

INTRODUCCIÓN

El conocer cual es el precio máximo unitario de un mineral o roca, es decir valor unitario por metro cúbico, tonelada, gramos o cualquier unidad de medida usada, es la pregunta relevante en la geología económica dado que define la viabilidad o continuidad de un proyecto minero. Hoy día no se cuenta con una herramienta que permita obtener esta respuesta. Lo que se hace es inferir este valor a partir de información como el precio de mercado y/o el costo de extracción.

La propuesta metodológica para la valoración económica de recursos naturales desarrollada pretende generar una guía que integre el concepto de desarrollo sostenible en minería¹ con la información de precios de mercado, los costos operacionales y los costos sociales (o costos de mantenimiento de la licencia social para operar²) de manera que se pueda obtener el precio unitario máximo. Para esto se propone utilizar una función que involucra ingresos y gastos los cuales dependen de la condición geológica, el proceso minero, la localización geográfica, la situación social de las comunidades donde se adelantará la extracción, el medio ambiente, etc.

Los aspectos abordados pretenden presentar una propuesta metodológica de valoración de recursos minerales donde se tenga en cuenta la real estructura de costos de los proyectos mineros. El detalle de esta propuesta de guía de valoración es posible ahondarlo y ajustarlo a los nuevos paradigmas que se presentan en la minería y es posible aplicarlo a otras áreas como la inversión en infraestructura adaptando o ajustando la misma base teórica a los planteamientos propios del proyecto a evaluar.

La propuesta metodológica es el resultado del inconformismo del autor sobre el tema de valoración de recursos minerales el cual se restringe solo a las condiciones de mercado y/o a los costos directos de los proyectos, sin involucrar

¹ El concepto de sostenibilidad en minería esta asociado a que las tasas de extracción sean menores a las de sustitución y utilizar el medio ambiente de manera que la asimilación de desechos sea mayor que la de emisión. No es fácil lograr tasas sostenibles de extracción de recursos agotables, ya que los “seguidores de la sostenibilidad” tienden a plantear la sustitución de un stock de recurso agotable por uno renovable lo cual no siempre es posible.

² La licencia social para operar hace referencia a todas las actividades que debe hacer una operación para que la sociedad, nacional e internacional, permanezca a su favor y no se convierta en elemento desestabilizador o de riesgo para la operación así como para que la operación no se convierta en riesgosa o desestabilizadora para la sociedad.

en estos últimos las implicaciones ambientales, sociales, legales y de sostenibilidad entre otros temas.

Mediante esta guía de valoración se busca en una sola herramienta integrar todos los conceptos que afectan o condicionan un proyecto minero y que influyen en el valor unitario del mineral o roca que se extrae del mismo, en el momento de la valoración.

Es importante mencionar que se plantea una guía que permite organizar y valorar la información proveniente de cada área del conocimiento involucrada en un proyecto minero. Es decir, el estudio y formulación de los conceptos de cada uno de los tópicos involucrados deben ser preparados por los expertos en las diferentes ramas del conocimiento, esto incluye la definición de los diferentes modelos (geológico, minero, ambiental, mercado, estructuras de costos, etc.). No se pretende ni es el alcance presentar una metodología para evaluar cada ítem de un proyecto minero dado que para esto hay especialidades académicas y profesionales que se encargan de dichos estudios específicos.

Los estudios aportados por cada área son la base analítica para obtener la estructura de la metodología que esta representada por una función de ingresos y costos. El presente trabajo se centra en estos últimos pues los primeros obedecen a condiciones particulares de cada mercado y proyecto minero y no es el alcance del trabajo hacer esta evaluación.

En resumen, la premisa de este trabajo es proponer una metodología que integre las herramientas dispersas de conocimiento que participan en un proyecto minero y hacer una guía que permita obtener el valor unitario máximo de un mineral o roca.

En la realización del estudio que se presenta se hace primero una revisión del estado del arte del concepto de Desarrollo Sostenible³ hasta llevarlo a las

³ Sostenibilidad según lo definido en el denominado Informe Brundtland: Informe socio-económico sobre una gran cantidad de naciones, elaborado en 1987 para la ONU por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland. Originalmente, se llamó Nuestro Futuro Común (*Our Common Future*, en inglés). En este informe, se utilizó por primera vez el término Desarrollo Sostenible (o desarrollo Sustentable), definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones

definiciones de aplicación directa a la minería, posteriormente se aborda el tema de proceso minero incluyendo la concepción, exploración, explotación y abandono para llegar, usando los dos conceptos anteriores (Desarrollo Sostenible aplicado a minería y proceso minero), a la evaluación ambiental mínima que debe tener un proceso de extracción de minerales y finalmente y desde una visión de costos y externalidades⁴ abordar la propuesta metodológica propiamente dicha que deriva en un guía para obtener el valor unitario de un mineral o roca dentro del marco del desarrollo sostenible.

Una vez planteada la metodología, se hace un ejercicio de estudio de caso en el cual se aplica dicha metodología con el fin de evaluar el uso de la herramienta, los resultados que este arroja y analizar el efecto de integrar el concepto de desarrollo sostenible en los costos totales del proceso de extracción de un recurso minero.

Finalmente se exponen las conclusiones referentes a la metodología y a los resultados obtenidos de aplicar dicha metodología al estudio de caso particular, para así validar la propuesta metodológica y su pertinencia para ser herramienta de uso en la toma de decisiones en proyectos mineros desde diferentes ópticas, sean estos estatales o privados.

De otro lado y por considerarse de interés se incluyen en el anexo A las metodologías actuales de valoración de recursos, las cuales no pueden ser aplicadas para la valoración de recursos minerales porque no abordan toda la complejidad de un proceso de extracción de minerales o rocas de la corteza terrestre bajo el desarrollo sostenible.

⁴ Para mayor detalle sobre el concepto de externalidad utilizado en esta propuesta remitirse al anexo B incluido en este documento.

1. OBJETIVOS

A continuación se presenta el objetivo general y los objetivos específicos del presente estudio: “Propuesta de metodología para la valoración económica de recursos minerales en el marco del Desarrollo Sostenible”.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una metodología de valoración económica de recursos minerales, donde se integren las herramientas de las diferentes áreas del conocimiento que participan en un proyecto minero y se plantee una guía de evaluación discriminada de los costos desde las diferentes bases científicas que permita obtener el valor unitario máximo del mineral o roca a ser extraído de la corteza terrestre.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la forma en que el contexto internacional del Desarrollo Sostenible interviene en el sector minero.
- Conocer los principios del Desarrollo Sostenible propuestos por el Consejo Internacional para la Minería y los Metales – ICMM -.
- Describir el proceso minero que se lleva a cabo para la identificación y explotación de un depósito mineral.
- Señalar los componentes a tener en cuenta para la determinación del impacto ambiental generado por la actividad minera.
- Elaborar una propuesta metodológica para valoración de recursos minerales bajo la óptica del desarrollo sostenible.
- Adelantar un ejercicio que permita aplicar la metodología de valoración propuesta y elaborar conclusiones referentes a la metodología y a los resultados obtenidos de aplicar esta al estudio de caso particular.

2. EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL SECTOR MINERO

En este capítulo se hace una revisión del estado del arte del concepto de Desarrollo Sostenible hasta llevarlo a las definiciones de aplicación directa a la minería. En la primera parte se plantean las posiciones conceptuales de algunos autores y se define cual es la definición de Desarrollo Sostenible que se utilizará como base teórica para plantear la discusión actual sobre este concepto y su integración a la industria minera.

De igual manera se hace una revisión sobre la posición de la economía ambiental en torno a los recursos agotables y se hace un esbozo de las reglas de Hotelling y de Hartwick en el análisis de estos recursos.

2.1 EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y SU CONCEPTUALIZACIÓN

Existen varias definiciones de Desarrollo Sostenible que enmarcan entre otros aspectos las relaciones entre las diferentes ciencias, destacando que las acciones locales tienen efecto en el medio ambiente global, que se requiere mayor eficiencia en la utilización de recursos y que no debe omitirse los verdaderos costos extractivos de los recursos naturales puesto que son la base económica mundial, pues sin estos no se tendría infraestructura ni tecnologías, sólo las ideas de los hombres sin posibilidad de ponerlas en práctica.

Desde el punto de vista de utilización de productos provenientes de la corteza terrestre, el concepto de Desarrollo Sostenible, acuñado en las últimas décadas, tiene importantes implicaciones pues involucra en su análisis a las futuras generaciones debiendo analizarse que ellas no contarán con el recurso extraído en el presente (agotamiento) y se les dejará el problema de los estériles⁵ y contaminantes producto de las actividades extractivas y de beneficio, siendo estos problemas derivados de la no realización de los planes de abandono⁶ de las minas.

L. Posada y E. Vargas, en el análisis de diferentes escenarios posibles para la vida en la tierra, manifiestan que “para evitar el declive será necesario reducir el

⁵ El término estéril hace referencia al material que no es aprovechable y debe ser removido para llegar al mineral utilizable. Una mala gestión de estériles genera inutilización de reservas o afectación de otros recursos del medio donde se depositan.

⁶ Plan de abandono hace referencia a las actividades que llevan a integrar las áreas e infraestructura usadas durante el proyecto al entorno y comunidad.

crecimiento del consumo material”⁷. De otro lado y haciendo mención al trabajo de Daly, donde se identifica la actual situación de la economía mundial como la era del mundo lleno, y se reclama también la imperiosa necesidad de un nuevo modelo económico en el que:

”El capital natural sea considerado, valorado y utilizado como el capital escaso y finito y el capital hecho por el hombre sea considerado como el capital abundante, dentro de una relación de complementariedad y no de sustituibilidad perfecta o casi perfecta como se considera dentro de las funciones de producción del modelo económico dominante”.

Al integrar los conceptos anteriores, se encuentra que dentro del Desarrollo Sostenible deben valorarse los recursos naturales teniendo presente que no se pueden obtener las tasas óptimas de explotación, por las limitaciones mismas de los modelos con que se busca definir la conformación geológica o los métodos mineros a utilizar, y debe involucrarse en el análisis la mala gestión de estériles y desechos que convertirían gran parte de esas reservas en marginales, es decir que no pueden extraerse de una manera rentable.

El modelo económico vigente plantea que el principal factor es el capital generado por el hombre y por tanto el de mayor valor y precio, mientras que el capital natural es ilimitado y por tanto de bajo valor. La anterior concepción ha puesto de manifiesto que un recurso mineral tiene valor y por tanto puede otorgársele un precio si tiene posibilidades de ser extraído para aplicaciones comerciales o estratégicas⁸ y por tanto fácilmente puede ser evaluado bajo la óptica costo beneficio, es decir no tiene valor lo que no tiene posibilidad de utilización.

Se plantea como contraparte a esta posición que los recursos naturales minerales son limitados, su explotación tiene implicaciones en las generaciones actuales y futuras, no sólo por la disponibilidad sino por el manejo de desechos y estériles, además su extracción tiene efectos sistémicos lo cual nos conduce a que la definición de Desarrollo Sostenible más adecuada para evaluar un proceso minero sea la señalada en el informe Brundtland (1987) y que entrega la siguiente definición: “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente

⁷ POSADA LONDOÑO, Luis Guillermo y VARGAS PIMIENTO, Elkin. Desarrollo Económico Sostenible, Relaciones Económicas Internacionales y Recursos Minero-energéticos en Colombia. Trabajo de Grado para Magíster en economía. Universidad Nacional, Medellín: 1997, p. 132-161.

⁸ Un mineral se considera estratégico si tiene implicaciones de seguridad nacional de un determinado país. Algunos ejemplos son: energéticos o utilizados para producción de armas.

sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"⁹

El punto de unión de ambos criterios se plantea en que sólo es extraíble lo que tiene posibilidad de utilización y por tanto puede ser valorable teniendo presente que el proceso extractivo tiene implicaciones inter e intrageneracionales en los componentes individuales del sistema donde se realiza la actividad, es decir, para valorar un recurso minero se debe tener en cuenta los impactos reales que causa el proceso extractivo en todos los ámbitos físicos, sociales, económicos, políticos, etc. y la manera de hacer esto es mediante una internalización de externalidades ya sean estas positivas o negativas.

2.2 PLANTEAMIENTOS DE LA ECONOMÍA AMBIENTAL EN TORNO A RECURSOS AGOTABLES.

“La preocupación de la economía por los asuntos ambientales es un fenómeno, relativamente, nuevo al interior de la disciplina. Si bien un nutrido grupo de áreas científicas reflexionó en torno a problemas como la contaminación, a partir de la revolución industrial, sólo hasta mediados del siglo XX la economía presenta, sistemáticamente organizados, una serie de aspectos, principios y procedimientos para afrontar este tipo de cuestiones, las cuales amenazan con frenar las posibilidades presentes y futuras de bienestar social.”¹⁰

El primer planteamiento es que no tenemos una unidad de criterio sobre como denominamos esta corriente económica y que en la literatura se encuentran diferentes términos para caracterizar lo mismo, es así como se usa economía ambiental, economía del desarrollo sostenible, economía del medio ambiente, economía de los recursos naturales o economía ecológica indistintamente sin tener en cuenta la significancia y alcance de cada término.

Para fijar una posición sobre el termino y basado en lo descrito por Cortes en su artículo¹¹ quien citando a los economistas clásicos dice “La definición de la noción de economía se tomará de los análisis de los primeros economistas políticos (Smith, Ricardo, Marx), es decir, la ciencia social que se encarga de estudiar los

⁹ BRUNDTLAND, Gro Harlem. Nuestro Futuro Común. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Brasil: 1987. Disponible en Versión HTML: www.lainsignia.org/2002/julio/ecol_003.htm - 24k

¹⁰ Raúl Cortés Landázury. A PROPÓSITO DE LA RELACIÓN ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE: UNBALANCE CRÍTICO SOBRE LAS CONVENCIONES Y TENSIONES EPISTÉMICAS DE LA DISCIPLINA. Cuad. Econ. vol.26 no.47 Bogotá July/Dec. 2007

¹¹ Ibid. 10

problemas de la producción, de la distribución y del consumo material de las sociedades (Napoleóni 1985). Añadiendo que, son problemas económicos todos aquellos que obstaculicen la satisfacción de las necesidades sociales, en tanto involucren situaciones de escasez”, de manera similar el medio ambiente es definido como: "un complejo sistema de interacciones caracterizado por un entramado de interrelaciones de factores y fenómenos, físicos bióticos, socioeconómicos y culturales en continua interacción (Sala 1995, 21)...".

De unir las dos definiciones podríamos decir que la economía ambiental incluye las actividades de intercambio humanas así como el sistema ecológico donde estas se desarrollan. Estas interacciones entre el sistema, que incluyen la actividad antrópica incluye: provisión insumos y de materiales necesarios para la producción, recepción de residuos provenientes de la producción y el consumo, suministro de amenidades paisajísticas y sostenimiento de la cadena de la vida. Esta aclaración para separar los alcances que tiene la economía ambiental de la ecológica en sus planteamientos generales que se describen a continuación.

Cortes¹² (2007), manifiesta que el aporte de la economía del medio ambiente al debate general sobre el oficio de la disciplina, puede sintetizarse en tres proposiciones fundamentales así:

i) Existe algún conjunto de cantidades y precios que garantizan el equilibrio general del sistema económico y que aseguran la preservación del medio ambiente. En efecto, problemas ambientales, como la contaminación, son el resultado de fallas en el sistema asignador de recursos, debido a que la libre iniciativa privada no permite alcanzar los precios de equilibrio que compensen a la sociedad por los costos que unos agentes, que derivan ganancias de sus actividades (Correa 2005), provocan sobre otros (Buñuel 1999). De esta manera, se determinan las externalidades negativas, que indican las divergencias entre el costo privado de un mal y el costo social del mismo. ii) Bajo condiciones competitivas, la renta sobre los recursos naturales no renovables, debe crecer a una tasa promedio igual a la tasa de descuento del propietario de los recursos. Si no existen costos de extracción, el precio de los recursos crece a una tasa de descuento dada (Hotteling 1931) y iii) El uso óptimo de los recursos renovables, especialmente, los de propiedad común, conduce al agotamiento de las rentas, aunque no a su extinción (Tietenberg 1992).

De otro lado en general, son dos las premisas que distinguen a los economistas ecológicos:

¹² Ibid. 10

i) La sustentabilidad del crecimiento económico y cualquier incremento cuantitativo en la escala de las dimensiones físicas de la economía, depende de factores como la especificación física de los procesos de producción y la conservación de la materia; las irreversibilidades asociadas a los procesos de conservación de la energía (segunda ley de la termodinámica); y la indivisibilidad de las funciones ambientales. Existen en consecuencia, leyes biofísicas que tienden a restringir la permanencia en el tiempo de las prácticas económicas y ii) El valor que asigna la sociedad a los recursos naturales y al medio ambiente, no es la simple suma de todos los valores individuales que puedan medirse con las disponibilidades a pagar por un recurso. En efecto, la sociedad en su totalidad puede apreciar más el valor de la calidad ambiental frente a lo que piensen los individuos aisladamente

La tabla siguiente resume los postulados que permiten comparar entre las dos corrientes de pensamiento económico:

Tabla 1. Paradigmas de la economía del medio ambiente

Área	Economía convencional (ambiental)	Ecología convencional	Economía ecológica
Visión del entorno	Mecánica, estática, atomística	Evolutiva, atomística	Dinámica, sistémica, evolutiva
Marco temporal	Corto	Escalas múltiples	Escalas múltiples
Marco espacial	Local - Internacional	Local – regional	Local – Global
Objeto	Solamente humanos	No humanos	Todo ecosistema incluyendo los humanos
Objetivo primario macro	Supervivencia de especies	Supervivencia de especies	Sustentabilidad del sistema económico y ecológico
Objetivo primario micro	Maximizar ganancias	Maximizar la producción	Ajustar con objetivos del sistema
Progreso técnico	Optimista	Pesimista o sin opinión	Escéptica - prudente
Campo disciplinar	Unidisciplinaria	Unidisciplinaria	Transdisciplinaria

Fuente: Constanza et al, 1999

El anterior comparativo plantea que la economía ecológica es una evolución de la economía ambiental. En este marco, la economía ecológica, ha concentrado sus esfuerzos en tareas como: contabilizar los flujos de energía y los ciclos de materiales en el sistema económico; analizar las discrepancias entre tiempo económico y tiempo biogeoquímico; controvertir los análisis parciales de la problemática ambiental que se apoyan en el estudio de los problemas individuales;

y en determinar los criterios para orientar la gestión económica de los recursos naturales.

Otros autores como Vergara 2001¹³ Refiriéndose a la contraposición entre economía ambiental y economía ecológica y citando a D. Azqueta (1994) señala que no es fácil descubrir realmente dónde radica la diferencia entre ambas pero plantea la siguiente diferencia en su enfoque de estudio: “Quizá sea el diferente objeto de estudio, dentro de una problemática común, más que una pretendida diferencia epistemológica de base, el punto que las separa más nítidamente: mientras que la economía ecológica se moviera en torno a los problemas que no presentan ninguna capacidad de elección (restricciones), la economía ambiental busca aquél campo en el que los grados de libertad son mayores, y la valoración económica adquiere sentido. Trascendido este terreno, en el que ambas proporcionan un aporte complementario, vuelven a converger en el campo de la política ambiental, en el que ambas recomiendan una combinación de medidas de intervención estatal, y de instrumento de mercado. Valga pues decir que, desde una perspectiva que considera que ambas tienen mucho más de complementario que de competitivo, da la impresión de que la economía ambiental puede presentar un cuerpo más acabado de resultados aplicables a una gran cantidad de problemas relevantes de gestión del medio ambiente. Probablemente, quizá porque los problemas que ha elegido tratar se prestaban a la aplicación de las herramientas del análisis económico convencional con mucha mayor facilidad que los abordados por la economía ecológica. Por su parte, la economía ecológica, para decirlo en palabras de dos de sus mejores representantes en España, es aún un proyecto de investigación. (Aguilera y Alcántara, 1994, p.26). La cita es larga, pero clarificadora”.

A manera de conclusión sobre el tema y teniendo los enfoques planteados puede afirmarse que: No es la monetarización de los problemas lo que contribuye a encontrar las soluciones, es la ejecución de los planes propuestos desde las diferentes áreas del conocimiento lo que aumentará el bienestar común y hará que los proyectos contribuyan a la sostenibilidad del sistema. La monetarización es sólo un mecanismo de comunicación efectivo entre las disciplinas y los agentes involucrados.

Otra conclusión es que el concepto de sustentabilidad conlleva a hablar de equidad, modernización, empleo, mejoría de niveles de calidad de vida, estabilidad, relaciones intercomunicarías, uso racional de los recursos, protección a la biodiversidad y ordenamiento entre otros, es decir es el mejoramiento de las

¹³ José M. Vergara Carrió. Las distintas concepciones de la sostenibilidad económica. Los problemas centrales, 2001

relaciones y condiciones naturales en donde se desarrolla y sostiene la vida en el planeta.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA REGLA DE HOTELLING Y LA REGLA DE HARTWICK

En la economía de recursos naturales no renovables estas dos reglas describen, en términos generales, como se plantea la tasa de extracción óptima (Hotelling) y que parte de las rentas obtenidas de la extracción de recursos sean destinadas de forma tal que el bienestar de la sociedad aumente en el largo plazo (Hartwick).

2.3.1 Regla de Hotelling. El artículo pionero de Harold Hotelling¹⁴ (1931), “The Economics of Exhaustible Resources”, establece las dos condiciones que deben cumplir los precios de los recursos agotables en competencia perfecta:

El precio de una unidad de un recurso natural agotable debe estar formado por su coste marginal de extracción, más el coste de oportunidad o renta de escasez que se deriva de la imposibilidad física de volver a extraer dicha unidad del recurso. Ello implica tener que tomar una decisión sobre si es más rentable extraerlo hoy o dejarlo para un momento futuro. La maximización de la renta de escasez que se obtiene restando del precio de mercado el coste marginal de extracción, se alcanza siempre que esta crece al mismo ritmo que el tipo de interés. Dicho de otra manera, el valor actual descontado de la renta de escasez debe ser el mismo en cada período, pues de lo contrario existirían incentivos para desplazar la extracción de un período a otro.

El razonamiento de Hotelling (1931, 139) muestra, en opinión de Georgescu-Roegen (1975), que “(...) no puede hablarse de asignación temporal óptima de recursos a menos que se conozca la demanda futura total”, lo cual es, obviamente, imposible. Por lo tanto, y de acuerdo con Naredo (1987, 260), las soluciones óptimas en la utilización de recursos no renovables varían “(...) con el período de tiempo considerado, con el punto de partida elegido,... y con los tipos de interés empleados en las actualizaciones, siendo necesarios mecanismos institucionales o hipótesis arbitrarias que concreten estos extremos para llegar a una solución determinada, cuya posible formalización matemática no debe ocultar

¹⁴ Para ver todo el análisis matemático de esta propuesta remitirse a: Economía de los recursos agotables. Harold Hotelling traducido por los profesores de la Universidad Nacional de Colombia, Carlos Guillermo Álvarez, Francisco Javier Díaz Serna y Alfredo Olaya. Este texto está disponible en www.eumed.net/coursecon/textos/

su alto grado de arbitrariedad. Pues, como ocurre en los razonamientos matemáticos, la conclusión no puede ser más que un derivado de los supuestos iniciales. En consecuencia, es preciso arrinconar el enfoque parcelario a la hora de razonar sobre la asignación de los recursos naturales, estableciendo distinciones según se trate de stocks o flujos, aspectos que se pierden de vista al tratarlos homogéneamente en términos de valor de cambio (Naredo, 1987a, 67). ”

2.3.2 Regla de Hartwick. (1977): Este autor demuestra que para sostener la utilidad constante a lo largo del tiempo (en un modelo simple de economía cerrada con población constante) es necesario reinvertir la renta de escasez de Hotelling derivada del uso de los recursos no renovables. Esta regla indica que para la existencia de un consumo sostenible es necesario y suficiente mantener el valor del capital total (humano más natural) para lo cual considera que la inversión neta en capital sea igual a cero.

Esta regla más que una condición necesaria para la sostenibilidad es considerada un indicador de la misma ya que éste autor modeliza el desarrollo sostenible como el consumo no decreciente a lo largo del tiempo, más preocupado por la eficiencia intergeneracional que por la equidad. Sin embargo, el consumo no es la única fuente de generación de bienestar para el individuo quien constantemente obtiene beneficios del medio ambiente.

2.4 CONTEXTO INTERNACIONAL SOBRE MINERÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

En este aparte se hace una descripción de los resultados de las conferencias y cumbres en las que ha sido tratado el concepto de Desarrollo Sostenible en minería pasando después a mencionar las organizaciones globales y latinoamericanas, sus principios y posiciones sobre el tema para tener los fundamentos para abordar el Proyecto de minería, minerales y Desarrollo Sostenible que es el aparte siguiente.

2.4.1 Reseña Histórica de Conferencias y Cumbres. A continuación se presentan las cumbres y conferencias realizadas a nivel internacional en torno al tema en estudio.

2.4.1.1 Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Ambiente Humano. Estocolmo, 1972. En la Conferencia de Estocolmo de 1972 se hicieron las

primeras referencias a la relación y compromiso de la minería con el Desarrollo Sostenible. En varios de los principios de la Declaración de Estocolmo se menciona la importancia de los recursos naturales no-renovables para el desarrollo de los países y la importancia de su explotación racional para el cuidado del medio ambiente y el avance hacia el Desarrollo Sostenible.

De todos, el Principio 21¹⁵ es el que más relación directa tiene con la minería, delineando un punto de vista nacionalista de la explotación de los recursos naturales:

“Los estados tienen, de acuerdo con la Carta de las Naciones Unidas y los principios de la ley internacional, el derecho soberano de explotar sus propios recursos naturales de conformidad con sus propias políticas ambientales, y la responsabilidad de asegurar que las actividades bajo su jurisdicción o control no causen daños al ambiente de otros estados o al de áreas más allá de los límites de su jurisdicción nacional”¹⁶.

Adicionalmente, el Principio 5 establece la importancia del manejo racional de la explotación de los recursos naturales, y cómo deben destinarse estos para el bienestar general: “Los recursos no renovables deben ser utilizados de tal manera que se proteja contra el peligro de su agotamiento futuro, y para asegurar que los beneficios de este uso sean compartidos por toda la humanidad”¹⁷.

2.4.1.2 Las Guías de Berlín. Berlín, 1991 y 2002. En junio de 1991 la ONU y la Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional organizaron la “Mesa Redonda Internacional Sobre Minería y Ambiente”, donde concurrieron representantes de la industria, los gobiernos y las ONGs.

A partir de esta reunión, se formularon las “Guías Ambientales para Operaciones Mineras”, también llamadas las “Guías de Berlín”, cuya primera edición fue publicada en 1994, y cuyo objetivo es “servir de guía para los agentes reguladores en los países en desarrollo, y para dar asistencia al personal de la industria minera, comunidades y otros interesados en la regulación de la industria minera”¹⁸.

¹⁵ ONU, Mining, Environment and Development. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/CD/sustdev.htm>

¹⁶ UNEP. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://www.unep.org/Documents.multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=en>

¹⁷ Ibid 15.

¹⁸ ONU. Environmental Guidelines for Mining Operations. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Alemania:1994. Disponible en Versión HTML: http://www.iied.org/mmsd/mmsd_pdfs/ab/ab_bibliografia.pdf

Estas guías en su primera edición señalaban los siguientes “Principios Fundamentales para el Sector Minero”:

Los gobiernos, las compañías mineras y las industrias de minerales deben cumplir como mínimo, los siguientes requerimientos¹⁹:

- Reconocer la gestión ambiental como una alta prioridad, notablemente durante el proceso de licenciamiento y a través del desarrollo e implementación de sistemas de gestión ambiental. Estos deben incluir evaluaciones de impacto ambiental amplias y tempranas, control de la contaminación y otras medidas preventivas y de mitigación, actividades de monitoreo y auditoría, y procedimientos de respuesta a emergencias.
- Establecer la responsabilidad ambiental en la industria y el gobierno a los máximos niveles de gestión y establecimiento de políticas.
- Animar a los empleadores de todos los niveles a reconocer su responsabilidad en la gestión ambiental y asegurar que se encuentren disponibles los recursos, personal y entrenamiento requeridos para implementar los planes ambientales.
- Asegurar la participación y diálogo con la comunidad afectada y otras partes directamente interesadas en los aspectos ambientales de todas las fases de las actividades mineras.
- Adoptar las mejores prácticas para minimizar la degradación ambiental, especialmente en la ausencia de regulaciones ambientales específicas.
- Adoptar tecnologías ambientalmente apropiadas en todas las fases de las actividades mineras, e incrementar el énfasis en la transferencia de tecnologías apropiadas que mitiguen los impactos ambientales, incluyendo los de las operaciones mineras a pequeña escala.
- Buscar proveer fondos adicionales y arreglos financieros innovadores para mejorar el desempeño ambiental de las operaciones mineras existentes.
- Adoptar análisis de riesgos y gestión de riesgos en el desarrollo de regulaciones y en el diseño, operación y desmonte de actividades mineras, incluyendo el manejo y disposición de residuos peligrosos de minería y otros residuos.

