeore el bienestar de otro. Cuando alguien mejora en el sentido de Pareto, es decir, sin que otro resulte perjudicado, se dice que se trata de una situación Pareto superior. Sin embargo, en situaciones reales este criterio es casi imposible de aplicar, de manera que, su utilización queda en sentido figurado (Riera et al., 2005: 177).

El criterio de Kaldor-Hicks, propuesto por los economistas británicos, John Hicks y Nicholas Kaldor establece que una situación es mejor que otra o socialmente más deseable si los agentes beneficiados pueden compensar a los perjudicados y aún así quedar con una ganancia. A diferencia del criterio de Pareto, este criterio no goza de la aceptación entre la mayoría de economistas neoclásicos. Sin embargo, es el criterio utilizado en el ACB (Riera et al., 2005: 177).

Este criterio se puede operativizar a partir de la comparación de beneficios y costos económico-ambientales, medidos en términos de su valor presente. El problema en este procedimiento es que, la agregación de beneficios y costos, no permite analizar cuestiones distributivas y puede ser que los costos sociales y/o ambientales se encuentren subvalorados.

En suma, el beneficio social concerniente a una política o proyecto puede establecerse calculando el valor actual neto VAN (beneficios actualizados menos los

costos actualizados), la relación beneficio costo  $RBC^2$  (beneficios actualizados sobre los costos actualizados) y la tasa interna de retorno TIR (la tasa de interés en la que el VAN se hace cero).

#### 7. Seguimiento y control

Como este análisis se basa en supuestos y predicciones es importante que luego se realice un seguimiento, para conocer en qué medida se han cumplido las estimaciones y a partir de ello, se puedan hacer correcciones.

### **La tasa de descuento**

La aplicación de un factor de descuento a los costos y beneficios futuros se hace con el propósito de poder compararlos en un momento específico. Esto implica que al tomar una decisión (cuando se realiza la evaluación), los costos y beneficios futuros se asumen inferiores a los costos y beneficios presentes (Martínez-Alier, 1999: 11).

Tomando como base la definición del interés compuesto, la tasa de descuento es una expresión de la tasa de interés (Azqueta, 2002: 144), que puede ser representada de la siguiente manera:

$$d = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

En donde:  $d$  representa el factor de descuento,  $i$  la tasa de interés y,  $t$  indica el tiempo en el que se aplica el descuento.

“El análisis económico asume que un beneficio o costo tiene mayor importancia si es experimentado en el presente antes que en el futuro” (Pearce y Turner, 1990: 211). Hay dos razones que conducen a descontar el futuro (Pearce y Turner, 1990: 213) las preferencias temporales y la productividad del capital. La primera se refiere a que “las personas descuentan el futuro porque prefieren los beneficios hoy antes que en el futuro”. En tanto que la segunda, indica que “si una parte del capital es invertido en lugar de ser consumido hoy, podría conducir en el futuro a un mayor nivel de consumo”.

---

<sup>2</sup>En las situaciones donde el capital es limitado, el criterio de selección puede ser determinando el “rendimiento por unidad de capital”, lo cual se puede lograr con la relación beneficio costo  $RBC$  (Martínez-Alier, 1999: 11) y la tasa interna de retorno TIR.

#### 4. Valoración económica de los impactos ambientales

“La ausencia o dudosa contabilización de los recursos naturales y servicios ambientales aparece... en primer plano en la discusión sobre la contabilidad nacional” (Martínez-Alier, 1999: 37). Dos cuestiones han sido principalmente analizadas para objetar el tratamiento de los recursos naturales y servicios ambientales en las cuentas nacionales, la ausencia de amortización del *capital natural* y la inclusión de los gastos defensivos (Martínez-Alier, 1999: 41).

El primer planteamiento sugiere que la *contabilidad nacional* no está bien definida al suponer que los ingresos provenientes de la venta de los recursos naturales no renovables, representan un aumento de la producción en un país; en realidad lo que se produce es una disminución (o agotamiento) de estos recursos, es decir, se origina una pérdida del *stock* de *capital natural* que posee un país (El Serafy, 1989, en Martínez-Alier y Roca, 2000: 84-87).

El Serafy (1989) propone una “corrección” a la contabilidad nacional, basándose en la idea de entender al ambiente como “capital natural” que necesita ser amortizado, ya que, su uso implica un costo por su “desgaste” (Martínez-Alier y Roca, 2000: 85). Según Martínez-Alier (2000: 86) “la explotación de recursos agotables genera fondos líquidos que se usan de distintas maneras (consumo e inversión), pero no son propiamente un nuevo ingreso en los términos reconocidos por la contabilidad nacional”.

Según Martínez-Alier, El Serafy propone que, una parte de los ingresos obtenidos por la explotación de los recursos no renovables, deben considerarse como ingresos “reales” y otra parte, como descapitalización, esta debe ser amortizada en razón del agotamiento del capital natural; en tanto que, los fondos amortizados deben ser invertidos y capitalizados (a interés compuesto) durante todo el tiempo que se explota el recurso. En ese sentido, para obtener un *ingreso sostenible* (durante y después de agotado el capital natural), es necesario que el activo no renovable se convierta en un activo renovable<sup>3</sup>, esto debido a que los primeros no generan rendimientos por sí mismos.

---

<sup>3</sup> Este planteamiento sugiere que el capital natural y el capital hecho por las personas son sustitutos.

El monto acumulado al final de la explotación invertido a una tasa similar, a la que fue capitalizado, hace posible mantener a perpetuidad el ingreso, que se tenía cuando el recurso no se agotaba (Martínez-Alier y Roca, 2000: 87).

La formulación de El Serafy, a partir de la cual se puede determinar el ingreso real (Y) es la siguiente:

$$\frac{Y}{V} = 1 - \frac{1}{(1 + r)^{t+1}}$$

En donde:

Y = ingreso real sostenible.

V = ingreso total (Ventas menos los costos de extracción).

i = tasa de interés.

t = número de años de años que se explota el recurso hasta su agotamiento.

(V-Y) = capital que debería invertirse para mantener el flujo de ingresos anual a perpetuidad.

De manera que, “lo que se puede considerar como ingreso, es el rendimiento del activo” (Martínez-Alier y Roca, 2000: 86), es decir “Y”, en tanto que el monto a ser capitalizado para asegurar un ingreso “Y” a perpetuidad, estaría dado por (V-Y), y la tasa de interés “i” equivaldría al tipo de interés real.

El segundo cuestionamiento se refiere a que, los gobiernos y consumidores finales cada vez invierten más en gastos defensivos o compensatorios para corregir o evitar los daños ambientales que genera la actividad económica. Erróneamente estos gastos, a medida que aumentan, hacen parecer que la producción nacional (PIB) crece; esto obedece a que, no se considera el valor que se pierde por los daños ambientales ocasionados (Martínez-Alier, 1999: 40-41). En este sentido, una medida más ajustada del PIB se puede lograr corrigiendo los costos ambientales, esto es, restando los gastos señalados “y el valor de los daños ambientales producidos que no han sido compensados” (Martínez-Alier y Roca, 2000: 95).

#### 4.1 El valor económico de los bienes y servicios ambientales

Durante los últimos años la economía ambiental ha desarrollado algunos métodos de valoración económica para incorporar en forma hipotética el valor de los bienes y servicios ambientales, así como de los daños ambientales (externalidades) al análisis económico.

“La valoración económica de los impactos ambientales depende de la identificación y medición de los cambios biofísicos producidos por un proyecto...” (Dixon et al. 1994: 10). En este sentido, es necesario agregar que se trata de “estimar este valor y cualquier costo derivado del uso o daño de los recursos ambientales” (Damingos, 2006: 236).

Se debe considerar que el “valor” puede ser interpretado desde distintas perspectivas, y que la economía ambiental concentra su análisis en el valor monetario que se expresa por las preferencias de los individuos (Pearce y Turner, 1990: 21). Se entiende que, el *valor económico* es el valor monetario que la gente manifiesta mediante la disponibilidad a pagar o la disponibilidad a aceptar una compensación por un bien o servicio (Pearce y Turner, 1990: 22). Sin embargo, se reconoce aquello que Martínez-Alier denomina “distintos lenguajes de valoración” (Martínez-Alier, 2009), en alusión a las distintas concepciones del *valor*.

Para abordar la naturaleza del valor económico, la economía ambiental ha desarrollado el concepto de Valor Económico Total (VET), a través de éste, trata de otorgar un valor monetario al ambiente, no como un valor del ambiente en sí mismo, sino, como una medida de las preferencias de las personas (European Union, 2008: 223).

Conceptualmente el VET está conformado por el valor de uso (VU) y valor de no uso (VNU). El VU a su vez, se compone: del valor de uso directo (VUD), valor de uso indirecto (VUI) y valor de opción (VO). Mientras que el VNU está asociado a un valor de existencia (VE) (Munasinghe, 1993: 21-23).

Formalmente se lo puede representar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{VET} &= \text{VU} + \text{VNU} \\ \text{VET} &= \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VE} \end{aligned}$$

El VUD está determinado por la contribución que un bien o servicio ambiental realiza a la producción o consumo. El VUI, a diferencia del VUD, se refiere, a los beneficios derivados de los servicios funcionales que provee el ambiente para el soporte de la producción y consumo. Por otro lado, el VO comprende los usos o beneficios futuros de un recurso ambiental (incluso como legado para las generaciones futuras) como resultado de postergar su uso actual (Munasinghe, 1993: 21).

El VE se refleja en la simpatía que existe respecto a los derechos o bienestar de las especies distintas a la humana y de los valores que no están relacionados al uso humano (Martínez-Alier 1999: 12). El valor de existencia está ligado a un valor intrínseco, que equivale a decir que la naturaleza tiene derecho a existir, independientemente del uso (o valor) que las personas le puedan dar (Munasinghe, 1993: 23). Bajo este enfoque el VE puede ser calculado (monetariamente) a través de las preferencias de las personas, mediante la disponibilidad a pagar o recibir una compensación, pese a ser un valor muy complejo (Martínez-Alier, 1999: 12).

Se considera que el valor de un objeto surge de tres tipos de preferencias: una preferencia por el uso real del objeto, una preferencia por el uso opcional del objeto por uno mismo o por otros, y una preferencia por la existencia del objeto (y por su bienestar, si es un ser sensible) independientemente de su uso real o potencial por otros... Así pues, el análisis costo-beneficio puede incorporar los intereses de generaciones futuras y el valor no-instrumental de los no-humanos, mediante las preferencias de las generaciones actuales (Martínez-Alier, 1999: 13).

## **4.2 Técnicas de valoración de los impactos ambientales**

De acuerdo a Munashinge (1993), las técnicas empleadas para valorar en términos monetarios a los bienes y servicios ambientales así como a los impactos ambientales, pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de mercado: Convencional, sustituto, o hipotético. Conforme al comportamiento de los agentes económicos la clasificación puede ser real o potencial.

## 4.2.1 Técnicas en mercados convencionales

### Técnicas basadas en el comportamiento real

Estas técnicas basan su valoración sobre los efectos directamente observables o sobre acciones que pueden ser valoradas utilizando precios de mercado. Entre estas técnicas están las siguientes (Munasinghe, 1993: 27-56).

- Efectos en la producción.- Consiste en estimar la pérdida económica atribuida a variaciones en los costos, cantidad, calidad o producción que experimenta un agente económico (productor o consumidor), a causa del impacto ambiental provocado por otro agente.
- Efectos en la salud.- Busca medir el valor económico, que las personas dejaron de percibir, como resultado de una enfermedad o muerte prematura originada por la contaminación o degradación ambiental. Para calcular este valor se puede utilizar como *proxy* los costos del cuidado y prevención de la salud.

Gastos defensivos o preventivos.- Supone que los gastos que realizan los agentes económicos para prevenir o mitigar el daño ambiental pueden ser tomados como una medida del costo mínimo que representa el impacto ambiental. Un aspecto favorable de esta técnica es que permite obtener una medida del daño ambiental con mayor facilidad. En la minería, por ejemplo, los gastos defensivos favorecen a que los impactos acumulados sean menores y por ende los costos para la sociedad.

### Técnicas basadas en el comportamiento potencial

Estas técnicas buscan valorar en el mercado, las acciones potenciales o futuras de los agentes económicos en contra de la degradación ambiental. La más común es: (Munasinghe, 1993: 28)

- El costo de restauración<sup>4</sup>.- El espíritu de esta técnica, es en principio, similar a la de los gastos defensivos. Su planteamiento se basa en que, si un bien ambiental es deteriorado existe la posibilidad de que sea reemplazado por otro que provea servicios equivalentes, de tal modo que, el costo de restauración equivaldría al valor

---

<sup>4</sup> Algunas veces la literatura se refiere a los costos de restauración como costos de reposición o rehabilitación.

del activo ambiental restaurado. “Un juicio institucional sobre el valor de los activos ambientales reemplazados se refleja en el uso de proyectos sombra” (Munasinghe, 1993: 28). Según el mismo autor, el *proyecto sombra*, consiste en un proyecto diseñado para hacer frente al daño ambiental, provocado por otro proyecto; es decir, “el costo del proyecto sombra es una medida del valor de los activos restaurados”.

Sin embargo, debería entenderse que la restauración no asegura que un activo ambiental pueda recuperar su situación original, como el caso de un bosque primario que tarda cientos de años en constituirse y pretende ser reemplazado por un bosque secundario que no ofrece los mismos beneficios. A decir de Martínez-Alier (1999: 68) esta técnica puede ser útil cuando los daños ambientales son reversibles.

#### 4.2.2 Técnicas en mercados implícitos

Estas técnicas permiten realizar una valoración económica del ambiente de forma indirecta, utilizando la información generada en mercados sustitutos. Algunos de estos métodos son: el costo de viaje, los bienes *proxy* y los métodos hedónicos de diferencias en el ingreso y valor de la propiedad (Munasinghe, 1993: 28).

- Método del costo de viaje.- con este método se pretende obtener indirectamente una medida del valor (económico) recreacional de los espacios naturales (por ejemplo, un parque natural), para ello se “busca determinar la demanda de visitantes para un sitio de recreación en función de ciertas variables como: ingreso del consumidor, precio, costo de movilización y algunas características socioeconómicas.... El excedente del consumidor<sup>5</sup> afín a la función de la demanda estimada se considera como una medida del valor recreacional de un lugar” (Munasinghe, 1993: 28).
- Método de bienes *proxy*.- a través de este método “el valor económico de un recurso ambiental se puede estimar usando como *proxy* el precio de mercado de un sustituto cercano” (Munasinghe, 1993: 30).
- Método hedónico de diferencias en el salario.- Este método supone que hay un componente del salario relacionado al riesgo de enfermar o morir prematuramente en los trabajos que implican mayor peligro o que se desarrollan dentro de áreas

---

<sup>5</sup> El excedente del consumidor es la diferencia entre lo que un consumidor está dispuesto a pagar y lo que realmente paga.

contaminadas. De modo que, “el componente ambiental del salario puede ser estimado aislando los demás componentes” (Munasinghe, 1993: 29).

- Método hedónico de diferencias en el valor de la propiedad.- este método supone que los precios de los bienes raíces contienen un componente atribuible a los factores ambientales, tales como la cercanía con espacios verdes, escaso ruido, entre otros. El valor relacionado a este factor es usado como una medida del componente ambiental (Munasinghe, 1993: 28).

#### **4.2.3 Técnicas en mercados contruidos**

Por medio de estas técnicas, la valoración monetaria puede deducirse a través de la información generada en mercados contruidos o simulados. Estos métodos consisten en preguntar a las personas por medio de encuestas u otras técnicas, el valor que atribuyen a un bien o servicio ambiental. El método más empleado bajo este enfoque es el método de valoración contingente (Munasinghe, 1993: 30:32)

- Método de valoración contingente.- esta técnica consiste en “realizar preguntas directas a las personas para determinar, cuánto están dispuestas a pagar por preservar un recurso ambiental o aceptar una compensación por ser privadas de éste” (Munasinghe, 1993: 30).

#### **4.3 Método de transferencia de beneficios**

Este método consiste en tomar el resultado (valor estimado de los bienes y servicios ambientales) de un estudio específico, y adaptarlo a otro estudio (Azqueta 2002; Damigos, 2006; European Union, 2008). Esto se puede realizar de dos formas: la primera consiste en la transferencia de un solo valor (puede ser un valor promedio obtenido de varios estudios), es decir, el valor obtenido en un estudio se lo transfiere a otro; y la segunda, transfiriendo una *función de beneficios* (Damingos 2006: 240). La *función de beneficios* se refiere a la ecuación de demanda utilizada para estimar el valor de un bien o servicio ambiental (Azqueta, 2002: 130), en tal sentido, lo que se transfiere no es un valor, sino, una ecuación que está en función de otras variables, por ejemplo; la

ecuación de demanda utilizada para estimar el valor (económico) de recreación de un parque natural.

Convenientemente una estimación más consistente con este método se puede lograr a través de la transferencia de la función de beneficios, antes que transferir un solo valor (Azqueta, 2002: 132).

Un aspecto importante que se debe considerar para la aplicación de este método es que, el recurso o ecosistema al que se refiere el estudio original sea similar al del estudio que se propone desarrollar.

La aplicación de este método se plantea como una herramienta útil para confrontar las limitaciones de tiempo y costos que requiere un estudio real. Sin embargo, es de esperar que los resultados al aplicar este método no sean los mismos, en el estudio original y el estudio adaptado (Damingos, 2006: 240).

## **5. Alcances y limitaciones de la valoración económica**

La valoración monetaria de las externalidades y de los bienes y servicios ambientales, como mecanismo para incorporar la variable ambiental al ACB ha sido objeto de crítica desde la perspectiva de la economía ecológica.

A decir de Martínez-Alier y Roca (2000: 194-195), el balance de las ventajas y desventajas de una decisión que comprende aspectos económicos, sociales y ambientales se hace a partir de lo que se puede poner precio, excluyendo otras fuentes de valor que no necesariamente son económicas.

Vatn y Bromley (1994: 133-138) sostienen que el proceso de transformar a dinero complejas relaciones entre la economía y ambiente presenta problemas de conocimiento y composición.

- El conocimiento.- Su cuestionamiento radica en dos aspectos:

El primero, la capacidad que tienen las personas para entender todos los atributos de un bien o servicio ambiental dada su complejidad, es decir, no es fácil establecer la contribución funcional exacta de un elemento al ecosistema o peor aún podría desconocerse totalmente<sup>6</sup>. El segundo problema, es la ponderación de atributos

---

<sup>6</sup> “No todos los bienes ambientales se caracterizan por la transparencia....En algunos bienes es la propiedad visual (u otras aprendidas) que se percibe, la cualidad más importante” (Vatn y Bromley, 1994:

diferentes como si se tratara del mismo (el desconocimiento o simplificación de atributos, conlleva a que finalmente las personas realicen ponderaciones sobre un conjunto de atributos muy diferentes); de modo que un bien podría ser cualitativamente muy importante pero, en términos monetarios no se refleja esta importancia (Vatn y Bromley, 1994: 133).