¹⁹ Ibíd. 17

- Reforzar la infraestructura, servicios de sistemas de información, entrenamiento y habilidades en gerencia ambiental en relación a las actividades mineras.
- Evitar el uso de regulaciones ambientales que actúen como barreras innecesarias al comercio y a la inversión.
- Reconocer los vínculos entre la ecología, las condiciones socioculturales y la salud y seguridad humanas, tanto en el ambiente de trabajo como en el ambiente natural.
- Evaluar y adoptar, donde sea apropiado, instrumentos económicos y administrativos como políticas de incentivos de impuestos para fomentar la reducción de emisiones contaminantes y la introducción de tecnología innovadora.
- Explorar la factibilidad de acuerdos recíprocos para reducir la contaminación transfronteriza.
- Fomentar la inversión minera a largo plazo teniendo estándares ambientales claros, con criterios y procedimientos ambientales estables y predecibles.

En 2002, la ONU publicó una versión revisada de estas guías, en el documento “Berlin II, Guidelines for Mining and Sustainable Development”, donde se amplió el alcance al incluir el componente socio-económico como parte importante del impacto y la gestión de las operaciones mineras. Para reflejar este nuevo componente, se adicionó el siguiente principio como numeral 2 de las guías originales:

“Reconocer la importancia de las evaluaciones de impacto socio-económico y la planeación social en las operaciones mineras. Los impactos socio-económicos deben ser tomados en cuenta en las etapas tempranas de desarrollo de los proyectos. Asuntos de género también deben ser considerados en niveles de política y proyectos”.

Adicionalmente, al principio 4 – ahora 5 por la adición del principio anterior – se le adicionó una referencia especial a la participación de los grupos marginados, quedando de esta forma: “[...] los aspectos ambientales de todas las fases de las actividades mineras e incluir la participación total de las mujeres y otros grupos marginados”. Ambas ediciones de las guías contienen una amplia gama de ejemplos de legislación ambiental y prácticas de gestión de países alrededor del mundo que tienen una industria minera activa.

2.4.1.3 Cumbre de la Tierra, Declaración de Río y Agenda 21. Río de Janeiro, 1992. El Principio 2 de la Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, repite el Principio 21 de la Declaración de Estocolmo, confirmando la soberanía del estado sobre los recursos y la prohibición contra los daños transfronterizos, pero le añade la perspectiva del desarrollo, afirmando que “los estados pueden explotar sus propios recursos naturales de conformidad con sus propias políticas ambientales y de desarrollo”²⁰.

Sobre la Agenda 21 y su relación con los recursos minerales, la UNCTAD - La Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo – señala que:

“Aunque no hay un capítulo específico en la Agenda 21 referido al sector mineral (como si lo hay para la agricultura, por ejemplo), hay un conjunto de provisiones directa e indirectamente referidas al desarrollo mineral [...] el Capítulo 10 presenta un programa para la planeación y manejo integrado de los recursos de la tierra. Su objetivo global es “facilitar la asignación de la tierra a los usos que provean los mayores beneficios sostenibles”²¹.

Sus objetivos específicos son:

- Revisar y desarrollar políticas para soportar el mejor posible uso de la tierra y el manejo sostenible de los recursos de la tierra.
- Mejorar y fortalecer los sistemas de planeación, manejo y evaluación.
- Fortalecer las instituciones y los sistemas de coordinación.
- Crear mecanismos para facilitar la participación activa de todos los interesados, particularmente comunidades al nivel local, en la toma de decisiones en el manejo y uso de la tierra.

Para la mayoría de los países, implementar aunque fuera una porción de las sugerencias del Capítulo 10 cambiaría radicalmente los procesos de planeación y asignación de recursos.

Otros capítulos de la Agenda 21 se refieren a temas relacionados indirectamente con la minería, entre los que se encuentran:

- Capítulo 4: el uso racional de los recursos y la energía.

²⁰ UNEP. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. Op.cit.

²¹ PRING, George W. (Rock). International law and mineral resources. UNCTAD: 1999, p 33.

- Capítulo 6: el cuidado de la salud ocupacional.
- Capítulo 13: la protección contra la erosión.
- Capítulo 26: el respeto a las comunidades indígenas.

En resumen, la UNCTAD concluye que la Agenda 21 propone una innumerable serie diversa de reformas nacionales, globales y locales (alrededor de 2500 proyectos en total), de los que si solo una fracción fueran implementados podrían transformar la forma en que las economías basadas en recursos y el mundo manejan el desarrollo mineral.

2.4.1.4 Conferencia Internacional sobre Desarrollo, Ambiente y Minería, Washington DC, 1994. Esta conferencia se llevó a cabo en Junio de 1994 en Washington DC, convocada por el Banco Mundial, la ONU y el Consejo Internacional para los Metales y el Ambiente (ICME) – hoy ICMM - con el objetivo de: “ampliar el debate público en asunto relacionados a la contribución de los sectores minero y metalúrgico a las metas ambientales y de desarrollo de la sociedad, particularmente en los países en desarrollo”²².

La conferencia se desarrolló en ocho sesiones dedicadas a temas específicos. En la Tabla 2, se presentan los temas de cada sesión y las ideas principales de cada una de ellas, extractadas del documento “Development, Environment and Mining, Post Conference Summary” (ONU, 1994).

Tabla 2. Sesiones de la Conferencia Internacional en Desarrollo, Ambiente y Minería (ONU, 1994)

Sesión	Ideas Principales
1. La Gestión de las Economías Minerales	Los recursos minerales pueden generar riqueza sustancial y convertirse en un catalizador poderoso para las economías en desarrollo. Para captar esos beneficios, las economías minerales necesitan establecer un marco administrativo, legal y regulatorio conductor a la explotación mineral, y establecer políticas macroeconómicas balanceadas y flexibles, especialmente en lo relacionado a la tasa de cambio y la gestión de las regalías minerales
2. Los Roles de los	El rol de los gobiernos en los países con riqueza mineral no debe ser el de

²² PRING, George W. (Rock). Mining, Environment and Development. Documento en PDF [online]. (Citado el 8 de abril de 2007). UNCTAD: 1994, p. 1. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/CD/unctad.htm>.

Sesión	Ideas Principales
Sectores Público y Privado	ser propietarios u operadores de empresas mineras. Deben crear un ambiente favorable que permita que las compañías sean competitivas internacionalmente.
3. Los Roles del Gobierno en la Protección Ambiental	Los enfoques adoptados por los gobiernos en las políticas ambientales para la actividad minera, han evolucionado de la toma de decisiones centralizada, regulaciones detalladas y enfoques de comando-y-control, hacia el establecimiento de objetivos, estándares claros y la provisión de información. Las regulaciones ambientales no actúan como des-incentivos a la inversión, siempre y cuando sean realistas, transparentes y estables.
4. La Minería y la Comunidad	Los asuntos de la comunidad han sido resaltados incrementalmente en la última década en el contexto del Desarrollo Sostenible. Las compañías mineras deben responder a las necesidades de desarrollo de los países y desarrollar enfoques que tomen en cuenta las tradiciones y valores locales.
5. Inversión y Tributación	Los estados deben garantizar regímenes de impuestos estables, neutrales y competitivos, con un adecuado balance entre los intereses de las compañías mineral y los del estado, para estimular la inversión al mismo tiempo que se perciben los beneficios de la explotación de los recursos minerales.
6. Necesidades de Información para las Decisiones de Recursos	La falta de información geológica básica y de recursos minerales es una restricción fundamental para el desarrollo nacional. Se requieren esfuerzos de parte de las organizaciones intergubernamentales, los gobiernos nacionales, la industria y la comunidad para fortalecer la contribución de la información de recursos minerales al Desarrollo Sostenible.
7. Responsabilidad Ambiental y Rehabilitación de Tierras	El objetivo de la rehabilitación de las tierras de minería debe ser restaurarlos a un ecosistema auto-sostenible que esté tan cerca como sea práctico a su estado original antes de la actividad minera. Existe la necesidad de mecanismos que aseguren la disponibilidad de fondos para financiar la rehabilitación.
8. Gestión Ambiental en la Industria	Los principios de gestión ambiental están siendo adoptados y la industria está teniendo un rápido progreso. Son vistos como una parte vital de los esfuerzos hacia el Desarrollo Sostenible. Los sistemas de gestión que han sido adoptados dependen de las regulaciones y de las culturas corporativas. Estos sistemas son parte de los esfuerzos de la industria para demostrar que la minería es compatible con la protección ambiental.

Fuente: Mining, Environment and Development.

2.4.1.5 Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS). Johannesburgo, 2002. La CMDS se realizó del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 en Johannesburgo, Sudáfrica, en el décimo aniversario de la Cumbre de la Tierra (1992).

Contrario a la Agenda 21, el Plan de Implementación de la CMDS contiene varias referencias directas al sector de la minería, así como un amplio rango de

propuestas que lo impactan, orientadas a la erradicación de la pobreza, el calentamiento global, patrones racionales de producción y consumo y el Desarrollo Sostenible de África.

La referencia más directa al sector de la minería se hace en la Sección IV del Plan de Implementación de la CMDS, “Protección y gestión de la base de recursos naturales del desarrollo económico y social”:

“La minería, los minerales y los metales son importantes para el desarrollo económico y social de muchos países. Los minerales son esenciales para la vida moderna”²³. Para aumentar la contribución de la minería, los minerales y los metales al Desarrollo Sostenible será preciso adoptar medidas en todos los planos con objeto de:

- Apoyar los esfuerzos encaminados a ocuparse de los efectos y beneficios para el medio ambiente, la economía, la salud y la sociedad, incluida la salud y la seguridad de los trabajadores, de la minería, los minerales y los metales a lo largo de todo su ciclo vital, y utilizar asociaciones diversas, intensificando las actividades en curso en los planos nacional e internacional, entre los gobiernos interesados, las organizaciones intergubernamentales, las empresas y los trabajadores de la minería y otras partes interesadas, para fomentar la transparencia y la responsabilidad en pro del Desarrollo Sostenible de la minería y los minerales.
- Fomentar la participación de los interesados, incluidas las comunidades autóctonas y locales y las mujeres, para que desempeñen una función activa en la explotación de los minerales, los metales y la minería a lo largo del ciclo de utilidad de las minas, e incluso tras su clausura con fines de rehabilitación, de conformidad con las normas nacionales y teniendo en cuenta los efectos transfronterizos importantes.
- Promover las prácticas mineras sostenibles mediante la prestación de apoyo financiero, técnico y de fomento de la capacidad a los países en desarrollo y los países con economías en transición, para la minería y el tratamiento de los minerales, incluida la explotación en pequeña escala, y, cuando sea posible y apropiado, mejorar la elaboración que aporta valor agregado, mejorar la información científica y tecnológica y recuperar y rehabilitar los sitios degradados.

²³ ONU. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Nueva York: 2002, p. 40-41.

Adicionalmente a las publicaciones oficiales de la cumbre (la Declaración Política y el Plan de Implementación), varios reportes fueron publicados por la ONU, los gobiernos nacionales, el sector privado y las ONGs. Los más importantes para el sector minero son:

- **Reportes de Sectores Industriales del PNUMA:** El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) coordinó la preparación de varias revisiones a sectores industriales para evaluar el progreso hacia el Desarrollo Sostenible desde la Cumbre de la Tierra de 1992. Para minería, se publicaron reportes de los sectores de: Carbón, Aluminio y Acero.
- **Proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible (MMSD):** El reporte final del proyecto MMSD, “Abriendo Brecha: Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible” se publicó en 2002, siendo la mayor fuente de información para el sector minero en la CMDS.

2.4.2 Organizaciones Globales. A continuación se hace una breve descripción de los programas implementados por las organizaciones a nivel global.

2.4.2.1 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA (también llamado UNEP por su sigla en inglés) se fundó en 1972. “Su misión es ejercer una función dirigente en materia de protección del medio ambiente y estimular las colaboraciones en esta esfera para que las naciones y los pueblos mejoren su calidad de vida sin comprometer las de las generaciones futuras”²⁴.

Dentro del PNUMA, la encargada de manejar los asuntos e iniciativas relacionados con la minería es la División de Tecnología, Industria y Economía (DTIE). “Sus iniciativas en minería, minerales y el ambiente se dirigen a integrar los criterios ambientales al desarrollo de la minería y los minerales, asegurando que el sector contribuya al desarrollo nacional en el largo plazo (Desarrollo Sostenible)”²⁵. Sus actividades se enfocan en mejorar las prácticas y políticas gubernamentales y corporativas concernientes a las operaciones mineras, y fomentar el liderazgo entre los actores clave con respecto al desarrollo científico, técnico y regulatorio de la industria.

Su trabajo reciente se ha enfocado en el intercambio de información, sobre mejores prácticas en la operación minera, manejo de relaves, prevención y

²⁴ ONU. ABC de las Naciones Unidas. Nueva York: 2000. p 43.

²⁵ PRING, George W. (Rock). Mining, Environment and Development. Op.cit., p. 9.

preparación para emergencias, prácticas regulatorias y de gestión, y el rol del sector financiero para mejorar el desempeño ambiental.

El PNUMA-DTIE ha sido uno de los principales organizadores de las cumbres y conferencias sobre minería y medio ambiente, y ha publicado una gran cantidad de libros, documentos y material de entrenamiento sobre el tema.

Adicionalmente, el PNUMA-DTIE es el principal socio de la UNCTAD en el Foro de Recursos Minerales (Mineral Resources Forum – MRF).

2.4.2.2 Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD). La Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), fue establecida en 1964 como órgano intergubernamental permanente, y es el órgano principal de la Asamblea General de la ONU en la esfera del comercio, inversión y el desarrollo. Su objetivo general es el de acelerar el desarrollo comercial y económico, en particular en los países en desarrollo.

“Dentro del sistema de las Naciones Unidas, la UNCTAD es el centro que coordina el tratamiento integrado del desarrollo y otras cuestiones afines en los sectores del comercio, las finanzas, la tecnología, la inversión y el Desarrollo Sostenible. Sus objetivos principales son maximizar las oportunidades de comercio, inversión y desarrollo de los países en desarrollo y ayudarlos a resolver los problemas derivados de la mundialización y a integrarse en la economía mundial en pie de igualdad. La UNCTAD pretende alcanzar estos objetivos a través de los análisis de investigación y de política, las deliberaciones intergubernamentales, la cooperación técnica y la interacción con la sociedad civil y el sector privado”²⁶.

En 1995, se asignó a la UNCTAD la tarea global del manejo de los recursos minerales, y desde entonces esta organización ha llevado a cabo varias iniciativas. La más destacada de ellas es el establecimiento del sitio Web del Foro de Recursos Minerales (Mineral Resources Forum – MRF)²⁷ en 1997, “con el objetivo de proveer a los asuntos del Desarrollo Sostenible relacionados con los recursos minerales”²⁸. El PNUMA administra la sección de Ambiente del MRF. De acuerdo a su propia página Web:

²⁶ ONU. ABC de las Naciones Unidas. Op.cit., p 40.

²⁷ UNCTAD. Mineral Resources Forum. Documento en PDF [online]. (Citado el 7 de abril de 2007). Suiza: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/index.htm>.

²⁸ PRING, George W. (Rock). Mining, Environment and Development. Op.cit., p. 25.

“El MRF es un recurso de información para asuntos relacionados con la minería, los minerales, los metales y el Desarrollo Sostenible. Busca captar un conjunto diverso de usuarios de los gobiernos, compañías de minería, minerales y metales y otras instituciones interesadas de la sociedad civil, y promover un enfoque integrado e interdisciplinario a los asuntos y políticas minerales”²⁹.

En la actualidad, el UNCTAD cuenta con 191 estados miembros y su sede se encuentra en Ginebra, Suiza. La UNCTAD dispone de una plantilla de 400 miembros y un presupuesto anual regular de aproximadamente 50 millones de dólares estadounidenses, así como unos fondos extraordinarios de asistencia técnica de unos 25 millones de dólares estadounidenses.

2.4.2.3 El Grupo del Banco Mundial. El Banco Mundial es un grupo formado por cinco instituciones: el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (establecido en 1945); la Corporación Financiera Internacional (1956); la Asociación Internacional de Fomento (1960); el Centro Internacional de Diferencias Relativas a las Inversiones (1966) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (1988).

“El objetivo común de todas estas instituciones es reducir la pobreza en todo el mundo mediante el fortalecimiento de las economías de los países pobres. En otras palabras: mejorar el nivel de vida de las gentes mediante la promoción del crecimiento económico y el desarrollo”³⁰.

Con respecto al sector de la minería, “el Banco Mundial reconoce el potencial del sector mineral de los países de influenciar significativamente los perfiles económicos y de pobreza nacionales y regionales. Nuestra visión es un sector minero que, atrayendo la inversión privada, cree las bases de bienestar económico y social y la responsabilidad ambiental”³¹.

El Banco Mundial maneja los asuntos relacionados con la minería a través de su Departamento de Petróleo, Gas, Minería y Químicos, administrado en conjunto por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, y la Corporación Financiera Internacional. Para los países en desarrollo, este departamento:

²⁹ UNCTAD. Mineral Resources Forum: The MRF in Brief. Documento en PDF [online]. (Citado el 7 de abril de 2007). Suiza: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/aboutf.htm>

³⁰ ONU. ABC de las Naciones Unidas. Op.cit., p 60.

³¹ PRING, George W. (Rock). Mining, Environment and Development: The World Bank Group. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). UNCTAD: 2003. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/CD/twb.htm>.

“Cataliza la inversión privada estructurando transacciones innovadoras y suministrando financiamiento a proyectos, préstamos corporativos y patrimonio a compañías privadas para inversiones en proyectos de Petróleo, Gas, Minería y Químicos. El equipo también asesora a los gobiernos en políticas que están diseñadas para crear un clima de inversión positivo y lograr otros importantes objetivos de política en el sector, incluyendo las metas ambientales y sociales”³².

La organización tiene oficinas en 109 países y más de 10.000 empleados en nómina. El monto de la asistencia del Banco Mundial a los países en desarrollo para el año 2002 fue de 8.100 millones de dólares estadounidenses y 11.500 millones adicionales en créditos otorgados para un período de 35 a 40 años, con 10 años adicionales de gracia.

2.4.2.4 El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) es una asociación mundial de compañías privadas internacionales (180 a la fecha), “con un compromiso compartido hacia el Desarrollo Sostenible a través del crecimiento económico, el balance ecológico y el progreso social³³”. Tiene miembros en 35 países y 20 sectores industriales, y tienen más de 50 consejos empresariales regionales y nacionales y organizaciones asociadas.

El WBCSD nació en 1991, cuando se organizó un grupo de 50 presidentes de compañías privadas, formando el “Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible” para preparar la participación del sector privado en la Cumbre de la Tierra de Rio de 1992.

Después de su participación en Rio, los miembros del Consejo decidieron continuar con la cooperación y el trabajo conjunto, y en 1995 se fusionaron con el Consejo Industrial Mundial para el Ambiente (una rama de la Cámara de Comercio Internacional), tomando su nombre actual y creando una sede permanente en Génova, Suiza.

Su misión es “proveer liderazgo en los negocios como un catalizador para el cambio hacia el Desarrollo Sostenible, y soportar la licencia de los negocios para

³² THE WORLD BANK. Oil, Gas, Mining and Chemicals. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). Washington: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTOGMC/0,,menuPK:336936~pagePK:149018~piPK:149093~theSitePK:336930,00.html>.

³³ WBCSD. About the WBCSD. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). Suiza: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://www.wbcd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=NjA&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>.

operar, innovar y crecer en un mundo cada vez mas orientado a asuntos de Desarrollo Sostenible³⁴”.

El WBCSD trabaja y apoya proyectos sectoriales, que son iniciativas voluntarias para estudiar y enfrentar los asuntos clave sobre el Desarrollo Sostenible que enfrentan los distintos sectores productivos, con un enfoque participativo para desarrollar soluciones soportadas por las partes interesadas (stakeholders).

“Son iniciativas prácticas, basadas en investigación independiente, para trabajar en cómo las industrias críticas pueden alcanzar los retos de la sostenibilidad, [...] cubren sectores específicos de la industria bajo la marca del WBCSD [...] Son manejados y fundados por los miembros participantes y otras partes [...] Todos operan en una escala global y sus hallazgos son importantes para el Desarrollo Sostenible en todas las regiones y en todas las etapas del desarrollo económico”³⁵.

Uno de estos proyectos sectoriales es el de Minería y Minerales, del cuál hacen parte las principales compañías mineras del mundo, entre ellas BHP Billiton y Anglo American, dos de las empresas multinacionales que tienen inversiones en la gran minería de la Costa Atlántica colombiana (Cerrejón y Cerromatoso).

Con el objetivo de entender mejor los retos hacia la sostenibilidad que enfrentaba el sector de minería y minerales, en 1999 nueve compañías (formando la “Iniciativa Global de Minería, GMI”) pidieron soporte al WBCSD, y crearon el proyecto “Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible (MMSD)”. El Consejo contrató al Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED) para llevar a cabo este proyecto, en un proceso de investigación y consulta independiente.

Hasta hace poco los afiliados latinoamericanos se enfocaban principalmente hacia resultados financieros y manejo ambiental (eco-eficiencia), pero han variado el enfoque y ahora incluyen iniciativas sobre responsabilidad social corporativa.

El representante para Colombia del WBCSD es el Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible (CECODES).

2.4.2.5 El Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). El ICMM es una organización empresarial que agrupa a las principales compañías mineras y

³⁴ Ibid 28.

³⁵ KINDLE, FRED et al. Sector Projects, The Power of Working Together. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). WBCSD. Suiza: 2006, p. 2. Disponible en Versión HTML: http://www.wbcd.org/DocRoot/7dkRXCdFFkYmfNOeOS1k/powering_sustainable_future.pdf.

metalúrgicas del mundo. Se formó en 2001, para materializar las recomendaciones del proyecto MMSD, contenidas en su reporte final “Abriendo Brecha”. Su sede principal está ubicada en Londres, Inglaterra.

Su visión es “una industria de minería, minerales y metales viable, que sea ampliamente reconocida como esencial para la vida moderna y un contribuidor clave al Desarrollo Sostenible³⁶”. Esta visión se fundamenta en que “Los miembros del ICMM creen que la industria de la minería, minerales y metales, actuando colectivamente, puede asegurar en una mejor forma su acceso continuo a la tierra, el capital y los mercados, así como construir confianza y respeto, demostrando su habilidad para contribuir exitosamente al Desarrollo Sostenible³⁷”.

Para materializar esta visión, el ICMM se ha planteado las siguientes tareas de su gestión:

- “Ofrecer liderazgo estratégico para alcanzar un mejor desempeño en Desarrollo Sostenible para la industria de minería, minerales y metales.
- Representar los puntos de vista e intereses de sus miembros y servir como un punto principal de compromiso de los actores clave de la industria en el campo internacional.
- Promover regulaciones soportadas científicamente y decisiones de selección de materiales que promuevan el acceso al mercado y la producción, uso, reuso y reciclaje seguros de metales y minerales.
- Identificar y promover el uso de buenas prácticas para manejar los asuntos de Desarrollo Sostenible dentro de la industria³⁸.

Como una de sus iniciativas principales para el logro de estas tareas, el ICMM ha desarrollado un “Marco Para el Desarrollo Sostenible”, al cual se han comprometido sus empresas asociadas. BHP Billiton, Anglo American y Xstrata, tres de las empresas multinacionales con inversiones en la gran minería de la Costa Atlántica colombiana, son miembros activos del ICCM.

³⁶ ICMM. About ICMM. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Londres: 2006. Disponible en Versión HTML: <http://www.icmm.com/about.php>

³⁷ Ibíd. 31.

³⁸ Ibíd. 32

2.4.2.6 La Iniciativa de Reportaje Global (GRI). La Iniciativa de Reportaje Global (Global Reporting Initiative – GRI) se define a si misma como:

“Una gran red mundial multi-actores con miles de expertos, en docenas de países en todo el mundo, que participan en los grupos de trabajo y cuerpos directivos de GRI, usan las Guías GRI para reportar, ingresar información en los reportes basados en la GRI, o contribuir a desarrollar el Marco de Reportaje (Reporting Framework) en otras formas – formal e informalmente”³⁹.

La GRI es un centro de colaboración afilado al PNUMA, creado en 1999 por la ONG americana CERES (independiente desde 2001), como una iniciativa para el desarrollo de guías y estructuras de información y reportes de sostenibilidad por parte de las empresas. Su visión es que “los reportes del desempeño económico, ambiental y social de todas las organizaciones sean una rutina, y sean comparable como los reportes financieros”⁴⁰.

Para alcanzar esta visión, la GRI se dedica a desarrollar, mejorar continuamente y construir capacidad sobre el uso de un “Marco de Reportaje de Sostenibilidad”, cuyo núcleo son las “Guías de Reportaje de Sostenibilidad”. Otros componentes de su Marco de Reportaje son los “Suplementos y Protocolos Sectoriales”.

La primera versión de las guías de la GRI fue publicada en 2000. Una segunda versión de estas guías fue presentada en 2002, en el marco de la Cumbre de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible. En 2006, el GRI publicó la tercera versión de sus guías, llamadas las “Guías G3 (G3 Guidelines)”. Estas guías se encuentran en proceso de implementación por las empresas que han adoptado el Marco de Reportaje de Sostenibilidad del GRI.

En febrero de 2005, con la colaboración del ICMM, la GRI publicó el Suplemento Sectorial para el sector de “Minería y Metales”. Como un complemento a las Guías de Reportaje del GRI, las cuales son parte integral del Marco Conceptual sobre Desarrollo Sostenible del ICMM.

Actualmente, casi 1.000 organizaciones en 60 países han declarado el uso del “Marco de Reportaje del GRI”. En Colombia, las únicas empresas que aparecen registradas en la GRI son Hocol S.A. (petróleo) e ISAGEN S.A. (generación eléctrica). De las multinacionales que participan en la gran minería de la costa

³⁹ GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Who we are. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). 2006. Disponible en Versión HTML: <http://www.globalreporting.org/AboutGRI/WhoWeAre/>.

⁴⁰ GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Who we are. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). 2006. Disponible en Versión HTML: <http://www.globalreporting.org/AboutGRI/WhatWeDo/>.

norte colombiana, están registradas en la GRI: Anglo American plc, BHP Billiton Limited, y Xstrata plc, quienes tienen reportes de sostenibilidad para sus casas matrices y algunas subsidiarias. Sin embargo, sus empresas subsidiarias creadas en Colombia para la explotación minera no aparecen registradas ni tienen reportes bajo el marco de la GRI.

2.4.3 Organizaciones Latinoamericanas. En este aparte se presenta una breve describen de las organizaciones a nivel de América Latina que intervienen en la formulación del desarrollo sostenible.

2.4.3.1 La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) fue creada por el Consejo Económico y Social de la ONU en 1948. En 1984, el mismo Consejo decidió que la Comisión pasara a llamarse Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

La CEPAL es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas y su sede está en Santiago de Chile. “Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo. Posteriormente, su labor se amplió a los países del Caribe y se incorporó el objetivo de promover el desarrollo social⁴¹”.

En los últimos años, la CEPAL se ha enfocado al cumplimiento de los objetivos de desarrollo planteados por la ONU (principalmente los Objetivos del Milenio), “[...] para ello se ha dedicado particularmente al estudio de los desafíos que plantea la necesidad de retomar la senda del crecimiento Sostenible y el desarrollo con sostenibilidad ambiental, así como la consolidación de sociedades plurales y democráticas [...]”⁴².

A través de su División de Recursos Naturales en Infraestructura, la CEPAL trabaja por el fortalecimiento de la capacidad de los países latinoamericanos para formular e implementar políticas armónicas con el uso eficiente y racional de los

⁴¹ CEPAL. Acerca de la CEPAL. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Santiago de Chile: 2006. Disponible en Versión HTML: http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/noticias/paginas/4/21324/P21324.xml&xsl=/tpl/p18f-st.xsl&base=/tpl/top-bottom_acerca.xsl.

⁴² CEPAL. La CEPAL en pocas palabras. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Santiago de Chile: 2005. Disponible en Versión HTML <http://www.cepal.org/noticias/paginas/4/21324/LACEPALENPOCASPALABRAS.pdf>.

recursos minerales y el Desarrollo Sostenible del sector mineral. Para este propósito, provee asistencia técnica y desarrolla estudios y publicaciones sobre temas de Desarrollo Sostenible y responsabilidad social corporativa en el sector de minería y minerales.

2.4.3.2 Forum Empresa. Forum Empresa es una alianza hemisférica de organizaciones empresariales que promueven la responsabilidad social. Surgió a partir de una conferencia organizada en 1997 por “Business for Social Responsibility” (BSR) de San Francisco, con el fin de ser un vínculo o red virtual que conecta las diferentes organizaciones que promueven la Responsabilidad Social Empresarial – RSE – en las Américas. Actualmente cuenta con 22 organizaciones que representan a 20 países en la región.

La misión de Empresa es: “Articular y fortalecer en las Américas, facilitando y apoyando a las organizaciones miembros en su objetivo de fomentar RSE en sus respectivos países, favoreciendo entre ellas la interacción e intercambio⁴³”

Las oficinas principales de Forum Empresa están ubicadas en la ciudad de Santiago de Chile. Su organización afiliada en Colombia es el Centro Colombiano de Responsabilidad Empresarial, CCRE.

2.4.3.3 La Red Latinoamericana sobre Industrias Extractivas y Desarrollo Sostenible (REDLIEDS)⁴⁴. La REDLIEDS es una iniciativa generada por el Proyecto M de la UNCTAD. Fue establecida en Lima en 2003, con el objetivo principal de promover la interconexión de las diversas instituciones cuyas actividades se relacionan con la temática del Desarrollo Sostenible y las industrias extractivas, con énfasis especial, en las actividades mineras. En esa línea se estableció un Convenio de Cooperación con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos del Perú para que, en colaboración con la UNCTAD, pusiera en marcha una red regional interactiva, que actualmente funciona en su página Web.

⁴³ FORUM EMPRESA. ¿Quiénes Somos? Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Santiago de Chile: 2006. Disponible en Versión HTML: <http://www.empresa.org/web/index.php?lang=1>

⁴⁴ REDLIEDS. Presentación. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Perú: 2003. Disponible en Versión HTML: <http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/>

2.5 PROYECTO DE MINERÍA, MINERALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MMSD)⁴⁵

La descripción de este proyecto inicia por las generalidades y sus objetivos para llegar a plantear cual es el aporte al sector de Desarrollo Sostenible y definir el marco conceptual sobre el tema que plantea el concejo internacional de minería y metales para finalmente con estas herramientas plantear el caso colombiano que es al aparte siguiente.

2.5.1 Generalidades del MMSD. El documento “Abriendo Brecha: Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible” presenta un análisis de un sector extenso y heterogéneo a lo largo de las etapas de exploración, producción, uso, reutilización, reciclaje y disposición final de los minerales y metales. El proyecto asumió desde el principio que el Desarrollo Sostenible podía brindar un marco de referencia útil para orientar al sector de los minerales. También se estimó que mediante la definición de desafíos –desde todas las perspectivas y en forma equilibrada– surgirían nuevas formas de avanzar.

Los productos minerales son esenciales para las sociedades y economías contemporáneas. Muchas necesidades básicas no pueden satisfacerse sin recurrir a ellos. Pero si la industria solamente responde a la demanda de productos minerales, está muy lejos de satisfacer lo que la sociedad espera de ella. El proceso de producción y utilización de los minerales podría ayudar a la sociedad a alcanzar otros objetivos, como generar puestos de trabajo: directos e indirectos, ayudar al desarrollo de las economías nacionales y asistir a las sociedades en el logro de metas de eficiencia, entre muchos más. En aquellos lugares donde la industria está lejos de satisfacer estos objetivos, se considera que no cumple con sus obligaciones y se genera un creciente rechazo hacia ella.

La industria de la minería y los minerales enfrenta algunos de los desafíos más complejos que puede tener cualquier sector industrial y actualmente es vista con desconfianza por muchas de las personas con las cuales trata a diario. No ha logrado convencer a algunos de sus integrantes y actores de que tiene una “licencia social para operar” en muchos lugares del mundo, a partir de las diversas expectativas que generan sus potenciales aportes:

⁴⁵ IIED. El Informe Final de MMSD. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Suiza: 2006. Disponible en Versión HTML: http://www.iied.org/mmsd/finalreport/abriendo_brecha.html.

- Los países esperan que el desarrollo de la minería impulse un crecimiento económico sostenido.
- Las comunidades locales esperan que la industria genere empleos, infraestructura y otros beneficios que contrarresten los riesgos e impactos que experimentan y, en definitiva, quedar en una mejor situación que al inicio del proyecto.
- Los empleados de la industria esperan contar con mejores condiciones de salud y seguridad laboral, con una mejor vida comunitaria y ser considerados al término de su fuente laboral.
- Los ciudadanos locales y los defensores de los derechos humanos esperan que las empresas respeten y apoyen los derechos básicos, incluso cuando estén operando en países donde el gobierno no coopera en estas materias.
- Las organizaciones ambientales esperan un mejor desempeño y que la industria evite operar en zonas delicadas en términos ecológicos y culturales.
- Los inversionistas esperan mayores ingresos y han demostrado una notoria preocupación ante los resultados financieros de la industria.
- Los consumidores esperan contar con productos seguros elaborados en procesos que cumplan con normas ambientales y sociales aceptables.

Las empresas tienen que hacer mucho más, en algunas ocasiones con menos recursos. Existen límites para las responsabilidades que las empresas pueden asumir ante la sociedad: la mayoría de la gente se sentiría incómoda en un mundo en el cual las empresas fueran las fuentes principales de educación y atención de salud, que actuaran como los principales organismos en la protección de los derechos individuales o que sustituyeran a los gobiernos. Otros actores, sobre todo los gobiernos, tienen roles muy importantes que cumplir. El gobierno debe propiciar un ambiente favorable, definir las exigencias que espera de la industria, garantizar que tales exigencias sean alcanzadas y disponer de incentivos y sanciones importantes que estimulen su cumplimiento. Tiene que prestar servicios más eficientes y proteger mejor los derechos de las minorías.

Para lograr el éxito será necesario mejorar la capacidad y el desempeño de todos los componentes del sector: la industria en todas sus etapas –desde la exploración hasta el procesamiento–, el gobierno, las organizaciones internacionales, las organizaciones no gubernamentales (ONG), las universidades, la sociedad civil, las comunidades, los trabajadores, las instituciones crediticias, las compañías

aseguradoras y los consumidores. Todos deberán aprender a lograr sus propios objetivos en forma tal que hagan avanzar a la sociedad en conjunto.

2.5.2 Objetivos del MMSD. Con este trasfondo, y teniendo en mente la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible realizada en el año 2002, nueve de las mayores empresas mineras del mundo decidieron iniciar un proyecto con el fin de analizar de qué manera el sector de los minerales aporta al Desarrollo Sostenible y cómo sería posible aumentar dicho aporte. A través del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), estas empresas contrataron al Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED), de Londres, para que llevara a cabo un proceso independiente de investigación y consulta durante dos años: el Proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible (Mining, Minerals and Sustainable Development –MMSD). En definitiva, el proyecto finalmente reunió a más de 40 patrocinadores comerciales y no comerciales. A partir de abril del año 2000, los equipos del proyecto trabajaron para lograr cuatro grandes objetivos:

- Evaluar el sector global de la minería y los minerales con respecto a la transición hacia el Desarrollo Sostenible.
- Identificar de qué manera pueden proveerse los servicios que forman parte de la cadena de abastecimiento de los minerales de tal modo que apoyen al Desarrollo Sostenible.
- Proponer elementos clave para perfeccionar el sistema de los minerales.
- Generar plataformas de análisis y de participación para el desarrollo permanente de las comunicaciones y de las redes de trabajo entre todos los actores del sector.

Abriendo Brecha presenta el análisis de un sector extenso y heterogéneo en sus diversas etapas de exploración, producción, uso, reutilización, reciclaje y desecho de minerales y metales. El proyecto asumió desde el principio que el Desarrollo Sostenible podía brindar un marco de referencia útil para orientar al sector de los minerales. También estimó que mediante la definición de desafíos –desde todas las perspectivas y en forma equilibrada– surgirían nuevas maneras de avanzar. Este Resumen Ejecutivo constituye una guía básica con respecto a los temas prioritarios que enfrenta el sector, tal como fueron identificados por MMSD a través de las consultas a los distintos actores, y describe algunas de las recomendaciones políticas más importantes surgidas en el proceso de consulta y análisis.

2.5.3 Contribución del Sector al Desarrollo Sostenible. Gran parte del contenido de Abriendo Brecha está basado en las investigaciones y consultas realizadas a través de procesos regionales en Australia, América del Norte, América del Sur y Sur de África. Tal como en el proceso global, los informes regionales se basan en un prolongado diálogo con actores clave en talleres, foros regionales, grupos asesores organizados en cada región y en las investigaciones encargadas para abordar temas prioritarios. La información obtenida de los equipos regionales permitió obtener una clara imagen de la contribución del sector al Desarrollo Sostenible y de las principales prioridades en sus respectivas regiones. Revistió especial importancia el haber identificado acciones específicas en cada región para orientar el futuro del sector. Los análisis y resultados regionales se encuentran disponibles en informes independientes.

La Tabla 3 muestra los principios del Desarrollo Sostenible desde sus diferentes esferas. Estas esferas permiten visualizar los ámbitos que le compete al Desarrollo Sostenible, dándole la importancia, amplitud y áreas de aplicación.

Tabla 3. Principios del Desarrollo Sostenible

Ámbito de aplicación	Principio
Esfera económica	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar al máximo el bienestar humano. • Garantizar un uso eficiente de todos los recursos, naturales u otros, a través de una optimización de las rentas. • Procurar identificar e internalizar los costos ambientales y sociales. • Mantener y mejorar las condiciones para la existencia de empresas viables.
Esfera Social	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar una distribución justa de los costos y beneficios del desarrollo entre todos los habitantes del planeta. • Respetar y reforzar los derechos fundamentales de los seres humanos, entre los que se incluyen las libertades civiles y políticas, la autonomía cultural, las libertades sociales y económicas y la seguridad personal. • Aspirar a mantener los avances en el tiempo. Garantizar que el agotamiento de recursos naturales no renovables no afectará a las futuras generaciones, mediante la sustitución de estos recursos por otras formas de capital.
Esfera Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar una administración responsable de los recursos naturales y el medio ambiente, incluyendo la reparación de los daños del pasado. • Reducir al mínimo los desechos y los daños ambientales en toda la cadena de abastecimiento. • Actuar con prudencia cuando los impactos sean desconocidos o inciertos. • Operar dentro de los límites ecológicos y proteger el capital natural fundamental.
Esfera de	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyar la democracia representativa, incluyendo la toma de decisiones

Ámbito de aplicación	Principio
Gobernabilidad	participativa. <ul style="list-style-type: none"> • Estimular la libre empresa dentro de un sistema de reglas e incentivos claros y justos. • Evitar una excesiva concentración de poder mediante un sistema eficiente de controles y balances apropiados. • Garantizar la transparencia mediante el acceso de todos los actores a información pertinente y precisa. • Garantizar la rendición de cuentas por las decisiones y acciones, las que deben fundamentarse en un análisis amplio y confiable. • Estimular la cooperación con el fin de generar confianza y fomentar los objetivos y valores comunes. • Garantizar que las decisiones sean tomadas en el ámbito apropiado y que se adhiera, en lo posible, al principio de subsidiariedad.

Fuente: El Informe Final de Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible – MMSD, 2006.

Los nueve desafíos clave planteados en el MMSD son los siguientes:

- **Viabilidad de la Industria de los Minerales.** La industria de los minerales no puede aportar al Desarrollo Sostenible si las empresas no pueden sobrevivir y prosperar. Para lo anterior se necesita una fuerza laboral segura, saludable, capacitada y comprometida; acceso al capital; una licencia social para operar; la capacidad para atraer y mantener una administración de excelente nivel; y la posibilidad de obtener rendimiento de la inversión.
- **Control, Uso y Manejo del Territorio.** La minería es uno más de los distintos usos que compiten por el territorio. Con frecuencia, no existe planificación o algún tipo de marco regulador que permita evaluar y manejar los usos posibles. En consecuencia, surgen a menudo problemas y desacuerdos en torno a temas tales como compensaciones, reasentamientos, demandas de tierra por parte de pueblos indígenas y áreas protegidas.
- **Minerales y Desarrollo Económico.** Los minerales poseen el potencial de aportar a la disminución de la pobreza y a un mayor desarrollo económico en el plano nacional. Los países se han dado cuenta de esto, pero con distinta suerte. Para alcanzar estos objetivos, deben establecerse marcos de referencia adecuados para la creación y el manejo de la riqueza mineral. Entre otros desafíos se encuentra el combate a la corrupción y la búsqueda de un equilibrio entre los beneficios locales y nacionales.
- **Comunidades Locales y Minería.** La minería también puede brindar beneficios en el plano local. Sin embargo, ciertas tendencias actuales, por

ejemplo, a la disminución de la fuerza laboral y a la contratación externa de servicios, tienen efectos negativos para las comunidades. El descontento social y la distribución desigual de los costos y beneficios dentro de las comunidades también pueden crear tensiones sociales. Para asegurar que las mejoras en salud y educación o la actividad económica perduren luego del cierre de las minas es necesario un nivel de planificación que, con demasiada frecuencia, no ha sido alcanzado.

- **Minería, Minerales y Medio Ambiente.** Las actividades del ciclo de los minerales generan un significativo impacto en el medio ambiente. Para manejar estos impactos con efectividad es necesario abordar temas pendientes referidos al manejo de enormes cantidades de desechos, la elaboración de métodos para internalizar los costos del desagüe de ácido, el mejoramiento tanto de la evaluación de impacto como de los sistemas de gestión ambiental y la planificación efectiva del cierre de minas.
- **Un Enfoque Integrado para la utilización de los Minerales.** El uso de los minerales es esencial para la vida moderna. No obstante, los modelos actuales de uso enfrentan un número cada vez mayor de desafíos, que van desde las inquietudes sobre eficiencia y reducción de los desechos hasta los riesgos asociados al uso de ciertos minerales. Las empresas que operan en las distintas etapas del ciclo de vida de los minerales pueden beneficiarse si aprenden a trabajar juntas en la exploración de nuevas formas de reciclar, reutilizar y refabricar productos, así como en el desarrollo de programas integrados de supervisión de productos y de control de la cadena de abastecimiento.
- **Acceso a la Información.** El acceso a la información es fundamental para generar mayores niveles de confianza y cooperación. La calidad de la información y su utilización, producción, transmisión, acceso y credibilidad influyen en conjunto en la interacción de todos los actores del sector. Una participación pública efectiva en la toma de decisiones, exige que la información esté disponible para el público en formas accesibles.
- **Minería Artesanal y en Pequeña Escala.** Varios millones de personas viven de la minería artesanal y en pequeña escala (MAPE). En muchos casos, la MAPE representa una importante –sino la única– fuente de ingresos. Esta parte del sector se caracteriza por los bajos ingresos, condiciones laborales inseguras, graves impactos ambientales, exposición a materiales nocivos, tales como los vapores de mercurio, y los conflictos con gobiernos y grandes empresas.

- **Gobernabilidad del Sector.** Roles, Responsabilidades e Instrumentos para el Cambio. El Desarrollo Sostenible exige la existencia de nuevos sistemas integrados de gobernabilidad. La mayoría de los países aún no cuenta con un marco regulador que les permita transformar la inversión minera en Desarrollo Sostenible: es necesario elaborar estos marcos. Los códigos y pautas voluntarias, procesos con participación de actores y otros sistemas que promueven mejores prácticas, en áreas en las que el gobierno es incapaz de asumir un rol eficaz como ente regulador, están abriéndose camino como recursos para abordar estos problemas. Las instituciones crediticias y otras instituciones financieras pueden desempeñar una función central en el impulso de las mejores prácticas.

2.5.4 Marco conceptual sobre Desarrollo Sostenible del Consejo Internacional de Minería y Metales – International Council on Mining and Metals – (ICMM). El Marco Conceptual Sobre Desarrollo Sostenible ha sido desarrollado por el ICMM para que, mediante su adopción, sus miembros corporativos lideren el mejoramiento de su desempeño hacia el Desarrollo Sostenible.

El marco está compuesto por cuatro elementos fundamentales, que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Elementos del Marco para el Desarrollo Sostenible del ICMM

Elemento	Descripción
Los 10 principios	10 principios para el Desarrollo Sostenible que los miembros corporativos deben implementar en sus negocios
Reportaje público	Los miembros corporativos se han comprometido a usar las guías de la GRI de 2002 y el Suplemento Sectorial sobre Minería y Minerales para reportar su desempeño hacia los 10 principios
Verificación Independiente	Esto proveerá aseguramiento independiente de que los miembros corporativos están cumpliendo sus compromisos para implementar los 10 principios y reportar su desempeño contra ellos.
Compartir buenas prácticas	El ICMM trabaja con otras organizaciones para desarrollar recursos prácticos para soportar la implementación de los 10 principios. Los recursos son diseminados a través de talleres, publicaciones y un sitio Web de buenas prácticas.

Fuente: ICMM. Sustainable Development Framework, Working Together to Improve Industry Performance. 2005.

2.5.4.1 Los 10 Principios del ICMM⁴⁶. En mayo de 2003, el Consejo del ICMM aprobó los principios del ICMM y comprometió a sus miembros corporativos a medir su desempeño en términos de Desarrollo Sostenible a la luz de estos principios.

Los principios son centrales para el marco conceptual sobre Desarrollo Sostenible del ICMM y fueron extraídos del informe del proyecto MMSD, Abriendo Brecha. Estos principios son:

Principio 1. Implementar y mantener prácticas éticas de negocios y sistemas sólidos de gobierno corporativo.

- Elaborar e implementar declaraciones corporativas sobre principios y prácticas éticas de negocios, que la administración se compromete a hacer cumplir.
- Implementar políticas y prácticas dirigidas a prevenir el soborno y la corrupción.
- Cumplir o ir más allá de los requisitos exigidos por las leyes y reglamentos del país anfitrión.
- Trabajar con los gobiernos, la industria y otras partes interesadas para el logro de políticas públicas, leyes, reglamentaciones y procedimientos que faciliten la contribución del sector de la minería, minerales y metales al Desarrollo Sostenible en el marco de las estrategias nacionales en este ámbito.

Principio 2. Integrar los temas de Desarrollo Sostenible al proceso de toma de decisiones de la empresa.

- Integrar los principios de Desarrollo Sostenible a las políticas y prácticas de la empresa.
- Planificar, diseñar, operar y cerrar operaciones de una manera que contribuya al Desarrollo Sostenible.
- Implementar buenas prácticas e innovaciones para mejorar el desempeño social, ambiental y económico, al mismo tiempo que se aumenta el valor para el dueño o accionista.

⁴⁶ ICMM. Marco Conceptual Sobre Desarrollo Sostenible del ICMM: Principios del ICMM. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: www.icmm.com/publications/ICMM_Principles_es.pdf.

- Alentar a clientes, socios comerciales y abastecedores de bienes y servicios a adoptar principios y prácticas equiparables a las propias.
- Brindar formación en Desarrollo Sostenible para garantizar capacidades adecuadas del personal propio y los contratistas, a todos los niveles.
- Apoyar las políticas y prácticas de gestión públicas dirigidas a promover la apertura y competitividad de los mercados.

Principio 3. Apoyar los derechos humanos fundamentales y el respeto por culturas, costumbres y valores, en la relación con los empleados y otros grupos afectados por nuestras actividades.

- Garantizar remuneración y condiciones laborales justas para todos los empleados y no utilizar mano de obra forzada, coercitiva o trabajo infantil.
- Tomar medidas para lograr una participación constructiva de los empleados en temas de mutuo interés.
- Implementar políticas y prácticas de gestión para eliminar cualquier forma de hostigamiento o discriminación en todos los aspectos de nuestras actividades.
- Garantizar que todo el personal de jerarquía, incluido el del área de seguridad, ha recibido formación y cuenta con orientación adecuada en materia de derechos humanos y culturales.
- Reducir al mínimo el reasentamiento involuntario y compensar con justicia los efectos adversos sobre la comunidad, cuando estos no pueden ser evitados.
- Respetar la cultura y el patrimonio de las comunidades locales y de los pueblos indígenas.

Principio 4. Implementar estrategias de gestión de riesgo basadas en información válida y una sólida base científica.

- Abordar la identificación, evaluación y gestión de todos los impactos sociales, de salud y seguridad, ambientales y económicos significativos asociados con nuestras actividades en consulta con las partes interesadas y afectadas.
- Garantizar la revisión y actualización regular de los sistemas de gestión de riesgo.

- Informar a las partes potencialmente afectadas sobre cualquier riesgo significativo originado por las operaciones, así como sobre las medidas que se tomarán para manejar con eficacia dichos riesgos.
- Desarrollar, mantener y poner a prueba procedimientos eficaces de respuesta a emergencias, en colaboración con las partes potencialmente afectadas.

Principio 5. Buscar el mejoramiento continuo de nuestro desempeño en salud y seguridad.

- Implementar un sistema de gestión centrado en el mejoramiento continuo de todos los aspectos de aquellas operaciones que podrían tener un impacto significativo sobre la salud y la seguridad de nuestro personal, contratistas y comunidades de los lugares en donde operamos.
- Adoptar todas las medidas prácticas y razonables para eliminar la ocurrencia en el lugar de trabajo de accidentes fatales, lesiones y enfermedades de nuestro personal y de contratistas.
- Capacitar a todos los empleados en los temas de salud y seguridad, así como exigir que los empleados de contratistas hayan recibido una formación similar.
- Implementar supervisiones periódicas de salud de los empleados y monitoreos de riesgo.
- Rehabilitar y reincorporar a los empleados que han sufrido enfermedades o lesiones, siempre que sea posible.

Principio 6. Buscar el mejoramiento continuo de nuestro desempeño ambiental.

- Evaluar los impactos ambientales positivos y negativos, directos e indirectos, así como acumulativos, de los nuevos proyectos, desde la exploración hasta el cierre de operaciones.
- Implementar un sistema de gestión ambiental dirigido al perfeccionamiento continuo en la revisión, prevención o mitigación de los impactos ambientales adversos.
- Rehabilitar los terrenos alterados u ocupados por las operaciones, según los usos posteriores apropiados de los mismos.

- Asegurar el almacenamiento y disposición segura de los desechos y residuos de proceso.
- Diseñar y planificar todas las operaciones de manera que se pueda disponer de los recursos adecuados para cumplir con los requisitos de cierre de las mismas.

Principio 7. Contribuir a la conservación de la biodiversidad y a enfoques integrados de planificación territorial.

- Respetar las áreas protegidas establecidas por ley.
- Divulgar información científica sobre evaluación y manejo de la biodiversidad, así como promover prácticas y experiencias al respecto.
- Apoyar la elaboración e implementación de procedimientos científicamente sólidos, inclusivos y transparentes en el desarrollo de enfoques integrados a temas de planificación territorial, biodiversidad, conservación y minería.

Principio 8. Facilitar y estimular el diseño, uso, reutilización, reciclaje y disposición responsables de nuestros productos.

- Avanzar en la comprensión de las propiedades de metales y minerales y los efectos de su ciclo de vida sobre la salud humana y el medio ambiente.
- Conducir o respaldar investigación o innovación en el uso de productos y tecnologías seguras y eficientes en cuanto a utilización de energía, recursos naturales y otros materiales.
- Desarrollar y promover el concepto de gestión integrada de materiales a través de toda la cadena de valor de los metales y minerales.
- Suministrar a las instancias reguladoras y otras partes interesadas información y análisis con fundamentos científicos sólidos acerca de nuestros productos y operaciones, que sirvan de base para las decisiones normativas.
- Apoyar la elaboración con base científicamente sólida de políticas, reglamentaciones, así como de estándares de producto y selección de materiales que estimulen el uso seguro de los derivados de minerales y metales.

Principio 9. Contribuir al desarrollo social, económico e institucional de las comunidades situadas en nuestras áreas de operación.

- Involucrarse, desde la etapa más temprana posible, con las partes probablemente afectadas para discutir y dar respuesta a los temas y conflictos relacionados con el manejo de los impactos sociales.
- Garantizar la instauración de sistemas adecuados para la interacción continua con las partes afectadas, asegurándose que las minorías y otros grupos marginados disponen de medios equitativos y culturalmente justos para involucrarse en el proceso.
- Contribuir al desarrollo comunitario desde el inicio hasta el fin del proyecto, en colaboración con las comunidades anfitrionas y sus representantes.
- Estimular la cooperación con gobiernos y organizaciones no gubernamentales para garantizar que los programas (tales como los relativos a salud comunitaria, educación y desarrollo de negocios locales) estén bien diseñados y sean aplicados con eficacia.
- Contribuir al desarrollo social y económico mediante la búsqueda de oportunidades para enfrentar la pobreza.

Principio 10. Implementar con nuestras partes interesadas mecanismos de información, comunicación y participación que sean efectivos, transparentes y verificables independientemente.

- Informar sobre nuestro desempeño y contribución económica, social y ambiental al Desarrollo Sostenible.
- Suministrar información oportuna, precisa y relevante.
- Comprometerse con las partes interesadas y responder a sus demandas a través de procesos públicos de consulta.

2.5.4.2 Reportaje Público. A partir de enero de 2005, los miembros del ICMM deben usar las Guías de Reportaje de 2002 de la GRI, en conjunto con su Suplemento Sectorial de Minería y Metales, para reportar su desempeño económico, ambiental, en derechos humanos y sociales contra los 10 principios. Esto incluye indicadores de desempeño específicos así como principios para buena información, como integridad y materialidad.

2.5.4.3 Verificación Independiente. El ICMM comenzó el trabajo en este elemento en enero de 2005, con el objetivo de proveer verificación independiente de que sus miembros estén cumpliendo sus dos compromisos: Implementar los 10 principios y reportar su cumplimiento, de acuerdo con la GRI. A la fecha, aún no ha publicado la versión final de las guías de implementación de este elemento.

2.5.4.4 Compartir Buenas Prácticas⁴⁷. El ICMM trabaja con otras organizaciones para poner en práctica los 10 principios y para desarrollar proyectos que soportan directamente la implementación de al menos uno de los 10 principios. Los resultados de estos proyectos son compartidos a través de publicaciones, talleres y participación en eventos y conferencias.

El acceso a las buenas prácticas desarrolladas por el ICMM y otros se ofrece a través de un sitio Web de buenas prácticas, desarrollado por el ICMM, el PNUMA, el Departamento Británico para el Desarrollo Internacional y la UNCTAD.

2.6 CASO COLOMBIANO

El tema de Desarrollo Sostenible en la minería colombiana ha pasado por diferentes etapas pero antes de hacer mención a la introducción de este concepto en la jerga minera colombiana se hará una breve reseña del proceso y control minero en el país y finalmente se regresará a la conceptualización para fijar una posición sobre el mismo en el desarrollo minero colombiano.

La planificación de los recursos minerales (como los metales preciosos, las rocas, minerales industriales y energéticos) históricamente quedó en manos de los operadores privados, los cuales definieron su alcance y proyección económica, aunque el estado en las últimas décadas está haciendo esfuerzos importantes para cambiar este hecho, aún falta implementar mecanismos de control que

⁴⁷ ICMM. Good Practice. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://www.goodpracticemining.org/>.

garanticen que los compromisos adquiridos por los operadores privados sean cumplidos.

En la misma vía, la ubicación de la minería en la cadena de valor nacional es muy heterogénea y en gran medida está influenciada por el grado de integración vertical que exista entre la minería y el procesamiento.

El control estatal, aunque se ha modificado desde la entrada en vigencia de la constitución política de 1991, ha estado limitado en muchos casos a que el promotor del proyecto presente informes, que no son evaluados bajo el alcance real de sus impactos e interacciones con el medio, y que éste los prepare sólo para que la autoridad minera apruebe los tramites legales dejando sin fundamento claro las acumulaciones de estos reportes en las Secretarías de Minas Departamentales, Ingeominas y los demás entes de control de la actividad minera.

Con base en lo anterior es procedente afirmar que no hubo criterios de sostenibilidad en el dimensionamiento y gestión de las actividades extractivas de minerales en el país desde su conformación como nación casi hasta finalizar el siglo XX aunado a que no se cuenta con herramientas de valoración de recursos minerales bajo el esquema de Desarrollo Sostenible que, además de permitir el conocimiento de la riqueza mineral, permitiera la sistematización de la información para obtener mayor utilidad de la misma y poder replantear las políticas locales de explotación de recursos minerales de cualquier tipo, teniendo presente su incidencia en el futuro inmediato de las diferentes regiones del país.

En términos generales las políticas y estrategias de los Gobiernos no contenían mecanismos de concertación, criterios definidos de sostenibilidad y medidas que aseguraran impactos positivos en el desarrollo económico y social y se permanecía desalineado de los aspectos de discusión mundial sobre el tema de Desarrollo Sostenible, es decir, se tenía el concepto de minería desligado de los actores en que impactaba, no teniéndose un modelo económico para la actividad minera con criterios de sostenibilidad.⁴⁸ Elkin Vargas en su trabajo titulado La política minera para el desarrollo sostenible expresa:

“Las políticas y estrategias de los Gobiernos han carecido de mecanismos de concertación, de sólidos criterios de sostenibilidad y de planes de acción que aseguren que la actividad minera impacte positivamente el desarrollo económico, y que no han cubierto aspectos claves en la discusión mundial sobre minería y desarrollo sostenible, tales como la forma de lograr mayor entendimiento entre los diferentes actores del sector minero y la creación de

⁴⁸ La política minera para el Desarrollo Sostenible. Elkin Vargas P. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 2004.

sistemas de gestión a nivel organizacional que hagan viable un modelo económico para la actividad minera con criterios de sostenibilidad.”