- La composición.- La valoración hipotética de los bienes y servicios ambientales tiende a distinguir entre valor de uso y no uso, de manera que las características funcionales de los bienes y servicios ambientales son relegadas (Vatn y Bromley, 1994: 137).

Otras discrepancias se forman en torno al descuento del futuro, cuya aplicación supone varios inconvenientes:

- La incertidumbre, en cuanto a las preferencias concretas de las generaciones futuras, determina que los valores de opción sean inciertos (Martínez-Alier, 1999: 15).
- La tasa de descuento se construye sobre el supuesto de que, una unidad adicional de riqueza proporciona una utilidad marginal decreciente; esto sin embargo tropieza con el hecho de que al aplicar una tasa de descuento se induce a consumir en el presente la riqueza futura (Martínez-Alier, 1999: 16).
- Las preferencias de la sociedad pueden diferir de la agregación de las preferencias individuales, por lo que, la tasa de descuento social tampoco podría ser analizada desde la preferencia temporal individual (Martínez-Alier, 1999: 17).

## **6. Algunas experiencias de valoración económica en la minería**

De acuerdo a Damingos (2006), aunque la valoración económica del ambiente se ha desarrollado en varios sectores, su aplicación en la minería aún es limitada. La creación de normas ambientales más rigurosas por parte de los gobiernos que imponen a los empresarios mineros para proteger el ambiente (situación que no es ajena al Ecuador), hace pensar que, la utilización de estos métodos puede extenderse a la evaluación de los proyectos mineros. En vista de la limitación de estudios disponibles, es necesario hacer una breve exposición de ciertas experiencias relacionadas con la minería.

---

133).

Hruschka y Priester (1997) en un estudio realizado para determinar los costos y beneficios asociados a la pequeña minería en Ecuador analizan, entre otros aspectos, el aporte macroeconómico, el ingreso fiscal y el costo ambiental relacionados con esta actividad. Entre sus hallazgos, aplicando el método de valoración económica de los costos de reposición estiman que el costo de producción en la pequeña minería informal, aumenta en 50 dólares por tonelada, al incluir el pasivo ambiental, 29 dólares por tonelada en la pequeña minería formal, y 3 dólares en la mediana minería. Asimismo, concluyen que la minería puede ser positiva, por cuanto, genera ingresos para el Estado y proporciona empleo a miles de personas; a más de ser una alternativa para el desarrollo rural.

Cornejo y Berrezueta (2003) determinan el “valor económico total” del uso del suelo en el distrito minero de Zaruma-Portovelo. Para ello, estiman el valor de emplear una hectárea de terreno en tres actividades: agricultura, ganadería, y minería. Como resultado encuentran que la minería genera mayores ingresos. Entre los beneficios contabilizan alrededor de 3.000 empleos directos y 7.000 indirectos, mientras que entre los costos sociales más importantes se identifica la mortalidad, que en esta actividad es 20 veces superior. Si se reconoce que la vida de las personas no tiene precio, el costo asociado a ésta actividad se podría calcular como infinito.

En un análisis del sector minero de Chile, Borregaard (2001) da a conocer el valor del uso del agua en la minería, mediante el cálculo del valor de uso alternativo para el sector agrícola, industrial, y provisión de agua potable. En el estudio se considera la cantidad demandada de agua de cada sector y se calcula los costos necesarios para suplir el déficit de este elemento. Este procedimiento supone que por cada metro cúbico de agua usado en la minería se produce un déficit de un metro cúbico de agua en los otros sectores. Si cada tonelada de cobre utiliza 40 metros cúbicos de agua, el valor social del agua se calcula en 31,40 dólares por tonelada<sup>7</sup> de cobre refinado (Borregaard, 2001: 52). Aunque el agua de fuentes subterráneas implica un mayor costo para la industria del cobre, para esta industria es mejor asumir costos adicionales a no disponer de ésta. En forma opuesta, el costo de fuentes subterráneas para el uso agrícola no compensa el costo de su extracción.

---

<sup>7</sup> El valor estimado está en función de la inversión y los costos de bombeo por cada metro cúbico de agua deficitario para el sector minero (Borregaard, 2001: 51)

En un estudio realizado por Rowe et al., (1985) para medir el daño ambiental<sup>8</sup> causado por la mina Eagle en los Estados Unidos, utilizando precios hedónicos y valoración contingente, realizan dos encuestas: la primera para determinar la percepción de la gente sobre los recursos afectados y como valoran los cambios en estos recursos. La segunda, para establecer el valor de uso, opción y existencia. Entre los resultados del análisis encuentran que las propiedades ubicadas en un área de 6 millas de distancia a la mina tienen impactos negativos que se estiman entre 24.400 dólares y 26.163 dólares (Damingos, 2006: 241).

Damingos y Kaliampakos (2003), estiman los beneficios monetarios de rehabilitar el área de una cantera abandonada en Atenas (Grecia). Entre los impactos ambientales considerados están la contaminación visual, las emisiones de polvo, los riesgos de seguridad físicos y la depreciación del área circundante. Aplicando el método de valoración contingente se plantean tres alternativas para rehabilitar la zona. La primera consiste en reforestar el sitio sin otra modificación adicional, la segunda consiste en rellenar el área afectada y sembrar árboles, y la última alternativa propone rellenar una parte del sitio, la construcción de espacios deportivos y de recreación, un parqueadero subterráneo y la siembra de árboles en el resto de la zona. Los resultados muestran que las alternativas propuestas generan un valor económico que se incrementa a medida que se logra una mejor calidad de los servicios rehabilitados. La disponibilidad a pagar por la alternativa uno es de 29,44 euros (27,57 dólares), por la alternativa dos es 45,88 euros (44,35 dólares), y por la alternativa tres es 56,44 euros (52,19 dólares).

## **7. Conclusiones**

La economía ambiental, y particularmente el análisis costo-beneficio pretende capturar el valor del ambiente asignando un valor monetario o poniendo un precio aparentemente representativo no solo a las externalidades producidas por la interacción entre la economía y la naturaleza, también a diversos bienes y servicios ambientales.

---

<sup>8</sup>Los aspectos considerados para evaluar los daños ambientales están relacionados con los servicios suministrados por el Río Eagle, el agua subterránea, y el entorno circundante a la mina. En torno a esos aspectos se analizan las pérdidas asociadas a las actividades recreativas de pesca, excursión, descanso, obtención de agua potable de fuentes subterráneas, y estética del río (Damingos, 2006: 24).

La explotación de recursos naturales como la minería implica afectaciones en el ambiente, algunas veces poniendo en riesgo la estabilidad de los ecosistemas, la vida, y la salud de las personas. Esta situación que afecta a las generaciones presentes, también puede transferir sus efectos a las generaciones futuras. Por ello, la utilización del ACB como herramienta para evaluar si un proyecto minero debería realizarse o no, debe ser cautelosa. Aunque el ABC confiere algunas pistas sobre los aspectos económicos, sociales y ambientales involucrados es preciso reconocer que, varios de estos elementos no serán adecuadamente valorados.

Esta herramienta de evaluación no debe ser usada con la vana intención de tener una justificación para continuar con una descontrolada arremetida en contra de los recursos naturales. Es necesario aceptar de manera responsable que el ACB deja fuera de su análisis elementos (ambientales, sociales o de otra índole) que no pueden ser valorados en unidades monetarias, ya sea porque se desconocen otras fuentes de valor que no necesariamente son económicas o porque son fundamentales para la vida, y por lo tanto inconmensurables.

Un abordaje completo de estos aspectos puede introducirse a partir de una evaluación multicriterial que, permite valorar en un solo marco de análisis las diversas dimensiones de un problema complejo. “En principio, el análisis multicriterio es una herramienta adecuada para tomar decisiones que incluyen conflictos sociales, económicos y objetivos de conservación del medio ambiente, y además cuando confluyen una pluralidad de escalas de medición (físicas, monetarias, cualitativas, etc.)” (Falconí y Burbano, 2008). Es así que, los criterios económicos, sociales, ambientales o de otra índole pueden ser expresados en unidades de medida diferentes a la monetaria

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR MINERO DEL ECUADOR**

#### **1. Introducción**

En este capítulo se revisa la situación actual de la minería en el Ecuador, desde una perspectiva tanto económica como social y ambiental. En particular, se analizan las características en la producción, empleo y generación de ingresos del sector, así como las implicaciones ambientales y sociales, que han sido controversiales en su desempeño.

#### **2. Contexto nacional para el desarrollo minero**

En el Ecuador, la minería se vincula a las actividades de pequeña escala, esto es, la pequeña minería, la minería artesanal y de subsistencia. Típicamente se desarrollan en dos campos: la minería no metálica, dedicada principalmente a la extracción de calizas, arcillas y materiales pétreos y la minería metálica, orientada básicamente a la explotación de oro. Ciertamente el desarrollo de la minería de oro ha sido el factor más controversial debido a sus peculiaridades sociales, económicas y ambientales que han puesto en duda los beneficios de esta actividad.

La pequeña minería de oro, surge a finales de los años setenta, a raíz de la quiebra de la Compañía Industrial Minera Asociada (CIMA), en la mina de Portovelo-Zaruma en el año 1978 (desde 1904 hasta 1950 esta mina fue explotada por la South American Development Company –SADCO- y desde 1950 hasta 1978 por la CIMA). Posteriormente la crisis agrícola de la costa originada por el fenómeno de El Niño de 1982 y 1983, junto a los crecientes precios del oro condujeron a la apertura de los centros mineros de Nambija en Zamora Chinchipe y Ponce Enríquez en Azuay (Equipo MMSD América del Sur, 2002).

A diferencia de Nambija y Ponce Enríquez, donde la pequeña minería surge a partir de actividades mineras informales, de subsistencia y artesanales; en Portovelo-Zaruma la explotación fue de tipo industrial en sus inicios pero, con el cierre de la empresa CIMA, los ex trabajadores emprendieron labores artesanales en los sitios abandonados por esta compañía (Sandoval, 2001). Actualmente en estos centros

mineros se realizan actividades artesanales y de pequeña minería, la mayoría han sido legalizadas, pero persisten graves efectos sociales y ambientales.

Muchas de estas actividades no tomaban medidas para prevenir o mitigar los impactos ambientales y menos aún para remediar los daños. Entre otros factores, esto se debía a la informalidad, el incumplimiento de las normas y el escaso control de las autoridades, agravado por el uso de tecnologías contaminantes y la explotación anti-técnica.

En la década de los noventa el Estado intentó cambiar esta situación. A partir de la Ley de Minería de 1991, el Estado busca regular estas actividades con el objeto de ejercer un mayor control ambiental y fomentar el desarrollo minero (Equipo MMSD América del Sur, 2002). Con el apoyo internacional de la Agencia Suiza para el Desarrollo (cooperación COSUDE) y el Banco Mundial (Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental -PRODEMINCA-) se introdujeron nuevas tecnologías y mejores procesos que permitieron reducir el impacto ambiental originado en la minería de oro (Banco Mundial, 2003), como por ejemplo en Bella Rica una mina localizada en Ponce Enríquez.

Sin embargo, estos esfuerzos no constituyeron una herramienta eficaz para erradicar la minería informal, ni los graves impactos sociales y ambientales (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2007: 66-68). Entre otras razones, esto se debía a que “la administración minera no tiene la capacidad legal para conocer la problemática socio ambiental local, ni para adoptar medidas al respecto” (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2007: 67).

La Ley de Minería de 1991 fue reformada mediante el Decreto de Ley 144 del 18 de agosto del 2000 con la intención de promover el desarrollo minero (que permita evolucionar de la pequeña minería hacia una minería de mediana y gran escala) y atraer la inversión privada. Entre otros aspectos, la reforma eliminó las regalías y estableció como única causal de caducidad de las concesiones el incumplimiento del pago de patentes. Estas condiciones determinaron que las concesiones mineras se conviertan en “una transferencia de los recursos de propiedad nacional a manos particulares” (Equipo MMDS América del Sur, 2002: 461) puesto que el Estado dejó de percibir regalías que es la contraprestación que recibe por ser el dueño de los recursos.

En vista de que el marco jurídico era insuficiente para frenar el daño ambiental y podía perjudicar los intereses nacionales, el 18 de abril de 2008, la Asamblea Nacional Constituyente expidió un Mandato Minero (Mandato Constituyente No 6, 2008), con el fin de dar paso a una nueva Ley de Minería que estipule las condiciones jurídicas, económicas, ambientales y sociales, sobre las que se oriente el desarrollo minero en el país. Hasta entonces, el Mandato Minero revirtió al Estado 2.048 concesiones que presentaban irregularidades de carácter económico, ambiental, legal, entre otras causas.

Con la expedición de la nueva Ley de Minería en enero de 2009, el Estado retoma mayor participación, tanto en los beneficios económicos, como en el control de las actividades mineras, con lo cual se aspira a generar un mayor beneficio social y cuidado del ambiente. Esta Ley restablece el cobro de regalías y la caducidad de la concesión por daño ambiental. Se introduce una participación directa del Estado a través de la creación de la Empresa Nacional Minera, así como la delegación exclusiva de la gestión ambiental de las actividades mineras al Ministerio del Ambiente<sup>9</sup> y la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero al Ministerio de Recursos Naturales No Renovables (MRNNR) y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES).

Junto al nuevo panorama minero del país existe la posibilidad de que se desarrollen algunos proyectos de minería a gran escala para explotar oro, plata, cobre y otros metales. Entre estos proyectos se encuentran aquellos que el Estado califica como estratégicos: Mirador, Fruta del Norte, y Panantza-San Carlos, ubicados en la Cordillera del Cóndor, dentro de las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe y los proyectos Rio Blanco y Quimsacocha, ubicados en la Cordillera Sur Occidental, en la provincia de Azuay.

### **3. Potencial minero del Ecuador**

En el Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero (2011: 33-34), se señala que en base a los estudios realizados por el Estado y la información proporcionada por las empresas privadas, el potencial minero del país se estima en reservas de alrededor de

---

<sup>9</sup> Anteriormente la gestión ambiental de las actividades mineras estaba a cargo de la Subdirección de Minería del Ministerio de Energía y Minas (actual Ministerio de Recursos Naturales No Renovables).

8,13 millones de toneladas de cobre, 36,9 millones de onzas de oro, 72,4 millones de onzas de plata, así como un gran volumen de molibdeno y la posibilidad de extraer otros minerales como platino, plomo y zinc que podrían ser explotados en algunos proyectos de minería a gran escala.

Actualmente existen cinco proyectos “estratégicos” que podrían entrar en operación: Mirador-Mirador Norte, y Fruta del Norte en la provincia de Zamora Chinchipe; Panantza-San Carlos, en la provincia de Morona Santiago y Quimsacocha y Río Blanco, en la provincia del Azuay. Estos proyectos estarían dirigidos a la extracción de cobre aunque, también se obtendrían; oro, plata, plomo y zinc. En el cuadro 1 se muestra el volumen total de reservas estimadas a nivel nacional.

**Cuadro 1**  
**Volumen de reservas de minerales en el Ecuador al 2011**  
**(En millones)**

Proyecto	Localización	Empresa	Oro (Onzas)	Plata (Onzas)	Cobre (Toneladas)	Plomo (Toneladas)	Zinc (Toneladas)
Mirador	Zamora Chinchipe	Corrientes Resources	3,990	31,430	3,898	0,000	0,000
Mirador Norte	Zamora Chinchipe	Corrientes Resources	0,590	0,000	1,104	0,000	0,000
Jerusalem	Zamora Chinchipe	Dynasty Metals & Minig	1,295	10,665	0,000	0,017	0,077
Fruta del Norte	Zamora Chinchipe	Kinross Gold	11,871	15,212	0,000	0,000	0,000
Cóndor Gold	Zamora Chinchipe	Ecometals	0,853	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Bárbara	Zamora Chinchipe	Ecometals	0,821	0,000	0,000	0,000	0,000
Panantza	Morona Santiago	Corrientes Resources	0,000	0,000	3,033	0,000	0,000
Zaruma	El Oro	Dynasty Metals & Minig	2,494	0,000	0,000	0,000	0,000
Quimsacocha	Azuay	Iamgold	3,789	0,000	0,000	0,000	0,000
Río Blanco	Azuay	International Minerals	1,015	6,761	0,000	0,000	0,000
Gaby	Azuay	International Minerals	9,790	0,000	0,000	0,000	0,000
Las Naves	Bolívar	Salazar Resources	0,406	8,351	0,104	0,012	0,133
<b>Total</b>			36,914	72,419	8,139	0,028	0,210

Fuente: Cámara de Minería (2011), citado en Vallier (2011)

Respecto a los recursos no metálicos, en el país se han identificado 23 tipos de estos minerales entre los principales se encuentran: arcillas, sílice, puzolana, caliza, yeso, entre otros (Vázquez y Saltos, 2008: 200). Los proyectos más grandes son los referentes a la explotación de calizas, empleadas como insumo en la fabricación de cemento. Entre las empresas más representativas que realizan esta actividad figuran HOLLAND CEMENT S.A.

(antes Cementos Rocafuerte) ubicada en la provincia de Guayas, la misma que en el 2009 explotó alrededor de 3,2 millones de toneladas, y LAFARGE CEMENTOS S.A. (Cementos Selva Alegre) ubicada en la provincia de Imbabura, con menos de 1 millón de toneladas.

## 4. Producción

### 4.1 Concesiones mineras

De acuerdo a los registros del Sistema de Administración de Derechos Mineros (SADMIN, 2010), hasta diciembre del 2010, en el país se hallaban legalmente inscritas 1.930 concesiones. Con anterioridad al Mandato Minero del 2008 existían 3.978 concesiones vigentes, de las cuales 2.048 fueron archivadas. Entre las concesiones legalmente vigentes, la mayor parte se orientan a la explotación de materiales de construcción y minerales metálicos, llegando a constituir el 83% del total de concesiones entre ambos rubros (véase cuadro 2). Del total de concesiones, el 30,2% se halla en la fase de explotación y el 69,8% restante realiza actividades de exploración.

**Cuadro 2**  
**Concesiones mineras**  
**(a diciembre del 2010)**

Tipo de minería	Áreas Concesionadas		Superficie	
	Cantidad	%	(Hectáreas)	%
Metálica	773	40,1	916.117	83,5
No metálica	320	16,6	133.852	12,2
Materiales de construcción	832	43,1	47.177	4,3
No tienen registrado mineral	5	0,3	nd	nd
<b>Total</b>	<b>1.930</b>	<b>100</b>	<b>1.097.146</b>	<b>100</b>

Fuente: Sistema de Administración de Derechos Mineros SADMIN (2010)

Estas concesiones, en su mayoría son para desarrollar minería en pequeña escala. Sólo las referentes a la explotación de calizas para la producción de cemento podrían ser consideradas como minería a gran escala (debido al mayor volumen de explotación).

## 4.2 Principales minerales explotados

Los minerales que principalmente se explotan son: oro, caliza, arcillas y materiales de construcción. La minería metálica está orientada a la explotación de oro, otros metales como el cobre y la plata se obtienen en pequeñas cantidades como minerales secundarios, en los procesos de recuperación de oro. En la minería no metálica los minerales que principalmente se extraen son caliza, arcilla, y materiales de construcción (véase cuadro 3).