A partir del nuevo código de minas⁴⁹ y enfilados hacia el Desarrollo Sostenible entidades como el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Minas y Energía en colaboración con otros entes estatales y privados han puesto de marco las guías minero ambientales para el otorgamiento de licencias los cuales son un importante avance en el sector ya que unifican criterios en cuanto a requerimientos y presentación de la información.

En la actualidad también existen otros entes adelantando propuestas e investigaciones sobre Desarrollo Sostenible entre las que podemos mencionar La Comisión de Regulación de Energía (CREG), Ingeominas, Universidad Nacional de Colombia y Universidad de los Andes, entre otros.

Una de las iniciativas desde el punto de vista estratégico más importante es la visión del sector minero energético en el Plan Visión Colombia 2019⁵⁰ donde se hace referencia a la meta de: “Por último, en el sector de la minería, Colombia deberá mantenerse durante los próximos años entre los cinco países de Latinoamérica destino de las inversiones del mundo y duplicar la producción minera.”

Adicionalmente en este mismo documento y con relación específica al Desarrollo Sostenible manifiesta “ASEGURAR UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE: En 2019 Colombia deberá alcanzar sus metas de desarrollo económico y social con fundamento en el aprovechamiento sostenible del medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad. Deberá para esto enfatizarse en la inclusión de criterios ambientales en los procesos de planificación sectorial y territorial, y definir un marco regulatorio moderno y eficaz. Con esto, en 2019 los procesos de pérdida o degradación de los recursos naturales y los ecosistemas estratégicos deberán haber disminuido o revertido, y los problemas de contaminación de los centros urbanos e industriales deberán haber caído a niveles tolerables hacia el 2019.”

El Ministerio de Minas y Energía ha venido trabajando en diferentes frentes para involucrar el concepto de Desarrollo Sostenible en su discurso y acciones y es así

⁴⁹ Código de Minas de la República de Colombia. Ley 685/2001. Disponible en internet. [Hpt://www.minminas.gov.co](http://www.minminas.gov.co)

⁵⁰ Plan Visión Colombia 2019. Documento en PDF [online]. Disponible en Versión HTML: [hpt://www.portafolio.com.co/porta_dono_online/otros_doc_porta/otros2003/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-2188722.html](http://www.portafolio.com.co/porta_dono_online/otros_doc_porta/otros2003/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-2188722.html)

como en Los lineamientos de la Política de Estado del Sector Minero⁵¹ expresa que se implica que todas las normas y conceptos relacionados con la actividad minera guarden armonía con la filosofía original del Código de Minas en el sentido de:

“... fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada, estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de Desarrollo Sostenible y del fortalecimiento económico y social del país...” (art. 1 de la Ley 685/2001 Código de minas).

En este mismo documento se realiza la importancia del conocimiento geológico minero del país para permitir que este sector continúe siendo un importante motor del desarrollo económico colombiano, así mismo define la verificación por parte del Gobierno que los proyectos mineros se realicen de una manera técnica, económica, social y ambientalmente sostenible.

Aunque en el caso colombiano se ha avanzado en la definición de políticas, se tiene un reto importante en la verificación e implementación de estas medidas dado que las expectativas de inversión en el sector son muy favorables, por el amplio potencial geológico minero disponible en el país y en su diversidad de ambientes de formación con presencia de carbón, metales preciosos (oro, plata y platino), ferroníquel, esmeraldas, hierro, cobre y sal, entre los más reconocidos, además de contar con otros productos como rocas ornamentales, arcillas, roca fosfórica, concentrados metálicos de cobre, molibdeno, zinc, manganeso, entre otros, que aunque menos explorados representan un alto potencial de desarrollo dada su comerciabilidad.

El Desarrollo Sostenible exige que se considere el efecto posible de un recurso sobre el tejido social y las capacidades sociales y económicas de las comunidades y de la región, esta tarea plantea interrogantes sobre la naturaleza de las necesidades que deberán ser atendidas, determinar quiénes deberán responder a esas necesidades, el momento en que se deberán efectuar cambios y la responsabilidad de la industria-estado para atender las necesidades y efectuar los cambios, es este uno de los puntos en que se debe enfocar los análisis de la minería colombiana.

⁵¹ Lineamientos de la Política de estado, Sector Minero. Documento disponible en pdf en la pagina [http://www.minminas.gov.co/minminas/sectores.nsf/870e3d03e406864905256def0072494c/82463f9671cc138805256def0070bd16/\\$FILE/_n9hkmspb1dlkmarjkdtpi0p354186ur51ehkm6o909lkmspbic4_.pdf](http://www.minminas.gov.co/minminas/sectores.nsf/870e3d03e406864905256def0072494c/82463f9671cc138805256def0070bd16/$FILE/_n9hkmspb1dlkmarjkdtpi0p354186ur51ehkm6o909lkmspbic4_.pdf).

En cuanto a políticas sectoriales, el ministerio de minas publicó los lineamientos que regirán la actividad en el país y que se encuentran expresados en los documentos internos del Ministerio de Minas y Energía titulados: Política de Administración del recurso, de Promoción del país en el ámbito minero y de mejoramiento de la productividad y la competitividad. En la primera se propende que la administración del recurso minero, se realice bajo criterios de eficiencia, eficacia y efectividad así como también, determinar las condiciones reales en que se realizan las explotaciones mineras para mejorar el control estatal sobre la actividad. En la segunda se busca lograr la promoción e inserción del país en el contexto internacional minero, basados en condiciones favorables que Colombia tiene desde el punto de vista natural (geopolítica y geología) y en la adecuación de su normatividad y su estructura institucional para estar al mismo nivel de atracción de inversión de los demás países latinoamericanos y en la tercera busca que la minería informal avance hacia formas de producción en donde el desarrollo empresarial le permita ser más competitiva, más rentable y menos perturbadora del ambiente y del entorno social, es decir, más sustentable.

El reto en minería y el compromiso por hacer las cosas bajó la óptica de Desarrollo Sostenible contenida en el informe Brundtland debe ser un mandato para las personas que toman las decisiones mineras en el país dado que en ellas esta dicha responsabilidad. En resumen se ha avanzado en las definiciones conceptuales de la aplicación del Desarrollo Sostenible en Colombia y se está en camino de definir las herramientas que permitan la validación y el seguimiento a la aplicación de estos conceptos.

Coincido con lo planteado por Autores como Víctor, Constanza, Daly y Pearce que plantean el logro de políticas sostenibles en extracción de minerales a través de la limitación de las tasas de extracción por debajo de las tasas de sustitución por recursos renovables así como que el medio ambiente sea utilizado por debajo de las tasas de asimilación de emisiones, pero debe adicionarse y sin tener menor importancia que las comunidades donde se desarrollan o no los proyectos mineros tengan acceso a los proyectos antes, durante y posterior a su ejecución pues la razón de todo proceso económico es la sociedad.

Adaptando lo planteado por Sergio Lopera⁵² [2005], un proceso extractivo, evaluado bajo la teoría de desarrollo sostenible, debe contener como mínimo las siguientes premisas:

- Invertir parte de la renta en la búsqueda de sustitutos renovables y de bajo impacto ambiental y social.

⁵² Lopera C. Sergio Hernando, 2005: Petróleo y sostenibilidad energética: Caso Colombia. Aportes, 028, 107-120.

- Garantizar la protección del capital natural crítico, es decir el que garantiza las funciones medioambientales que sirven de soporte a la vida y para las cuales no existe ningún sustituto en términos de capital manufacturado o humano.
- Establecer criterios para garantizar que las emisiones sean menores a las tasas de asimilación del medio ambiente y que con las actividades directas o indirectas no se reduce la esta capacidad de asimilación.
- Establecer las retribuciones por impactos generados por la explotación sobre la economía y condiciones de vida de las comunidades afectadas directa o indirectamente.

En el siguiente capítulo y con el fin de entender claramente porque deben ser tenidos en cuenta los principios de desarrollo sostenible y los conceptos planteados en este capítulo se hace una descripción del proceso minero de manera generalizada para que pueda con esto determinarse cuales son los riesgos inherentes a cada una de las actividades mineras.

3. PROCESO MINERO GENERALIZADO

En el presente capítulo se hará una breve descripción de los procesos que involucra la actividad minera incluyendo exploración, extracción, beneficio⁵³ y abandono. El objetivo de este aparte del trabajo es definir el como se hace la minería para conocer las tareas e impactos en el sistema donde se desarrolla el proceso y definir la evaluación ambiental que deberá realizarse.

El proceso minero se define en el modelo minero y depende de la disposición geológica del mineral de interés. Para ver los procesos de manera detallada se pueden consultar los libros técnicos sobre el tema⁵⁴.

3.1 DEFINICIONES

La minería ha sido el motor que impulsó el crecimiento económico de países como Inglaterra (y en general el continente europeo), en los siglos XIX y XX y Estados Unidos de América en el siglo XX y XXI y el reino Español que en los siglos XV, XVI y XVII desarrolló minería en escala ajustada a la época en lo que hoy se conoce como América Latina. Hoy día existe minería a pequeña, mediana y gran escala en todos los países del mundo siendo esta actividad un componente importante del producto interno bruto de muchos de ellos y en especial de los que han sido denominados en vías de desarrollo.

La minería es la extracción de minerales o elementos de la tierra; esta definición cubre todos los aspectos de elementos provenientes de la corteza terrestre y que son utilizados por el hombre en su beneficio. Un enfoque más técnico implica un proceso de exploración, modelamiento geológico, planeamiento minero, extracción, beneficio y abandono de instalaciones. Los minerales normalmente son clasificados en grupos dentro de los cuales se tienen: metálicos, no metálicos o minerales industriales, materiales de construcción y energéticos.

Una vez se ha identificado un depósito extraíble (desde el punto de vista minero y bajo el enfoque de valoración directa de bienes transados en mercado o de carácter estratégico) se plantea, basados en el modelo geológico, el sistema de

⁵³ Proceso de concentración o separación de minerales.

⁵⁴ Ragan, Donald M. Geología estructural: introducción a las técnicas geométricas, Ed. Omega, Barcelona, 1980.

Rogers, John J.W. Fundamentos de geología. Ed Omega, Barcelona, 1969.

explotación minera, que puede ser a cielo abierto o minería subterránea, según la distribución geológica que este presente y las relaciones de descapote⁵⁵.

Minería a cielo abierto implica descapote o remoción de la capa vegetal, extracción de los niveles meteorizados o de estériles y extracción de los minerales o rocas aprovechables. Aunque normalmente las explotaciones en cauces de ríos se enmarca en una clasificación independiente para efectos prácticos se incluye en la minería a cielo abierto haciendo la claridad del impacto que esta actividad tiene sobre la corriente de agua tanto aguas arriba como aguas abajo de la explotación.

En la minería subterránea se trata de seguir los cuerpos mineralizados o capas de minerales (caso de minería subterránea de carbones o filones de oro) para que la relación de material estéril a remover versus el material aprovechable sea más baja. Este tipo de minería cuenta con sistemas de ventilación y drenaje de aguas subterráneas que permiten el desarrollo seguro de las operaciones.

Normalmente para los procesos extractivos se hacen procesos previos de perforación y voladura para facilitar el rendimiento de los equipos de excavación (palas, retroexcavadoras, mineros continuos, entre otros), así como facilitar la construcción de vías e infraestructura de soporte minero.

Una vez extraídos los minerales, independiente al tipo de minería utilizado, los minerales obtenidos son llevados a procesos de beneficio de minerales en los que puede involucrarse trituración, clasificación y tratamientos químicos.

3.2 SECUENCIA DETALLADA DE IDENTIFICACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UN DEPÓSITO MINERAL

En este aparte se hace una descripción de los pasos que se realizan para extraer un mineral o minerales de la corteza terrestre.

3.2.1 Exploración y definición del modelo minero. En esta fase se busca identificar la localización, propiedades y disposición del mineral o roca de interés, es decir, recabar toda la información necesaria para definir y construir el modelo

⁵⁵ Relación de descapote es la relación de material estéril a mover por cada unidad de material de mena. En minería de carbón a cielo abierto por cada tonelada de este mineral deben moverse aproximadamente 7 metros cúbicos banco de material que cubre el manto de carbón.

geológico que servirá de base para plantear la mejor manera de extraer el mineral de interés o el modelo minero.

En la identificación de un depósito de minerales se busca, como primer paso, la información secundaria⁵⁶ en la cual se identifican las áreas o zonas de posible interés y se realizan recorridos de campo en los que se pueda verificar lo registrado en la información consultada. Posteriormente y basados en la información obtenida se programa la segunda fase de la exploración que involucra métodos directos⁵⁷ o indirectos⁵⁸ que permiten definir la localización, propiedades y disposición del mineral o minerales de interés para expresar de una manera gráfica, lo más aproximadamente posible, como esta dispuesto y cual es la manera en que varían sus propiedades. Es importante mencionar que las inversiones en la etapa exploratoria tienen relación directa con la fase del proyecto, es decir, si se encuentra en prefactibilidad, factibilidad o diseño.

Entre los métodos directos más comunes están:

- Excavaciones manuales de apiques⁵⁹ y trincheras⁶⁰. Utilizados para evaluar yacimientos superficiales o aluviones recientes, son de uso generalizado en exploraciones geotécnicas⁶¹ y sirven adicionalmente para verificar continuidad de depósitos en superficie.
- Pilas⁶², perforaciones rotatorias corazonadas y perforaciones con tricono. En las corazonadas, se recuperan los núcleos que son evaluados geológicamente tanto en laboratorio como en campo y en las de tricono se evalúan los detritos provenientes de la perforación y/o los lodos de perforación lo que, relacionado con la profundidad, provee a los geólogos indicios claros de las características de las formaciones que se están atravesando.

⁵⁶ Hace referencia a la información contenida en mapas geológicos, boletines, planes de ordenamiento, fotografías aéreas, imágenes de satélite y cualquier otro estudio geofísico o geoquímica al cual se tenga acceso y este debidamente cartografiado.

⁵⁷ Perforaciones, descripción de perfiles litoestratigráficos expuestos, etc. Ver bibliografía geológica sobre métodos de exploración del subsuelo para un mayor detalle.

⁵⁸ Métodos de exploración del subsuelo utilizando geofísica o geoquímica. Ver bibliografía geológica sobre métodos de exploración del subsuelo para un mayor detalle.

⁵⁹ Excavación de forma de cúbica realizada de manera manual o con equipo y que alcanza hasta cuatro metros de profundidad y un metro por un metro en superficie.

⁶⁰ Ídem al apique pero la dimensión en superficie es de aproximadamente un metro de ancho y puede tener hasta un par de cientos de metros de longitud.

⁶¹ Utilizadas para evaluar condiciones geomecánicas y tomar muestras de suelos para efectos de construcción de obras menores de infraestructura.

⁶² Huecos cilíndricos normalmente con diámetro en superficie no superior a dos metros y en las que se alcanzan profundidades de hasta 30 metros, éstas son aseguradas mediante anillos para garantizar la estabilidad y evitar desplomes o derrumbes de las paredes.

Dentro de la exploración inicial se Incluyen otros trabajos conexos como son levantamientos topográficos, apertura de trochas, censos, reconocimiento de predios y el trabajo de campo de las comisiones de profesionales de las diferentes áreas para la obtención de toda la información necesaria.

Una vez encontrado el mineral de interés, definida su disposición, propiedades y localización, consignando esta información en los planos e informes, se determina la mejor manera de extraerlo y se pasa a realizar la legalización de la explotación.

3.2.2 Legalización de explotación. Incluye las actividades asociadas a la legalización de la explotación a todos los niveles (licencia ambiental, licencia de explotación minera, concesiones, etc.). Esta varía de acuerdo a la normatividad nacional o local, el país y el recurso que se pretenda extraer.

Este trámite, dependiendo de la legislación del país, debe hacerse previo, paralelo o posterior a la exploración. En algunos países como en Colombia el estado hace un contrato de concesión en este se involucra desde la fase de exploración hasta el abandono, en otros durante el proceso de exploración sólo se requiere obtener los permisos (incluye planes de manejo ambiental) y la legalización de la explotación sólo se hace una vez el depósito esta definido.

En la actualidad los estados, en su mayoría, son los dueños del subsuelo y quienes otorgan derechos de explotación sobre los recursos en él contenido y los ciudadanos son dueños del suelo (Vg. caso Colombia), es por esta razón que aunque el estado otorgue licencia de extracción, se debe acordar con el ciudadano el derecho de uso del suelo.

En este paso es cuando más activamente las poblaciones afectadas pueden participar del proceso de manera que se realice la internalización de externalidades sociales que el proyecto minero involucrará y se generen los compromisos del estado, el minero y la comunidad a los cuales se les hará seguimiento en las diferentes fases del proyecto. La socialización del proyecto es la manera de garantizar que se generen vínculos entre los interesados.

Cuando este paso se encuentra completo se pasa a realizar la negociación y compra de predios.

3.2.3 Negociación y compra de predios. Esto incluye la negociación de predios y traslado de población, constitución de servidumbres, alindamiento de terrenos adquiridos y legalización. Este proceso suele facilitarse si hubo una etapa previa de socialización exitosa, es decir si fue lo suficientemente claro para todas las

partes involucradas, para que las expectativas no sobrepasen los reales alcances del proyecto. Este proceso se da a diferentes niveles dependiendo del tamaño de la explotación o mina.

Cuando el minero cuenta con los predios se inicia el proceso de generación de empleo en el área de la mina.

3.2.4 Generación de empleo directo. Vinculación del personal (temporal o permanente) requerido para las labores de desarrollo de las áreas a minar, del proceso minero y de operación de apoyo a la minería como suministros, compras, etc.

Dependiendo de la magnitud del proyecto minero, su localización, características de contratación, comunidades cercanas y demás características del entorno se generan diferentes dinámicas sociales que pueden ser planeadas para mitigar los impactos generados.

Las anteriores características tienen influencias en las dinámicas económicas dado que determinan hacia donde se dirigirán los flujos de efectivo, un ejemplo es el caso de algunas minas en Australia o de la operación de Puerto Bolívar de Cerrejón Colombia, zonas de extracción apartadas y donde los empleados entran y salen vía aérea sin tener contacto con las comunidades asentadas en la región allí los flujos de dinero provenientes del gasto de los trabajadores se realiza en sus ciudades de origen y son asimiladas dentro de la dinámica de su centro poblado.

3.2.5 Generación de empleo indirecto. Vinculación del personal (temporal o permanente) requerido para ofrecimientos de bienes y servicios. Aplican los conceptos dados en el aparte de generación de empleo directo en el cual gran parte de estas posiciones así como los flujos de recursos se desarrollan en centros poblados distantes a los centros de producción minera, caso fabricación de partes y repuestos para proveer a la mina.

3.2.6 Apoyo a las actividades del área de influencia. La empresa minera participa en la ejecución de proyectos para el beneficio de las comunidades asentadas en la zona donde se desarrollará la minería. Estos proyectos son concebidos con el apoyo de las administraciones municipales y con la participación activa de las comunidades beneficiadas.

Este tipo de actividades busca que la población se alinee con los objetivos corporativos para de esta manera facilitar las comunicaciones con las

comunidades, generar sentido de pertenencia de la empresa en la comunidad y generar mejor ambiente para que sus empleados obtengan mejor calidad de vida y por ende mejoren las productividades todo lo anterior para obtener la licencia social de operación que es la que facilita el acceso de las compañías mineras a los recursos o los excluye de su extracción.

3.2.7 Demanda de bienes y servicios. Compra o adquisición de bienes y servicios requeridos por el personal y de los equipos, con el fin de garantizar el normal montaje de la infraestructura requerida por la operación minera.

Se incluye en esta actividad la interacción del personal de la mina y de las empresas asociadas a la explotación con las comunidades externas a la explotación, tales como centros poblados, sitios donde se tienen instaladas estaciones de monitoreo por fuera de las explotaciones y cabeceras municipales.

3.2.8 Remoción de vegetación. Retiro de especies arbóreas y arbustivas para la preparación de áreas de explotación o adecuación de botaderos. Este material está compuesto por la porción maderable y la no maderable, la primera es utilizada en muchos casos para consumo en la mina y se entrega a la comunidad, la segunda se lleva a la zona de acopio de horizonte A.⁶³

3.2.9 Construcción y montaje de infraestructura. Construcción de toda la infraestructura necesaria para brindar apoyo a la operación minera, tales como oficinas, talleres, carreteras, vías férreas, campamentos, sitios de acopio, sitios de beneficio (trituration, lavado, cargue), tendidos eléctricos, desviación de corrientes, puentes, desvíos, etc.

3.2.10 Operación de instalaciones domésticas. Operación de campamentos y oficinas. Incluye el mantenimiento y monitoreo de sistemas de tratamiento de aguas residuales, domésticas; así como los mantenimientos de redes eléctricas, sistemas de aire acondicionado, lavandería, comedor, entre otros.

3.2.11 Operación de vías de transporte. Operación de las vías de transporte (carreteras o vías férreas) y su conexión desde el centro de acopio con otras carreteras o línea férrea de carácter nacional, hasta su destino final – puerto en el mar.

⁶³ Hace referencia a la clasificación del perfil de meteorización propuesto por Deere & Patton, 1971.

3.2.12 Apertura de nuevos frentes de minería. Inicio o ampliación de áreas de explotación que implica el incremento de área intervenida.

3.2.13 Remoción y acopio del horizonte A. Remoción de la vegetación y capa superior de suelo, la cual se encuentra generalmente representada por los horizontes O, A y B del material edáfico; de las áreas necesarias para la construcción de vías, canales, oficinas, talleres, vía férrea y zonas que serán utilizadas como botaderos.

3.2.14 Perforación y voladura. Algunos estériles que yacen sobre las formaciones de interés económico corresponden a material consolidado, que debe ser fracturado con voladuras para su remoción. Para la preparación de estas voladuras, se perfora el terreno y se coloca una carga explosiva, la cual será activada de manera controlada, para lograr el fraccionamiento en tamaños fáciles de manipular con excavadoras.

Para la perforación, se utilizan taladros rotatorios provistos de brocas tricónicas, ya sean para rocas blandas o para rocas duras. El barrido de los residuos producidos por la broca, se hace inyectando aire comprimido a lo largo del barreno a medida que avanza la perforación, lo cual sirve, a su vez, para controlar la temperatura de la broca.

3.2.15 Excavación, transporte y depósito de estéril. Las labores de remoción de estéril están determinadas por el método de explotación definido en el diseño minero. En dicha definición juega un papel preponderante, tanto el equipo a utilizar, como las características del conjunto de rocas que han de ser removidas. Con respecto al equipo, habrá de considerarse el alcance del brazo de la excavadora, del cual dependerán la altura de los bancos de explotación y la ubicación de los estériles. De igual forma, se tendrá en cuenta la capacidad del cucharón, la cual determina el rendimiento de la máquina. Los equipos frecuentemente utilizados para la remoción de estéril son las palas hidráulicas, tractores de orugas y de llantas, cargadores y moto traíllas.

Simultáneamente se requiere un control para el manejo de aguas lluvias y aguas infiltradas, que normalmente son extraídas por bombeo con la ayuda de un drenaje localizado.

3.2.16 Excavación, transporte y depósito de mineral a zonas de acopio. Las labores para la extracción de minerales están determinadas por el método de explotación seleccionado y son definidas en el diseño de la mina ajustada a la selección del equipo con el cual se va a acometer la extracción del mineral.

La extracción está acompañada de un control de aguas permanente (bombeo de agua) que permita evacuar las aguas infiltradas y las aguas lluvias que drenan hacia los tajos.

Para el transporte del mineral extraído se utilizan normalmente camiones de capacidad adecuada con combustible diesel o sistemas de bandas transportadoras.

Esta actividad incluye la humectación de vías para el control de emisiones de material particulado.

3.2.17 Excavación, transporte y depósito de entresuelo. Incluye las labores correspondientes al transporte con camiones de capacidad adecuada y disposición de los estériles. Estos se depositan sobre terreno no afectado por la extracción del mineral o en tajos abandonados (retro llenado).

La conformación de botaderos exige la adaptación de sistemas de drenaje de aguas que cumplen la función de evacuación de aguas lluvias y control de sedimentos. Para esta actividad también se considera la utilización de bandas transportadoras de estériles. Esta actividad incluye la humectación de vías para el control de emisiones de material particulado. Un ítem importante en el desarrollo de las zonas de depósito es la parte geotécnica, es decir, garantizar que estos depósitos son estables y no generaran deslizamientos de tierra que puedan afectar cualquier infraestructura, asentamiento humano o redes de drenaje natural o artificial.

3.2.18 Procesamiento. El acopio o almacenamiento de material explotado se hace con el fin de compensar las diferencias que existen entre producción, calidad, transporte y despacho (consumo). El almacenamiento es garantía de la disponibilidad del mineral cuando se presentan interrupciones inesperadas en la operación. Los sistemas de almacenamiento utilizados normalmente son las pilas.

Con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes, en la mayoría de operaciones mineras a cielo abierto se hace necesaria la instalación de infraestructura especial, dotada de equipos con capacidad para realizar las

siguientes labores: mezcla, homogeneización, trituración a granulometría deseada, lavado, cribado, secado y manejo de calidades.

3.2.19 Entrega del mineral para venta y pago de obligaciones legales. Este es el proceso de despacho y por ende de control de las cantidades vendidas del mineral para con este valor cuantificar las transferencias a la nación, departamento y municipios por regalías, impuestos y tasas. Se incluyen también los ingresos a la nación e instituciones por efectos de las divisas generadas y los aportes parafiscales.

3.2.20 Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos. Actividades de operación y mantenimiento de maquinaria y equipos asociados a la operación minera y a las áreas de apoyo en el proyecto minero (talleres, patios de almacenamiento de materiales y central de generación de energía, entre otras).

Esta actividad incluye el almacenamiento, distribución y suministro de combustibles y lubricantes requeridos para los equipos de la operación.

3.2.21 Rehabilitación de suelos degradados y revegetalización. Esta actividad incluye las labores de roturar, modelar y estabilizar las áreas a rehabilitar para eliminar la compactación e incrementar la infiltración y perfilar el terreno de la manera más natural posible. Las áreas intervenidas y no requeridas más para minería, son cubiertas con el suelo almacenado durante la fase de inicio y el material edáfico adecuado.

Incluye la restitución o adecuación de áreas (red de drenaje para evitar procesos de erosión o desestabilización de las nuevas geoformas), estabilización de suelos y revegetalización.

3.2.22 Desmonte y abandono. Consiste en el proceso de cierre del ciclo minero, el cual puede incluir la demolición de la infraestructura existente (si es necesaria), abandono de tajos, retiro de las zonas de servicio, etc. La actividad de cierre y abandono está asociado con las actividades para minimizar los riesgos en el área y determinar el uso futuro de las instalaciones y las tierras.

Existe además la posibilidad de la reversión gratuita tal como lo considera el código de minas en su artículo 113 del código minero colombiano: “En todos los casos de terminación del contrato, ocurrida en cualquier tiempo, operará la reversión gratuita de bienes en favor del Estado circunscrita esta medida a los

inmuebles e instalaciones fijas y permanentes, construidas y destinadas por el concesionario en forma exclusiva al transporte y al embarque de los minerales provenientes del área comprendida en tal contrato y de aquellas que se encuentren incorporadas a los yacimientos y accesos y que no puedan retirarse sin detrimento del mismo (yacimiento) y de los frentes de trabajo. Esta reversión operará sólo en los casos en que las características y dimensiones de los mencionados bienes, a juicio de la autoridad minera, los hagan aptos como infraestructura destinada a un servicio público de transporte o embarque o darse al uso de la comunidad “

Como se observa en la descripción de actividades el proceso minero es complejo y genera dinámicas económicas, ambientales, sociales y tecnológicas que en muchos casos son difíciles de cuantificar y evaluar dado que, cada uno y como efecto de una actividad puede impactar otra actividad o sistema. De aquí se desprende que la mejor manera de evaluar la minera y hacerla sostenible es internalizar las externalidades que esta genera y la manera de hacerlo es utilizando como base teórica de la evaluación ambiental los principios propuestos por el ICMM para la minería.

Un ejemplo hipotético de la cadena de acontecimientos en el peor escenario podría ser un descapote que daña la bocatoma de agua para consumo de una comunidad vecina, esta genera un descontento de la comunidad y bloquea la aprobación de una licencia minera para una nueva área, lo que impide el desarrollo de los planes de expansión de la empresa y de las perspectivas de asentamiento de nuevas empresas, que se dedicarían a proveer bienes o servicios para la empresa minera, esto hace que a su vez la comunidad, dado la falta de empleo y el crecimiento de la población por las expectativas creadas, reactive la práctica de cazar especies nativas para suplir sus necesidades proteínicas poniendo en riesgo la supervivencia de especies endémicas de la región y por ende la propia.

En este ejemplo aunque se plantean el peor escenario para cada medida derivada es una muestra clara de las dinámicas sistémicas que genera la minería y que muestra lo cuidadosos que deben ser todos los agentes en la toma de decisiones cuando de este tipo de proyectos se trata.

Otro ejemplo, ya no hipotético, fue el ocurrido en una compañía minera dedicada a la producción de agregados para concretos y que tenía como subproducto extracción de oro, esta empresa por falta de control de los accesos al área minera permitió que ingresaran algunos mazamorreros⁶⁴ y de improviso tuvo que parar la

⁶⁴ Término colombiano para identificar personas que hacen recuperación de oro aluvial mediante el uso de bateas de madera.

operación, dado que tenía más de 500 personas en el frente de explotación teniendo que involucrar a las autoridades municipales para lograr la expulsión de estas personas de sus predios, lo cual causó problemas políticos para la administración municipal de turno y amenazas contra los directivos de la mina.

Estos ejemplos son muestras claras de las interrelaciones que genera la minería en las zonas de influencia y el porqué debe hacerse un análisis de riesgos para cada una de las decisiones a tomar dado que ella incide en los costos y por ende en la permanencia o no de la empresa o actividad en una región o país.

La minería no puede verse como una actividad desligada del acontecer en el sistema donde se desarrolla y su evaluación de impactos debe ser abordado bajo este enfoque. En el siguiente capítulo se plantea una guía para realizar la evaluación de impactos generalizados para la minería basado en las actividades descritas en este capítulo.

4. IMPACTO AMBIENTAL GENERALIZADO DE LA MINERÍA

El sentido de someter los proyectos mineros al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, tiene como objetivo internalizar al proyecto la mitigación de los impactos ambientales resultantes de las actividades desarrolladas por éste.

Teniendo en cuenta los 10 principios del ICMM y de acuerdo con los términos de referencia normalmente utilizados para la realización de Estudios de Impacto Ambiental del sector minero, la identificación y evaluación de impactos ambientales debe incluir el análisis de dos situaciones: la previa al proyecto en cuestión y la post. Para el caso de la realización del Estudio de Impacto Ambiental de una Mina debe incluirse como evaluación preliminar una síntesis del estado actual del área de influencia, en función de los elementos del medio ambiente que podrán verse afectados por la realización de las diferentes actividades requeridas para el desarrollo del proyecto minero; y la evaluación posterior se hace bajo el esquema clásico para esta actividad, una evaluación ambiental se desarrolla en dos etapas consecutivas: la primera es la identificación de los impactos ambientales en una matriz causa – efecto y la segunda es la calificación y jerarquización de los impactos identificados para determinar el respectivo Plan de Manejo Ambiental.

Para integrar la dimensión social del Desarrollo Sostenible y la equidad intergeneracional con consideraciones económicas y ambientales en el contexto del Desarrollo Sostenible es necesario conocer los impactos sociales, riesgos y oportunidades de un proyecto siendo este el tema que se desarrolla en el presente capítulo.

4.1 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PREVIO AL PROYECTO MINERO

En la Tabla 5, se consigna una síntesis de lo que se debe considerar en el estado inicial asociado al área de influencia del proyecto por componentes del medio ambiente estudiado. Normalmente y para facilidad del estudio se definen las áreas de influencia directa e indirecta.

En la evaluación del área indirecta se determinan las intervenciones de alguna magnitud como agricultura, ganadería, obras de infraestructura, asentamientos humanos, zonas de reserva indígena y sus impactos en todo el sistema natural presente.

Para el caso específico del área de influencia directa, relacionada con el área del proyecto minero, es importante considerar dos sectores. El primero asociado a las áreas de explotación y de facilidades de la actividad y segundo al área de influencia puntual que aún no se encuentran en explotación y pueden ser de dos tipos: los terrenos que ya han sido comprados y están siendo administrados por una filial de la compañía como tierras ganaderas o baldías, o las que aún no se han negociado, pero que también son explotadas en otras actividades económicas.

Tabla 5. Síntesis del estado actual del área de influencia por componente de un sistema previo a las actividades mineras.

Sistema	Componente	Evaluación estado actual
Sistema físico	Suelo	El suelo debe evaluarse asociado al régimen climático y restricciones sobre el crecimiento vegetal, además de las condiciones socioeconómicas que define cual es la actividad económica que se adelanta, lo cual cambia las características originales de los suelos y es solo así que se puede definir si el componente suelo sufre presión.
	Agua	La calidad del agua de la zona se debe caracterizar para todos los cuerpos de agua principales.
	Paisaje	Este componente debe ser evaluado según su sensibilidad respecto a las actividades que se desarrollen en la zona ya que dichas actividades modifican las características propias de entorno.
	Componente atmosférico	La determinación de la calidad del aire en la zona a explotar y sus alrededores implica un estudio completo y detallado, ya que aspectos como otras explotaciones, el emplazamiento de las poblaciones, los regímenes de vientos y el clima, además del carácter móvil de este tipo de contaminación traen como consecuencia que mediciones y estudios puntuales no proporcionen información completa sobre la magnitud de la afectación.
Sistema biótico	Flora	Se identifican los tipos de coberturas lo cual evidencia no solo las características biofísicas de la zona sino también las culturales y las relaciones de las poblaciones con su entorno. Vg. las áreas de sabanas por ejemplo presentan crecimiento continuado debido a la expansión de la frontera ganadera, la cobertura que debe estar mejor conservada es el Bosque de Galería, etc. El componente flora existente puede ser altamente vulnerable tanto por la ampliación de las zonas destinadas para la minería como para la ganadería, ambas actividades implican grandes transformaciones en los ecosistemas.
	Fauna	La fauna esta directamente relacionada con la flora, por lo tanto es un componente altamente vulnerable dado que como se menciona las explotaciones extensivas implican impactos de gran magnitud. Se debe identificar avifauna, ictiofauna, niveles tróficos, zonas de desplazamiento para los distintos grupos de animales etc.
Sistema social	Dimensión espacial	Esta debe definirse en términos de la ocupación y usos del suelo en el área de influencia del proyecto minero incluyendo los centros urbanos de incidencia directa e indirecta del proyecto. En la parte rural debe caracterizarse los predios para minería, agricultura, ganadería, pesca, etc.

Sistema	Componente	Evaluación estado actual
	Dimensión demográfica	La explotación minera puede generar altas expectativas, lo cual puede a su vez generar un crecimiento desbordante de la población en los centros urbanos o poblaciones cercanas. Así las cosas es imposible para las autoridades municipales garantizar salud, educación y vivienda en condiciones dignas para la población.
	Dimensión económica	La oferta de bienes y servicios se puede incrementar, pero con ellos también el costo de vida en el área de influencia, abriendo una brecha económica entre los nativos campesinos, mayores de edad, mujeres con menores oportunidades y los empleados por la actividad minera, que son los que tienen acceso a todo consumo. Esta situación puede propiciar el crecimiento de la prostitución como actividad laboral para las jóvenes menores de las familias nativas.
	Dimensión política	Para el caso Colombiano, el tema político puede resumirse en las condiciones en las cuales se encuentran hoy los ex alcaldes de los municipios que mayores ingresos reciben por concepto de regalías. Los alcaldes que no están en la cárcel purgando condenas por peculado, están huyendo de la justicia. Otro aspecto es la manipulación que puedan ejercer las compañías mineras en el control político de las localidades.
	Dimensión cultural	La tradición hace parte de la memoria de los mayores. Las costumbres de las regiones donde los recursos mineros son potenciales, se viene normalmente a menos e imperan las prácticas de las personas que vienen contratadas por la minería (globalización cultural y no sentido de pertenencia).

Fuente: Términos de referencia sector Minero, interpretación del investigador.

4.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL MONTAJE Y OPERACIÓN DE UN PROYECTO MINERO

Para la evaluación de los impactos ambientales generados por el montaje y operación de un proyecto, se deberá identificar y valorar dichos impactos.

Para la identificación de los impactos ambientales que se pueden generar sobre los diferentes componentes del medio donde se desarrolla un proyecto minero, se parte de la desagregación del medio en sistemas, componentes y elementos (Ver Tabla 6) y de la desagregación del proyecto en las actividades que se deben desarrollar para su montaje y operación.

Ambas desagregaciones se realizan con base en el conocimiento que se tenga de la zona donde se implantará el proyecto y de la concepción del proyecto mismo.

Tabla 6. Desagregación del ambiente

Sistema	Componente	Elemento	Impacto asociado/Descripción del elemento
Físico	Aire	Calidad	El deterioro de la calidad del aire puede definirse como la presencia de uno o más contaminantes en la atmósfera en cantidades y duración tal que sean o puedan ser nocivas para el hombre, plantas o animales, o para la propiedad, o que puedan interferir con el uso o disfrute de la vida o propiedad o con la realización de un trabajo.
		Agua	Calidad
	Disponibilidad		La alteración de las condiciones físicas de las cuencas (coberturas, alineamiento) puede alterar el régimen hidrológico de las cuencas y por tanto su disponibilidad.
	Suelo	Geomorfología	Alteración de las geoformas.
		Edafología	Alteración de las características del horizonte A del suelo.
		Geotecnia	Alteración de las condiciones de Estabilidad.
	Biótico	Fauna	Aves
Mamíferos			Alteración de la diversidad y cantidad Los mamíferos son un grupo muy diverso de organismos, adaptados a casi cualquier ambiente. Los mamíferos silvestres son altamente susceptibles a la degradación del hábitat y son frecuentemente cazados.
Anfibios y Reptiles			Alteración de la diversidad y cantidad. Los anfibios son organismos altamente sensibles a la destrucción de su hábitat debido a la dependencia en algún periodo de su vida a cuerpos de agua. Son organismos bastante susceptibles a los cambios en el entorno.
Peces			Alteración de la diversidad y del recurso pesquero. La comunidad de peces conforma un eslabón esencial en el flujo de energía en el ecosistema acuático además de ser importante en la transferencia de energía entre los ecosistema terrestres y acuáticos. Muchas especies de peces son importantes en la economía, la seguridad alimentaría y la recreación de las poblaciones humanas.
Flora		Coberturas	Alteración en el tamaño espacial de las coberturas vegetales y cambios en sus características estructurales, de composición de especies (disminución de la biodiversidad), y de dinámica de las comunidades vegetales. Comprende todas las comunidades vegetales terrestres que se definen a partir de las características del hábitat (suelos, geomorfología, clima, humedad, entre otros), los diferentes estados sucesionales y el grado de intervención antrópica.

Sistema	Componente	Elemento	Impacto asociado/Descripción del elemento
		Uso del suelo	<p>Cambios en los usos del suelo, que generen pérdida de coberturas estratégicas para las comunidades adyacentes, así como cambios de uso que generen pérdida de ecosistemas estratégicos.</p> <p>Identifica los tipos de actividades antrópicas desarrolladas sobre los suelos de la región, clasifica la aptitud de los suelos y registra los cambios históricos recientes generados sobre ellos. Es una característica estrechamente ligada a los procesos socioeconómicos de la región.</p>
	Ecosistemas	Acuáticos	<p>Alteración del equilibrio en los ecosistemas.</p> <p>Sistema complejo en el que interactúan diversas comunidades en el medio acuático (por tanto dependientes de las características particulares del agua), donde se establecen flujos de energía tanto al interior del ecosistema como hacia fuera del mismo.</p>
		Terrestres	<p>Alteración del equilibrio, pérdida y fragmentación de hábitats, disminución del flujo genético de las poblaciones y alteraciones en los ciclos biogeoquímicos de nutrientes y del agua.</p> <p>Son áreas con características de hábitats definidas (suelos, altitud, geomorfología, humedad, etc.) donde interactúan diferentes comunidades bióticas a partir de cadenas tróficas y ciclos biogeoquímicos de nutrientes, luz y agua.</p>
Social	Espacial	Amoblamiento Urbano	<p>Alteración de la infraestructura urbana.</p> <p>Conjunto de elementos colocados para el servicio, uso y disfrute del público y que hacen parte del medio ambiente urbano y del espacio público. Así como también los que ofrecen información, orientación y mejores condiciones de seguridad, tranquilidad e higiene.</p>
		Equipamiento Urbano	<p>Alteración de los servicios básicos urbanos.</p> <p>Conformado por los espacios y construcciones, de uso público o privado, destinados a satisfacer las necesidades colectivas básicas, tanto las que permiten la prestación de servicios públicos a la comunidad como las que soportan funcionamiento y operación de la ciudad en su conjunto.</p>
		Paisaje	<p>Alteración de la calidad visual de la zona, por cambios en los elementos del paisaje, como lo son la aparición de geoformas poco frecuentes en la región (colinas, taludes, huecos de grandes dimensiones). Se evalúa a escala local, se analizan las geoformas presentes en el área de estudio y los cambios generados por el desarrollo del proyecto y cierre del mismo.</p>
	Demográfico	Población	<p>Desplazamiento de población por personas venidas de otras partes y movilización y crecimiento de las asentadas previamente</p>
		Salud	<p>Alteración de la capacidad de atención y de estadísticas de morbi - mortalidad</p> <p>La salud como bienestar refleja la necesidad de funcionar adecuadamente y de disfrutar del entorno, como sensación y percepción placentera y agradable, como garantía y disfrute de una sobrevivencia digna a través de la satisfacción de necesidades básicas, emocionales y sociales de un individuo, para favorecer el desarrollo de su personalidad.</p>

Sistema	Componente	Elemento	Impacto asociado/Descripción del elemento
		Educación	Alteración de la capacidad de cobertura. Proceso bidireccional mediante el cual se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar
		Vivienda	Alteración de la oferta y demanda de vivienda. Elemento de consumo de la estructura urbana, corresponde a un bien diferenciado que presenta toda una gama de características en lo concerniente a su calidad (equipamiento, confort, tipos de construcción, duración) y su estatuto institucional (sin título, alquiler, en propiedad, en copropiedad) que determina los niveles de sus ocupantes.
	Económico	Empleo	Generación de empleo y cambio de actividad "primaria" Suma de población ocupada y desocupada por sectores de producción industrial, agricultura y servicios
		Comercio y servicios	Cambio en la dinámica y crecimiento. Actividad económica consistente en la compra y venta de bienes, bien sea para su uso, para su venta o para su transformación. Es el cambio o transacción de algo a cambio de otra cosa de igual valor.
		Tenencia	Cambio e incremento en el costo de la tierra. Forma jurídica de apropiación de la tierra, puede ser: en propiedad, en arrendamiento y en aparcería
	Social	Político	Relaciones de poder
Organizaciones			Creación, fortalecimiento, deterioro o desaparición de organizaciones. Grupos, comunidades y sociedades que se reúnen para satisfacer sus necesidades.
Cultural		Patrimonio	Alteración de las costumbres de la zona y de los referentes culturales Conjunto de bienes culturales, tangibles e intangibles, valorados, histórica y socialmente como importantes y propios. Este conjunto está determinado a partir de un proceso histórico. Abarca zonas, monumentos, sitios paleontológicos, arqueológicos e históricos, obras de arte, así como las costumbres, conocimientos, sistemas de significados, habilidades y formas de expresión simbólica.
		Arqueología	Destrucción de evidencia arqueológica. Estudio de las sociedades, a través sus restos materiales, que han existido históricamente. E igualmente el impacto de la acción humana sobre su medio ambiente en el pasado.

Fuente: Términos de referencia sector Minero, interpretación del investigador.

Una vez se tienen definidas las actividades que se deben desarrollar en el proyecto minero, las cuales fueron definidas en el numeral 3.2 de este documento, y los elementos del medio que pueden verse afectados con dichas actividades se construyen una matriz y se identifican los impactos mediante el cruce de actividades del proyecto – elementos del medio.

Los impactos generados por un proyecto sobre el medio ambiente donde se desarrolla dependen principalmente de las características biofísicas y sociales presentes en la zona y de su grado de fragilidad o vulnerabilidad, así como del tipo de mineral que se explotará (metálicos o no metálicos, de veta, o aluvial), del tipo de minería a desarrollar (a cielo abierto o subterránea), del método de explotación y de la maquinaria a utilizar.

En general las explotaciones mineras a cielo abierto tienen un gran impacto visual y los residuos que de ellas se desprenden suelen ser muy contaminantes y deterioran el aire, las aguas y el suelo. En la actualidad, en los países desarrollados, las compañías mineras están obligadas a dejar el paisaje restituido cuando han terminado su trabajo. Lo normal suele ser que conforme van dejando una zona vacía al extraer el mineral, la rellenen y reforesten para que no queden a la vista los grandes huecos, las tierras removidas y las acumulaciones de estéril que, hasta ahora, eran la herencia típica de toda industria minera. También es muy importante controlar y depurar el agua de lixiviación, es decir el agua que, después de empapar o recorrer las acumulaciones de mineral y estéril, sale de la zona de la mina y fluye hacia los ríos o los alrededores. Esta agua va cargada de materiales muy tóxicos, como metales pesados y productos químicos usados en la minería, y es muy contaminante, por lo que debe ser controlada cuidadosamente.

En la Tabla 7 se presentan algunos de los impactos generales que se pueden generar con el desarrollo de un proyecto minero y su posible solución bajo la orientación de los principios del ICMM.

Tabla 7. Impactos ambientales generados por el desarrollo de proyectos mineros

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo
<p>Incremento en la concentración de material particulado. Las actividades de voladura y especialmente las de transporte son las que generan el material particulado. Las partículas representan cualquier material disperso en la atmósfera y sus efectos nocivos dependen entre otros factores de su tamaño, su concentración y el contacto con las poblaciones aledañas.</p>	<p>Construcción de barreras vivas alrededor de los sitios de generación de material particulado (zonas de acopio y beneficio), humedecimiento de las vías destapadas. Monitoreo de la calidad del aire</p>
<p>Incremento en la concentración de contaminantes en el agua. La calidad de las aguas depende de la máxima cantidad de contaminantes permitidos para un determinado uso, son varios los parámetros que pueden ser afectados por la operación minera entre ellos se deben considerar el posible incremento en sustancias tóxicas tales como lubricantes o hidrocarburos, el cambio en el pH, el aumento en la concentración de sólidos, la disminución de oxígeno disuelto, el aumento de microorganismos, estos entre otros parámetros deben ser analizados con el ánimo</p>	<p>Construcción de sistemas para retener o remover contaminantes (tanques de sedimentación). Adición de productos químicos que facilite la remoción de partículas o agentes nocivos. Monitoreo de la calidad del agua de corrientes afectadas</p>

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo
de garantizar la calidad de los efluentes.	
<p>Disminución de la disponibilidad de agua superficial. La vegetación cumple un papel fundamental en el régimen hídrico de una zona, así mismo las primeras capas del suelo son reguladores del comportamiento de las aguas, la intervención sobre estas implica que las aguas lluvias y corrientes superficiales no presenten el mismo comportamiento, fenómenos como disminución del tiempo de concentración de las aguas lluvias y cambios bruscos en la hidráulica del cuerpo de agua ocasionan una disminución en la disponibilidad.</p>	<p>Reforestación de cuencas Suministro mediante utilización de fuentes distantes o subterráneas.</p>
<p>Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales. La operación minera cambia la dinámica de los cuerpos de agua en la zona, la principal actividad es el desvío de cauces lo cual ocasiona modificaciones en el régimen de caudales y niveles durante las crecientes, el cambio en la geomorfología y uso del suelo en el área de explotación también genera cambios en las corrientes y en las zonas de inundación.</p>	<p>Construcción de sistemas de drenaje y canales.</p>
<p>Disminución de la disponibilidad de agua subterránea. El comportamiento de las aguas subterráneas depende de las geoformas y la estructura propia de los suelos de la zona, las voladuras y las excavaciones modifican su comportamiento y por lo tanto su disponibilidad. El abatimiento de nivel freático como consecuencia de la apertura de tajos reduce o impide el acceso a este recurso, incluso se pueden secar los acuíferos más superficiales de la zona</p>	<p>Revisión de los modelos de transferencia de agua de acuíferos y su impacto en el planeamiento regional</p>
<p>Alteración de las geoformas. La adecuación de áreas para la explotación exige no sólo la transformación del área de beneficio, sino también zonas anexas para construcción de infraestructura.</p>	<p>El proyecto debe buscar que al momento del desmonte, cierre y abandono de la explotación minera, que se genere con los depósitos un relieve con unidades topográficas similares a las iniciales, que permitan la regeneración de ecosistemas.</p>
<p>Alteración de las características del horizonte A del suelo. El horizonte A del suelo se constituye en una matriz con características fisicoquímicas que permiten el desarrollo de vegetación que sirve como soporte para el mantenimiento de un ecosistema específico o como soporte para el crecimiento de pastos para aprovechamiento de potreros. La adecuación de áreas con infraestructura de apoyo para el proyecto y zonas de explotación exige la destrucción de esta matriz de suelo. Igualmente la construcción y operación de facilidades como sistemas de tratamiento de aguas y residuos sólidos alteran las condiciones químicas del suelo.</p>	<p>Separar los horizontes A y en el transcurso de la explotación de la mina, se debe hacer un tratamiento especial con estos horizontes, con una fuerte tendencia a la experimentación, donde se siembren diferentes plantas de la zona en diferentes momentos que le aporten nuevamente la firmeza que necesita para garantizar la nutrición de las plantas.</p>
<p>Alteración de la diversidad y cantidad de especies de aves. Pérdida de área de ocupación de las especies presentes, y como consecuencia disminución en el tamaño de las poblaciones. Posible extinción local de especies sensibles a las alteraciones del ambiente.</p>	<p>Remoción de vegetación en bosque o rastrojo, en una sola dirección. Mantener al menos una conexión para permitir que las especies de aves que habitan en el área tengan algún sitio seguro de huida. Siembra de especies de plantas que atraigan a las</p>

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo
	aves, ya sea para percha, alimentación o refugio. Mejoramiento de hábitat
Alteración de la diversidad y cantidad de especies de fauna terrestre. Pérdida de área de ocupación de las especies presentes, y como consecuencia disminución en el tamaño de las poblaciones. Posible extinción local de especies sensibles a las alteraciones del ambiente	Restricción para captura de individuos con el fin de consumirse, venderse, o tenerse como mascota. Durante la desviación de cauces es de vital importancia tener en cuenta que los cauces viejos quedaran especies de anfibios y reptiles atrapados, deben ahuyentarse o de ser necesario trasladarse a una zona que no vaya a ser afectada.
Alteración de la diversidad y cantidad de especies de fauna acuática. La pérdida de cobertura vegetal en los cauces afectará la disponibilidad de recursos alimenticios para muchas especies de peces, interfiriendo de manera acumulativa en la red trófica del sistema, además la desviación de los cauces afectará la disponibilidad de hábitat, recursos, zonas de desove y rutas migratorias. Esto conllevará a la disminución de poblaciones de peces de importancia comercial tanto en la zona del proyecto como aguas arriba y abajo del mismo.	Rescate de peces en antiguos cauces de río en el momento de desvío y arborización del canal nuevo. Construcción de canal irregular y disipadores de energía. Monitoreo de ictiofauna.
Alteración del componente flora. Las coberturas vegetales presentes se verán afectadas pues se alterará la composición florística y estructura de las coberturas vegetales en toda la zona de afectación. Particularmente se verán afectadas las franjas existentes de bosques de galería y fragmentos aislados de bosques secundarios intervenidos, estas coberturas albergan una alta diversidad de especies animales cuyas poblaciones también se verán afectadas. Este impacto, aumenta el aislamiento entre los fragmentos boscosos existentes en la región (fragmentación), generando así una gran disminución de el flujo genético de las poblaciones animales y vegetales y la alteración de la estructura poblacional y la dinámica de comunidades.	Proteger y restaurar áreas que puedan reemplazar los nichos que ofrecen las coberturas vegetales afectadas por el proyecto minero. Recuperar y conservar áreas que presenten coberturas vegetales similares a las deterioradas por el proyecto minero, las cuales se deben localizar cerca del área de explotación. Diseñar la construcción de corredores biológicos que conecten áreas boscosas y corredores fragmentados de bosques de galería. Monitoreo de las áreas restauradas y protegidas definidas dentro de las actividades de compensación.
Cambios en los usos actuales del suelo. Se disminuirá la diversidad de los usos del suelo de la región y habrá una alta dominancia de usos asociados a la minería. Se afectarán principalmente los suelos de protección de los ríos y quebradas que conforman ecosistemas estratégicos en la zona, los cuales sostienen la dinámica de los demás ecosistemas de la zona de impacto. Con la alteración de los usos del suelo de la zona se podrá afectar la economía de muchos pobladores de la zona de impacto.	Cambiar la actividad ganadera y agrícola de la zona de impacto de forma planificada dentro del área directa del proyecto minero. En los terrenos que no serán transformados, mantener los usos de suelos actuales hasta la operación del proyecto minero sobre ellos. Adecuación de áreas de depósitos de estériles y de retrollenado para la actividad de ganadería y/o agricultura a partir del cierre del proyecto minero. Conservación de suelos protectores localizados dentro de ecosistemas estratégicos (actividad ligada a la compensación de coberturas vegetales).
Alteración del equilibrio de Ecosistemas acuáticos. La desviación y canalización de cauces alterará su velocidad, interfiriendo así con la disponibilidad de hábitat y recursos para el desarrollo de las comunidades planctónica, macroinvertebrados e íctica	Monitoreo de la calidad hidrobiológica de las corrientes de agua
Alteración del equilibrio de ecosistemas terrestres. El desarrollo minero podrá afectar	Proteger y restaurar las áreas de bosque Generar una zona de compensación en el mismo

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo
<p>ecosistemas estratégicos representados por coberturas vegetales como los bosques de galería, las cuales poseen un alto valor ecológico, ya que albergan una alta diversidad de especies muy importantes dentro de la dinámica de las poblaciones. La actividad implica la pérdida de área de ocupación de las coberturas originales, y cambio en la composición original lo que afecta la dinámica de los ecosistemas existentes.</p>	<p>ecosistema que no vaya a ser alterada y que conserve sus condiciones naturales. Es de suma importancia garantizar la conectividad del bosque de galería por medio de la revegetalización o regeneración natural en la zona de los retiros de los cauces.</p>
<p>Alteración de la infraestructura Urbana</p>	<p>Propiciar un mejoramiento de la infraestructura urbana a partir de apoyos a programas de señalización, de mejoramiento del alumbrado público, de mejoramiento de las vías, de mejoramiento de la infraestructura.</p>
<p>Alteración de los servicios básicos urbanos</p>	<p>Apoyo al mejoramiento de la calidad de vida a partir de programas relacionados con los servicios públicos como el acueducto, el alcantarillado, la construcción y/o mejoramiento de unidades de atención básica y de hospitales, de la construcción y/o mejoramiento de escuelas, entre otros.</p>
<p>Demanda de mano de obra para las diferentes actividades relacionadas. Con la explotación minera se puede generar un incremento en la inmigración de población proveniente de otras zonas con el ánimo de asentarse en la región con la ilusión de una oportunidad laboral en el sector. Simultáneamente la compra de predios para las diferentes concesiones mineras desplaza mano de obra del sector pecuario al sector minero o al de subempleo en centros urbanos o pequeños asentamientos.</p>	<p>Generar estrategias de contratación de personal, donde en la contratación prime el origen así: buscar contratar en primera instancia personal del área de influencia local (municipios vecinos al proyecto), posteriormente pensar en personal del área de influencia departamental y en última instancia pensar en la contratación a nivel nacional.</p>
<p>Generación de Empleo y cambio de actividad primaria. La demanda de mano de obra calificada y no calificada para el desarrollo de los proyectos mineros genera la migración de población. Esta demanda implica no sólo puestos de trabajo en las minas, sino también generación de empleo formal e informal en comercio y servicio. Se espera en el tiempo un incremento tanto en la oferta como en la demanda, para un descenso en la oferta simultáneo al agotamiento de las reservas. La pregunta que se plantea es el tipo de actividad económica a la cual se podrán dedicar las personas que cumplan su ciclo en la actividad minera.</p>	<p>Ofrecer cursos, talleres, capacitaciones sobre diferentes actividades relacionadas con las actividades comerciales de la zona. Propiciar el aprendizaje en los niños a través de la memoria cultural, haciendo uso del conocimiento de los más ancianos y/o sabios.</p>
<p>Cambio en la dinámica y crecimiento. Previo al desarrollo de la actividad minera, los establecimientos que prestaban algún tipo de servicio, lo hacen de manera incipiente y sólo con productos básicos de la canasta familiar, no perecederos. Con la llegada de proyectos mineros el desarrollo de los locales comerciales en más amplió y se ofrece toda clase de productos para atender la demanda de la población flotante.</p>	<p>Fortalecer las actividades tradicionales a partir de cursos, talleres y capacitaciones en la comunidad, preferiblemente comenzando con los más jóvenes.</p>
<p>Cambio e incremento en el costo de la tierra. Típicamente en zonas de minería la propiedad de las</p>	<p>Las entidades públicas deben con criterios de desarrollo sostenible definir las políticas de uso del</p>

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo
grandes haciendas ha pasado de los grandes ganaderos a grupos de inversionistas que le apuestan al negocio de la minería. Haciendo que las grandes haciendas ganaderas no sólo cambien de propietario sino que también de actividad económica.	suelo. Establecer, con las entidades públicas (municipios), políticas claras de inversión, para que el producto de las regalías sea invertido en la comunidad.
Creación, fortalecimiento o desaparición de organizaciones sociales	Generar espacios de asesorías jurídicas a las organizaciones constituidas y por constituirse. Ofrecer cursos, talleres, capacitaciones relacionadas con el tema.
Alteración de las costumbres de la zona y de los referentes culturales.	Generar y apoyar eventos culturales (música, teatro, danza, pintura, escritura, entre otros), en las escuelas, las casas de la cultura, entre otros. Propiciar el aprendizaje en los niños a través de la memoria cultural, haciendo uso del conocimiento de los más ancianos y/o sabios.
Destrucción de evidencias arqueológicas por obras asociadas al proyecto.	Realizar actividades arqueológicas de prospección, rescate antes de la remoción y acopio del horizonte A y monitoreo durante la actividad.