**Cuadro 3**  
**Volumen de producción**  
**(2000-2010)**

Mineral /Años	Unidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oro	Toneladas	2,87	3,00	2,75	4,82	5,13	5,34	5,17	4,59	4,13	5,39	4,57
Plata	Toneladas	0,00	0,00	0,10	0,00	0,37	0,28	0,16	0,45	0,30	0,12	1,17
Caliza	Toneladas	3.147.015	4.078.787	5.711.782	4.688.013	4.699.988	4.854.958	5.456.546	6.326.616	5.366.498	4.956.672	3.772.800
Materiales de construcción	Metros cúbicos	2.595.542	4.722.522	4.466.905	3.271.970	5.833.890	5.661.855	4.997.467	7.601.612	10.841.824	9.735.721	6.856.499
Arcilla	Toneladas	324.671	345.474	381.873	339.567	902.518	1.318.356	1.309.343	1.413.419	1.577.933	1.276.529	1.205.416
Feldespato	Toneladas	47041	60688	31254	44268	53469	38250	67844	63557	86889	111985	86085
Caolín	Toneladas	11.022	703	8.483	11.884	5.646	25.078	11.504	18.618	42.614	28.775	27.767
Bentonita	Toneladas	41	0	0	0	0	0	0	0	3.526	1.178	510
Sílice	Toneladas	27.522	34.718	40.880	38.856	32.148	37.790	36.208	33.907	24.799	73.921	36.942
Mármol	Toneladas	1.680	0	265	1.890	1.431	3.033	31.841	0	0	0	0
Yeso	Toneladas	1.043	0	4.730	0	232	1.311	1.478	0	0	0	0
Piedra pómez	Metros cúbicos	344.850	0	130.459	88.830	183.119	107.178	8.730	153.500	137.241	44.171	0
Dióxido de carbono	Kilogramos	28.843	14.400	752.272	329.260	685.109	589.024	592.064	358.923	225.030	182.905	126.434
Puzolana	Toneladas	27.687	373.023	519.090	190.747	612.256	540.318	700.007	803.503	901.379	884.774	640.620
Baritina	Toneladas	1.476	0	0	2.139	3.695	0	0	0	0	0	0
Zeolita	Toneladas	1.291	1.801	1.883	1.679	3.300	2.400	0	1.730	1.868	97	120
Cobre	Toneladas	0	0	0	0	242	0	0	0	0	0	0
Travertino	Toneladas	0	0	0	0	0	7.249	0	0	0	0	0
Arenas Ferruginosas	Toneladas	0	0	0	0	11.325	9.252	0	0	32.027	6.190	2.898

Fuente: ARCOM (2010)

En el cuadro 4 se muestran las cifras en dólares, correspondientes a las ventas de los minerales extraídos durante los últimos años, donde se puede apreciar que los rubros más representativos son los que conciernen a la extracción de oro, seguido de los materiales de construcción y piedra caliza.

**Cuadro4**  
**Valor de las ventas de los minerales extraídos por los concesionarios mineros**  
**Dólares (2002-2010)**

Año	2002		2003		2004		2005		2006	
Mineral	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%
Oro	12.754.084	55,2%	12.754.084	55,6%	18.907.804	47,4%	26.434.249	57,4%	38.768.646	57,9%
Materiales de construcción	6.673.874	28,9%	6.506.932	28,4%	9.886.880	24,8%	10.294.921	22,4%	12.936.486	19,3%
Caliza	2.430.374	10,5%	2.430.374	10,6%	8.324.182	20,9%	6.725.217	14,6%	10.333.042	15,4%
Otros	1.256.196	5,4%	1.256.196	5,5%	2.778.533	7,0%	2.606.986	5,7%	4.886.768	7,3%
<b>Total</b>	<b>23.114.527</b>	<b>100%</b>	<b>22.947.585</b>	<b>100%</b>	<b>39.897.398</b>	<b>100%</b>	<b>46.061.373</b>	<b>100%</b>	<b>66.924.941</b>	<b>100,0%</b>
Año	-		2007		2008		2009		2010	
Mineral	-	-	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%
Oro	-	-	35.046.017	40,3%	38.590.843	40,3%	63.182.025	51,2%	47.556.131	65,1%
Materiales de construcción	-	-	27.468.170	31,6%	37.982.876	39,7%	34.821.817	28,2%	18.229.473	25,0%
Caliza	-	-	20.193.894	23,2%	10.498.364	11,0%	16.448.363	13,3%	4.413.042	6,0%
Otros	-	-	4.172.917	4,8%	8.720.442	9,1%	8.966.960	7,3%	2.837.559	3,9%
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>86.880.999</b>	<b>100%</b>	<b>95.792.525</b>	<b>100%</b>	<b>123.419.165</b>	<b>100%</b>	<b>73.036.205</b>	<b>100%</b>

Fuente: ARCOM (2010)

## 5. Contribución de la minería a la economía nacional

### 5.1 Contribución de la minería al PIB

Tradicionalmente la minería ha sido uno de los sectores que menos contribuye al PIB. Según cifras del Banco Central del Ecuador (BCE, 2011) el aporte total de las industria extractivas (aquí se incluye el petróleo) a la economía nacional durante el periodo 2000-2010 ha fluctuado entre el 12% y 16%. Sin embargo, al excluir al sector petrolero, la contribución de la minería (metálica, no metálica y materiales de construcción) tan sólo ha sido del 0.4% durante el mismo periodo (véase cuadro 5).

**Cuadro 5**  
**Valor agregado de las industrias extractivas y porcentaje del PIB**  
**A precios del 2000**  
**(En millones de dólares)**

Industria/Año	2000	2001	2002	2003	2.004	2.005
Producto Interno Bruto	16.283	17.057	17.642	18.219	19.827	20.966
Total Explotación de Minas y Canteras (incluido el petróleo)	2.141	2.212	2.110	2.305	3.169	3.224
Porcentaje del PIB	13,1	13,0	12,0	12,7	16,0	15,4
Extracción de petróleo crudo, gas natural y actividades de servicios relacionadas	2.072	2.141	2.036	2.230	3.088	3.142
Porcentaje del PIB	12,7	12,6	11,6	12,3	15,6	15,0
Explotación de minas y canteras	69	71	74	76	81	82
Porcentaje del PIB	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Industria/Año	-	2.006	2.007	2.008	2009	2010
Producto Interno Bruto	-	21.962	22.410	24.032	24.119	24.983
Total Explotación de Minas y Canteras (incluido el petróleo)	-	3.339	3.062	3.062	2.961	2.968
Porcentaje del PIB	-	15,2	13,7	12,7	12,3	11,9
Extracción de petróleo crudo, gas natural y actividades de servicios relacionadas	-	3.254	2.974	2.969	2.866	2.872
Porcentaje del PIB	-	14,8	13,3	12,3	11,9	11,5
Explotación de minas y canteras	-	85,52	87,30	92,82	95,34	96,41
Porcentaje del PIB	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Fuente: BCE (2011)

## 5.2 Generación de empleo

De acuerdo a los registros de la Agencia de Regulación y Control Minero ARCOM (2010), más del 50% de empleo generado en este sector se concentra en la minería de oro (véase cuadro 6). Por ejemplo, en el 2010 se contabilizaban 6.888 personas ocupadas, de las cuales el 68,6% trabajaban en la minería de oro; el 22,9% en la extracción de materiales de construcción; y el 4,6% en la extracción de calizas. No obstante, se prevé que en el país dependen de la minería más de 100.000 familias directa o indirectamente (Ministerio de Energía y Minas, 2007).

En tanto que, al contrastar las cifras de la ARCOM referente al empleo directo generado en el sector minero y la población económicamente activa (PEA), se puede establecer que la generación de empleo en este sector es mínima, situándose entre el 0,06% y 0,09% durante el periodo 2002-2010.

**Cuadro6**  
**Empleo en la explotación de minas y canteras**  
**(2002-2010)**

Año	2002		2003		2004		2005		2006	
Mineral	Empleo	%								
Oro	1.776	51,6%	1.776	51,8%	2.846	56,5%	2.619	52,9%	3.164	63,5%
Materiales de construcción	1.065	30,9%	1.051	30,6%	1.484	29,4%	1.522	30,7%	1.123	22,5%
Caliza	305	8,9%	305	8,9%	364	7,2%	373	7,5%	348	7,0%
Otros	298	8,7%	298	8,7%	346	6,9%	441	8,9%	348	7,0%
<b>Total minería</b>	<b>3.444</b>	<b>100%</b>	<b>3.430</b>	<b>100%</b>	<b>5.040</b>	<b>100%</b>	<b>4.955</b>	<b>100%</b>	<b>4.983</b>	<b>100%</b>
PEA total	3.801.339		6.070.345		6.545.188		6.486.112		6.772.557	
Minería / PEA	0,09%		0,06%		0,08%		0,08%		0,07%	
Año	-		2007		2008		2009		2010	
Mineral	-	-	Empleo	%	Empleo	%	Empleo	%	Empleo	%
Oro	-	-	3.658	64,2%	3.047	52,6%	3.670	58,9%	4.726	68,6%
Materiales de construcción	-	-	1.435	25,2%	1.845	31,9%	1.618	26,0%	1.574	22,9%
Caliza	-	-	431	7,6%	551	9,5%	507	8,1%	320	4,6%
Otros	-	-	177	3,1%	345	6,0%	431	6,9%	268	3,9%
<b>Total minería</b>	-	-	<b>5.701</b>	<b>100%</b>	<b>5.788</b>	<b>100%</b>	<b>6.226</b>	<b>100%</b>	<b>6.888</b>	<b>100%</b>
PEA total			6.548.108		6.536.311		6.685.111		6.093.173*	
Minería / PEA			0,09%		0,09%		0,09%		0,11%	

Fuente: ARCOM (2010); Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2002- 2009)

\*Tomado del VII Censo de Población y VI de Vivienda INEC (2011)

Los datos en blanco del cuadro 5 corresponden al empleo que no ha sido registrado. Varias razones pueden explicar esta ausencia de registros: simplemente que no se hayan realizado actividades de explotación durante algún período, que algunos concesionarios no hayan presentado informes de sus actividades, o que se trata de minas polimetálicas, cuyo empleo se registra solamente una vez dentro de un mineral en particular (como el caso del cobre y la plata que normalmente se incluyen dentro del empleo generado en la producción de oro).

### 5.3 Exportaciones de minerales

Las exportaciones mineras durante el periodo 2000-2010 representaron entre el 0,13% y el 0,51% de las exportaciones totales del país, alcanzando su mayor participación en el 2008 (0,53%). Dentro de éstas, el mayor ingreso por ventas al exterior corresponde a la exportación de oro y plata.

Sin embargo, de acuerdo al Equipo MMSD América del Sur (2001: 458), las cifras de las exportaciones mineras “no reflejan la realidad con exactitud puesto que, ... hay exportaciones no registradas, especialmente de oro”.

**Cuadro7**  
**Exportación de minerales**  
**En toneladas y miles de dólares FOB**

Toneladas											
Minerales / Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Concentrados de oro y plata	141	55	852	750	4	5	91	1.429	27	911	8.604
Concentrados de plomo y cobre	-	63	421	470	381	584	5.903	934	1.903	1.706	3.060
Otros minerales	33.470	21.948	19.144	18.944	16.281	14.330	27.933	9.741	152.719	547.918	29.523
<b>Exportaciones mineras</b>	<b>33.611</b>	<b>22.066</b>	<b>20.417</b>	<b>20.163</b>	<b>16.666</b>	<b>14.919</b>	<b>33.927</b>	<b>12.103</b>	<b>156.656</b>	<b>552.544</b>	<b>43.198</b>
Miles de dólares FOB											
Concentrados de oro y plata	7.321	4.945	11.002	10.939	11.412	14.899	34.147	67.444	90.402	55.040	79.664
Concentrados de plomo y cobre	-	113	141	197	314	410	668	1.495	3.848	3.081	6.784
Otros minerales	2.086	1.227	1.140	743	734	627	1.351	1.002	3.839	4.592	2.691
<b>Exportaciones mineras</b>	<b>9.408</b>	<b>6.285</b>	<b>12.283</b>	<b>11.879</b>	<b>12.461</b>	<b>15.936</b>	<b>36.165</b>	<b>69.942</b>	<b>98.089</b>	<b>62.714</b>	<b>89.139</b>
<b>Exportaciones totales</b>	<b>4.926.626</b>	<b>4.678.436</b>	<b>5.036.121</b>	<b>6.222.693</b>	<b>7.752.891</b>	<b>10.100.031</b>	<b>12.728.243</b>	<b>14.321.315</b>	<b>18.510.599</b>	<b>13.799.029</b>	<b>17.489.927</b>
<b>% mineros / exportaciones totales</b>	<b>0,19%</b>	<b>0,13%</b>	<b>0,24%</b>	<b>0,19%</b>	<b>0,16%</b>	<b>0,16%</b>	<b>0,28%</b>	<b>0,49%</b>	<b>0,53%</b>	<b>0,45%</b>	<b>0,51%</b>

Fuente: BCE (2010a)

#### 4.4 Inversión

Las inversiones mineras durante el periodo 2000-2010 han fluctuado entre los 2 millones y 46 millones, siendo los años 2007 y 2008 los que presentan los mayores importes. Asimismo, durante estos años las inversiones mineras alcanzan su mayor participación con respecto a la inversión total registrada en el país, 1,58% y 3,25% respectivamente (véase cuadro 8).

En el año 2010 la inversión de este sector alcanzó los 3,8 millones de dólares. De éstos, 0,3 millones de dólares correspondieron a la constitución de empresas y domiciliaciones (50,7% de capital nacional y 49,3% de origen externo) y 3,5 millones de dólares se debieron al aumento de capital (48% con recursos de origen nacional, y 52% con recursos de origen externo).

Por otro lado, según cifras proporcionadas por las empresas mineras orientadas al desarrollo de los 5 proyectos estratégicos, establecen una inversión total de 24.064 millones de dólares, de los cuales, el 24% serán invertidos en la etapa de desarrollo de la mina y el 76% en la etapa operativa (Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero, 2011: 63).

**Cuadro 8**  
**Inversión en minas y canteras**  
**Millones de dólares**

Inversión / Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Total país</b>	253,51	795,06	731,22	788,46	670,51	987,56	1457,42	815,22	1417,34	1802,99	938,59
<b>Minas y canteras</b>	2,08	6,43	6,00	3,94	10,09	0,85	3,07	12,87	46,03	2,87	3,80
<b>Minas y canteras / país</b>	0,82%	0,81%	0,82%	0,50%	1,50%	0,09%	0,21%	1,58%	3,25%	0,16%	0,40%

Fuente: Superintendencia de Compañías, en ARCOM (2010)

#### **4.5 Participación del Estado en los beneficios mineros**

Conforme al Art. 408 de la Constitución Política de la República del Ecuador (2008), los recursos mineros son propiedad inalienable del Estado y como propietario de estos recursos. “El Estado participará en el beneficio del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota”.

En ese sentido, como producto de la actividad minera el Estado obtiene recursos de dos fuentes; la directamente vinculada con la explotación que son las patentes y regalías, y la que se obtiene como consecuencia de los beneficios obtenidos por las empresas mineras que son el impuesto a la renta y el impuesto a los ingresos extraordinarios.

Por otra parte, la nueva Ley de Minería en su Art. 67 establece que del 15% de la participación a los trabajadores, un porcentaje será destinado a proyectos de salud, educación y vivienda en las áreas donde se desarrolla la actividad minera (véase el cuadro 9).

## Cuadro9 Participación del Estado en los beneficios mineros

<b>Patentes</b>
Corresponden al pago por patentes que se generan por concepto de exploración inicial, exploración avanzada, evaluación económica y explotación. <b>Exploración</b> Exploración inicial, 4 años: 2,5% de una remuneración básica unificada Exploración avanzada, 4 años: 5% de una remuneración básica unificada <b>Evaluación económica</b> 2 años: 5% de una remuneración básica unificada 2 años más: puede aumentar hasta el 50% del pago anterior <b>Explotación</b> 10% de una remuneración básica unificada, hasta que dure la concesión.
<b>Regalías</b>
Implican el pago por concepto del % de las ventas del mineral primario y secundario. Gran minería: al menos 5% sobre las ventas de los minerales primarios y secundarios. Pequeña minería: 3% Minería artesanal: no pagan El 60% de las regalías será distribuido a los gobiernos locales (municipios y juntas parroquiales), con la posibilidad de que el 50% se designe a las comunidades indígenas y/o circunscripciones territoriales en donde se realiza la explotación (Ley de Minería, Art. 92).
<b>Participación de trabajadores en utilidades</b>
Concierne el 15% de las utilidades generales. Se distribuye de la siguiente manera: Gran Minería: 3% para los trabajadores y 12% para el Estado Pequeña Minería: 10% para los trabajadores y 5% para el Estado
<b>Impuesto a la Renta</b>
Representa el 25% de la utilidad después de la distribución de utilidades a los trabajadores. En el 2011 el porcentaje cambia al 24%, en el 2012 al 23%, y del 2013 en adelante al 22%.
<b>Ingresos Extraordinarios</b>
Los ingresos extraordinarios se generan cuando el precio base fijado en los contratos mineros, es superado por el precio de venta de los minerales. Se distribuye de la siguiente manera: 70% para el Estado y 30% para el titular minero. Los contratos mineros rigen para la Gran minería.

Fuente: Ley de Minería (2009); Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero (2011)

Con la eliminación del pago de regalías efectuado en el 2000, el pago de patentes se convierte en el ingreso por rentas más representativo, situándose entre el 59% y 91% de los ingresos percibidos durante el periodo 2000-2008 (véase cuadro 10). Otros ingresos recaudados de menor cuantía corresponden al pago de derechos de trámite administrativo, derecho preferente, productos y servicios, contraprestaciones por el uso de maquinaria, y otros, como el pago de multas.

A partir del 2009, por efecto de la nueva Ley de Minería el Estado vuelve a recaudar regalías, las mismas que en ese año representaron el 37,56% de los ingresos totales recaudados. Actualmente las “recaudaciones por concepto de regalías se concentran en la pequeña minería. Se recauda el pago de regalías por actividades de gran minería, a las operaciones mineras de calizas y materiales de construcción para la industria del cemento y agregados” (Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero, 2011: 54).