Fuente: Investigador.

Las estrategias de manejo que se formulen e implemente para la prevención, mitigación, corrección o compensación de los impactos ambientales generados al medio por el montaje y operación de un proyecto minero deberán ser valoradas y consideradas dentro de la valoración económica del mineral a explotar, es decir la monetarización se convierte en mecanismo de comunicación entre las ciencias y las generaciones. De esta manera se estará integrando el concepto del Desarrollo Sostenible en la valoración económica de la extracción de los recursos minerales, garantizando así que la afectación al medio ambiente sea inferior a la capacidad de asimilación del mismo y su acumulación no disminuya la capacidad crítica⁶⁵

El desarrollo sostenible requiere que se reduzcan los efectos adversos sobre la calidad del aire, el agua y demás recursos naturales para lograr mantener la integridad del medio ambiente de manera que se garantice el sostenimiento de la vida tanto de personas como de los demás elementos del ecosistema impactado.

Ahora que se tiene claro el concepto de desarrollo sostenible aplicado a minería, desglosado el proceso minero generalizado e identificados los impactos y planteadas las estrategias, bajo las premisas del ICMM, para cada parte del proceso minero se procede a integrar toda esta información en una función de utilidad que involucra los ingresos y los costos, que son función del mineral y reservas extraíbles, para determinar así el valor unitario máximo por unidad de mineral o roca, lo cual será desarrollado en el siguiente capítulo.

⁶⁵ Capacidad crítica hace referencia a la que tiene el medio para sustentar la vida y de recuperarse por sí mismo después de intervenido.

5. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA VALORACIÓN DE RECURSOS MINERALES

Definir una propuesta de metodología de valoración de recursos minerales surge del inconformismo del autor sobre las herramientas usadas actualmente y que contemplan el proceso minero de una manera parcial, es decir, en muchos casos se realiza sin considerar todas las implicaciones reales de esta clase de proyectos bajo una visión sistémica que integre desde los componentes físicos, bióticos, sociales, etc., hasta las externalidades generadas por los procesos realizados en la ejecución de las tareas en cada etapa del proyecto.

La minería es un proceso que impacta el sitio de extracción, el sitio de depósito de estériles, de beneficio, etc. pero además de manera directa o indirecta genera acciones sobre corrientes de agua, calidad de aire, depósitos de agua sub-superficiales, comunidades y en general todo el entorno, es por esto que una valoración no puede restringirse sólo al costo directo del proceso extractivo.

Se propone que la valoración de una unidad de medida en un depósito⁶⁶ este enmarcada de una manera general por una función que involucre ingreso, costos y cantidad de material de interés que es extraíble.

De la función general extraemos los ingresos que están dados por las condiciones de mercado, punto que no hace parte del alcance de este documento, y la cantidad de material extraíble que se determina mediante la utilización de metodologías desarrolladas por la geología y la ingeniería de minas las cuales tampoco hacen parte del alcance. De esta manera se despeja el punto foco que son los costos, sobre los cuales se hace la disertación del fundamento de la metodología como tal.

Definido el ítem sobre el cual se desarrollará el presente trabajo se hará una breve descripción de la manera en que se abordará este capítulo. Se inicia por unas generalidades en la cuales se plantea la función de valoración y sus variables, haciendo una descripción breve de cada una y su peso relativo en la función, y posteriormente se pasa a integrar los procesos mineros con los impactos ambientales (incluye los sociales e interacciones entre los mismos) para definir la manera como serán monetizados cada uno de ellos para al integrarlos en la

⁶⁶ Las unidades de medida de los minerales o rocas extraíbles (comúnmente denominadas mena) usadas en minería están asociadas al modo de comercialización y van desde metros cúbicos o toneladas para algunos (agregados pétreos, carbones, caolines, etc.) hasta gramos y onzas para algunos minerales metálicos.

función, posibilitando así la definición del valor unitario del mineral o roca en cuestión.

Como se menciona en capítulos anteriores del presente documento la actividad extractiva debe contener como mínimo las siguientes premisas:

- Invertir parte de la renta en la búsqueda de sustitutos renovables y de bajo impacto ambiental y social.
- Garantizar la protección del capital natural crítico, es decir el que garantiza las funciones medioambientales que sirven de soporte a la vida y para las cuales no existe ningún sustituto en términos de capital manufacturado o humano.
- Establecer criterios para garantizar que las emisiones sean menores a las tasas de asimilación del medio ambiente y que con las actividades directas o indirectas no se reduce la esta capacidad de asimilación.
- Establecer las retribuciones por impactos generados por la explotación sobre la economía y condiciones de vida de las comunidades afectadas directa o indirectamente.

5.1 GENERALIDADES

La valoración de recursos minerales, de manera general, se hace como una función integrada por otras dos funciones, una de ingresos y otra de gastos pero ambas relacionadas al tiempo de extracción del depósito y a la cantidad de material por explotar. El tiempo de extracción a su vez tiene como condiciones de frontera la cantidad de reservas geológicas y de reservas extraíbles y es por esta última condición que una valoración tiene sólo vigencia para las condiciones particulares del momento en que se efectúa, pues si existe variación en la cantidad de material extraíble del yacimiento cambia el resultado de la misma (Vg. mejoras en las tecnologías utilizadas o imposibilidad de continuar usando un equipo o sistema tecnológico puede generar cambios en el modelo minero que hagan crecer o decrecer las cantidades a extraer pero siempre teniendo como límite superior las reservas geológicas probadas⁶⁷)

⁶⁷ El concepto de reservas geológicas probadas, probables o posibles hace referencia a conocer espacialmente tres, dos o una dimensión del depósito y es ampliamente tratado en los libros de texto de Geología económica.

De lo anterior podemos de manera matemática expresar la función de valor unitario de un mineral de la siguiente manera

$$f_{(VUM)} = f(f(I), f(G), f(C), f(t))$$

Donde:

VUM:	Valor unitario del mineral
I:	Ingresos por comercialización en valor presente.
G:	Gastos de extracción en valor presente
C:	Cantidad de reservas
t:	Vida útil del depósito

Como se observa, la función de VUM esta a su vez compuesta por otras funciones sobre las cuales se hará una breve descripción para comprender el efecto de las mismas en la función general.

La función de ingreso " $f(I)$ " esta condicionada a situaciones de mercado⁶⁸ y para efectos de este propuesta se considera una constante dado que su análisis no es el alcance de este trabajo. El ingreso como está definido en esta propuesta es la cantidad en unidades monetarias que el mercado esta dispuesto a pagar por un bien o servicio durante el tiempo que este permanezca en el mercado y esta controlado por las reservas mineras, definidas por el modelo geológico, el tipo de minería, y la tasa de extracción del depósito.

La función de tiempo " $f(t)$ " tiene como factores de borde la cantidad de mineral extraíble y la condición de mercado que marca la tasa de extracción.

La función " $f(c)$ " depende de la condición geológica (modelo geológico) y del método de extracción (modelo minero)⁶⁹.

⁶⁸ El valor de mercado de los minerales (para determinar ingreso) no es el alcance de este trabajo y sobre el tema se encuentran amplia bibliografía así como registro de indicadores de las bolsas de valores donde se transan estos bienes. Vg. Bolsa de New York y Bolsa de Londres.

⁶⁹ Los modelos geológico y minero dependen de las condiciones "in situ" y son preparadas por profesionales de estas ramas del conocimiento que detallan (geología y minería) las características propias de la disposición del bien de interés (mineral o rocas) así como la mejor manera de extraerlo. Para mas detalle sobre estos métodos debe consultarse la bibliografía especializada.

Respecto a la función de gastos " $f(G)$ " esta involucra todos los costos del proceso minero pero sin limitarse o restringirse al componente de extracción directa lo cual generaría una sobre valoración del bien. Es sobre esta función que se desarrolla el análisis de esta propuesta dado que es aquí donde existe una falencia de integración de conceptos ambientales, sociales y una visión sistémica que involucre todos los costos reales teniendo como base la información proveniente del tipo de yacimiento, reservas geológicas, tipo de minería, reservas mineras y restricciones ambientales en la explotación, infraestructura, posibles escenarios de extracción, restricciones de los mercados, sustitutos, posibilidades de reciclaje, agotamiento, desechos y responsabilidad social entre otros, bajo la óptica de Desarrollo Sostenible aplicado al contexto minero que se desarrolla al análisis y propuesta.

Al detallar la función de gastos estos pueden agruparse en operativos (relacionados a la extracción misma), administrativos, legales, ambientales y sociales. De los primeros se ocupa el área minera, es decir los profesionales del área que tienen el conocimiento del tema y que basados en el modelo geológico crean el modelo minero, el cual básicamente especifica el como va a ser extraído el mineral del subsuelo y puede determinarse los costos directos asociados a esta actividad. En cuanto a los costos ambientales y sociales estos se encuentran en la última parte de la cadena o no son tenidos en cuenta (situación que ha cambiado radicalmente en los últimos años) o no son completamente cuantificados dadas las restricciones a las que se enfrentan los investigadores aunado a que no hay ningún enfoque de internalización de externalidades fundado en los principios de Desarrollo Sostenible en la concepción, evaluación y puesta en marcha de proyectos mineros.

El concepto que se busca en esta parte del trabajo es integrar en el proceso analítico de los proyectos mineros que la naturaleza y la sociedad hacen parte de la realidad económica y que por tanto para valorar un recurso deben vincularse conceptos como el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente pues de no hacerse se está haciendo insostenible la extracción, se pone en riesgo la permanencia de la industria y se hace inviable la permanencia del confort humano en el medio y largo plazo, debido a que estas actividades se desarrollan dentro del planeta y por efectos sistémicos impactan las esferas biofísica y social.

En este punto y antes de entrar a desglosar los gastos, se considera pertinente hacer mención a las funciones que cumple nuestro planeta relacionadas con el tema de la economía. Jiménez (1996) ha realizado una clasificación de las funciones ambientales que cumple el planeta y que nos indican claramente que el desarrollo económico está ligado a este:

Funciones de soporte o carga, en las que el medio ambiente proporciona el sustrato sobre el que se desarrollan las actividades humanas.

- Funciones de construcción.
- Funciones de transporte.
- Funciones de eliminación de residuos.
- Funciones recreativas antropocéntricas.
- Funciones de reservorio de espacio y sustrato.

Funciones de producción conjunta, en las que el medio juega un papel activo aunque predominan las decisiones humanas.

- Funciones de producción agrícola.
- Funciones intensiva y extensiva de producción animal.
- Otras funciones de producción conjunta.

Funciones de significación, en las que el medio ambiente se relaciona con los “significados” y conocimientos humanos.

- Funciones de señal sobre indicadores espaciales y temporales.
- Funciones de significación científica.
- Funciones de relación hombre-naturaleza.
- Funciones de participación.
- Funciones de contemplación.
- Funciones de reserva de significación.

Funciones de hábitat, relacionadas con el hogar ecológico de la vida.

- Funciones para el desarrollo de especies y ecosistemas.
- Funciones de reserva de hábitat.

Funciones de proceso, beneficios para la humanidad derivados de la capacidad del ambiente para amortiguar los riesgos y peligros de las acciones humanas.

- Funciones de procesado abiótico.
- Funciones de procesado biótico.

Funciones de regulación, referidas a la capacidad de los componentes ambientales para contener influencias dañinas de otros componentes.

- Funciones de blindaje.
- Funciones de contención.

El hacer una enumeración de las funciones que cumple el planeta tierra, tiene como objetivo mostrar que en los procesos mineros, durante sus diferentes etapas (exploración, explotación y abandono), se afecta la capacidad del planeta de cumplir estas funciones y se pone en riesgo la garantía de permanencia de la raza humana, disipándose la razón de hacer extracción de minerales que es mejorar la calidad de vida del género humano.

En la comunidad económica actual que se dedica al sector de minería se plantean algunos problemas que pueden expresarse de la siguiente manera ¿como aplicar los planteamientos del Desarrollo Sostenible al proceso de planeación, exploración y extracción de minerales? y ¿como minimizar los impactos que genera la producción tanto desde el punto de vista ambiental como de utilización de otros recursos? (Vg. maderas y combustibles fósiles, etc.).

Desde esta óptica se presentan otros interrogantes que deben ser clarificados antes de iniciar el proceso de evaluación de la función de costo y que se convierten en las condiciones de frontera para el proyecto y entre los que se puede mencionar: ¿al realizar este proyecto se generan impactos que pongan en riesgo la permanencia del mismo? ¿Se planearan o se adelantarán las actividades de manera que se garantiza la licencia social para operar? Para resolver estas preguntas se debe recurrir a un enfoque que integre de manera sistémica e internalizando las externalidades del proyecto todas las variables que fueron enunciadas en los capítulos tres y cuatro del presente documento, pero pensando que todas estas variables serán analizadas a la luz del mercado, visto de la manera que es planteado en el análisis de Elkin Vargas (2005), en su referencia a Naredo, donde menciona que el mercado deja de ser el medio que garantiza el óptimo económico para convertirse en un instrumento más para el logro de objetivos socialmente acordados.

Para detallar la función de costos que pueda ser evaluada en el mercado mediante una monetarización de sus componentes se parte de la definición del modelo geológico que permite determinar las reservas con las que cuenta el yacimiento, así como definir el modelo minero que permite maximizar la extracción de este, teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad definidos por el ICMM, es decir, se trata de definir el depósito y la manera de extraer el recurso para evitar la marginalización de reservas (desde el punto de vista operativo) y conservar la licencia social para operar (implicación socio-ambiental de su extracción), esto incluye implicaciones ecológicas y socio políticas que son las que finalmente definen la viabilidad y sostenibilidad del proceso extractivo como tal (Existen

numerosos ejemplos no solamente en Colombia sino en el mundo, y que son tratados en el libro *Guerras por los recursos*⁷⁰, donde el entorno social manipula y controla la implementación o no de proyectos mineros así como la destinación de los recursos generados).

Otros aspectos a tener en cuenta son la infraestructura existente, las condiciones económicas del país-región donde se ubicaría o está ubicado el proyecto, las tecnologías que pueden implementarse por las restricciones existentes derivadas de acceso a fuentes energéticas o limitantes de otra índole.

Dado que este trabajo es una propuesta de metodología de valoración se hace pertinente hacer una pequeña disertación previa para llegar a una aproximación al concepto de valor que se utilizará en este trabajo.

Si partimos de la definición según el Diccionario de la Academia Española, es la calidad que constituye una cosa digna de estimación ó aprecio. El valor es una sustancia social, producida por el trabajo humano abstracto que se materializa en cualquier tipo de mercancía. Por otro lado, éste no puede expresarse en su propia sustancia. Se omite el desarrollo de la forma simple y desplegada de valor pues su exposición sería muy larga y no es central para el tema de este trabajo.

El valor se manifiesta bajo la forma de valor en el cuerpo de otras mercancías. Sin embargo, el valor no se expresa en el cuerpo de una mercancía cualquiera sino que puede ser en aquél de una mercancía aceptada universalmente como equivalente: el oro. De este modo, como equivalente general, el oro se transforma en mercancía monetaria. Ésta es, según Marx, la génesis del dinero. El dinero nace de una necesidad de expresar el valor y la magnitud de valor de distintas mercancías en un polo común.

Al convertirse en moneda, el oro adquiere ciertas características particulares. La que interesa destacar es que el oro puede enfrentarse a todas las demás mercancías bajo su forma relativa. Es decir que todas las demás mercancías son equivalentes particulares para este metal precioso, se desprende una primera característica importante del dinero: no sólo el dinero es una mercancía sino que es la mercancía general directamente cambiable por cualquier otra. El dinero posee una enajenabilidad absoluta pues ninguna mercancía se resiste a cambiarse por ella.

⁷⁰ *Resource Wars – The new landscape of global conflict*. Michael T Klare. Owl Books. New Cork 2002.

Por lo tanto, ésta es la primera función del dinero: la medida del valor. Las distintas mercancías expresan no sólo su valor sino también su magnitud del valor en el cuerpo del oro. Se puede entonces afirmar que el precio de una mercancía es la expresión en dinero de la magnitud de valor que ésta contiene. Es decir que la primera función del dinero consiste en actuar como la medida ideal del valor de las mercancías.

El dinero es una vía para desarrollar el intercambio. Si se supone que una mercancía que es producto de una hora de trabajo humano abstracto. El valor de esta mercancía se expresa en una determinada cantidad de oro que también sea producto de una hora de trabajo humano abstracto. Por lo tanto el desarrollo de la forma de valor se encuentra en la base de la primera función del dinero. No hay necesidad alguna de que esta mercancía se cambie por el oro. Lo único que sabemos es que esa mercancía tiene la potencia de cambiarse por oro en una cierta proporción puesto que ambos son valores.

Una extracción importante sobre el concepto del dinero la hace José Piernas Hurtado donde dice:

“... que el valor es esencialmente variable y no hay una medida segura á que referirle, cosa en que también convienen los economistas, se explica sencillamente sin más que tener en cuenta que el valor expresa una relación entre términos sujetos á continuas alteraciones. Es la condición del medio económico, y éste se modifica al par de las necesidades á que se dirige y según cambian las condiciones”

Basados en los anteriores párrafos para el presente trabajo se definirá valor como la cantidad máxima de dinero que un inversionista estaría dispuesto a pagar por una unidad de medida del recurso mineral antes de ser extraído. Es decir el valor monetario se utiliza como herramienta para conectar todos los elementos que intervienen en un proyecto minero.

5.2 LA FUNCION DE GASTO

Previo a los planteamientos y consideraciones de la función de gasto es pertinente mencionar que esta se encuentra altamente influenciada y relacionada con la gestión de riesgos dado que esta herramienta es la que permite visualizar los posibles escenarios de operación y cuantificar u orientar recursos de manera estratégica.

La función de gasto es a su vez una función compleja que involucra otras funciones de gastos y que se pueden separar entre operativos, financieros, ambientales, sociales, etc. Los gastos en sí son los que permiten extraer el mineral o roca de interés pero son los que a su vez mantienen lo que se denomina licencia social para operar. Esta función de manera matemática puede expresarse de la siguiente manera:

$$f(G) = f(f(E), f(F), f(A), f(S), f(O))$$

Donde:

G:	Gastos.
E:	Gastos de exploración, extracción y abandono.
F:	Gastos financieros
A:	Gastos ambientales
S:	Gastos Sociales
O:	Otros gastos.

***f*(E): Consideraciones del gasto asociados a los costos de exploración y extracción:**

Los gastos de exploración⁷¹, extracción⁷² y abandono⁷³ están relacionados a la actividad minera como tal. Dependiendo el tamaño de la mina, se puede tener al mismo tiempo actividades de exploración en un área mientras que en otras se adelantan procesos extractivos y planes de abandono.

En pequeña y mediana minería (cuando se hace técnicamente) se adelanta normalmente la exploración que se utiliza para la definición del depósito como tal y posteriormente se desarrolla la extracción del mineral una vez fue definido el método minero más adecuado y finalmente se realiza el abandono. En términos generales estos costos involucran dos partes unos costos directos que se generan por efecto de materiales, mano de obra, combustibles, lubricantes y energía más

⁷¹ Costos relacionados a la definición del modelo geológico, involucra métodos directos e indirectos mas análisis de resultados.

⁷² Costos relacionados a extraer el mineral del subsuelo, transportarlo, beneficiarlo y entregarlo al cliente para su uso.

⁷³ Costos relacionados a reintegrar las áreas intervenidas al ecosistema y comunidad una vez finalizadas las actividades extractivas y de beneficio, incluye restituciones paisajísticas, desmonte y adecuación de infraestructura, etc.

unos costos indirectos donde están contenidos la administración, imprevistos e impuestos, etc.

Los valores de los costos de exploración y extracción están asociados a las condiciones de mercado del área donde se ubique la mina, la tecnología minera a utilizar, la normatividad vigente en la zona y en general están influenciados por las condiciones económicas de la zona donde se realizará la intervención. Un ejemplo claro de este proceso de costo directo e indirecto es el precio al que puede contratarse un movimiento de tierras por metro cúbico si se está acerca a un centro urbano o si se está en una zona selvática donde se tiene dificultad para hacer llegar los suministros y combustibles.

Una vez están definidos y monetizados todos los puntos anteriores se ubican en el tiempo y se obtiene el valor presente de los mismos.

De manera cuantitativa se evalúa:

Exploración: en suma global los costos de perforación, toma de muestras, reconocimientos topográficos, geológicos, etc. Así como preparación de informes.

Explotación: se hace una evaluación de costos de cada actividad discriminando lo que se invierte en descapote, perforación, voladura, etc. Para este proceso se parte de los análisis de precios unitarios.

Abandono. Incluye en sumas globales el costo de entrega de infraestructura y adecuación de áreas de minería para regresarles a actividades comerciales, agrícolas o ganaderas.

***f*(F): Consideraciones del gasto asociados a los costos de financieros**

Estos se encuentran relacionados al costo del capital involucrado en la financiación de todas las actividades y las expectativas de rentabilidad de los inversionistas de capital más las expectativas de rentabilidad de los intermediarios financieros.

Se incluye costo del dinero, afectación de los costos operativos por efecto de tasa de cambio, devaluación, inflación, volatilidad de mercados y demás factores que afecten el valor presente neto de los ingresos o gastos del proyecto minero.

***f*(A): Consideraciones del gasto asociados a los costos ambientales**

En lo referente a la evaluación ambiental que fue desglosada en el capítulo 4 y en la cual siguiendo los lineamientos del ICMM se internalizan las externalidades negativas y positivas que la implementación de un proyecto minero genera, están

incluidos los costos de implementar los planes y acciones de manejo ambiental derivados de la evaluación, es decir el costo ambiental de usar el recurso.

Respecto al valor de no usar el recurso será tomado como valor cero dado que partimos del hecho que el recurso a valorar es necesario para el desarrollo de las actividades económicas y por ende el no extraerlo no es una opción, lo que lleva a que la extracción debe realizarse observando todos los planes generados a partir de la matriz de impactos ambientales.

De manera resumida es monetizar las estrategias de manejo que se derivan de identificar los impactos generados teniendo presente que se garantice la protección del capital natural crítico.

***f*(S): Consideraciones del gasto asociados a los costos sociales**

“La evaluación del impacto social abarca las incidencias sociales, culturales y socioeconómicas del proyecto. Como los datos sociales y culturales no son fáciles de recopilar, con frecuencia se utilizan indicadores económicos, lo cual falsea la evaluación. Dicho de otra manera, para realizar una evaluación adecuada de las incidencias sociales es importante tomar el tiempo necesario para reunir la información cultural y social pertinente (Joyce y MacFarlane, 2001).”

Antes de abordar el tema de gasto asociado a los costos sociales es importante recordar que el tema principal es la comunidad y cómo el desarrollo puede contribuir a mejorar su vida y oportunidades presentes y futuras. Los impactos de las actividades de desarrollo pueden ocurrir en diferentes escalas sociales, incluyendo individuos, familias y comunidades, naciones, culturas y la sociedad en su conjunto. También se debe señalar que la dimensión social es subjetiva, cualitativa, difícil de medir y percibida de manera distinta por los numerosos participantes e interesados directos.

Cuando las compañías mineras tocan este tema se pueden desarrollar tres escenarios, el primero es que existe el riesgo que la industria suplante el estado involucrándose demasiado; o bien que, al no participar lo suficiente con la comunidad, enfrente oposición a un proyecto minero propuesto o existente pero también se dan oportunidades para que la industria establezca una buena relación con una comunidad, lo cual puede facilitar las operaciones en el largo plazo.

La pregunta entonces es cómo asegurar que el desarrollo sea sostenible, o que el desarrollo generado por la extracción de un recurso mineral continúa incluso cuando el mineral en sí mismo ha sido agotado. Es un problema complejo y de largo plazo, en el cual la dimensión social o humana del Desarrollo Sostenible se

vuelve crucial. Requiere abordar el hecho de que la riqueza mineral de un área se agotará, pero que el desarrollo generado por esa riqueza mineral puede y debe continuar para que las futuras generaciones continúen satisfaciendo sus necesidades.

La dimensión social no puede separarse de la dimensión económica o ambiental. Muchos elementos sociales del Desarrollo Sostenible pueden ser examinados a la luz de consideraciones socioeconómicas como enlaces entre las dimensiones económicas y sociales. Es más, las consideraciones ambientales están presentes en el análisis de problemas de salud y seguridad, en problemas que tratan de asentamientos o en el análisis del impacto de un proyecto minero sobre los modos de subsistencia.

La responsabilidad social de las empresas ha sido definida como las prácticas sociales y ambientales voluntarias de las compañías que van más allá de sus obligaciones jurídicamente establecidas y comprende todas aquellas actividades que llevan a maximizar los beneficios de los proyectos al tiempo que minimizan sus impactos, lo cual se extiende más allá de lo requerido por las leyes de los países en los cuales operan. En ese contexto, el término “social” se refiere a objetivos sociales, tales como el desarrollo económico, las contribuciones sociales y la protección del medio ambiente. La responsabilidad social de las empresas ha sido descrita como la herramienta de las empresas para implementar el Desarrollo Sostenible y se conoce como la licencia social de operación.

Los costos sociales están asociados a la licencia social de operación dado que estos se encuentran relacionados a los planes de inversión social que catapultan los beneficios que obtienen las empresas o que generan incrementar inversiones en otros rubros.

Un ejemplo simple de estos gastos es: si una compañía se establece en un área con deficiencias de agua y esta contribuye a las comunidades vecinas con planes de mejoramiento de su calidad de vida, obtiene dos tipos de beneficios, el primero que esta obteniendo un apoyo tácito de la comunidad que le permitirá más fácilmente entablar diálogos con esta cuando de solucionar un conflicto sobre un interés común se trate y de paso este mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad contribuirá a un mejor descanso de sus empleados que son miembros de esta comunidad, lo cual incidirá en la productividad de los mismos aunado al sentido de pertenencia de la empresa. (Caso Cerrejón en la Guajira Colombiana).

De manera cuantitativa aquí se incluye la monetarización de recursos destinados a la implementación de los planes de manejo social, costo de los grupos de trabajo dedicados a conservar la licencia social de operación, costo de reasentamiento de comunidades, costo de pérdidas de fuentes de empleo, entrenamientos y demás.

$f(0)$: Otras consideraciones del gasto asociados a los otros costos no contemplados en las otras categorías.

En este rubro se incluyen casos de gastos generados por situaciones derivadas de eventos no planeados o planeados con bajo nivel de riesgo asociado pero que al iniciarse el proyecto desencadenan en inversiones o generación de desembolsos mayores a los proyectados.

Un ejemplo claro de este caso, y que se ha vuelto recurrente alrededor del mundo es el caso de la seguridad en los proyectos mineros derivados de problemas de orden público locales o nacionales en las áreas donde se adelantan extracciones de minerales (Vg. Extracción de diamantes en África, de petróleo en el Mar Caspio, de carbones en la costa Atlántica colombiana, por citar sólo los casos más conocidos⁷⁴) dados los flujos económicos y las dinámicas sociales generadas después de iniciadas las operaciones.

La imagen progresista de ser ambiental y socialmente responsable puede crear oportunidades y dar a una compañía minera una ventaja competitiva y acceso a potenciales recursos es decir hacer inversiones con fundamentos en el Desarrollo Sostenible es rentable a mediano y largo plazo.

5.3 CONSIDERACIONES FINALES

Existen dos consideraciones finales que son de alta importancia en la valoración económica de un recurso cuando se utiliza esta propuesta de metodología y que son el momento de la valoración y la tasa de descuento a utilizar, sobre estos temas se hacen los siguientes comentarios:

Momento de la valoración.

La primera consideración a tener en cuenta es que el momento de la valoración es definitiva para determinar un valor unitario de un mineral, dado que las dinámicas económicas, políticas y sociales generadas después de poner en marcha un proyecto, así como el agotamiento de las reservas y el deterioro de la capacidad del medio para seguir cumpliendo con las funciones de hábitat, soporte, proceso, etc. afectan de manera significativa la funciones de gastos en sus componentes y por tanto el valor obtenido, lo que si puede hacerse es utilizar la metodología para, basados en las dinámicas presentadas y haciendo las correcciones y modificaciones en las evaluaciones técnicas asociadas (modelos geológico y

⁷⁴ Ibidem 70.

minero, estudios de impacto ambientales, modelos sociales, etc. y planes generados de los anteriores), elaborar curvas del comportamiento del valor unitario del mineral de un sitio que sirve como indicador para la toma de decisiones, desde el punto de vista de inversionistas privados así como de entidades gubernamentales, que permitan fijar o redefinir condiciones de borde como adelantar la iniciación de planes de abandono o de expansión, así como endurecer o flexibilizar políticas o acuerdos que redunden en beneficios globales para el sistema donde se desarrolla el proyecto.