**Cuadro 10**  
**Ingresos fiscales provenientes de la actividad minera**  
**(En dólares)**

Año	Regalías	Patentes mineras	Derechos de trámite administrativo	Derecho preferente	Productos y servicios	Contraprestaciones por el uso de maquinaria	Otros	Total
2000	267.203,73	732.391,19						999.594,92
2001	225.407,18	530.462,62	141.800,00		3.196,66			900.866,46
2002	6.171,80	825.305,53	96.800,00	79.500,85	37.728,90			1.045.507,08
2003		871.566,73	70.900,00	38.090,00	23.259,12	238.608,87	6.123,69	1.248.548,41
2004		1.189.873,80	88.100,00		25.215,61	259.136,02	400	1.562.725,43
2005		1.667.913,20	82.500,00		38.646,63	296.560,17		2.085.620,00
2006		2.423.512,07	184.300,00		56.838,90	310.118,83		2.974.769,80
2007		3.868.864,11	117.200,00		42.055,57	365.378,42	35.689,38	4.429.187,48
2008		4.112.745,12	19.800,00		33.304,88	356.116,82	18.809,49	4.540.776,31
2009	2.144.676,06	3.546.468,35	400		12.067,18		6.176,76	5.709.788,35
2010	6.411.737,53	6.179.946,48			276.053,45		99.727,92	12.967.465,38

Fuente: Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM, 2010)

## 5. Impactos sociales y ambientales de la actividad minera

En el Ecuador, el interés por el impacto ambiental de la minería es relativamente nuevo; es así que, hasta 1991 no existía una normativa ambiental precisa, que regule esta actividad en el país (Equipo MMSD América del Sur, 2002).

Sandoval (2001), Hentschel et al., (2003), Banco Mundial (2003) coinciden en que los mayores problemas socio-ambientales se derivan de la pequeña minería (por las malas prácticas mineras, la informalidad y la poca atención del Estado), especialmente aquella que se centra en la explotación de oro.

Los conflictos socio-ambientales más significativos giran alrededor de la contaminación del aire por la quema de mercurio; contaminación de cursos de agua por la libre disposición de cianuro, metales pesados y metaloides; depósitos anárquicos de desechos sólidos; irracional uso del suelo; conflictos con otras actividades productivas y áreas naturales protegidas, entre otros, agravados por los pasivos ambientales acumulados (Sandoval, 2001: 10).

Según Resabala (2008: 60), Loayza (2007) y Loor (2008) sostienen que, “en el Ecuador aproximadamente el 40% de la producción de oro deriva de procesos de amalgamación, y el 60% de cianuración”. Asimismo, estos autores recalcan que de los mineros que utilizan mercurio, un 50% emplean la retorta (un recipiente que permite la destilación del mercurio) para reducir la contaminación, y otro 50% expulsa el mercurio al ambiente, sin tomar ninguna precaución. El mercurio liberado al ambiente contamina el aire, suelo y agua afectando toda forma de vida; en las personas puede afectar el desarrollo del sistema nervioso (Resabala, 2008) y producir enfermedades pulmonares.

En cuanto al cianuro, su uso fue promovido en los años noventa, con el fin de reducir la contaminación provocada por el mercurio. Sin embargo, el cianuro puede ser muy tóxico si es dispersado al ambiente, sin un proceso previo de purificación; pues “aunque tenga una vida corta, causa la muerte de la vida acuática. En algunos ríos del país se han registrado hasta 4.109 microgramos de cianuro por litro de agua, cantidad superior al estándar establecido por la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (EPA), que es de 5,2 microgramos por litro de agua” (Equipo MMSD América del Sur, 2002: 473).

De hecho, los impactos ambientales y sociales de la minería no se reducen sólo a los impactos generados por el uso de mercurio o cianuro. La deforestación, la erosión del suelo, la pérdida del paisaje natural, la afectación a las fuentes y cursos de agua, la pérdida de biodiversidad, la contaminación con metales pesados, entre otros, son algunos de los temas de mayor preocupación vinculados al desarrollo de la minería.

Los impactos ambientales asociados a la minería y más conocidos en el país son los de Portovelo-Zaruma, Nambija y Ponce-Enríquez. En Portovelo por ejemplo, “el Río Guanuche tiene en el agua de 100 a 300 veces más arsénico, cobre y cadmio que un río sin contaminación. Además, sus sedimentos tienen excesos de arsénico y mercurio”. En el mismo sitio, el agua del Río Chico presenta “entre 100 y 200 veces más arsénico y plomo que el valor normal, y los sedimentos tienen alto contenido de arsénico y mercurio” (PRODEMINCA, 1999: 10-12).

En Nambija, los problemas sociales y ambientales tuvieron mayor presencia en los años ochenta, en plena época de auge minero. Los problemas estaban asociados a la utilización de mercurio, materiales y residuos que eran arrojados directamente a los ríos, así como deslizamientos ocasionados por la explotación carente de técnica, que

produjeron la muerte de cientos de personas; además, problemas sociales como la falta de servicios básicos, la proliferación de prostitución, robos y alcoholismo (Rengel, 1985). Actualmente, la actividad minera en este lugar es limitada, y aunque se han reducido los índices de delincuencia y accidentes, aún persisten impactos ambientales que se suman a los daños ocasionados años atrás.

Los problemas ambientales en las minas de Ponce-Enríquez son similares a los anteriores. Sin embargo, la implementación de nuevos equipos y técnicas de producción ha permitido reducir la contaminación, pero no se ha logrado revertir todos los daños ambientales producidos anteriormente (Equipo MMSD América del Sur, 2002). Este es el caso de Bella Rica, por ejemplo.

También se han identificado impactos importantes en la minería artesanal que se desarrolla en las riveras de algunos ríos y quebradas de las provincias de Zamora Chinchipe, Esmeraldas, y Morona Santiago. Sin embargo, las actividades mineras que se desarrollan en estas condiciones han sido paralizadas a la espera de poder ser legalizadas, como en la localidad de Congüime en Zamora Chinchipe, y San Lorenzo en Esmeraldas, donde la maquinaria minera fue destruida por el Estado, pese a la oposición de los mineros.

Aunque algunos mineros han adoptado medidas para controlar y reducir el impacto ambiental, aún se encuentran lejos de cumplir con lo que establecen las normas ambientales. Se invierten pocos recursos económicos y esto influye en el uso de tecnologías contaminantes, sobre todo en los mineros informales y de pequeña escala (Ministerio de Energía y Minas, 2007).

También la minería no metálica ha ocasionado graves daños al ambiente, sin embargo, este sector ha sido menos estudiado, razón por la cual se desconoce la verdadera magnitud de los impactos ocasionados. Algunos casos de este tipo que han revelado serios daños se localizan en la provincia de Imbabura, en el área de Intag. Según Zorrilla (2011), una auditoría ambiental realizada en el 2010 a la empresa LAFARGE, que explota caliza (para la fábrica de cementos Selva Alegre), advierte que se está afectando la biodiversidad de la zona, contaminando el agua y el aire, deteriorando el paisaje, y ocasionando daños a la salud de las personas que habitan en las cercanías de la mina. En esta misma área se advierte que existen impactos similares en la mina de mármol CECAL (Zorrilla, 2011).

Por otro lado, la posibilidad de dar comienzo a la explotación minera a gran escala en el país, pone en riesgo ecosistemas de gran biodiversidad, constituidos por bosques primarios y fuentes de agua, como el caso de la Cordillera del Cóndor, donde se localizan proyectos estratégicos Mirador, Fruta del Norte, y Panantza San Carlos (Sacher y Acosta, 2011). Una situación similar se presenta en el área de Intag, una de las zonas más biodiversas del mundo, que se encuentra amenazada por el proyecto minero Junín (Zorrilla, 2004).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y ESTUDIO DE CASO

#### 1. Introducción

En este capítulo se realiza una evaluación de los costos y beneficios ligados a la pequeña minería, tomando como estudio de caso la mina de oro denominada El Corazón, ubicada en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, Ecuador. A través de un *Análisis Costo Beneficio* (ACB) se busca determinar si el desarrollo de la pequeña minería es conveniente desde dos perspectivas; la privada y la social. En ambas situaciones la evaluación considera la dimensión ambiental. Para ello, se hace una aproximación del valor económico del impacto ambiental, reconociendo que se trata de un enfoque limitado porque hay aspectos que se no se pueden expresar en términos monetarios, sino que, tienen distintos lenguajes de valoración (Martínez-Alier, 2004).

El valor monetario del impacto ambiental se aproxima a partir de dos rubros: los gastos de mitigación y los costos de restauración. Los gastos de mitigación son estimados en base a los desembolsos que la empresa Agroindustrial El Corazón realiza para atenuar los impactos ambientales (al suelo, agua, aire y ruido) y cumplir con la normativa ambiental minera, que reglamenta medidas de prevención y remediación (Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, 2009). Los costos de restauración son determinados por el monto que se prevé gastar en la rehabilitación de las áreas afectadas, y la desmantelación de la infraestructura<sup>10</sup>.

La valoración de los impactos ambientales y su inclusión en el ACB sugiere que el costo ambiental deben “asumirlo” los mineros y no la sociedad en su conjunto, ya que precisamente por esta socialización de las pérdidas se originan diversos conflictos ambientales. El ACB constituye una herramienta de evaluación estrictamente económica, por lo que, en las situaciones donde la valoración económica no es “suficiente” o difícilmente se puede realizar (por ejemplo, un proyecto minero en un ecosistema frágil, o aquel con impactos cuyo alcance afecte diversos ecosistemas y con consecuencias inciertas), otros instrumentos como el *análisis multicriterial* pueden

---

<sup>10</sup>Según la Ley de Minería del Ecuador en el Artículo 27, literal h, el cierre de minas comprende la desmantelación de las instalaciones si no fueren de interés público y la reparación ambiental.

orientar a tomar decisiones desde un enfoque más integral, porque se toman en consideración otros aspectos a más del económico.

En el proceso de desarrollo de un ACB, un primer paso es la construcción de un inventario de los pasivos ambientales generados por la minería y la estimación del costo que representa para la sociedad rehabilitar las áreas afectadas por esta actividad. La introducción de estos instrumentos, puede conducir a tomar decisiones de inversión mejor informadas y prevenir la degradación del ambiente.

El análisis de estos aspectos se desarrolla en seis secciones a lo largo de este capítulo. Luego de esta introducción, en la segunda sección se realiza una breve presentación del estudio de caso que permite el desarrollo del ACB. En la tercera sección se detallan los impactos ambientales, así como también, las medidas de mitigación y restauración. La cuarta sección del capítulo describe la metodología y las fuentes de información utilizadas. En la quinta sección se presentan los resultados de la evaluación financiera y social. La última parte detalla las conclusiones derivadas de este capítulo.

## **2. Descripción del estudio de caso: mina de oro El Corazón**

El área minera “El Corazón” constituye una mina de oro que es explotada por la empresa ecuatoriana Agroindustrial El Corazón S.A., la misma que obtuvo la concesión de 880 hectáreas mineras por parte del Estado en el 2001. Inició sus operaciones en el 2002, procesando alrededor de 20 toneladas de roca mineralizada al día, en el 2009 el volumen explotado ascendió a 60 toneladas por día. El sistema de explotación es subterráneo, desarrollado a través de galerías<sup>11</sup>. El rendimiento de la mina (ley del mineral) en promedio es de 3 gramos de oro por tonelada.

### **2.1 Medio físico y entorno**

El área minera El Corazón se encuentra ubicada en el Noroccidente Ecuatoriano (en las estribaciones de la cordillera occidental) en el sector denominado El Corazón, parroquia

---

<sup>11</sup>Las galerías “son las labores mineras en el subsuelo, que siguen una veta” (Reglamento Ambiental para actividades Mineras en el Ecuador, 2009: 51). Es decir, son las excavaciones en forma de túneles, que siguen la dirección por donde se tiene indicios de la presencia de un mineral (oro).

García Moreno, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. A una altura comprendida entre los 900 y 1.100 metros sobre el nivel del mar (PETROMINING, 2010).

El clima de la zona corresponde a la “región bioclimática lluviosa subtropical de bosque muy húmedo pre-montano” (PETROMINING, 2010: 34). Geográficamente esta área se encuentra en la bioregión del Chocó, uno de los ecosistemas más biodiversos y frágiles del planeta, su temperatura varía entre los 25 y 30 grados centígrados (Sodepaz, 2008: 13).

El sector El Corazón forma parte del Valle de los Manduriacos, el mismo que se ubica en la zona occidental del cantón Cotacachi (PETROMINING, 2010: 44). Junto a Manduriacos se encuentra la zona de Intag<sup>12</sup>, una área considerada muy sensible por la gran biodiversidad existente, y que ha sido amenazada por el proyecto minero Junín.

La zona que comprende Intag-Manduriacos abarca una superficie de 150 mil hectáreas, de las cuales 70 mil corresponden a bosques de alta calidad (sirven como zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas). Estos sitios contemplan una biodiversidad única y albergan especies endémicas (Fieweger, 2011). Un ejemplo de la abundante biodiversidad de la zona de Intag-Manduriacos se presenta en el bosque protector Los Cedros, donde en una superficie que abarca 6.400 hectáreas se han registrado “por lo menos 299 especies de árboles, 400 especies de orquídeas y 240 especies de aves” (Knee, 2011: 1).

La colonización de esta zona provocó la pérdida paulatina de bosques primarios como producto de la deforestación orientada a la plantación de cultivos agrícolas, y la apertura de pastizales para la crianza de ganado (Sodepaz, 2008)<sup>13</sup>. Esta situación distingue dos áreas dentro de esta zona, una que corresponde al área colonizada y otra que se mantiene en estado natural.

El sector colonizado de Manduriacos abarca las comunidades: Río Verde, Cielo Verde, El Paraíso, Pueblo Unido, Santa Rosa, El Corazón, Magdalena Bajo, Magdalena Alto, Chontal, Chontal Alto, Brillasol, San Roque, Plan de Luisas, Charguayaco. Los

---

<sup>12</sup>Algunos estudios consideran a la parroquia García Moreno como el valle de Manduriacos, mientras que otros se refieren a esta parroquia como parte de la zona de INTAG (compuesta por las parroquias de: Apuela, Plaza Gutiérrez, Peñaherrera, Cuellaje, Vacas Galindo y García Moreno, pertenecientes al cantón Cotacachi; y, la parroquia Selva Alegre, perteneciente al cantón Otavalo).

<sup>13</sup>Un aspecto importante a considerar es que la Ley de Reforma Agraria y Colonización (1973) y la Ley de Tierras Baldías y Colonización (1964), indujeron la destrucción de bosques naturales, ya que una condición para la legalización de tierras, era que éstas estuvieran explotadas al menos en una magnitud igual al 50% del índice zonal (PETROMINING, 2010: 64-65).

habitantes de esta zona son diversos grupos de colonos que se establecieron en este sector en la década de los sesenta y setenta (PETROMINING, 2010: 62-72).

Al inicio de las actividades la superficie del suelo correspondiente al área concesionada (880 hectáreas), estaba conformada de la siguiente manera: bosque primario 15,8%, bosque primario poco intervenido 33,88%, bosque secundario 28%, pastos destinados a potreros 20% (dentro de los cuales, 90 hectáreas son de la empresa minera), áreas de cultivos transitorios 0,91% (Agro Industrial El Corazón, 2002: 42-45).

En una Evaluación Ecológica Rápida llevada a cabo por la empresa auditora PETROMINING (2010: 44-60) sobre las comunidades de aves, mamíferos, anfibios y reptiles llevada a cabo en la concesión minera El Corazón se registraron 72 especies vegetales, ninguna de las cuales es endémica. Asimismo se determinó que en esta área existen por lo menos 46 especies de aves, una de las cuales está catalogada en peligro crítico de extinción (la pava del monte), una como vulnerable (el perico caretirrojo), y otra especie casi amenazada (el tucán andino), 20 especies de mamíferos (ninguna en la lista roja de mamíferos), 8 especies de anfibios (de las cuales una está en categoría crítica, una en estado vulnerable, y 2 son endémicas del Ecuador) y 2 especies de reptiles en estado de preocupación menor.

## **2.2 Actividades económicas de la zona**

La principal actividad económica de la zona de los Manduriacos es la agricultura, aunque, no constituye una importante fuente de empleo e ingresos para la población (Sodepaz, 2008). Los principales cultivos de la zona son el café, maíz, fréjol y tomate de árbol. También se desarrollan la ganadería, la extracción de madera y la producción artesanal de cabuya (CEPLAES Y PRODEMINCA, 2000: 12).

En general, estas comunidades no gozan de todos los servicios básicos. Las vías de acceso son malas y las fuentes de empleo son limitadas. Además, existe una deficiencia de servicios médicos y centros de educación (Sodepaz, 2008).

Dos comunidades están influenciadas en mayor medida por la mina: El Corazón, y Río Verde. Aproximadamente el 80 % de la población de El Corazón depende directamente de la minería, el 10 % se dedica al comercio vinculado a la actividad minera, y otro 10 % se dedica a la agricultura y ganadería en pequeña escala. Entre tanto

que en la comunidad de Río Verde, se estima que un 40 % de la PEA trabaja en la Mina, y el resto se dedica a actividades agropecuarias, turísticas y comerciales (PETROMINING, 2010: 64).

Uno de los problemas esenciales de las comunidades de Manduriacos, es la falta de vías, esta situación les impide comercializar sus productos con facilidad, además que, representa problemas cuando sus habitantes requieren atención médica (Sodepaz, 2008).

En este contexto, este proyecto ha contribuido a la generación de empleos, también ha coadyuvado en la provisión de servicios de salud, educación y mejoramiento de las vías (PETROMINING, 2010: 64).

### **3. Impactos ambientales, medidas de mitigación y restauración**

En general los impactos asociados a la minería pueden ser similares en la pequeña como la gran minería (Ministerio de Energía y Minas, 2007). Sin embargo, algunos aspectos como el tamaño de la explotación (gran minería o pequeña minería), la tecnología utilizada, el método de explotación (subterránea o cielo abierto), pueden diferir en la magnitud y el tipo de impacto. Adicionalmente, los impactos ambientales pueden influir en mayor o menor medida, según el ecosistema donde se desarrolla la explotación de una mina, por ejemplo, no será lo mismo si la explotación se realiza en un bosque primario con gran biodiversidad, que en una área totalmente intervenida.

En síntesis la minería puede afectar al aire, el suelo y el agua, junto a ello a los ecosistemas y las formas de vida que se desarrollan en estos espacios. La contaminación del agua con metales pesados, soluciones de cianuro o mercurio, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, entre otros pueden ser uno de los mayores problemas.

De acuerdo al estudio de impacto ambiental de la empresa minera Agro Industrial el Corazón, los impactos ambientales asociados a la explotación de esta mina, así como las medidas de mitigación y restauración son las que se detallan a continuación.

**Cuadro 11**  
**Impactos ambientales, medidas de mitigación y restauración**

Impactos	Medidas de mitigación
<p><b>Agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de caudales por la captación de agua de las vertientes o afluentes de los ríos, para las operaciones de molienda y cianuración.</li> <li>Afectación al drenaje natural de las aguas lluvias por la construcción de infraestructura civil para la planta de beneficio, vías de acceso, y piscinas de relaves (Las piscinas de relaves constituyen los depósitos de una mezcla de arena, agua y otros elementos contaminantes como el cianuro y metales pesados, que quedan como resultado del procesamiento de los minerales).</li> <li>Afectación de la calidad físico-química del agua. Puede ser afectado por la descargas de sedimentos que pueden incrementar el contenido de sólidos en suspensión, y sales disueltas de metales pasados que pueden alterar el pH del agua e introducir metales pesados (cobre, plomo, zinc, arsénico, mercurio, plomo, cadmio, plata) tóxicos en las aguas y en el medio biótico.</li> <li>Alteraciones de la calidad del agua por soluciones de cianuro. Puede ser provocado por las descargas de sólidos en suspensión y sales disueltas con contenidos de cianuro libre.</li> </ul>	<p><b>Neutralización de efluentes de aguas residuales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neutralización de efluentes ácidos del proceso de refinación.- los efluentes del proceso de refinación son vaciados cuidadosamente en un tanque colector (tanque de neutralización de efluentes cianurados), previamente se adiciona cal para mantener un pH superior a 9,5 seguidamente se adiciona peróxido de hidrógeno y sulfato de cobre (20 litros por cada metro cúbico de efluente ácido).</li> <li>Neutralización de soluciones de cianuro.- esto se logra mediante la recirculación de los efluentes cianurados previo a una decantación y purificación de las soluciones mediante la aplicación de carbón activado de 700 m<sup>2</sup>/g en concentraciones del orden de 50 gramos de carbón por litro de solución.</li> </ul> <p><b>Manejo de residuos sólidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de colas finales de cianuración.- para la acumulación de las colas finales se construyen piscinas impermeabilizadas con geomembrana de 0.5 mm de espesor para evitar la contaminación de acuiferos y corrientes de aguas superficiales por causa de sobreflujos o filtraciones.</li> </ul>
<p><b>Impactos en la atmósfera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de ácido cianhídrico volátil en el aire. Se produce en el proceso de cianuración en los tanques de agitación y en la unidad de desorción-electrodeposición.</li> <li>Contaminación de gases nitrosos-dióxido de azufre amoníaco, y vapores de metales volátiles, que se dan durante el proceso de fundición y refinación.</li> <li>Aumento de ruido por la operación de trituradoras, molinos, compresores, bombas y generadores de energía.</li> </ul>	<p><b>Control de las emisiones de ácido cianhídrico resultantes del proceso de cianuración.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las emisiones de ácido cianhídrico son controladas con la aplicación de hidróxido de calcio, esto permite mantener un pH óptimo para la disolución del oro y evitar que se produzca el ácido cianhídrico.</li> </ul> <p><b>Neutralización de los gases nitrosos emitidos en el proceso de refinación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estos gases son mitigados mediante el uso de una Sorbona</li> </ul> <p><b>Control de los gases de calcinación y fundición</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Para controlar estos gases, este proceso se realiza en ollas refractarias</li> </ul> <p><b>Control de ruidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Serán mitigados mediante el mantenimiento regular de las maquinas, su ubicación está alejada del área de dormitorios, oficina y comedor. Los equipos que generan ruido serán aislados por paredes dobles. Los trabajadores contarán con el equipo protector auditivo. Control anual auditivo. Revisión periódica de los niveles de ruido para que no sobrepasen los niveles admisibles.</li> </ul>
<p><b>Suelo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación de las características edáficas del suelo</li> <li>Compactación</li> <li>Erosión</li> <li>Pérdida de nutrientes</li> </ul>	<p><b>Preservación de la capa fértil del suelo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La capa fértil del suelo removida para la construcción de piscinas de relaves se reubica cuidadosamente en un lugar cercano a la excavación, tomando las precauciones para que pueda ser reutilizada una vez que las piscinas se llenen y sea necesario recubrirlas.</li> </ul>
<p><b>Impactos sobre la flora y fauna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tanto los hábitats vegetales y la fauna se ven afectados por la deforestación.</li> <li>Migración de la fauna por el ruido.</li> <li>Alteraciones en la cadena trófica</li> </ul>	<p>Para mitigar estos impactos la empresa ha tomado varias medidas como por ejemplo, ocupar las zonas que ya han sido intervenidas para la construcción de las piscinas de relaves, prohibir la tala y caza en el área concesionada. Se mantiene especial cuidado en preservar los remanentes de bosques primarios.</p>
Impactos	Medidas de restauración
<p><b>Suelo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación de las características edáficas del suelo, compactación, erosión, pérdida de nutrientes, debido a la ocupación del suelo para la construcción de obras civiles, instalación de infraestructura para la planta de beneficio, piscinas de relaves, molienda, y colas finales cianuradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descompactación y enmiendas al suelo afectado</li> <li>Restauración de las piscinas de relaves de molienda y colas finales</li> <li>Taponamiento y sellado de pozos sépticos, rellenos sanitarios, piscinas de sedimentación y clarificación, trampas de aceites y grasas, trampas de mercurio y cianuro.</li> </ul>
<p><b>Impactos sobre el paisaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto visual negativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remodelación de las áreas afectadas por las piscinas de colas cianuradas, y piscinas de relaves temporales.</li> </ul>

Fuente: estudio de impacto ambiental de la mina El Corazón S.A. (2002); extensión del estudio de impacto ambiental de la mina El Corazón S.A. (2003)

La explotación de esta mina no ha generado emisiones al ambiente que originen perjuicios a terceros, por lo que no se han presentado efectos negativos que se hayan extendido a las poblaciones cercanas ni al desarrollo de otras actividades económicas.

De acuerdo a lo descrito en una auditoría ambiental realizada en el 2010, las medidas de mitigación adoptadas, han logrado reducir el impacto ambiental. Sin embargo, en este estudio también se explica que de no tomarse medidas para sanear el agua ocupada en la mina antes de ser descargada al río receptor (Río Verde), podrían ser afectadas las comunidades Río Verde y Cielo Verde, ubicadas aguas abajo del Río Verde. Estas comunidades utilizan el agua del Río Verde para consumo humano, agrícola, ganadero y para actividades de ecoturismo (PETROMINING, 2010).

A diferencia de las experiencias mineras de pequeña escala (por ejemplo, Portovelo-Zaruma, Nambija y Ponce Enríquez) que han causado graves daños ambientales (como la contaminación de ríos) que hasta la actualidad no han sido remediados. En la mina El Corazón, no se han presentado afectaciones ambientales a los ríos de la zona. Sin embargo, esto no implica que el riesgo de contaminación sea nulo, y en caso de producirse el costo deberá ser asumido por la sociedad.

#### **4. Metodología y fuentes de información**

##### **4.1. Fuentes de información**

Los datos utilizados para la construcción de los flujos de efectivo que forman parte del ACB son tomados de la empresa Agroindustrial El Corazón: sus balances generales y de resultados, evaluaciones y auditorías ambientales, e información provista por el personal administrativo y de planta de esta empresa, para el periodo 2002-2009, a partir del último año se realizan proyecciones hasta el año 2024.

##### **4.2. Metodología de valoración económica-ambiental de la minería**

Los flujos de beneficios y costos del ACB que se desarrolla en este estudio se proyectan a lo largo de la vida del proyecto, que corresponde a 15 años, y se los actualiza a su valor presente aplicando un factor de descuento. El resultado de esa comparación

determina si se justifica o no su emprendimiento, tomando de distintos elementos de análisis solamente la dimensión económica.

Para establecer si la explotación de oro es conveniente desde la perspectiva social, se comparan los beneficios y costos ligados a su uso, incluidas las pérdidas por los daños ambientales ocasionados por la explotación. La evaluación social identifica la contribución de un proyecto para el conjunto de la sociedad, en tanto que la evaluación financiera, lo hace para el propietario de la inversión (European Union, 2008: 47), que no necesariamente asume los costos por daños ambientales.

La incorporación de la dimensión ambiental dentro del análisis económico comprende dos pasos: identificar los impactos ambientales y sociales; y, valorar económicamente tales impactos (Munasinghe, 1993: 21). De esta manera, parte de las externalidades (impactos ambientales) pueden ser internalizadas en el ACB.

Hay varias técnicas que permiten aproximar el valor económico de los impactos ambientales, sin embargo, todas estas valoraciones "...constituyen soluciones parciales y, en muchos casos insatisfactorias a la necesidad de darle expresión económica a determinadas funciones y recursos ambientales" (Leal, 2007: 5).

Para abordar la valoración económica, la economía ambiental ha desarrollado el concepto de *valor económico total* (VET), que se compone de un *valor de uso* y un *valor de no uso*. "Esta es la ecuación que sintetiza los conceptos más aceptados para enfrentar la valoración económica de los recursos naturales y los impactos ambientales, su instrumentalización y su incorporación en la política de desarrollo y la toma de decisiones" (Leal, 2007: 5).

$$\text{VET} = \text{VALOR DE USO} + \text{VALOR DE NO USO}$$

$$\text{VET} = (\text{Valor de uso directo} + \text{Valor de uso Indirecto} + \text{Valor de Opción}) + \text{Valor de Existencia}$$

El *valor de uso* comprende un valor de uso actual y un *valor de opción* (valor de uso futuro). El valor de uso actual se refiere a los beneficios presentes (bienes y servicios) que las personas obtienen de la naturaleza (ecosistemas), ya sea que tengan o no un precio en el mercado, y está conformado por; un *valor de uso directo* y un *valor de uso indirecto*.

El *valor de uso directo* consiste en el uso o aprovechamiento directo que las personas pueden hacer de los bienes o recursos ambientales. Según Munasinghe y Lutz (1993) este valor puede dividirse en; valores extractivos y no extractivos, algunos ejemplos de los primeros son: los minerales, la madera, las plantas medicinales, los peces, y la leña; mientras que el uso no extractivo se refiere al aprovechamiento o disfrute como el caso de un parque ecológico que puede tener un uso para recreación o investigación.

El *valor de uso indirecto* se refiere a los beneficios derivados de los servicios ambientales y las funciones ecológicas (Munasinghe, 1993). Por ejemplo, la protección contra inundaciones o tormentas, la captura de CO<sub>2</sub> y el equilibrio del ecosistema. Cuando se trata de actividades mineras, su desarrollo puede afectar ecosistemas o recursos naturales que generan diversos servicios ecológicos. Esta pérdida debería descontarse del valor económico de la actividad minera. “El mayor problema con el valor de uso indirecto es su casi total ausencia de los mercados, por lo que es difícil darle valor y no se le considera normalmente en la toma de decisiones económicas” (Leal, 2005: 4). Pudiendo ser elementos fundamentales para la decisión los que se omiten por la dificultad de expresarlos en términos monetarios. Visto de otro modo, el problema no es que sean aspectos que están fuera del sistema de mercado, sino que su naturaleza es distinta a la lógica de mercado, y se pretende introducirlos en este marco de análisis.

El valor de opción implica un valor de uso futuro, es decir, consiste en postergar el uso actual de un recurso ambiental con la intención de poder disponer de este en el futuro. Este valor se expresa mediante las preferencias de las personas, a través de la disposición a pagar para no afectar los recursos ambientales y poder disponer de sus beneficios (valores de uso directo o indirecto) en el futuro. Por ejemplo, la conservación de un ecosistema donde se encuentra un yacimiento de oro para poder disponer de sus servicios en el futuro, mantener un paisaje excepcional para desarrollar actividades turísticas en el futuro<sup>14</sup> o desarrollar una industria de bioconocimiento a partir de la biodiversidad existente en un ecosistema.

---

<sup>14</sup>Se distingue un *valor de cuasi-opción* que se refiere a posponer el emprendimiento de una actividad por la incertidumbre de quien toma las decisiones acerca de los beneficios netos que se puedan obtener porque se ignora (por falta de información científica o de relevancia económica) la totalidad de los beneficios y costos de las acciones que se tomen (Azqueta, 2002: 69).

El *valor de no uso* representa un *valor de existencia*. El valor de existencia es aquel que las personas atribuyen a un recurso, bien o servicio ambiental, sin ningún interés de uso (actual o futuro). Sin embargo, este valor podría ser estimado en base a la disposición a pagar o recibir una compensación a cambio de preservar los recursos. En la minería el valor de existencia podría ser estimado por la disposición a pagar o recibir una compensación, para preservar el ecosistema donde se pretende explotar una mina, pues, la explotación minera contempla la pérdida de otros recursos a más de los minerales extraídos.

Una contribución importante, que se realiza en este estudio, es la aplicación de algunos de estos conceptos de valoración para el caso de la minería, que ha sido escasamente analizada en otras valoraciones (por ejemplo, Hruschka, 1997). Sin embargo, la valoración que se realiza se limita solamente al *valor de uso* (directo e indirecto).

El valor de uso de la minería incorpora los costos ambientales y sociales (externalidades) que se originan por su explotación.

En este estudio, el valor monetario del daño ambiental se aproxima a partir de dos rubros: los costos defensivos y los costos de restauración. Los costos defensivos se aproximan a partir de los costos (inversiones y gastos) realizados para prevenir, neutralizar y mitigar el impacto ambiental. En tanto que los costos de restauración se estiman en base a lo que se supone cuesta rehabilitar los recursos afectados.

Otros valores de uso directo, alternativos a la explotación de una mina, son el uso del suelo para agricultura, actividades de ecoturismo, explotación de madera, entre otras. Sin embargo, en este estudio no se consideran estas alternativas, puesto que el objetivo es determinar si la minería por sí misma es beneficiosa.

Queda pendiente para futuras investigaciones estimar el valor de opción, y de existencia. Así como también la evaluación de otras alternativas como la agricultura, conservación del bosque, ecoturismo, etc., para sopesar sus ventajas y desventajas frente a la minería.

## 5. Análisis Costo-Beneficio

La vida útil de la mina El Corazón es de 23 años, contados a partir del inicio de operaciones en el año 2002. Los costos y gastos del periodo 2010-2024 se proyectan tomando como base los costos y gastos efectuados por la empresa durante el año 2009, además de ser ajustados anualmente para considerar la inflación.

Los parámetros a considerarse para estimar el VAN, TIR y RBC son los siguientes:

- Vida útil de la mina: 15 años a partir del 2010.
- Capacidad de procesamiento: 110 toneladas por día (a partir del 2010).
- Inversión: el monto de inversión realizado durante el periodo (2009- 2010) es el valor correspondiente a las inversiones realizadas por la empresa cada año. En el 2010 se considera una nueva inversión referente a la adquisición de un nuevo molino (con capacidad de procesamiento de 120 toneladas por día), terrenos y ampliación de instalaciones mineras, del 2011 en adelante se considera un incremento del 1% anual de la inversión realizada en el 2010, con el propósito de mantener un flujo de inversiones relativamente regular durante todo el periodo (véase el anexo 3 referente a las inversiones).
- Al final del periodo evaluado se considera un valor de recuperación, equivalente al 10% (200.000 dólares) de los activos fijos invertidos hasta el año 2010.
- Los gastos pre-operacionales y de constitución representan el 38,4% en el año 2002 y 61,6% durante el 2003 (de un monto total de 811.050,10 dólares).
- Días laborables al mes: 28 días (Se resta 2 días al mes por mantenimiento o cualquier otra eventualidad).
- Tasa de descuento: 12% (tal como asume la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador, SENPLADES para diversos emprendimientos productivos).
- Costos y gastos proyectados: incremento anual del 3% por inflación.

## 5.1 Beneficios

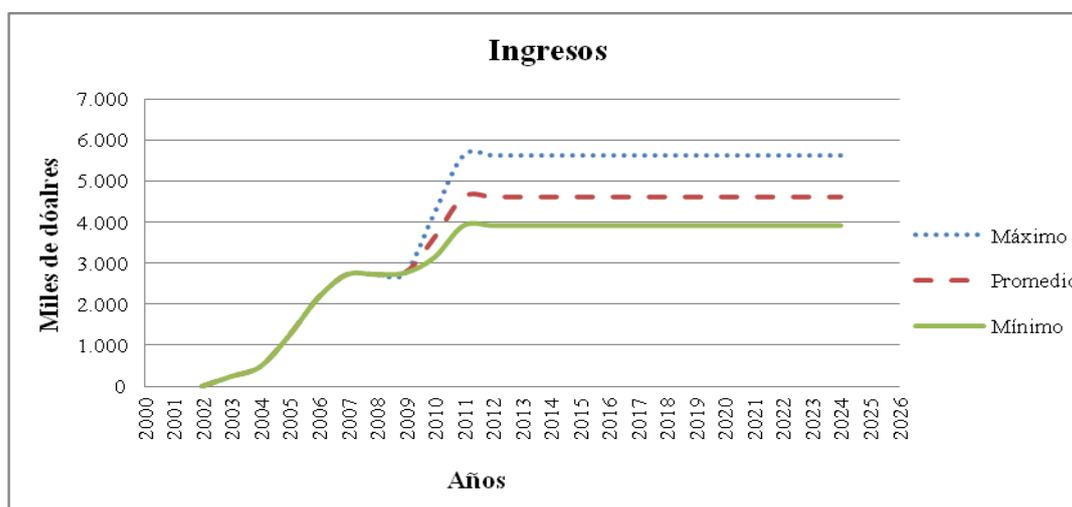
El beneficio de la explotación de esta mina está dado por el ingreso de las ventas del mineral (oro). Los beneficios obtenidos durante el periodo 2002-2009 corresponden a las ventas realizadas por la empresa durante este periodo.

Ante la incertidumbre sobre los precios del oro (véase en el anexo 2 la evolución de los precios del oro durante los últimos años), y la dificultad de ubicar proyecciones confiables para estimar los ingresos del periodo 2010-2024, en este análisis se aplican 3 escenarios: se usa el precio histórico más alto, el más bajo y un promedio. Esto significa que se modelan tres posibles escenarios: optimista, promedio y pesimista.

En el año 2010 los ingresos se estiman usando el precio vigente (máximo, promedio y mínimo), mientras que para los próximos años los ingresos se proyectan a partir de los precios (máximo, promedio y mínimo) del mercado internacional del año 2011 (entre enero a noviembre). Es decir, los ingresos se obtienen a partir de los precios de oro (por onza troy) máximo, promedio y mínimo, multiplicado por el volumen de producción, ley del mineral y días laborables.

En el gráfico 1 se presenta la evolución de los ingresos para el periodo 2002-2024, bajo los supuestos establecidos.

**Gráfico 1**  
**Evolución de los ingresos en miles de dólares**  
**2002-2024**



Fuente: Estimaciones del estudio

## 5.2 Costos

Dentro del componente de costos se encuentran: los costos de operación, administrativos, financieros, ambientales y sociales. Para establecer los costos y gastos durante el periodo 2002-2009, se utiliza la información de los gastos incurridos por la empresa durante este periodo (véase anexo 1).

Los costos y gastos para el periodo (2010-2024) se estiman en función de los costos incurridos durante el año 2009, diferenciando los costos fijos y variables. Para la proyección de los costos fijos se considera un incremento del 3% anual, conforme la variación del índice de precios al consumidor (IPC) para el sector industrial reportado por el BCE (2010b), que se situó en torno al 2,63% en promedio durante el año 2010. Para la proyección de los costos variables se toma en consideración el incremento del volumen de producción (110 toneladas por día, a partir del 2010 hasta el 2024), y el 3% por inflación.

A continuación en el cuadro 2 se presenta un resumen de los costos fijos y variables, en términos unitarios y totales del año 2009.