Como aspecto final pero no menos importante dentro de la valoración y dado que esta definido que se evalúa para un momento dado, teniendo los costos (función de gastos) e ingresos (función de ingresos) causados en el futuro debe plantearse el tema de la tasa de descuento que se aplicará para utilizar la metodología.

Tasas de descuento a utilizar en la evaluación de los flujos de caja.

Debemos diferenciar que para la evaluación de los proyectos públicos y privados se emplean diferentes criterios en este aparte primero se realiza una revisión del estado del arte de los criterios usados encada caso y finalmente se plantea cual es la tasa de descuento a utilizar en la evaluación de los flujos de caja de esta propuesta de metodología.

Para el caso del sector privado se usa la información estadística disponible para obtener la tasa de descuento que debe aplicarse al proyecto en función del riesgo asociado y la rentabilidad esperada por los accionistas y para definir la viabilidad se comparan los diferentes proyectos o alternativas de inversión revisando cual tiene mayor rentabilidad para el mismo nivel de riesgo, las entradas y salidas (ingresos y gastos) presumibles a lo largo del tiempo del proyecto son siempre monetarias y no conllevan problemas especiales de homogeneización de efectos a unidades monetarias

Para el caso de proyectos públicos se tienen en cuenta consideraciones adicionales y se plantea el problema de la traducción de efectos del proyecto a unidades monetarias para que sea factible el análisis costo-beneficio es decir, se involucran costes sociales y beneficios sociales.

Tomando lo planteado por Torrijos⁷⁵ sobre el tema existen las siguientes posturas

⁷⁵ J. Alberto Torrijos Regidor, ESTUDIOS DE VIABILIDAD EN INFRAESTRUCTURAS: DESARROLLO SOSTENIBLE Y PROBLEMÁTICA DE ELECCIÓN DE LAS TASAS DE ACTUALIZACIÓN EN INVERSIONES PÚBLICAS. 2005

“a) Los que se oponen al sistema beneficio-costo en cualquier variante o con cualquier matiz en la toma de decisiones y, en consecuencia, el hablar de la tasa de descuento no tiene sentido.

b) Los que admiten trabajar con el sistema beneficio-costo con distintas variantes y en las que de alguna manera se maneja el concepto de tasa de descuento medioambiental intergeneracional (T_{di}) cuyo valor se va a encontrar en el intervalo que va del valor cero a la tasa de descuento clásica ($0, T_{dc}$) y, por la peculiaridad de los argumentos que sustentan unos valores u otros de los del intervalo, hay que distinguir:

b-1) Los que adoptan el valor de la tasa de descuento clásica del flujo monetario como valor de la tasa de descuento medioambiental intergeneracional. $T_{di}=T_{dc}$

b-2) Los fijan el valor cero para la tasa de descuento intergeneracional. $T_{di}=0$.

Se puede entender que este grupo pertenece a los detractores del método beneficio-costo pues tomar una tasa de descuento nula para actualizar un efecto a tiempo infinito anula la utilización del método (v).

b-3) Los adoptan un valor intermedio entre las dos anteriores: $T_{di} \in (0, T_{dc})$.

En este grupo hay es importante considerar dos variantes: los que optan por una tasa de descuento intergeneracional constante ($T_{di} = cte.$) y los que optan por una tasa variable ($T_{di} = F(t, \text{otras variables})$)”

Para el caso de esta propuesta primero debe definirse si se utiliza una tasa para lo operativo y otra u otras para el caso de los costos ambientales y sociales. Retomando a Torrijos⁷⁶ sobre estas últimas pueden plantearse una gran cantidad de alternativas entre las que se encuentra “una tasa variable en el intervalo ($0, T_{dc}$) que tuviera en cuenta el stock de recursos irrecuperables de que dispone la comunidad y de las características relativas a los efectos irreversibles que presenta el nuevo proyecto que piensa afrontar la comunidad en el momento de estudio del proyecto.”

Concluyendo, la definición de la tasa de descuento⁷⁷ es un tema complejo que amerita una amplia discusión, la cual no será abordada en este documento dado que lo planteado es una propuesta de metodología que integra los conocimientos de las diferentes áreas técnicas integrándolos a una guía de evaluación, es decir la definición de la tasa de descuento a utilizar será definida al momento de utilizar la herramienta y no se pondrá condicionamiento a la misma.

⁷⁶ Ibidem 75

⁷⁷ Alberto Torrijos, 2005, hace una propuesta metodológica para la obtención de la tasa de descuento ambiental intergeneracional. Esta se encuentra disponible en la web en la siguiente dirección: http://www.ciccp.es/biblio_digital/V_Congreso/congreso/pdf/010405.pdf

La propuesta de metodología no es excluyente ni limitadora ya que permite de una manera ordenada incorporar consideraciones o modificar las condiciones de borde ajustándose al real comportamiento del sistema y sus dinámicas individuales.

Mediante esta propuesta de metodología no se pretende dar o quitar protagonismo a las evaluaciones técnicas de las ramas del conocimiento involucradas en los proyectos mineros sino presentar la información de manera ordenada y sistemática de modo que las revisiones que se realicen de los valores unitarios obtenidos sean comparables y cuenten con todo el respaldo teórico de cada una de las especialidades.

6. ESTUDIO DE CASO

Como parte final y utilizando la metodología propuesta se hará un análisis de caso para una compañía minera que opera en el sub sector de agregados pétreos en el Área Metropolitana de Medellín. El objetivo de este análisis es probar los resultados que se obtienen de usar la metodología más no hacer una crítica al proceso, planes de manejo o estrategias de comercialización o programas que tenía la empresa al momento de la valoración.

El proceso consiste en determinar cuales son las reservas presentes y cual su utilidad práctica para definir los productos a producir, con la tecnología instalada o por instalar, y de allí definir la secuencia de extracción. Esto se hace mediante una maximización de los ingresos. Definida la secuencia de extracción y los productos a producir se determinan los ingresos y costos y se obtiene el valor unitario máximo y el valor máximo del depósito.

Para el estudio de caso se plantea hacer una valoración de agregados pétreos en un punto específico de la ciudad de Medellín, Departamento de Antioquia, Colombia. Más precisamente en la Cantera Bello de Canteras de Colombia S.A., para el caso de consumos de insumos, volúmenes de producción real y costos se tomó la situación de la cantera para el año 2001 indexada por el IPP⁷⁸, momento en el cual ésta era operada con equipos propios de la empresa, contaba a su vez con planta de personal propia, en general era responsable por la generación de su propio flujo de caja y no era dependiente de su casa matriz, Grupo Empresarial Antioqueño en cabeza de la compañía Argos.

Canteras de Colombia S.A., es una empresa dedicada a la extracción, beneficio y comercialización de agregados pétreos para la construcción de obras civiles, radicada en el Área Metropolitana de Medellín y propiedad del Grupo Argos, el cuál es parte del Grupo Empresarial Antioqueño.

Los recursos minerales se encuentran ubicados en el Municipio de Bello, ladera oriental del Valle de Aburrá, sobre la margen derecha del Río Medellín en el kilometro 1 + 500 de la vía que de Medellín conduce a Bogotá; el Km 0+0 es el puente de Acevedo. Ésta es una vía de orden nacional que fue entregada en concesión a Devimed, para ser mejorada y operada por este concesionario.

Dado que el modo de operación actual de la mina no se hace de manera directa por el propietario y esta compañía tiene unas características especiales en cuanto a su administración que no permite lograr el objetivo de la valoración (integrar los

⁷⁸ Índice de Precios al Productor.

costos reales de una operación minera adicionando en la valoración las implicaciones del concepto de Desarrollo Sostenible expresados en los diez principios del ICMM) se hace una abstracción para la condición de la empresa en el año 2001 donde era operada con sus recursos propios.

La finalidad de este ejercicio es determinar cuál es el precio de los recursos "in situ" teniendo presente los desarrollos mineros de esta compañía, su ubicación, tecnologías a utilizar para la extracción de los materiales pétreos, mercado y demás parámetros que hagan atractivo su beneficio y teniendo en cuenta los conceptos de Desarrollo Sostenible internalizados en la evaluación minera ambiental.

6.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN PLANTEADA

Primero se definirá la tasa de descuento para ello se plantean las posibilidad de tener una tasa para lo operativo, otra para lo ambiental y otra para los social, Dado que el ejercicio siguiente se trata de verificar la aplicabilidad de la metodología y no hacer una disertación sobre las tasas de descuentos cuando hay implicaciones sociales y ambientales se define que se utilizará una sola tasa de descuento para calcular los valores presentes de los ingresos y los gastos y que esta será una tasa de mercado. Una opción de valoración y definición de viabilidad de proyectos es usar las diferentes opciones de tasas y combinarlas para evaluar distintos escenarios.

Para el estudio de caso se parte de la formula general planteada en la metodología:

$$f_{(VUM)} = f(f(I), f(G), f(C), f(t))$$

Donde:	VUM:	Valor unitario del mineral
	I:	Ingresos por comercialización en valor presente.
	G:	Gastos de extracción en valor presente
	C:	Cantidad de reservas
	t:	Vida útil del depósito

6.1.1 Valor de la función de ingresos $f(I)$. Para obtener este valor deben tenerse en cuenta los ingresos que se generan por la venta de los recursos mineros, los cuales están ligados a las condiciones generales de la empresa,

localización, cantidad de reservas, precios de venta, entre otros, sobre los cuales se hará una breve descripción.

Para ello debemos partir del conocimiento del depósito y sus potencialidades, es decir que se puede obtener de el y en que cantidad.

Reservas de la mina. El plan minero general elaborado para explotación de la mina Bello de Canteras de Colombia hace una descripción de los parámetros geológicos, geotécnicos y mineros tenidos en cuenta para el secuenciamiento de la explotación (Canteras de Colombia, Minería Especial, 2001).

Algunas de las cifras más importantes tomadas de este estudio para aplicarlas al análisis de caso son las siguientes:

Reservas totales	9.047.928 MCB
Capa Vegetal	737.739 MCB
Depósitos estériles	218.571 MCB
Depósitos de talud	595.246 MCB
Roca Fresca	7.458.472 MCB

Las cifras globales entregan la magnitud de los recursos pero estos tienen valor de mercado asociado a su utilización y esta se encuentra definida por sus características. Es decir el tener caracterizado el depósito permite definir utilización de los diferentes afloramientos para la producción de los diferentes productos que comercializa Canteras de Colombia S.A. tal como se puede apreciar en la Tabla 8.

Tabla 8. Utilización de los diferentes afloramientos para la producción de los diferentes productos que produce Canteras de Colombia S.A.

Estrato		Descripción	Espesor medio [m]	Usos	Clientes
I Suelo	IA	Este contiene el suelo edáfico y la zona de lavado de óxidos y está conformada por limo orgánico y arcillas bajo estos.	3	La capa vegetal puede ser utilizada como material para recuperación de suelos en las zonas ya conformadas de los depósitos de estériles. Las arcillas limosas pueden usarse en la fabricación de cerámicos rojos (ladrillos)	Canteras de Colombia para la recuperación de las zonas ya conformadas de los depósitos de estériles. Ladrillera que se ubique alrededor o dentro de los predios de Canteras de Colombia S.A.

Estrato	Descripción	Espesor medio [m]	Usos	Clientes
IB	Este contiene la zona de acumulación de óxidos (lateritas) y está conformado por arcillas limosas y limos arcillosos. Bajo esta zona se empiezan a incrementar el contenido de núcleos de roca no meteorizados completamente. Se pueden seguir algunas estructuras heredadas de la roca.	5	En la actualidad esta siendo utilizado por algunas empresas cementeras como mena de mineral de hierro para la producción de cemento portland.	<p>Cliente activo: Cementos El Cairo S.A.</p> <p>Clientes potenciales: Cementos Rioclaro S.A.</p> <p>(Ya ha realizado pruebas de contenidos de Fe_2O_3) y Cementos del Nare S.A.</p>
IC	En esta zona hay mayor presencia de núcleos de roca no meteorizados. Los fragmentos presentan fuerte coloración roja por presencia de óxidos de hierro. Se observan estructuras heredadas.	10	Puede utilizarse como material de recebo para hacer reemplazos de suelos de bajas capacidad portante o que pueden ser expansivos o compresibles.	Empresas constructoras que estén adelantando obras que requieran reemplazos de suelo en el área de influencia directa de la cantera. Municipios para reparaciones de vías terciarias.
II Transición	IIA Transición entre suelos y roca. Se incrementa la presencia de bloques de roca de color rojo en matriz areno limoarcillosa. Se observa claramente estructura y fábrica.	15	Este estrato puede ser utilizado en la producción de bases granulares, pero este producto debe ser mezclado con una arenilla no plástica para garantizar un índice de plasticidad que permita estar dentro de las normas de construcción de vías tanto en Área Metropolitana como en INVIAS. Una fracción de este estrato puede utilizarse para la producción de agregados para concreto que no sean utilizados en la producción de concretos blancos.	Empresas constructoras de vías que adelanten proyectos en la zona de influencia directa de la cantera.
	IIB Transición entre suelos y roca. Se incrementa la presencia de bloques de roca en matriz areno limoarcillosa. El color de los bloques cambia a gris a medida que se incrementa profundidad y se reduce el contenido y cantidad de matriz. Se observa claramente estructura y fábrica.	10	La parte superior para la producción de bases granulares y la parte inferior para la producción de agregados para concreto.	Empresas constructoras que operen en el área de influencia de la cantera.

Estrato		Descripción	Espesor medio [m]	Usos	Clientes
III Roca fresca	III	Rocas frescas de color gris en la cual se presentan las estructuras del macizo como diaclasas, fracturas y fallas. El espesor está limitado por el plan minero general.	100	Producción de agregados para concretos hidráulicos y asfálticos.	Empresas constructoras que operen en el área de influencia de la cantera así como productores de mezcla asfáltica.

Fuente: Investigador, levantamiento de la columna estratigráfica y posibles usos.

Una vez esta definido cuales son los productos obtenibles se dimensiona el proceso productivo y se determinan cuales son los productos y subproductos del proceso que serán comercializables. Del proceso minero y de beneficio se obtienen: piedra para entresuelo, triturado de 2 ½, triturado de 1 ½, triturado de ¾, triturado de ½, arena para concreto, todo uno y base granular.

Del proceso minero y de beneficio se obtienen: arcilla ferruginosa, cribado especial, recebo.

Como puede observarse en la

Tabla 9, los productos elaborados a partir de la transformación de la dunita serpentizada que aflora en Canteras de Colombia S.A. tienen las siguientes aplicaciones:

Tabla 9. Aplicaciones de los productos elaborados a partir de la dunita serpentizada

Productos – Subproductos	Usos
Piedra para entresuelo	Para construcción de entresuelos y elaboración de concretos ciclópeos. Puede ser utilizado en filtros especiales en rellenos sanitarios.
Triturado de 2 ½	Como balasto para vías férreas y material para construcción de filtros.
Triturado de 1 ½	Para construcción de filtros, en preparación de concretos hidráulicos y como carpetas de rodadura en parqueaderos. Para preparación de bases asfálticas.
Triturado de ¾	Para preparación de concretos hidráulicos estructurales.
Triturado de ½	Para preparación de concretos hidráulicos estructurales y concretos para piezas prefabricadas y como ornamentación.
Arena para concreto	Para preparación de concretos hidráulicos estructurales y concretos para piezas prefabricadas y como ornamentación.

Todo Uno	Para preparación de concretos asfálticos.
Base granular	Para construcción de estructuras de pavimento o como carpeta de rodadura en vías terciarias.
Arcilla ferruginosa	Como materia prima en la fabricación de cementos tipo portland.
Cribado especial	Para reemplazos de suelos, llenos estructurales o carpetas de rodadura en vías terciarias.
Recebo	Para reemplazos de suelos, llenos estructurales o carpetas de rodadura en vías terciarias.

Fuente: Investigador.

De las tablas anteriores, se concluye que los productos obtenibles de la mina y proceso de beneficio de canteras de Colombia son comercializables en su totalidad y el paso siguiente sería definir las estrategias de venta para asegurar el flujo de ingresos. Sobre esto no se hace ningún planteamiento dado que no es el alcance del ejercicio. Se asume para el ejercicio que se comercializa la totalidad del producido.

Con la anterior información se realizó una proyección de los volúmenes a extraer hasta el agotamiento definido en el plan minero, proyectando las variaciones de precio de los agregados según el comportamiento histórico del mercado que a su vez está regulado por los ciclos de la construcción.

Definidas las cantidades que pueden producirse (acorde a la base tecnológica de la empresa) y comercializarse, se calcula el valor presente neto de las ventas del recurso proyectadas, para lo cual se tienen los siguientes valores:

• Incremento de precios por año	12.0%
• M ³ vendidos por mes	26,000.00
• Incremento de volumen por año	3.0%
• Tasa de descuento para cálculo de VPN ⁷⁹	8.6%
• Inflación	10.0%
• Tasa al infinito	13.4%
• Reservas Totales	9,047,928.00 MCB
• Capa vegetal	737,739.00 MCB
• Depósitos de estériles	218,571.00 MCB
• Depósitos de talud	595,246.00 MCB
• Roca Fresca	7,458,472.00 MCB

Al combinar todos estos factores se obtiene un VPN de los ingresos, o el valor de la función de ingresos que entrega un ingreso unitario, de \$9,226 por metro cúbico

⁷⁹ Valor presente neto.

de roca fresca. El detalle del cálculo se puede ver en los anexos C y D del presente trabajo.

6.1.2 Valor de la función de cantidad $f(C)$ y de la función de tiempo $f(t)$. El cálculo de la cantidad proviene del estudio minero (modelo minero) y sus valores son utilizados para el cálculo del ingreso y del gasto de extracción y beneficio. Los valores más importantes tomados de este estudio son los valores de reservas totales, capa vegetal, depósitos de estériles, depósitos de talud y roca fresca.

La función tiempo depende de la tasa de extracción y la cantidad de reservas. Para este caso es de 19 años para las tasas de explotación planteada de 26.000 m³ en el primer periodo (anual) y crecimiento de la producción del 3%.

6.1.3 Valor de la función de gasto $f(G)$. Se parte de la función de gasto planteada en la metodología y que esta compuesta por:

$$f(G) = f(f(E), f(F), f(A), f(S), f(O))$$

Donde:

- G: Gastos.
- E: Gastos de exploración, extracción y abandono.
- F: Gastos financieros
- A: Gastos ambientales
- S: Gastos Sociales
- O: Otros gastos.

6.1.3.1 Valor de la función de exploración y extracción $f(E)$. Dado que esta es una compañía que ya terminó su proceso exploratorio este valor de gasto es cero y para conocer el valor de extracción debe primero conocerse cuales son las características del depósito, la localización del mismo y su proceso productivo, así como los recursos invertidos en este último, se hace una descripción de ella:

Descripción de la mina. Es una cantera que está ubicada sobre el cuerpo conocido como la Ofiolita de Medellín y conformada por dunitas serpentinizadas de origen marino que fueron puestas en su ubicación actual por procesos tectónicos. La roca se encuentra fracturada, diaclasada y afectada por fallas

locales pero que permiten taludes en corte de hasta 70 grado de inclinación (según el plan minero General)⁸⁰.

Reservas de la mina. La empresa Minería Especial EU, elaboró un plan minero general para la explotación de la mina Bello de Canteras de Colombia con fecha marzo de 2001 y en ella se hace una descripción de los parámetros geológicos geotécnicos y mineros tenidos en cuenta para el secuenciamiento de la explotación y cuyos principales valores fueron presentados en la valoración de la función de ingreso.

Aguas. De las aguas que afloran actualmente en el frente de explotación poseen merced de aguas los vecinos de la Urbanización Belvedere, lo cual obliga a la compañía a realizar control y seguimiento a las obras que allí se realicen para garantizar el abastecimiento tanto de su proceso productivo como de los vecinos.

Descripción del proceso productivo. El proceso productivo de Canteras de Colombia S.A. en la mina Bello, involucra varias actividades que se realizan con la utilización de los equipos propiedad de la empresa y que se describen a continuación:

Corte, cargue, transporte y disposición de estériles. Esta actividad consiste en la preparación de los frentes de trabajo para extraer la roca que entrará al proceso de beneficio. En ella se incluyen los perfiles de suelo IA, IB, IC y IIA de la columna estratigráfica generalizada de la mina, la cual que se presento en la

- Tabla 9 y que fue mencionada en el plan minero general⁸¹. Estos materiales son cortados y cargados en las volquetas fuera de vía las cuales las llevan hasta los depósitos de estériles (botaderos), demarcados para tal fin en el plan minero general, donde son esparcidos y compactados por equipos especializados (bulldozer y retroexcavadora) siguiendo los lineamientos técnicos y ambientales que permiten garantizar la estabilidad de estos depósitos.
- Extracción. La extracción consiste en el arranque y cargue de roca a las volquetas fuera de vía el cual se realizaba por medios mecánicos, sin la utilización de explosivos, dado el alto fracturamiento que presenta la roca en la zona por presencia de fallas, diaclasas y fracturas (información que está

⁸⁰ El plan minero general cuenta con el modelo geológico como base del planeamiento minero que es en el que se plantea la secuencia de extracción del yacimiento y la configuración final del mismo una vez realizado todo el proceso minero.

⁸¹ Licencia 4381. Plan Minero General. Programa a corto, mediano y largo plazo. Minería Especial EU. Marzo 16 de 2001.

contenida en el plan minero en descripción de geología). Para esta actividad se utilizaban las retroexcavadoras, Poclain 350, Komatsu 650 e Hitachi 200 propiedad de la empresa. Sobre la condición operativa de los equipos no se hará mención ya que no son el objeto de la presente valoración y el efecto de la disponibilidad de las mismas es tenido en cuenta en los rendimientos de los equipos que finalmente afectan el costo de operación y la cantidad de material movido.

- Transporte de materiales de mina a planta de beneficio. Este se realiza mediante la utilización de volquetas fuera de vía de capacidades que oscilan entre 10 y 12 metros cúbicos de propiedad de la empresa: Dumpers volvo A25C, Dumpers volvo 861 y Dumpers Terex R17. La distancia del frente de cargue a la boca de trituración primaria varía entre 300 y 500 metros dependiendo del frente de mina que se encuentre en explotación.
- Beneficio. El beneficio del material consiste en la trituración, clasificación y lavado de los fragmentos de roca que una vez son sometidos a este proceso se denominan agregados. Para este proceso la empresa cuenta con un montaje de fabricación española, marca Larón, de aproximadamente 25 años de uso que se encuentra en buenas condiciones de operatividad y posee una capacidad nominal media de producción de 200 m³/h tanto en la trituración primaria como en la planta que realiza los procesos de trituración secundaria, terciaria y clasificación y lavado. La parte primaria y secundaria puede operar de manera independiente. No se hace una descripción detallada de las condiciones y estado de los equipos de trituración dado que no es el objeto de esta valoración y el efecto de la disponibilidad de las mismas es tenido en cuenta en los rendimientos de los equipos que finalmente afectan el costo de operación y la cantidad de material movido.
- Manejo de lodos producto del lavado. En el proceso de lavado se generan lodos que son recopilados en un tanque clarificador, con utilización de floculante, del cuál son extraídos por gravedad y entregados a una Dumper Terex con un tanque para ser transportados a unas piscinas sedimentadoras, ubicadas sobre uno de los depósitos de estériles de la mina, donde son desecadas al sol para después ser manejadas como estériles.
- Desalojo de agregados a patios de acopio. Se desaloja aproximadamente el 50% de la producción y la restante es despachada desde las tolvas a las volquetas de los clientes. Los patios de acopio cubren un área de aproximadamente una hectárea y están ubicados frente a la planta de beneficio. Este transporte se realiza con un doble troque marca Sisu propiedad de la sociedad Canteras de Colombia y tiene un recorrido de aproximadamente

200 m. No se hace una descripción del estado operativo del equipo por no ser objeto de la presente valoración y el efecto de la disponibilidad de las mismas es tenido en cuenta en los rendimientos de los equipos que finalmente afectan el costo de operación y la cantidad de material movido.

- Despachos desde acopios. Esta operación consiste en el cargue de volquetas de clientes desde los patios de acopio mediante la utilización de cargadores. Canteras de Colombia, utilizaba dos equipos Volvo modelos L90 y L90 C. No se hace una descripción del estado operativo del equipo por no ser objeto de la presente valoración.

Teniendo en cuenta las actividades a realizar, el costo unitario de cada actividad y los movimientos de materiales a realizar provenientes del plan minero se encuentra el costo unitario de operación el cual tiene un valor de \$4,349. El detalle de este análisis se encuentra en el anexo C de este documento.

6.1.3.2 Valor de la función de gastos financieros $f(f)$. Esta se encuentra asociada al costo de los recursos requeridos para invertir en la operación y en mantener la licencia social.

A esta información no se tuvo acceso. Pero para efectos de ejercicio se plantea que el 30% de los recursos utilizados en la financiación de los costos operativos fueron producto de obligaciones financieras las cuales tienen tasa de interés del 12% efectivo anual lo cual arroja como resultado un costo unitario de \$157 por gastos financieros. Ver anexo D para detalles del cálculo.

6.1.3.3 Valor de la función de gastos ambientales $f(A)$ y sociales $f(S)$. Esta se encuentra asociada al costo de los planes de manejo ambiental para mantener la licencia social de operación.

Para la evaluación de este costo se proyecta el efecto de la implementación de las actividades y planes de manejo ambiental formulados a la luz de la evaluación ambiental que se propone en este trabajo y que internaliza las externalidades negativas y positivas inherentes a esta operación (ver la Tabla 10) y no a lo que estaba haciendo la empresa en el momento de la evaluación, es decir hace caso al deber ser según lo propuesto en el capítulo 4 de este documento. Ver anexo D para detalles del cálculo.

El valor obtenido es de \$351 por metro cúbico.