**Cuadro 12**  
**Costos totales y unitarios en miles de dólares**  
**(2009)**

Rubro	Costo total	Costo unitario	Naturaleza del costo
Galería	304,55	0,0167	Variable
Molienda	95,87	0,0044	Variable
Cianuración	358,28	0,0283	Variable
Transportes	31,57	0,0014	Fijo
Servicios generales	197,68	0,0086	Fijo
Energía	326,38	0,0148	Variable
Medio ambiente	75,63	0,0034	Variable
Servicios comunitarios	140,93	0,0061	Fijo
Laboratorio	63,65	0,0029	Variable
Mantenimiento	46,25	0,0020	Fijo
Gastos administrativos	257,66	0,0070	Fijo

Fuente: Estado del costo de producción Agroindustrial El Corazón (2009a).

### 5.2.1 Costos de operación

Los costos de operación comprenden los costos incurridos en actividades de la galería, planta de molienda, proceso de cianuración, generación de energía, laboratorio de la mina, transporte, servicios generales de la mina y mantenimiento de equipos.

A continuación se muestra un resumen de estos costos. El detalle de cada rubro puede verse en el anexo 1.

**Cuadro 13**  
**Costos de operación en miles de dólares**  
**(2009)**

<b>Rubro</b>	<b>Miles de dólares</b>
Galería	304,55
Planta de molienda	95,87
Cianuración	358,28
Energía	326,38
Laboratorio	63,65
Transportes	31,57
Servicios Generales	197,68
Tractores	71,17
Mantenimiento	46,25
<b>Costo total</b>	<b>1.495,40</b>

Fuente: Reportes de costos y gastos Agro Industrial El Corazón S.A. (2009b)

### 5.2.2 Gastos administrativos y financieros

**Cuadro 14**  
**Gastos administrativos y financieros en miles de dólares**  
**(2009)**

<b>Rubro</b>	<b>Miles de dólares</b>
Gastos Administrativos	158,64
Gastos Financieros	17,95
<b>Total</b>	<b>176,59</b>

Fuente: Reportes de costos y gastos Agro Industrial El Corazón S.A. (2009b)

Del valor total presentado en el cuadro 4, los gastos administrativos representan el 89,8%, y los gastos financieros 10,2%. En el 2009 se da por saldada la deuda. Para los años 2010-2024, no se consideran gastos financieros, se adopta el supuesto de que la empresa se financiará con recursos propios.

### **5.2.3 Costo ambiental**

Hasta el año 2009, la empresa Agro Industrial el Corazón, no ha tomado medidas de rehabilitación, por tanto, el costo ambiental efectuado hasta ese año, sólo hace referencia al costo de mitigación.

El costo de rehabilitación es aproximado en base a las medidas de rehabilitación propuestas para recuperar las áreas afectadas, y que se detallan en una sección posterior.

#### **5.2.3.1 Costos de mitigación**

Los costos de mitigación están representados por los rubros correspondientes a la mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e insumos utilizados para tratar el agua contaminada por sedimentos, metales pesados, cianuro y otros elementos tóxicos. Así como también impactos en la atmosfera, suelo, y biodiversidad. A continuación se desarrolla una descripción de las medidas de mitigación en base al Estudio de impacto ambiental (Agro Industrial El Corazón S.A., 2002), ampliación del estudio de impacto ambiental (Agro Industrial El Corazón S.A., 2003), y una auditoría ambiental realizada en el 2010 (PETROMINIG, 2010).

Uno de los impactos más graves de la actividad minera es la contaminación que se deriva de los sólidos en suspensión y sales disueltas de metales pesados; cargados con soluciones de cianuro que se generan en el beneficio y tratamiento de los minerales; lo cual, puede causar una degradación de la calidad del agua o incluso imposibilitar su uso. Como parte de las medidas de mitigación, para el tratamiento y neutralización de los efluentes contaminados, la empresa dispone de dos tanques de agitación de 25 m<sup>3</sup> de capacidad. En estos tanques se agrega peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para reducir a los límites permisibles las concentraciones de cianuro, y se añade ácido clorhídrico (HCl) para precipitar los metales pesados. “Luego de este proceso se evacúan los efluentes

neutralizados hacia tanques filtrantes impermeabilizados con geomembrana, donde reciben un tratamiento final antes de ser descargados al ambiente” (PETROMINING, 2010: 130).

Con estas medidas se evita la contaminación del agua y las posibles filtraciones en el subsuelo, para no afectar a las poblaciones de los alrededores y la biodiversidad de la zona.

Otro problema es el *drenaje ácido de mina*, es decir, las aguas ácidas que vierten de la mina. El agua que drena de la mina es recogida en un tanque de captación, luego pasa por tres pozos de sedimentación ubicados a la salida de la mina, posteriormente es conducida hasta una piscina de sedimentación, donde luego de que se sedimenta, es transportada mediante bombeo hacia unos tanques de clarificación para recibir un tratamiento final, antes de ser evacuada.

De igual modo, hay el riesgo de que se produzcan vertidos de aguas aceitosas, por el uso de combustibles, aceites y lubricantes para el funcionamiento de los equipos. Para controlar y prevenir fugas, existen canales recolectores y trampas de aceites y grasas, donde están dispuestos los equipos.

Para el manejo de las aguas grises y negras, se dispone de pozos sépticos. Los mismos que son monitoreados regularmente.

Otro elemento necesariamente afectado, es el patrón de drenaje de las aguas lluvias debido a la construcción de obras civiles, piscinas de relaves y vías de acceso. Para evitar el paso de las aguas lluvia por las superficies erosionadas, las labores mineras, o impedir la acumulación de agua en superficies inestables, se dispone de un sistema de canalización que está en constante mantenimiento por el personal encargado de las labores ambientales de la mina.

Los afluentes líquidos que se generan en la mina son descargados en el río Verde Chico. El agua de este río es utilizada por las comunidades de Río Verde, y Cielo Verde tanto para consumo humano, desarrollo de actividades turísticas, entre otras. La afectación del agua provocaría daños directos a estas comunidades. La comunidad El Corazón obtiene el agua para consumo, de algunas vertientes, ubicadas aguas arriba de los sitios de descarga (PETROMINIG, 2010).

La acumulación de las colas finales (residuos sólidos del material procesado) se realiza en piscinas impermeabilizadas con geomembrana de 0,5 mm de espesor, esto

evita la contaminación de acuíferos y corrientes de aguas superficiales por causa de sobreflujos o filtraciones.

Otro problema que puede originarse es la generación de ácido cianhídrico, debido al uso de cianuro. Para evitar que se produzca este gas se utiliza hidróxido de calcio (cal) con el fin de mantener un pH mayor a 10 (en el proceso de cianuración), lo cual permite disolver el oro y evita la generación de ácido cianhídrico. Este ácido es un gas tóxico que puede afectar gravemente la salud de los trabajadores, por ello, este procedimiento es permanente.

Para la neutralización de los gases nitrosos que se generan en el proceso de refinación ácida de los metales, se dispone de una sorbona técnicamente diseñada (provista de filtros, ducha alcalina, extractores y chimenea de ventilación). Este equipo evita la emisión de gases al ambiente y “hace factible su depuración antes de ser evacuados” (PETROMINING, 2010: 89).

Todas estas actividades constituyen un gasto permanente para la empresa, de ello depende que las labores mineras no afecten gravemente al ecosistema.

A continuación se presenta un desglose del costo ambiental de mitigación incurrido por la empresa durante el año 2009.

**Cuadro 15**  
**Costo ambiental de mitigación en miles de dólares**  
**(Año 2009)**

Rubro	Miles de dólares
Sueldos y salarios	28,45
Mano de obra casual	17,01
Gastos médicos (seguridad social)	0,32
Seguros privados para el personal	2,02
Gastos de alimentación del personal	5,38
Suministros de seguridad industrial	0,41
Garantías de cumplimiento de EIA	2,67
Herramientas	0,47
Análisis de muestras (calidad del agua, aire, y suelo)	1,21
Suministros varios (químicos para neutralización de aguas residuales y emisiones de gases a la atmósfera)	13,42
Transportes	2,28
Impuestos y contribuciones	0,62
Gastos varios	0,51
Gastos no deducibles	0,55
<b>Subtotal</b>	<b>75,63</b>
Piscinas de relaves	95,44
<b>Total</b>	<b>171,07</b>

Fuente: Reportes de costos y gastos Agro Industrial El Corazón S.A. (2009b)

### 5.2.3.2 Costos de restauración

Al igual que los costos de mitigación, los costos de restauración son valorados a precios de mercado. Este valor se estima en función de los impactos (daños) previstos en el estudio y ampliación del estudio de impacto ambiental; y, por ende en base a las medidas de rehabilitación propuestas para recuperar las áreas afectadas. Estas medidas no devuelven el ecosistema a su condición inicial, por lo que sólo permiten una aproximación del daño ambiental.

Quizá un aspecto favorable en esta mina es que el área influenciada directamente por las labores mineras abarca aproximadamente 44 hectáreas, de las 880 hectáreas concesionadas (PETROMINING, 2010: 43). Aunque la expansión de los impactos puede superar esta área de influencia directa. Por ejemplo, la contaminación del agua puede llegar a los poblados cercanos.

La habilitación de la mina ha ocupado áreas de bosque primario poco intervenido, lo cual constituye una pérdida forestal irrecuperable de este ecosistema. Sin embargo, en el área concesionada se ha prohibido la caza y tala selectiva de madera, lo cual ha conducido a que no se sigan afectando los remanentes de bosque primario que todavía existen y que son el refugio de algunas especies que habitan en esta zona. Asimismo, los moradores de esta zona han encontrado su sustento laborando en la mina, razón por la que han disminuido la tala de bosques con fines comerciales o para iniciar labores agrícolas o ganaderas.

La habilitación del camino hacia la mina ha constituido una pérdida de bosque, esencialmente secundario, pero al mismo tiempo ha contribuido a mejorar las vías de comunicación de la comunidad de El Corazón, localizada a poca distancia de la mina (a 1 Km. del límite del área concesionada). No obstante, la construcción de vías puede promover procesos de deforestación que sobrepasan los límites viables. Existen cálculos que atribuyen hasta 120 hectáreas de deforestación por cada kilómetro de vías construido (Sierra, 2004).

La rehabilitación se realiza en torno a tres aspectos<sup>15</sup>:

---

<sup>15</sup> Las medidas adoptadas para rehabilitar los aspectos considerados en este análisis se basan en un estudio realizado por el Fondo Nacional del Ambiente del Perú –FONAM– (2005), realizado para rehabilitar los pasivos ambientales en la cuenca del Río Llaucano - Hualgayok. En este estudio, se detallan los

a) Desmantelamiento de las instalaciones

Las edificaciones de la mina comprenden: la planta de tratamiento y beneficio, laboratorio, campamento, oficinas, talleres, bodegas, instalaciones para la generación de energía y agua. Las edificaciones no serán demolidas, en tanto que se considera que podrían ser usadas luego del cierre de la mina para otros usos, por ejemplo, actividades de ecoturismo. Sin embargo, se prevé el desmantelamiento de la maquinaria y equipo de la planta de tratamiento y beneficio, talleres, laboratorio y bodegas.

Este costo se aproxima a partir del valor global estimado por el FONAM (2005), para la desmantelación de los equipos y maquinaria situados dentro de una hectárea. En la mina El Corazón, la superficie ocupada por los equipos y maquinaria abarca aproximadamente una hectárea, por lo cual se toma el valor del cuadro 6 como un aproximado de este costo.

**Cuadro 16**  
**Costos de desmantelación de equipos y maquinaria**  
**En miles de dólares**

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo total
Desmantelamiento de equipos y maquinaria	1	Hectáreas	8,77

Fuente: FONAM (2005)

b) Restauración de las piscinas de relaves

Las piscinas de relaves se encuentran ubicadas en zonas físicamente estables (zonas casi planas o con poca pendiente), por lo que no se necesitan realizar trabajos para asegurar su estabilidad física. Las labores de rehabilitación consisten en recubrir las piscinas con una capa de arcilla de 15 centímetros, una capa de caliza de 15 centímetros, y una capa de suelo fértil de 30 centímetros para revegetar la superficie, e instalar un sistema para el control de las aguas.

Hasta el 2009, en la mina El Corazón existían 8 piscinas de relaves a ser rehabilitadas, en una superficie que ocupa 3 hectáreas. El costo de rehabilitación de esas piscinas, y las que se proyectan construir (8 piscinas) para almacenar los relaves

---

parámetros, costos, técnicas y demás aspectos considerados para la rehabilitación de los pasivos ambientales mineros.

generados durante el periodo proyectado, se realiza en base al costo de rehabilitar una piscina tipo (véase anexo 4) de una superficie igual a 1 hectárea como se detalla en el cuadro 7.

**Cuadro 17**  
**Costo de restauración de una piscina de relaves en dólares**

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Dólares)	Total (Dólares)
Refine y nivelación	m2	10.000	0,57	5.700,00
Relleno compacto con material areno – arcilloso	m3	1.500	6,52	9.780,00
Relleno con caliza	m3	1.500	6,33	9.495,00
Tierra de cultivo	m3	3.000	1,63	4.890,00
Fertilización y revegetación	Ha	1	1.254	1.254,00
Riego temporal	Ha	1	2.200	2.200,00
Sistema de drenaje	M	275	9,31	2.560,25
<b>Subtotal</b>				<b>35.879,3</b>
Gastos de Ingeniería	%	10	-	3.331,90
Contingencias	%	10	-	3.331,90
<b>Subtotal</b>				<b>7.175,9</b>
<b>Total</b>				<b>39.982,8</b>

Fuente: FONAM (2005)

c) El cierre de las bocaminas

Para el cierre de las bocaminas (accesos a la mina) se han considerado las labores de cierre adoptadas en algunas minas subterráneas del Perú (Fondo Nacional del Ambiente Perú FONAM, 2005).

Se asume que la bocamina será rellena con material de desmonte (roca estéril), cerrado con un tapón de mampostería de piedra, con una tubería de descarga de agua, y la parte exterior será modificada para que adopte una apariencia similar a la original. En el cuadro 9 se detallan las actividades y costos asociados al cierre de una bocamina. Este costo se incluye al final del periodo evaluado, considerando la apertura de dos bocaminas y un incremento anual del costo por efectos de la inflación (véase en el anexo 6 el resumen de los costos de restauración de todo el periodo analizado).

**Cuadro 18**  
**Costo del cierre de las bocaminas en dólares**

<b>Trabajos de taponeo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (Dólares)</b>	<b>Costo total (Dólares)</b>
Excavación en roca	m3	1,4	15,51	21,71
Relleno masivo con material de desmonte	m3	82,8	1,81	149,87
Transporte de material	m3	81,4	3,09	251,53
Concreto factor de conversión=210 kg/cm2 (con cemento tipo V)	m3	3,6	134	482,40
Encofrado y desencofrado	m2	9	11,6	104,40
Encofrado perdido	m2	9	18,67	168,03
Acero de refuerzo	Kg	488,9	1,13	552,46
Mamostería de piedra con mortero cemento arena (relación 1:3)	m3	1,3	63,6	82,68
Suministro e instalación de tubería con PVC 4"	M	6	15,26	91,56
Revestimiento impermeable	m2	10,8	11,6	125,28
<b>Manejo de aguas</b>				
Excavación localizada en material suelto	m3	15	1,8	27,00
<b>Revegetación</b>				
Refine y nivelación	m2	54	0,57	30,78
Relleno compactado con material arena-arcilloso	m3	10,8	6,52	70,42
Relleno con caliza	m3	8,1	6,33	51,27
Tierra de cultivo	m3	13,5	5,57	75,20
Fertilización y siembra	Ha	0,01	1254	12,54
Riego temporal	Ha	0,01	2200	22,00
<b>Total</b>				<b>2.319,12</b>

Fuente: FONAM (2005)

Elaboración: FONAM (2005)

#### **5.2.4 Costo social**

La empresa mantiene un convenio con la comunidad, que consiste en entregar una ayuda mensual de 2.500 dólares al recinto El Corazón y 2.500 dólares a la Asociación Jurídica de Agricultores Puertas del Edén (AJAPE), para ser invertidos en el desarrollo local. Usualmente el monto que la empresa aporta a la comunidad es superior a esta cuantía, en razón de que la empresa proporciona otras ayudas a la comunidad o alguno de sus habitantes cuando la solicitan. La empresa también paga el salario de una persona encargada de las relaciones con la comunidad, un médico y tres promotores de salud, así como también provee los medicamentos al dispensario de la comunidad de El Corazón. Otras ayudas a la comunidad se relacionan al mantenimiento de vías y la ejecución de obras comunitarias, por ejemplo, la construcción de la casa comunal.

**Cuadro 19**  
**Costo social en miles de dólares**  
**2009**

Cuenta	Dólares
Sueldos y salarios	33,61
Mano de obra casual	1,31
Seguros del personal	1,67
Gastos de alimentación	0,33
Medicinas para la comunidad	18,11
Convenios con la comunidad	60,00
Ayudas a la comunidad	6,15
Análisis de muestras	0,04
Transportes	1,06
gastos varios	0,08
Agasajos de Navidad	6,14
Gastos no Deducibles	12,75
<b>Total</b>	<b>140,93</b>

Fuente: Reportes de costos y gastos Agro Industrial El Corazón S.A. (2009b)

## 6. Evaluación económica

El análisis de los costos y beneficios se ha construido de la siguiente manera: desde el año 2002 al 2009 se utilizan los balances contables de la empresa El Corazón (inversión, ingresos, costos y gastos). A partir del año 2010 hasta el año 2024 estos rubros son estimados en base a los parámetros expuestos anteriormente. Lo que da lugar a establecer el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio costo (RBC).

Estas tres medidas son equivalentes. El VAN representa el valor actual de los saldos de los flujos de ingresos y egresos que se realizan a futuro; si el VAN es positivo, los beneficios son mayores a los costos, por tanto, la inversión es conveniente; si el VAN es igual a cero la inversión no produce ni beneficios ni pérdidas; y, si el VAN es negativo la inversión ocasiona pérdidas. La TIR representa la tasa a la cual el VAN se hace cero, y sugiere que una inversión debe realizarse si la TIR es mayor que la tasa de oportunidad (la tasa de interés que la inversión obtendría sin asumir riesgos,

generalmente se asume, la tasa pasiva de interés vigente). La RBC es la razón de los beneficios y costos expresados en valores actuales; si la RBC es mayor a 1 los beneficios son mayores a los costos y por lo tanto la inversión es viable. Si es igual a 1 el proyecto no ocasiona ni pérdidas ni ganancias (Muñoz, 2005).

## 6.1 Evaluación privada

Los resultados de este análisis (cuadro 10), muestran los costos y beneficios de la pequeña minería. Si los empresarios mineros no asumen los costos sociales y ambientales<sup>16</sup> de sus actividades, es decir, estos rubros representarán un beneficio económico para el empresario minero. En este caso el costo socio-ambiental se socializa en lugar de que lo asuma el que los origina.

Desde este punto de vista, todos los índices VAN, TIR y RBC indican que la pequeña minería es factible en los escenarios optimista, promedio y pesimista.

**Cuadro 20**  
**Índices de rentabilidad financieros**

Escenario*	Tasa de Descuento	VAN	TIR	RBC
Optimista	12%	11.467.192	28%	1,23
Promedio	12%	6.419.034	22%	1,14
Pesimista	12%	2.976.790	16%	1,07

\* Estos escenarios son sobre los precios del oro: máximo, promedio y mínimo

## 6.2 Evaluación social

La introducción de los costos sociales y ambientales deriva cambios en estos resultados de rentabilidad financiera. Todos los índices de rentabilidad disminuyen (véase cuadro 11). Las firmas mineras ahora deben tomar su decisión sobre la explotación si la fracción de rentas que les corresponde les resulta atractiva luego de cubrir los costos socio-ambientales.

<sup>16</sup> En el Ecuador los concesionarios mineros están obligados a cubrir los costos ambientales y compensaciones sociales, aunque existen de hecho dificultades para valorarlos en términos monetarios.

**Cuadro 21**  
**Índices de rentabilidad social**

Escenario*	Tasa de Descuento	VAN	TIR	RBC
Optimista	12%	6.437.649	16%	1,13
Promedio	12%	1.426.030	7%	1,03
Pesimista	12%	-2.087.281	-	0,95

\* Estos escenarios son sobre los precios del oro: máximo, promedio y mínimo.

Un aspecto importante que debe considerarse es que, al excluir los valores de uso indirecto, de opción y de existencia, este resultado es previsible. La incorporación de estos valores podría invertir estos resultados cuando se trate de ecosistemas frágiles, cuyas condiciones sociales, ambientales, culturales o de otra índole sean severamente afectadas.

La rentabilidad de la pequeña minería en las circunstancias actuales, también implica que se deba cumplir obligaciones fiscales<sup>17</sup> tales como el pago del 3% por regalías, el 15% de participación laboral y el 25% de impuesto a la renta.

El incremento de los precios del oro puede conducir a explotar algunos yacimientos que no resultaban económicamente factibles por disponer de bajas leyes del mineral. Como se ha mostrado en este análisis la explotación en pequeña escala puede resultar beneficiosa aún obteniendo tres gramos de oro por tonelada. Estos resultados pueden ser distintos si la ley del mineral es inferior a 3 gramos de oro por tonelada.

En el cuadro 12 se muestran los resultados del VAN, TIR y RBC considerando una ley del mineral de 2,5 gramos de oro por tonelada. Estos indicadores señalan que con niveles de 2,5 gramos la pequeña minería (subterránea) ya no es atractiva en los escenarios promedio y pesimista. Los empresarios mineros deberán considerar si están dispuestos a obtener en el mejor de los casos (escenario optimista) una rentabilidad del 7%.

**Cuadro 22**  
**Índices de rentabilidad social**

Escenario	Tasa de Descuento	VAN	TIR	RBC
Optimista	12%	1.707.792	7%	1,04
Promedio	12%	-2.462.467	-	0,95
Pesimista	12%	-5.625.755	-	0,87

\* Estos escenarios son sobre los precios del oro: máximo, promedio y mínimo.

<sup>17</sup> Todos estos aspectos están considerados en el flujo de caja (financiero y social) que permite obtener el VAN, TIR y RBC.

Realizando el mismo análisis con una ley del mineral de 2 gramos de oro por tonelada. Los resultados indican que esta actividad ya no es factible. Lo más probable es que los empresarios mineros decidan invertir sus recursos en otra actividad que les proporcione una rentabilidad positiva. No obstante, en la gran minería la explotación puede ser beneficiosa aún obteniendo menos de 1 gramo de oro (Ubal, 2011), debido a los favorables precios del oro. Sin embargo, esta situación conlleva a una mayor generación de residuos por los elevados volúmenes de material que deben explotarse para hacer rentable la actividad. La situación en la pequeña minería (subterránea) es diferente. Según Pillajo (2003: 4-5), en el área minera de Portovelo-Zaruma, los pequeños mineros muchas veces abandonan las labores mineras porque las leyes del mineral son bajas (entre 2 y 6 gramos por tonelada).

**Cuadro 23**  
**Índices de rentabilidad social**

Escenario*	Tasa de Descuento	VAN	TIR	RBC
Optimista	12%	-3.022.065	-	0,93
Real	12%	-6.350.964	-	0,85
Pesimista	12%	-9.164.230	-	0,78

\* Estos escenarios son sobre los precios del oro: máximo, promedio y mínimo.

## 8. Conclusiones

Bajo las condiciones establecidas, el resultado de este análisis muestra que la explotación de esta mina puede ser beneficiosa tanto para el inversionista privado, como para el conjunto de la sociedad. Sin embargo, se reconoce el hecho de que pueden existir impactos ambientales inciertos y que pueden tener un costo muy alto.

Los beneficios económicos de la minería son previsibles porque se valoran aquellos aspectos que pasan por el mercado, y se intenta incorporar en esta misma lógica de análisis aspectos que en realidad no forman parte del mercado. Tienen un lenguaje distinto de valoración y en términos monetarios quedan anulados. Probablemente si se incluye la pérdida de especies que se extinguen por efecto de esta actividad sería necesario asignarles un valor monetario de infinito, lo que haría

completamente inviable esta actividad. Esto ya fue observado por Martínez-Alier y Roca (2000). En este caso, se puede pensar que la afectación de ecosistemas es mínima, y también la dispersión de impactos, por lo que, se asumen costos ambientales menores en su valor monetario.

El análisis costo beneficio no es útil cuando en un proyecto se prevé daños irreversibles, tampoco cuando se desconoce las consecuencias que pueden ocasionar a largo plazo algunos impactos ambientales (Pearce y Turner, 1990). Al igual que cuando un ecosistema alberga especies únicas o en peligro de extinción, o posee atributos únicos.

Hay valores que escapan de la valoración monetaria, por el hecho de que son sustanciales para la vida o para equilibrio del ecosistema. Un conjunto de seres vivos, plantas y animales, así como de servicios que brinda la naturaleza son complementarios (en lugar de sustitutos, del capital natural), su pérdida puede tener efectos para las presentes y futuras generaciones. Además, la naturaleza contempla valores culturales, religiosos, de legado, entre otros valores otorgados por las personas que no pueden ser valorados monetariamente.

Los resultados que favorecen el desarrollo de la minería pueden ser muy sensibles y tornarse incluso negativos, obedeciendo a cómo se definan los parámetros de valoración, por ejemplo, si se estima una situación muy optimista sobre el rendimiento minero (ley del mineral) puede desarrollarse la actividad a pesar de no ser tan beneficioso como se espera.

Monetariamente puede ser que los beneficios de la minería sean superiores a los costos pero, debe considerarse que valor y precio son dos conceptos diferentes. El ACB puede conducir a tomar decisiones más informadas para realizar inversiones pero, puede no ser una orientación adecuada para tomar decisiones en las situaciones en que se vean comprometidos recursos o servicios ambientales frágiles o de gran valor para el ecosistema. Los criterios de selección utilizados en el ACB, como el VAN, TIR, RBC, pueden orientar a la ejecución de proyectos mineros sólo en términos económicos (aún si se incluyen los impactos ambientales), porque dentro de su análisis da lo mismo que un proyecto minero se lleve a cabo en la Cordillera del Cóndor, de gran valor global por la biodiversidad existente y por su importancia para la regulación del ciclo hidrológico de la Amazonia, además de ser la morada de algunos pueblos indígenas como los Shuar

en Ecuador (ODECROFOC, 2009), o en zonas muy intervenidas y ya degradadas como Portovelo-Zaruma. En ambos casos se puede obtener un valor económico igual porque no se pueden valorar monetariamente los servicios ambientales de los ecosistemas. En ese sentido, el enfoque de ACB es limitado, requiere complementarse con otros mecanismos de evaluación.

Es difícil predecir que los impactos a la biodiversidad, suelo, agua y aire, provocadas por el ruido, la deforestación, la construcción de caminos e instalaciones, la alteración de caudales, emisión de gases tóxicos y residuos químicos, generación de metales pesados y las labores humanas en una mina no puedan provocar daños irreversibles. En el caso que se pueda prever pérdidas o daños irreversibles, el ACB no es una herramienta pertinente para guiar los proyectos de inversión en la minería.

La minería puede alterar la vida de los pueblos donde se desarrolla, afectando su cultura, costumbres, y estructura socio-económica; incluso su calidad de vida. Estos aspectos son difíciles de valorar monetariamente y sin embargo son trascendentales, por ejemplo, cuando la minería amenaza áreas donde viven comunidades nativas como los Shuar en la provincia de Morona Santiago.

La minería puede dar surgimiento a conflictos socio-ambientales (como en el caso del proyecto Junín) si los impactos ambientales y sociales no son considerados, o si son considerados y no guardan relación con los intereses sociales.

El ACB constituye un primer paso hacia la construcción de una evaluación integral, en donde el criterio económico forme solo una parte de un *análisis multicriterial* donde las decisiones pueden ser sopesadas desde distintas posiciones a más de la monetaria, es decir, donde se aprecie distintos criterios de valoración, y las distintas dimensiones que caracterizan a un problema complejo.

Las técnicas de valoración monetaria constituyen un marco analítico limitado para la toma de decisiones. Pueden conducir a estimaciones irrisorias de los impactos ambientales o recursos ambientales, y provocar que los ecosistemas sean afectados o que los recursos naturales sean consumidos con mayor rapidez.

## **9. Recomendaciones de política**

Es importante que el Estado difunda las buenas prácticas de la pequeña minería para que los pequeños mineros puedan aprender de las buenas experiencias en el manejo social, ambiental y administrativo de las operaciones mineras, así se podría evitar que el ambiente sea afectado gravemente.

La aprobación de nuevos proyectos mineros debe considerar todos los aspectos sociales y ambientales, respetando los derechos de la naturaleza, estipulados en la Constitución de la Republica. Es posible que los costos sociales y ambientales no compensen los beneficios económicos de la minería.

La evaluación de los costos y beneficios de los proyectos mineros debe ser realizado desde otras perspectivas a más de la económica.

En las situaciones en que no se pone en riesgo ecosistemas sensibles la inclusión de las externalidades en el ACB, podría aproximar mejor la dimensión económica para la toma de decisiones en la minería. El cumplimiento de las normas ambientales y las obligaciones fiscales para los pequeños mineros debe ser permanentemente vigilado por las instituciones pertinentes. El incumplimiento o cumplimiento parcial de éstas puede crear beneficios ficticios en esta actividad, pues sus costos se socializan, en lugar de asumirse.

Los ingresos generados por la minería pueden ser temporales, es decir, duran hasta que los minerales se agotan, además pueden ser más inferiores de lo que se estima. Puede ser el caso de que el ingreso se agote y se deje una zona afectada tras el dilema que probablemente no se logre rehabilitar. Por ello, se debe adoptar una forma de aproximar prácticas más sostenibles en las actividades mineras, a gran escala, que se planea realizar en el país. Esto se puede lograr al aplicar un principio como el de El Serafy.

Una proporción de los ingresos mineros puede ser reinvertida o capitalizada, para que luego de que los recursos se agoten se pueda disponer de un flujo de ingresos que asegure el bienestar social a futuro, como lo propone El Serafy. En la mina El Corazón se estima que la explotación se desarrollará por 15 años más, la tasa de interés real es del 8,5%, y los ingresos netos anuales por la venta del oro son de 340 mil dólares. En estas condiciones se estima que al menos el 27% de los ingresos netos

deberían capitalizarse para hacer sostenible el desarrollo de la actividad considerando su inminente agotamiento. Aunque este cálculo puede variar si se asumen parámetros diferentes.

## CAPÍTULO IV CONCLUSIONES

La minería es una actividad que inevitablemente causa impactos al ambiente porque su acción extractiva implica modificaciones en el medio natural, que comprometen el aire, el suelo, el agua, la biodiversidad, entre otros aspectos. Las medidas que las empresas toman para prevenir, controlar, mitigar, neutralizar o rehabilitar los impactos ambientales en alguna medida reducen los daños que se generan por las labores mineras pero, la influencia de los impactos ambientales dependerá del ecosistema en que se desarrollan estas actividades. La afectación de ecosistemas sensibles puede resultar en daños irreversibles o de larga duración, difíciles de tratar por lo que, también las generaciones futuras podrían verse afectadas.

El análisis económico convencional trata los daños ambientales como *externalidades*, éstas son incluidas en el ACB asignándoles un valor monetario de manera que, aquellas cuestiones que no tienen un precio de mercado asociado se subvalúan o simplemente se omiten.

EL ACB en la minería debe ser utilizado de manera cauta, aunque la valoración monetaria de los impactos ambientales constituya un mecanismo para dar valor de mercado a las pérdidas de los recursos, bienes o servicios ambientales (catalogadas como externalidades), a fin de tener una medida más ajustada de los costos y beneficios económicos de esta actividad, se debe considerar que hay elementos que no pueden ser valorados monetariamente, es decir, son inconmensurables, sin embargo, en las circunstancias en que los impactos puedan ser previstos con poca incertidumbre y las afectaciones no sean graves, esta herramienta puede constituir una opción para orientar las inversiones en la minería; no obstante, se trata de condiciones bastante restringidas pues, sobre los impactos ambientales asociados a estas actividades se tiene poca certeza y son diversos los ámbitos de afectación que pueden identificarse.

En estas condiciones, un marco de análisis más completo será aquel que incorpore esas distintas dimensiones en la evaluación con su propio lenguaje de valoración, que no necesariamente será el económico. Un análisis multicriterial permite abordar la compleja relación que existe entre la economía y el ambiente desde distintos ámbitos (económico, social, ambiental, entre otros).

La pequeña minería, en el país ha sido estigmatizada por los graves daños ambientales y sociales que ha originado en el transcurso de su desarrollo; en este estudio de caso se utilizan las cifras económicas de una empresa minera que opera en pequeña escala, cuyos resultados económicos muestran que la pequeña minería puede ser beneficiosa tanto para el inversionista privado como para la sociedad; además, se evidencia que los beneficios económicos pueden compensar los costos socio-ambientales. No obstante, se trata de un resultado bastante específico, tanto por las condiciones del ecosistema asociado a la actividad extractiva, como por el manejo de los impactos ambientales que se prevén.

Si es posible prever pocos daños asociados a la actividad en un ecosistema que reviste una limitada sensibilidad ecológica o social, el costo socio-ambiental que no se puede internalizar a partir de las técnicas de valoración convencionales es mínimo.

Por otro lado, cuando los impactos asociados a la actividad extractiva generan daños irreversibles se puede pensar en la inconmensurabilidad de estos impactos, si se quiere una medida, el valor asociado a estos impactos será infinito (Martínez-Alier y Roca, 2000). El pronóstico de daños irreversibles que pueden originarse en un ecosistema por la explotación minera, así como la incertidumbre ante los daños a futuro relativizan la capacidad analítica factible a partir de los resultados de un ACB. Desconfiaremos del método si obtenemos los mismos resultados para la explotación minera en una zona con escaso interés ecológico porque ha sido fuertemente intervenida, y una área que requiere la destrucción de bosque primario.

De lo anterior se desprende que el ACB puede reflejar dos situaciones: Que la pequeña minería resulte beneficiosa porque los costos socio-ambientales que se omiten son mínimos, o porque la valoración monetaria no puede capturar el verdadero valor del ambiente.

En estas condiciones, el ACB se constituye en uno de los criterios de evaluación a considerar. La decisión sobre la conveniencia de actividades mineras, su escala y el tratamiento de sus impactos, son temas que refieren a un marco de discusión más amplio. No solamente serán los valores económicos los que permitan hacer estas definiciones, será fundamental conocer si aspectos claves de naturaleza social o ambiental resultan ser afectados por la actividad, qué tipo de efectos (reversibles o irreversibles), la magnitud de los daños, el grado de certidumbre sobre sus

consecuencias, los actores sociales que son afectados y las formas de compensarlos, si existieran. En definitiva, con este estudio se demuestra que bajo condiciones muy limitadas se puede utilizar este enfoque metodológico para la toma de decisiones. Su marco de evaluación es restringido y requiere complementarse con otras dimensiones para obtener una dirección política fiable.

Asimismo, serán ineludibles para la toma de decisiones aquellos elementos sociales o culturales que puedan ser afectados; si al extraer petróleo de una área como el Yasuní conocemos que se genera una fuerte incertidumbre, sobre las posibilidades de supervivencia de los pueblos indígenas aislados, no deberían existir dudas sobre la inclinación de la balanza, aunque, los ingresos extractivos parezcan atractivos. Estos aspectos, penosamente son subvalorados o incluso ignorados en la valoración monetaria que, requiere la construcción del ACB.

Precisamente, al ignorar la importancia de estos valores, surgen diversas formas de conflictos asociados a las actividades extractivas. El interés privado, casi siempre toma en cuenta únicamente los beneficios y costos económicos; mientras que, las pérdidas sociales y ambientales generalmente las asumen las poblaciones afectadas por la contaminación de aguas o la degradación del ecosistema que les provee una proporción importante de sus medios de subsistencia.

Puede ser que los beneficios de la actividad minera no compensen los costos; el interés social puede no coincidir con el interés privado o Estatal; en este sentido, dos proyectos mineros a gran escala (Junín y Quimsacocha) han sido objetados por las comunidades afectadas. Parecería que en el caso de la mina de oro en El Corazón este fenómeno distributivo en condiciones desiguales no se reproduce, la empresa minera realiza sus actividades en pequeña escala asumiendo todos los costos asociados a la mitigación y reparación de los impactos previstos, a los cuales, se asocia un nivel de incertidumbre manejable. Tratándose de un área extractiva con escasa sensibilidad ambiental se prevé que, la magnitud y dispersión de sus impactos pueden ser manejadas con las medidas de acción previstas en sus estudios de impacto ambiental y los correspondientes planes de manejo.

En todo caso, queda pendiente para futuras investigaciones realizar un ejercicio multicriterial. Esta evaluación de los costos y beneficios asociados a la actividad minera puede constituir una primera dimensión del análisis. Será necesario incorporar además

diversos criterios en los ámbitos de afectación social, ambiental, cultural, entre otros. La comparación de la minería frente a otras alternativas productivas es otro aspecto a investigarse. Probablemente la actividad minera sea una actividad más rentable que otras opciones como el desarrollo agrícola o ecoturístico pero, los efectos sociales y ambientales pueden diferir dependiendo de las condiciones del ecosistema que sea afectado, precisamente se plantea la necesidad de contrastar estos temas a partir de un enfoque multicriterial.

## BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Regulación y Control Minero ARCOM (2010). Estadística Minera 1999 - 2010. Quito. Ministerio de Recursos Naturales No Renovables.

Agro Industrial el Corazón S.A. (2002). *Estudio de evaluación de impacto ambiental y plan de manejo ambiental*. Quito.

Agro Industrial el Corazón S.A. (2003). *Extensión del estudio de evaluación de impacto ambiental y plan de manejo ambiental*. Quito

Agro Industrial el Corazón S.A. (2009a). Estado del costo de producción. Quito

Agro Industrial el Corazón S.A. (2009b). Reporte de costos y gastos. Quito

Azqueta, Diego (2002). *Introducción a la Economía Ambiental*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España.

Austin Rare Coins & Bullion (2011). Disponible en: [http://www.austincoins.com/gold\\_price.htm](http://www.austincoins.com/gold_price.htm) (Visitado el 20 de enero del 2011).

Banco Mundial (2003). *Informe de Evaluación de Resultados del Proyecto Ecuador Asistencia Técnica para Desarrollo Minero y Control Ambiental*. Grupo de Evaluación Sectorial y Temática Departamento de Evaluación de Operaciones. Informe No. 25715

Borregaard, Nicola (2001). "Análisis de cuatro aspectos ligados al desarrollo de la actividad: Valorización económica de los impactos ambientales en la minería chilena". *Revista Ambiente y Desarrollo*. Vol. 17 (1): 50-58. Disponible en: <http://www.cipma.cl/revista-ambiente-y-desarrollo/buscar-por-ategoria.html?autor=158> (Visitado el 21 de agosto del 2008).

BCE (2010a). “Exportaciones por Producto Principal”. Boletín Anuario No 32. Disponible en: <http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000841>

BCE (2010b). Índice de precios al productor por sector industrial.

Banco Central del Ecuador BCE (2011). “Indicadores Macroeconómicos Anuales”. Disponible en: [www.bce.fin.ec](http://www.bce.fin.ec)

CEDENMA (2010). Boletín No 1-010, Grupo de Trabajo sobre Minería. Disponible en: <http://www.cedenma.org/> (Visitado el 27 de enero del 2011).

CEPLAES y PRODEMINCA (2000). *Desarrollo de la minería de pequeña escala en el Ecuador y propuestas para una política hacia el sector*. Quito-Ecuador. Disponible en: [http://www.ceplaes.org.ec/publicaciones\\_socioambiental.html](http://www.ceplaes.org.ec/publicaciones_socioambiental.html) (visitado el 14 de junio del 2011).

Constitución Política de la Republica del Ecuador (2008). Asamblea Constituyente, Montecristi-Ecuador.

Cornejo, Mauricio y Edgar Berrezueta (2003). “Metodologías de Valoración de las Actividades de Uso del Suelo en Zaruma-Portovelo, Ecuador”. ESPOL: *Revista tecnológica*. Disponible en: [http://www.rte.espol.edu.ec/archivos/Revista\\_2004/19%20METODOLOGIAS%20DE%20VALORACION.pdf](http://www.rte.espol.edu.ec/archivos/Revista_2004/19%20METODOLOGIAS%20DE%20VALORACION.pdf) (Visitado el 16 de octubre del 2009).

Daly, Herman (1990). “Toward some operational principles of sustainable development”. *Ecological Economics*. Vol. 2 (1): 1-6.

Damingos, Dimitris (2006). “An overview of environmental valuation methods for the mining industry”. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 14 (3-4): 234-247.

Damigos, Dimitris y Dimitris Kaliampakos (2003). “Environmental Economics and the Mining Industry: Monetary benefits of an abandoned quarry rehabilitation in Greece”. *Environmental Geology*. Vol. 44 (3): 356–362.

Dixon, John, Louise Fallon, Richard Carpenter y Paul Sherman (1994). *Economic Analysis of Environmental Impact*. London: Earthscan Publications Ltd.

Equipo MMSD América del Sur (2002). *Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en América del Sur*. Coeditado por CIPMA, IDRC, IIPM. Disponible en: <http://www.wbcsd.org/DocRoot/D2QHcCXtQYbVZgLKOKhQ/africammsd.pdf> (Visitado el 8 de junio del 2010).

European Union (2008). *Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession*. Disponible en: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/working/sf2000\\_en.htm](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/working/sf2000_en.htm) (Visitado el 3 de marzo del 2011).

El Serafy (1989), citado en Martínez-Alier y Jordi Roca (2000). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Falconí, Fander y Rafael Burbano (2004). “Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales”. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 1: 11-20.

FONAM (2005). *Inventario, diagnóstico y priorización de los pasivos ambientales en la cuenca del Río Llaucano – Hualgayoc*. Perú. Disponible en: <http://www.fonamperu.org/general/pasivos/bienvenida.php>

Fieweger, Mary (2011). “Se analizan los bosques inteños en foro internacional” *Periódico Intag*. Disponible en: <http://www.intagnewspaper.org/> (Visitado el 10 de septiembre del 2011).

Hentschel Thomas, Felix Hruschka y Michael Priester (2003). *Artisanal and Small Scale Mining Challenges and Opportunities*. London: International Institute for Environment and Development and WBCSD. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/artisanal.pdf> (Visitado el 14 de agosto del 2010).

Hruschka, Felix y Michael Priester (1997). “Costos y beneficios de la pequeña minería en los países en vías de desarrollo”. Seminario Regional “Mercury Contamination” de la Comunidad Europea, Santarem – Brasil, mayo de 1997. Disponible en: <http://www.hruschka.com/felix/article/costbene.html> (Visitado el 6 de octubre del 2009).

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2010). Encuesta anual de manufactura y minería (2002,... 2009).

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2011). “VII Censo de Población y VI de Vivienda”. Quito.

Knee, Karen (2011). “Jóvenes inteños conocen la reserva Los Cedros” Periódico Intag. Disponible en: <http://www.intagnewspaper.org/> (Visitado el 10 de septiembre del 2011).

Labandeira, Xavier, Carmelo León y María Xosé Vázquez (2007). *Economía Ambiental*. Madrid: Pearson Prentice Hall

Leal, José (2000). *Técnicas de valorización económica de impactos ambientales. Aplicabilidad en el caso del sector minero*. Disponible en: [http://web.idrc.ca/uploads/user-S/11174798051CIPMA\\_Articulo1.pdf](http://web.idrc.ca/uploads/user-S/11174798051CIPMA_Articulo1.pdf) (Visitado el 9 de agosto del 2010).

Ley de Minería (2009). Suplemento del Registro Oficial 517: 29 de enero del 2009. Asamblea Nacional del Ecuador.

Loayza (2007) y Loor (2008), citado en Resabala, Carola (2008). *Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio y Productos que Contienen Mercurio*. Ministerio del Ambiente. Quito.

Mandato Constituyente No. 6. (2008). Asamblea Constituyente, 18 de abril del 2008. Montecristi-Ecuador

Martínez-Alier, Joan (1999). *Introducción a la economía ecológica*. Barcelona: Rubes

Martínez-Alier y Jordi Roca (2000). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Martínez-Alier (2004). *Ecologismo de los pobres*. Barcelona: Icaria editorial.

Martínez-Alier, Joan (2009). *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Barcelona: Icaria

Ministerio de Energía y Minas del Ecuador (2007). *El ABC de la Minería en el Ecuador*. Quito.

Munasinghe, Mohan (1993). “Environmental Economics and Sustainable Development”. World Bank Environment Paper, N° 3: World Bank, Washington, D.C.

Munasinghe, Mohan y Lutz, E. (1993), citado en Sanjurjo, Enrique y Stefanie Welsh (2005). “Una descripción de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares”. *La Gaceta Ecológica*, No 074: 55-68. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx./pdf/539/53907405.pdf> (Visitado el 16 de marzo del 2011).

Naredo, José (2006). *Raíces económicas del deterioro ecológico y social: más allá de los dogmas*. Madrid: Siglo XXI.

Organización de Desarrollo de las Comunidades Fronterizas del Cenepa ODECROFOC (2009). “Los intentos de enajenación del territorio fronterizo Awajún en La Cordillera del Cóndor a favor de la minería”. *Informe IWGIA: Crónica de un engaño*. Disponible en: [http://www.iwgia.org/iwgia\\_files\\_publications\\_files/0286\\_Cronica\\_de\\_un\\_Engano.pdf](http://www.iwgia.org/iwgia_files_publications_files/0286_Cronica_de_un_Engano.pdf) (Visitado el 06 de septiembre del 2011).

Pearce, David y Kerry Turner (1990). *Economics of Natural Resources and Environment*. New York: Harvester Wheathsheaf.

Pearce, David y Giles Atkinson (1993). “Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of "weak" sustainability”. *Ecological Economics*. Vol. 8 (2): 103-108.

Pearce, David, Giles Atkinson y Susana Mourato (2006). *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD).

PETROMINING (2010). *Auditoría ambiental concesión minera “El Corazón”*. Quito.

Pillajo, Edgar (2003). “Perfil de Proyecto Recuperación de los Ríos Caleras y amarillo Distrito Aurífero Portovelo”. Disponible en: <http://www.fungeomine.org/> (Visitado el 16 de enero del 2011).

Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero 2011-2015 (2011). Ministerio de Recursos Naturales No Renovables. Quito.

Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental PRODEMINCA (1999). *Oro limpio Resumen y Conclusiones del Monitoreo Ambiental de las Áreas Mineras en el sur del Ecuador*. Quito-Ecuador. Disponible en: <http://www.mineriaecuador.com> (Visitada el 15 de septiembre del 2010).

Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (2009). Suplemento del Registro Oficial 67: 16 de noviembre del 2009. Decreto 121

Rengel, Jorge (1985). *Desarrollo Nacional de la Minería Ecuatoriana*. Quito: Libri Mundi.

Riera, Pere, Dolores García, BengtKrigtrom, y RunarBrannlund (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Madrid: Thomson Paraninfo.

Sacher, William y Alberto Acosta (2011). “¿Puede ser sustentable la minería? Ecuador un caso peligroso”. Los perversos versos de la minería. Disponible en: <http://www.conflictosmineros.net/contenidos/12-ecuador/8199-ipuede-ser-sustentable-la-mineria> (visitado el 20 de septiembre del 2011).

SADMIN (2010). “Concesiones otorgadas e inscritas a diciembre de 2010”. Ministerio de Recursos Naturales No Renovables. Quito.

Sandoval, Fabián (2001). *La Pequeña Minería en el Ecuador*. Disponible en: <http://pubs.iied.org/pdfs/G00721.pdf> (Visitado el 10 de octubre del 2010).

Söderholm, Patrik y Thomas Sundqvist (2003). “Pricing environmental externalities in the power sector: ethical limits and implications for social choice”. *Ecological Economics*. Vol. 46 (3): 333-350.

Spash, Clive y Vatn Arild (2006). “Transferring environmental value estimates: Issues and alternatives”. *Ecological Economics*. Vol. 60 (2): 379-388.

SENPLADES (2010). “Esquema general para la elaboración de un programa”. Disponible en: [http://www.mtop.gob.ec/subsecretarias/sp/formato\\_programas.pdf](http://www.mtop.gob.ec/subsecretarias/sp/formato_programas.pdf) (Visitado el 14 de octubre del 2010).

Sierra, Rodrigo (2004), citado en “Carta de científicos preocupados por el parque nacional Yasuní” (2004). Disponible en: [http://www.tadpoleorg.org/files/Spanish\\_Letter\\_and\\_Report.pdf](http://www.tadpoleorg.org/files/Spanish_Letter_and_Report.pdf) (Visitado el 13 de febrero del 2010).

Sodepaz (2008). *Evaluar para aprender: reflexiones sobre el impacto de proyectos de cooperación productivos en el Valle de Manduriacos-Ecuador*. Colección Cuadernos de trabajo sobre el desarrollo. Madrid. Editorial Atrapasueños. Disponible en: <http://memoria2009.sodepaz.org/data/documentos/cuaderno3.pdf> (Visitado el 03 de agosto del 2011).

Ubal, Sylvia (2011). “Uruguay - La minería a cielo abierto una actividad de grave impacto ambiental”. Disponible en: <http://www.alterinfos.org/spip.php?article4880> (Visitado el 5 de junio del 2011).

Vallier, Miguel (2011). “Nueva veta de riqueza nacional 136 mil millones de dólares bajo tierra y mucho más”. *Plusvalor* (6): 18-22.

Vázquez, Lola y Napoleón Saltos (2009). *Ecuador su Realidad*. Quito: Fundación José Peralta.

Zorrilla, Carlos (2004). “Resumen de algunas características, e impactos ambientales del proyecto minero “Junín” zona de Intag, provincia de Imbabura”. Disponible en: <http://www.decoin.org/author/admin/page/19/> (Visitado el 11 de noviembre del 2010).

Zorrilla, Carlos (2011). “Crímenes contra la naturaleza y complicidad del Estado. El caso de una empresa cementera en Ecuador”. Disponible en: <http://www.librered.net/?p=10625> (Visitado el 02 de octubre del 2011).

## ANEXOS

### Anexo 1 Costos totales en dólares 2002-2009

Rubro / año	2002	2003*	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Galería	-	-	-	165.547,37	224.583,47	329.725,39	432.415,20	304.552,99
Planta de Molienda	-	-	-	69.107,04	55.097,44	70.540,69	130.270,53	95.868,25
Cianuración	-	-	-	218.056,67	304.767,05	384.989,87	380.167,85	358.282,74
Transportes	-	-	-	26.187,11	32.413,79	22.574,56	23.362,90	31.566,34
Servicios generales	-	-	-	167.447,91	235.776,35	286.081,21	264.700,99	197.680,28
Energía	-	-	-	123.529,61	198.646,79	231.090,72	231.925,54	326.377,21
Servicios comunitarios	-	-	-	109.652,63	144.477,04	151.728,63	151.630,76	140.929,40
Ambiente	-	-	-	77.975,89	112.941,63	83.918,08	190.517,74	75.630,73
Laboratorio	-	-	-	35.093,79	49.634,89	65.810,96	72.153,03	63.651,70
Mantenimiento	-	-	-	7.974,29	15.319,40	46.791,84	53.670,60	46.251,79
Gastos administrativo y financieros	-	-	-	409.094,27	420.758,47	420.859,05	276.245,81	257.663,17
<b>Total</b>	<b>20.414,80</b>	<b>315.547,99</b>	<b>610.681,17</b>	<b>1.411.671,58</b>	<b>1.796.422,32</b>	<b>2.096.118,00</b>	<b>2.209.068,95</b>	<b>1.900.463,60</b>

Fuente: Reporte de costos y gastos de la empresa Agroindustrial El Corazón S.A. (2005-2009)

\*En el año 2003 se asume un costo promedio obtenido entre el año 2002 y 2003, debido a que no se dispone de información en este año.

### Anexo 2 Precios del oro (Dólares por onza troy)

Precio / año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Mínimo	264	255	278	320	375	434	524	608	712	810	1058	1319
Promedio	291	274	310	363	410	445	625	695	872	972	1219	1551
Máximo	316	293	349	416	454	456	725	841	1011	1213	1421	1895

Fuente: Austin Rare Coins & Bullion

\*tomado de Kitco.com

**Anexo 3**  
**Inversiones en activos fijos**  
**2002-2010 (En dólares)**

Activos / año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
Terrenos	31.523,87	-	-	31.523,87	31.523,87	31.523,87	65.439,87	65.439,87	90.826,36
Edificios	25.110,97	-	-	36.389,73	72.470,06	78.627,17	78.627,17	78.627,17	134.861,72
Vehículos	28.253,76	-	-	32.122,12	33.022,12	3.868,36	3.868,36	3.868,36	3.868,36
Maquinaria y equipo	77.557,92	-	-	447.443,62	739.521,46	963.508,79	1.116.870,64	1.268.747,56	1.603.611,21
Instalaciones	-	-	-	41.503,04	85.755,91	85.755,91	85.755,91	85.755,91	85.755,91
Muebles y Enseres	-	-	-	15.355,87	28.170,09	36.503,81	38.698,81	40.558,81	42.525,02
Computadores	2.703,00	-	-	6.005,00	9.570,00	15.028,00	19.240,00	23.804,00	27.770,23
<b>Total</b>	<b>165.149,52</b>	<b>285.579,12</b>	<b>-</b>	<b>610.343,25</b>	<b>1.000.033,51</b>	<b>1.214.815,91</b>	<b>1.408.500,76</b>	<b>1.566.801,68</b>	<b>1.989.218,81</b>

Fuente: Balance general de la empresa Agroindustrial El Corazón S.A. (2005-2010).

\*El monto referente a este año, corresponde hasta julio del 2010.

**Anexo 4**  
**Parámetros para la construcción de las piscinas de relaves**

Descripción	Unidad	Valor
Volumen de Procesamiento por día	ton	110
Recuperación de arena	%	0
Relaves generados por día	ton	110
Operación de la planta al mes (en promedio)	días	28
Operación de la planta al año	meses	12
Operación de la planta (días por año)	días	336
Relaves generados por año en la mina	ton	36.960
Capacidad nominal de almacenamiento de la piscina	m3	50.000
Capacidad real de almacenamiento de la piscina	m3	44.000
Densidad específica de almacenamiento de los relaves	ton/m3	1,7
Capacidad nominal de almacenamiento por año	ton	85.000
Capacidad real de almacenamiento por año	ton	74.800
Tiempo de agotamiento de la piscina	años	2
Costo	USD	95.440,00

Elaboración: el autor

**Anexo 5**  
**Resumen de los costos de mitigación**  
**En dólares**

Rubro / Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gastos Ambientales	79.412,27	83.382,88	87.552,02	91.929,63	96.526,11	101.352,41	106.420,03	111.741,03
Gastos Piscinas	100.212,00		110.233,20		121.256,52		133.382,17	
<b>Total (USD)</b>	<b>179.624,27</b>	<b>83.382,88</b>	<b>197.785,22</b>	<b>91.929,63</b>	<b>217.782,63</b>	<b>101.352,41</b>	<b>239.802,20</b>	<b>111.741,03</b>
Rubro / Año	-	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Gastos Ambientales	-	117.328,09	123.194,49	129.354,21	135.821,92	142.613,02	149.743,67	157.230,86
Gastos Piscinas	-	146.720,39		161.392,43		177.531,67		97.642,42
<b>Total (USD)</b>	<b>-</b>	<b>264.048,47</b>	<b>123.194,49</b>	<b>290.746,64</b>	<b>135.821,92</b>	<b>320.144,69</b>	<b>149.743,67</b>	<b>254.873,27</b>

Elaboración: el autor

**Anexo 6**  
**Resumen de los costos de restauración**  
**En dólares**

Rubro / Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Restauración de las piscinas de relaves	-	47.360,61	-	52.096,67	-	57.306,34	-	63.036,97
Cierre de las bocaminas	-	-	-	-	-	-	-	-
Desmantelación de equipos	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>129.165,30</b>	<b>47.360,61</b>	<b>0,00</b>	<b>52.096,67</b>	<b>0,00</b>	<b>57.306,34</b>	<b>0,00</b>	<b>63.036,97</b>
Rubro / Año	-	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Restauración de las piscinas de relaves	-	-	69.340,67	-	76.274,74	-	83.902,21	46.146,22
Cierre de las bocaminas	-	-	-	-	-	-	-	8.116,92
Desmantelación de equipos	-	-	-	-	-	-	-	15.356,25
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>0,00</b>	<b>69.340,67</b>	<b>0,00</b>	<b>76.274,74</b>	<b>0,00</b>	<b>83.902,21</b>	<b>69.619,38</b>

Elaboración: el autor