Tabla 10. Valoración económica de la implementación de las estrategias de manejo ambiental

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo	Consideraciones de la implementación
<p>Incremento en la concentración de material particulado. Las actividades de voladura y especialmente las de transporte son las que generan el material particulado. Las partículas representan cualquier material disperso en la atmósfera y sus efectos nocivos dependen entre otros factores de su tamaño, su concentración y el contacto con las poblaciones aledañas.</p>	<p>Construcción de barreras vivas alrededor de los sitios de generación de material particulado (zonas de acopio y beneficio), humedecimiento de las vías destapadas.</p>	<p>Hace parte del desarrollo minero y se construyen con el material estéril. A Costo de \$851 m³</p>
	<p>Monitoreo de la calidad del aire</p>	<p>Se realiza dos veces al año a un costo de \$5.000.000 cada uno, en este se incluye monitoreo de ruido y emisión de material particulado.</p>
<p>Incremento en la concentración de contaminantes en el agua. La calidad de las aguas depende de la máxima cantidad de contaminantes permitidos para un determinado uso, son varios los parámetros que pueden ser afectados por la operación minera entre ellos se deben considerar el posible incremento en sustancias tóxicas tales como lubricantes o hidrocarburos, el cambio en el pH, el aumento en la concentración de sólidos, la disminución de oxígeno disuelto, el aumento de microorganismos, estos entre otros parámetros deben ser analizados con el animo de garantizar la calidad de los efluentes.</p>	<p>Construcción de sistemas para retener o remover contaminantes (tanques de sedimentación).</p>	<p>Manejo de lodos. Hace parte del costo operativo.</p>
	<p>Monitoreo de la calidad del agua de corrientes afectadas</p>	<p>Se realiza dos veces al año a un costo de \$5.000.000 cada uno</p>
<p>Disminución de la disponibilidad de agua superficial. La vegetación cumple un papel fundamental en el régimen hídrico de una zona, así mismo las primeras capas del suelo son reguladores del comportamiento de las aguas, la intervención sobre estas implica que las aguas lluvias y corrientes superficiales no presenten el mismo comportamiento, fenómenos como disminución del tiempo de concentración de las aguas lluvias y cambios bruscos en la hidráulica</p>	<p>Reforestación.</p>	<p>No valorable.</p>

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo	Consideraciones de la implementación
del cuerpo de agua ocasionan una disminución en la disponibilidad.		
Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales. La operación minera cambia la dinámica de los cuerpos de agua en la zona, la principal actividad es el desvío de cauces lo cual ocasiona modificaciones en el régimen de caudales y niveles durante las crecientes, el cambio en la geomorfología y uso del suelo en el área de explotación también genera cambios en las corrientes y en las zonas de inundación.	Construcción de drenajes.	No valorable. Por ser en zona urbana se puede llegar a afectar a habitantes del sector. Debe plantearse adquisición de póliza que cubra eventualidades de este tipo
Disminución de la disponibilidad de agua subterránea. El comportamiento de las aguas subterráneas depende de las geoformas y la estructura propia de los suelos de la zona, las voladuras y las excavaciones modifican su comportamiento y por lo tanto su disponibilidad. El abatimiento de nivel freático como consecuencia de la apertura de tajos reduce o impide el acceso a este recurso, incluso se pueden secar los acuíferos más superficiales de la zona	Revisión de los modelos de transferencia de agua de acuíferos y su impacto en el planeamiento regional	No valorable. No existen estudios sobre el tema. Lo primero sería realizarlo para evaluar si afecta las zonas de carga del río Medellín. Debe plantearse adquisición de póliza que cubra eventualidades de este tipo.
Alteración de las geoformas. La adecuación de áreas para la explotación exige no sólo la transformación del área de beneficio, sino también zonas anexas para construcción de infraestructura.	El proyecto debe buscar que al momento del desmonte, cierre y abandono de la explotación minera, que se genere con los depósitos un relieve con unidades topográficas similares a las actuales, que permitan la regeneración de ecosistemas similares a los actuales.	Contemplado en plan de abandono. El cual es parte del desarrollo minero
Alteración de las características del horizonte A del suelo. El horizonte A del suelo se constituye en una matriz con características fisicoquímicas que permiten el desarrollo de vegetación que sirve como soporte para el mantenimiento de un ecosistema específico o como soporte para el crecimiento de pastos para aprovechamiento de potreros. La adecuación de áreas con infraestructura de apoyo para el proyecto y zonas de explotación exige la destrucción de esta matriz de suelo.	Separar los horizontes A y en el transcurso de la explotación de la mina, se debe hacer un tratamiento especial con estos horizontes, con una fuerte tendencia a la experimentación, donde se siembren diferentes plantas de la zona en diferentes momentos que le aporten nuevamente la firmeza que necesita para garantizar la nutrición de las plantas.	El manejo es igual al dado a los estériles del proceso minero en cuanto al costo. Se valora el total a remover y se divide en el número de años de la explotación \$851/m3

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo	Consideraciones de la implementación
Igualmente la construcción y operación de facilidades como sistemas de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos alteran las condiciones químicas del suelo.		
Alteración de la diversidad y cantidad de especies de aves. Pérdida de área de ocupación de las especies presentes, y como consecuencia disminución en el tamaño de las poblaciones. Posible extinción local de especies sensibles a las alteraciones del ambiente.	Remoción de vegetación en bosque o rastrojo, en una sola dirección.	Desmonte por área
	Mantener al menos una conexión para permitir que las especies de aves que habitan en el área tengan algún sitio seguro de huida.	Contemplar corredores dentro del plan minero
	Siembra de especies de plantas que atraigan a las aves, ya sea para percha, alimentación o refugio.	Programa de reforestación
	Mejoramiento de hábitat	No valorable
Alteración de la diversidad y cantidad de especies de fauna terrestre. Pérdida de área de ocupación de las especies presentes, y como consecuencia disminución en el tamaño de las poblaciones. Posible extinción local de especies sensibles a las alteraciones del ambiente	Restricción para captura de individuos con el fin de consumirse, venderse, o tenerse como mascota.	No aplica, zona periurbana
	Durante la desviación de cauces es de vital importancia tener en cuenta que los cauces viejos quedaran especies de anfibios y reptiles atrapados, deben ahuyentarse o de ser necesario trasladarse a una zona que no vaya a ser afectada.	No aplica.
Alteración de la diversidad y cantidad de especies de fauna acuática. La pérdida de cobertura vegetal en los cauces afectará la disponibilidad de recursos alimenticios para muchas especies de peces, interfiriendo de manera acumulativa en la red trófica del sistema, además la desviación de los cauces afectará la disponibilidad de hábitat, recursos, zonas de desove y rutas migratorias. Esto conllevará a la disminución de poblaciones de peces de importancia comercial tanto en la zona del proyecto como aguas arriba y abajo del mismo.	Rescate de peces en el antiguo cauce del río en el momento de desvío y arborización del canal nuevo.	No aplica
	Construcción de canal irregular y disipadores de energía	No aplica
	Monitoreo de ictiofauna	No aplica

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo	Consideraciones de la implementación
<p>Alteración del componente flora. Las coberturas vegetales presentes se verán afectadas pues se alterará la composición florística y estructura de las coberturas vegetales en toda la zona de afectación. Particularmente se verán afectadas las franjas existentes de bosques de galería y fragmentos aislados de bosques secundarios intervenidos, estas coberturas albergan una alta diversidad de especies animales cuyas poblaciones también se verán afectadas. Este impacto, aumenta el aislamiento entre los fragmentos boscosos existentes en la región (fragmentación), generando así una gran disminución de el flujo genético de las poblaciones animales y vegetales y la alteración de la estructura poblacional y la dinámica de comunidades.</p>	<p>Proteger y restaurar áreas que puedan reemplazar los nichos que ofrecen las coberturas vegetales afectadas por el proyecto minero.</p>	<p>Manejo de áreas no afectadas por minería</p>
	<p>Recuperar y conservar áreas que presenten coberturas vegetales similares a las deterioradas por el proyecto minero, las cuales se deben localizar cerca del área de explotación.</p>	<p>Compensación</p>
	<p>Diseñar la construcción de un corredor biológico que conecten áreas boscosas y corredores fragmentados de bosques de galería.</p>	<p>Contemplado dentro del alcance minero</p>
	<p>Monitoreo de las áreas restauradas y protegidas definidas dentro de las actividades de compensación.</p>	<p>Compensación</p>
<p>Cambios en los usos actuales del suelo. Se disminuirá la diversidad de los usos del suelo de la región y habrá una alta dominancia de usos asociados a la minería. Se afectarán principalmente los suelos de protección de los ríos y quebradas que conforman ecosistemas estratégicos en la zona, los cuales sostienen la dinámica de los demás ecosistemas de la región. Con la alteración de los usos del suelo de la zona se podrá afectar la economía de muchos pobladores de la región.</p>	<p>Cambiar la actividad ganadera y agrícola de la región de forma planificada dentro del área directa del proyecto minero. Los terrenos que no serán transformados, se debe mantener los usos de suelos actuales hasta la operación del proyecto minero sobre ellos.</p>	<p>No aplica</p>
	<p>Adecuación de áreas de depósitos de estériles y de retrolenado para la actividad ganadería a partir del cierre del proyecto minero.</p>	<p>No aplica. El plan de cierre de la mina contempla áreas de minería destinadas para construcción de bodegas industriales</p>
	<p>Conservación de suelos protectores localizados dentro de ecosistemas estratégicos (actividad ligada a la compensación de coberturas vegetales).</p>	<p>Incluida en manejo de capa vegetal</p>
<p>Alteración del equilibrio de Ecosistemas acuáticos. La desviación y canalización de cauces alterará su velocidad, interfiriendo así con la disponibilidad de hábitat y recursos para el desarrollo de las comunidades planctónica, macroinvertebrados e íctica.</p>	<p>Monitoreo de la calidad hidrobiológica de las corrientes de agua</p>	<p>No aplica</p>

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo	Consideraciones de la implementación
<p>Alteración del equilibrio de ecosistemas terrestres. El desarrollo minero podrá afectar ecosistemas estratégico representado por coberturas vegetales como los bosques de galería, las cuales poseen un alto valor ecológico, ya que albergan una alta diversidad de especies muy importantes dentro de la dinámica de las poblaciones.</p> <p>La actividad implica la pérdida de área de ocupación de las coberturas originales, y cambio en la composición original lo que afecta la dinámica de los ecosistemas existentes.</p>	Proteger y restaurar las áreas de bosque	No aplica. No hay presencia de bosques. Área periurbana
	Generar una zona de compensación en el mismo ecosistema que no vaya a ser alterada y que conserve sus condiciones naturales.	No aplica. Zona periurbana
	Es de suma importancia garantizar la conectividad del bosque de galería por medio de la revegetalización o regeneración natural en la zona de los retiros de los cauces.	No aplica. Zona periurbana
<p>Alteración de la infraestructura Urbana</p>	Propiciar un mejoramiento de la infraestructura urbana a partir de apoyos a programas de señalización, de mejoramiento del alumbrado público, de mejoramiento de las vías, de mejoramiento de la infraestructura.	Compensación. Mejoramiento de vías y apoyo a junta de acción comunal del barrio donde está ubicada. Asignar presupuesto anual y hacer seguimiento cercano. Para efecto se estima como porcentaje del costo directo. 1%
<p>Alteración de los servicios básicos urbanos</p>	Apoyo al mejoramiento de la calidad de vida a partir de programas relacionados con los servicios públicos como el acueducto, el alcantarillado, la construcción y/o mejoramiento de unidades de atención básica y de hospitales, de la construcción y/o mejoramiento de escuelas, entre otros.	Mantenimiento de suministro de agua a vecinos, mantenimiento, dotación y funcionamiento de puesto de salud. Asignar presupuesto anual y hacer seguimiento cercano. Para efecto se estima como porcentaje del costo directo. 1%
<p>Demanda de mano de obra para las diferentes actividades relacionadas. Con la explotación minera se puede generar un incremento en la inmigración de población proveniente de otras zonas con el ánimo de asentarse en la región con la ilusión de una oportunidad laboral en el sector. Simultáneamente la compra de predios para las diferentes concesiones mineras desplaza mano de obra del sector pecuario al sector minero o al de subempleo en centros urbanos o pequeños asentamientos.</p>	Generar estrategias de contratación de personal, donde en la contratación prime el origen así: buscar contratar en primera instancia personal del área de influencia local (municipios vecinos al proyecto), posteriormente pensar en personal del área de influencia departamental y en última instancia pensar en la contratación a nivel nacional.	Los empleados viven en área de influencia directa y en general en el área metropolitana

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo	Consideraciones de la implementación
<p>Generación de Empleo y cambio de actividad primaria. La demanda de mano de obra calificada y no calificada para el desarrollo de los proyectos mineros genera la migración de población. Esta demanda implica no sólo puestos de trabajo en las minas, sino también generación de empleo formal e informal en comercio y servicio. Se espera en el tiempo un incremento tanto en la oferta como en la demanda, para un descenso en la oferta simultáneo al agotamiento de las reservas. La pregunta que se plantea es el tipo de actividad económica a la cual se podrán dedicar las personas que cumplan su ciclo en la actividad minera.</p>	<p>Ofrecer cursos, talleres, capacitaciones sobre diferentes actividades relacionadas con las actividades comerciales de la zona. Propiciar el aprendizaje en los niños a través de la memoria cultural, haciendo uso del conocimiento de los más ancianos y/o sabios.</p>	<p>Contemplado en soporte y ayuda a gestión de junta de acción comunal</p>
<p>Cambio en la dinámica y crecimiento. Previo al desarrollo de la actividad minera, los establecimientos que prestaban algún tipo de servicio, lo hacen de manera incipiente y sólo con productos básicos de la canasta familiar, no perecederos. Con la llegada de proyectos mineros el desarrollo de los locales comerciales en más amplió y se ofrece toda clase de productos para atender la demanda de la población flotante.</p>	<p>Fortalecer las actividades tradicionales a partir de cursos, talleres y capacitaciones en la comunidad, preferiblemente comenzando con los más jóvenes.</p>	<p>No aplica. Área periurbana</p>
<p>Cambio e incremento en el costo de la tierra. La propiedad de las grandes haciendas ha pasado de los grandes ganaderos a grupos de inversionistas que le apuestan al negocio de la minería. Haciendo que las grandes haciendas ganaderas no sólo cambien de propietario sino que también de actividad económica.</p>	<p>Establecer, con las entidades públicas (municipios), políticas claras de inversión, para que el producto de las regalías sea invertido en la comunidad.</p>	<p>No aplica. Zona periurbana con barrios de invasión en área circundante.</p>
<p>Creación, fortalecimiento o desaparición de organizaciones sociales</p>	<p>Generar espacios de asesorías jurídicas a las organizaciones constituidas y por constituirse. Ofrecer cursos, talleres, capacitaciones relacionadas con el tema.</p>	<p>Contemplado en soporte y ayuda a gestión de junta de acción comunal.</p>
<p>Alteración de las costumbres de la zona y de los referentes culturales.</p>	<p>Generar y apoyar eventos culturales (música, teatro, danza, pintura, escritura, entre otros), en las escuelas, las casas</p>	<p>Contemplado en soporte y ayuda a gestión de junta de acción comunal</p>

Impacto ambiental identificado	Estrategia de manejo	Consideraciones de la implementación
	de la cultura, entre otros. Propiciar el aprendizaje en los niños a través de la memoria cultural, haciendo uso del conocimiento de los más ancianos y/o sabios.	
Destrucción de evidencias arqueológicas por obras asociadas al proyecto.	Realizar actividades arqueológicas de prospección, rescate antes de la remoción y acopio del horizonte A y monitoreo durante la actividad.	No aplica

Fuente: Investigador.

6.1.3.4 Valor de la función de otros gastos $f(O)$. Aquí se incluyen los gastos legales en los que la empresa ha incurrido para obtener la titulación y licencias minero ambientales y otros gastos ocultos.

La cuantificación de estos no se logró porque hacen parte del detalle de los gastos administrativos a los cuales no se obtuvo acceso. Dentro de la evaluación de la legalidad de la explotación se obtuvo la siguiente información:

Normas y usos del suelo. En el acuerdo 027 de 1995 del Municipio de Bello se estipula que los predios que ocupa Canteras de Colombia S.A. y que son propiedad de la sociedad Canteras y Derivados S.A. en liquidación, sociedad esta última, propiedad de Canteras de Colombia, están en una zona comercial – actividad múltiple sobre las márgenes de la autopista Medellín – Bogotá y en una zona de conservación ecológica y forestal y/o producción agropecuaria; sin embargo el municipio de Bello otorgó la factibilidad minera para la empresa Canteras de Colombia siempre y cuando la explotación de las áreas comprendidas en la licencia de explotación 4381 se realicen única y exclusivamente entre las quebradas La Gabriela y Santa Rita y sólo hasta la cota 1800 msnm, restado además el retiro de 100 m que debe existir al barrio Santa Rita y de 15 m a cada lado del poliducto Medellín – Rionegro.

Certificado de ubicación industrial. Canteras de Colombia S.A. posee certificado de ubicación industrial el cual renueva en el municipio de Bello según los términos de ley. En el POT del municipio de Bello la totalidad del predio donde adelanta su actividad Canteras de Colombia queda clasificada como zona rural dentro de lo que se denominará “zona minera oriental” cuyo uso principal es la actividad minera.

Titulación. La compañía es propietaria de las tierras donde adelanta la extracción y esto se encuentra debidamente legalizado mediante escritura pública y registrada en la oficina de registros públicos respectiva. Dentro del predio propiedad de la empresa es donde está planteado el modelo minero. Los linderos se encuentran perfectamente definidos en las escrituras.

Es importante mencionar que la titulación del predio no se analizó y en consecuencia se desconoce la tradición y las afectaciones jurídicas que pudieran existir.

Licencias Mineras y ambientales. Respecto a las licencias mineras Canteras de Colombia S.A. en el área directa de ubicación de la mina Bello, en operación, posee los títulos mineros respectivos. Ambos se encuentran en contrato de

concesión. De igual manera la compañía cuenta con la resolución de imposición del plan de manejo ambiental.

Para efectos del ejercicio se asumió que el valor de los otros gastos era igual al 5% de los gastos operativos, lo cual genera un costo unitario de 217 \$/m³.

6.2 CONSIDERACIONES FINALES DE LA VALORACIÓN

En el ejercicio se evidencia que al determinar el valor de los costos ambientales algunos de estos son realizados como compensación dado que no existe manera de mitigarlos o corregirlos.

De otro lado la matriz de impactos ambientales tiene impactos a los cuales no se les puede imponer un plan de manejo puesto que no existe el conocimiento técnico para plantear soluciones o simplemente se generan impactos como la modificación de los patrones de drenaje de aguas subterráneas que son imposibles de mitigar y no puede plantarse una compensación puesto que no se conoce la manera en que afecta medio ambiente.

En general es importante destacar que lo que debe prevalecer sobre una operación minera es la responsabilidad con los sistemas que se afectan llámense estos ecológicos o sociales y deben tenerse previsiones de recursos para cubrir estos imprevistos.

De otro lado, para el caso de los yacimientos minerales la planeación minera, partiendo de un acertado modelo geológico, es de vital importancia pues es la que determina cuando y cuanto mineral es el que se va a llevar al mercado así mismo en esta descansa la obligación de hacer la maximización de la producción del depósito evitando que sus reservas se conviertan en marginales por un mal proceso minero.

Para el caso del valor encontrado como valor unitario, del recurso evaluado, este depende de la destinación con la que fue evaluado, es decir como material de construcción pero si en el futuro se cambia la destinación de mercado que tiene el bien esta valoración no tendría aplicación ya que la generación de ingresos sería diferente y muy probablemente las condiciones de frontera definidas en el modelamiento minero pierdan validez así como el proceso de beneficio y por ende los impactos ambientales evaluados. En resumen si el mineral cambia de destino en el mercado la valoración debe repetirse en toda su extensión. Una situación que pudiera darse es que cambie de destino como material de construcción y empiece a utilizarse como mena de mineral de hierro.

7. CONCLUSIONES

La primera consideración a tener en cuenta es que el momento de la valoración y la tasa de descuento son definitivos para determinar el valor unitario de un mineral, dado que las dinámicas económicas, políticas y sociales varían.

Mediante esta metodología no se pretende dar o quitar protagonismo a las evaluaciones técnicas de las ramas del conocimiento involucradas en los proyectos mineros sino, presentar la información de forma ordenada y sistemática de manera que las revisiones que se realicen de los valores unitarios obtenidos sean comparables y cuenten con todo el respaldo teórico de cada una de las especialidades.

Usando la metodología para valorar en diferentes momentos, y haciendo las correcciones y modificaciones en las evaluaciones técnicas asociadas (modelos geológico y minero, estudios de impacto ambientales, modelos sociales, etc. y planes generados de los anteriores), se puede elaborar curvas de comportamiento del valor unitario del mineral en un sitio; lo cual sirve para la toma de decisiones, desde el punto de vista de inversionistas privados así como de entidades gubernamentales, que permitan fijar o redefinir estrategias como adelantar la iniciación de planes de abandono o de expansión, endurecer o flexibilizar políticas o acuerdos con las comunidades, replantear cobros de regalías o tasas impositivas, etc.

Como toda actividad económica, la minera también genera impactos ambientales y es fuerte en cuanto a generación de procesos de degradación de sistemas. Las diversas fases del desarrollo minero afectan en distintos grados a todos los elementos naturales como el suelo, agua, aire, flora y fauna, y también al ser humano y su interacción con los elementos ambientales naturales, sociales y culturales. El no hacer una evaluación conciente o el no aplicar las medidas determinadas en los estudios de impacto ambiental tiene implicaciones importantes a futuro que deterioraran la capacidad del sistema y por ende la valoración realizada no tendría validez puesto que cambian las condiciones de borde supuestas al inicio de la valoración.

El Desarrollo Sostenible es un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y la modificación de las instituciones estén acordes y acrecientan el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas.

El valor unitario, del recurso evaluado, depende de la destinación con la que fue valorado, es decir, si en el futuro se cambia la destinación de mercado que tiene el

bien esta valoración no tendría aplicación ya que la generación de ingresos sería diferente y muy probablemente las condiciones de frontera definidas en el modelamiento minero pierdan validez así como el proceso de beneficio y por ende los impactos ambientales evaluados. En resumen si el mineral cambia de destino en el mercado la valoración debe repetirse en toda su extensión.

En la segunda mitad de los años ochenta, el concepto de Desarrollo Sostenible se generalizó como un objetivo social aparentemente deseado por todo el mundo, pero el Desarrollo Sostenible, igual que otras ideas, resulta ser lo que alguna vez se ha llamado un "concepto esencialmente discutible". Parece suscitar asentimiento universal, aunque en realidad se dan de él varias interpretaciones, algunas incompatibles entre sí.

En el pasado la producción se consideró un beneficio en sí misma, pero la producción también acarrea costes que sólo recientemente se han hecho visibles. La producción necesariamente merma las reservas finitas de materias primas y energía, mientras que satura la capacidad igualmente finita de los ecosistemas con los desperdicios que resultan de sus procesos. El crecimiento ha sido la medida de la salud nacional y social empleada tradicionalmente por los economistas, pero el crecimiento industrial continuado en áreas que ya están altamente industrializadas es un valor sólo a corto plazo: la producción presente sigue creciendo en perjuicio de la producción futura, y en perjuicio de un medio ambiente frágil y cada vez más amenazado. La realidad de que los recursos naturales son finitos y de que ningún gasto de energía y demás recursos es gratis pone a cada profesional en el campo de la economía, la geología y la ecología, frente a una decisión moral en cada momento del proceso económico. De ahí la necesidad de métodos que permitan la valoración económica de los recursos minerales que faciliten la obtención del valor máximo de un recurso determinado.

El medio ambiente posee un valor económico que en muchas ocasiones es imposible de evidenciar o directamente infinito y, por definición, incalculable pero nunca inexistente. Un primer paso debe ser la identificación de las funciones ambientales y de los productos y servicios ambientales generados por éstas.

Plantear una metodología para obtener el valor máximo de un mineral tiene su mayor complejidad en la interacción intergeneracional, dado que las generaciones actuales en su beneficio solicitan al proyecto programas o actividades que pueden o no tener en cuenta el capital ambiental crítico para las generaciones futuras.

El valor unitario obtenido al utilizar toda la función de costo propuesta en este estudio, es menor al valor obtenido al limitar la función solo a los costos de extracción y beneficio, por lo que es muy factible que un empresario no invierta recursos en los costos ambientales y sociales para maximizar su rentabilidad.

Para la consecución del Desarrollo Sostenible se requiere, como mínimo, una identificación clara de los impactos que generan los proyectos mineros así como un compromiso de todos los involucrados que las actividades se realicen buscando el bien común. El compromiso tanto como Ingeniero Geólogo y Civil y candidato a Magíster en Economía, es promover que en los proyectos donde participe se atiendan los lineamientos de Desarrollo sostenible aplicables a minería para que incrementemos, o en el peor escenarios conservemos, el capital natural mínimo y la licencia social para operar así mismo buscar que todos los interesados en un proyectos entiendan el verdadero valor de los recursos minerales.

8. BIBLIOGRAFÍA

BERRENS, Robert et al. Implementing the Safe Minimum Standard Approach: Two Case Studies from the U.S. Endangered Species Act. Vol. 74. No. 2. Estados Unidos: mayo de 1998, p. 147-161. Documento en PDF [online]. (Citado el 23 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: [http://links.jstor.org/sici?sici=0023-7639\(199805\)74%3A2%3C147%3AITSMSA%3E2.0.CO%3B2-0](http://links.jstor.org/sici?sici=0023-7639(199805)74%3A2%3C147%3AITSMSA%3E2.0.CO%3B2-0)

BROOKS. Líneas y proyectos de Investigación. Documento en PDF [online]. (Citado el 20 de abril de 2007). CEPAL, Colombia: 1996. Disponible en Versión HTML: www.humboldt.org.co/usoyval/val_pro.htm - 39k

BRUNDTLAND, Gro Harlem. Nuestro Futuro Común. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Brasil: 1987. Disponible en Versión HTML: www.lainsignia.org/2002/julio/ecol_003.htm - 24k

Canteras de Colombia - Minería Especial. Plan minero mina Bello, Bello, 2001.

CEPAL. Acerca de la CEPAL. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Santiago de Chile: 2006. Disponible en Versión HTML: http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/noticias/paginas/4/21324/P21324.xml&xsl=/tpl/p18fst.xsl&base=/tpl/top-bottom_acerca.xsl

CEPAL. La CEPAL en pocas palabras. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Santiago de Chile: 2005. Disponible en Versión HTML <http://www.cepal.org/noticias/paginas/4/21324/LACEPALENPOCASPALABRAS.pdf>.

CORONADO R., Carlos Ignacio Prefactibilidad Socio Económica multicriterio de proyectos de desarrollo en la pequeña minería: Una Propuesta metodológica. Tesis de Grado en Maestría en Economía de la Energía y los recursos minerales, 2000.

DESAIGUES y POINT. Estudios de Economía Aplicada. España: 1993, p. 321–338. Documento en PDF [online]. (Citado el 23 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/301/30121208.pdf>

FERNÁNDEZ, Pablo. Valoración de Empresas: Cómo medir y gestionar la creación de valor. 3 Ed. Capítulo 9-13. Documento en PDF [online]. (Citado el 23 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://web.iese.edu/PabloFernandez/docs/INDICElibrovaloracionweb.pdf>

FORUM EMPRESA. ¿Quiénes Somos? Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Santiago de Chile: 2006. Disponible en Versión HTML: <http://www.empresa.org/web/index.php?lang=1>

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Who we are. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). 2006. Disponible en Versión HTML: <http://www.globalreporting.org/AboutGRI/WhoWeAre/>

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Who we are. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). 2006. Disponible en Versión HTML: <http://www.globalreporting.org/AboutGRI/WhatWeDo/>

HOTELLING, Harold (1931): “The Economics of Exhaustible Resources”, en *The Journal of Political Economy*, vol. 39, nº 2, april, pp. 137-175 (Traducido al castellano en *Cuadernos de Economía Aplicada*, nº 3, CEURA, Madrid, 1987).

ICMM. Marco Conceptual Sobre Desarrollo Sustentable del ICMM: Principios del ICMM. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: www.icmm.com/publications/ICMM_Principles_es.pdf

ICMM. Good Practice. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://www.goodpracticemining.org/>

Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Manual de Evaluación Técnico Económica de Proyectos Mineros de Inversión. Segunda Edición, 1997.

JIMÉNEZ HERRERO, L.M. Desarrollo sostenible y economía ecológica. Integración medioambiente-desarrollo y economía-ecología. Editorial Síntesis, Madrid, 1996.

KINDLE, FRED et al. Sector Projects, The Power of Working Together. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). WBCSD. Suiza: 2006, 24 p. Disponible en Versión HTML: http://www.wbcSD.org/DocRoot/7dkRXCdFFkYmfNOeOS1k/powering_sustainable_future.pdf

KLARE URANO, Michael T. Guerras por los recursos, Colección Tendencias, Barcelona, España, 2003, 345 p.

LEAL, José. Técnicas de Valorización Económica de Impactos Ambientales: Aplicabilidad y Disponibilidad de Información; El Caso del Sector Minero. [en línea]. Santiago de Chile: CIPMA, Mar 2000 [Citado 27 Jun. 2003]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.cipma.cl/hyperforum/Valorizacion.doc>>

LOPERA C. SERGIO HERNANDO, 2005: Petróleo y sostenibilidad energética: Caso Colombia. Aportes, 028, 107-120.

MACKENZIE. Valoración de los Productos Forestales. Documento en PDF [online]. (Citado el 20 de abril de 2007). CEPAL, Suiza: 1990. Disponible en Versión HTML: <ftp://tesis.bbtK.uLL.es/ccssyhum/cs220.pdf>

Mining and Sustainable development II Challenges and perspectives Volume 23.

MIRÓ ROCASOLANO, Pablo. EL TEOREMA DE COASE Y SUS IMPLICACIONES SEGÚN "EL PROBLEMA DEL COSTE SOCIAL. Documento en PDF [online]. (Citado el 11 de mayo de 2007). Madrid: 2001. Disponible en Versión HTML: <http://www.eumed.net/cursecon/colaboraciones/Miro-Coase.htm>

NAREDO, J.M., 1992. Los cambios en la idea de naturaleza y su incidencia en el pensamiento económico actual, Información Comercial Española, 711, 11-30.

OCAMPO, José Antonio. V Conferencia Bienal de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica. Documento en PDF [online]. (Citado el 20 de abril de 2007). CEPAL, Santiago de Chile: noviembre 16 de 1998. Disponible en Versión HTML: <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/prensa/noticias/discursossecretaria/3/543/P543.xml&xsl=/prensa/tpl/p42f.xsl&base=/prensa/tpl/top-bottom.xsl>

ONU. ABC de las Naciones Unidas. Nueva York: 2000, 397 p.

ONU. Environmental Guidelines for Mining Operations. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Alemania:1994. Disponible en Versión HTML: http://www.iiied.org/mmsd/mmsd_pdfs/ab/ab_bibliografia.pdf

ONU. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Nueva York: 2002, 184 p.

ONU, Mining, Environment and Development. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/CD/sustdev.htm>

ORREGO SUAZA, Sergio y otros. Valoración económica de bienes ambientales, con muestras estratificadas proporcional y a proporcionalmente, año XXXVIII – N° 56 – Junio 2001.

PERRINGS, C. World employment programme: sustainable livelihoods and environmentally sound technology. Working Paper. International Labor Organization, p. 28. Documento en PDF [online]. (Citado el 20 de abril de 2007). CEPAL, Suiza: noviembre 16 de 1998, p. 11-12. Disponible en Versión HTML: www.iisd.org/ic/info/ss9503.htm

PILLET. Conceptualización del Desarrollo Sostenible. Documento en PDF [online]. (Citado el 23 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: www.eumed.net/tesis/jmc/cap02.pdf

POSADA LONDOÑO, Luis Guillermo y VARGAS PIMIENTO, Elkin. Desarrollo Económico Sostenible, Relaciones Económicas Internacionales y Recursos

Minero-energéticos en Colombia. Trabajo de Grado para Magíster en economía. Universidad Nacional, Medellín: 1997, 204 p.

PRING, George W. (Rock). International law and mineral resources. UNCTAD: 1999, 268 p.

PRING, George W. (Rock). Mining, Environment and Development. Documento en PDF [online]. (Citado el 8 de abril de 2007). UNCTAD: 1994, 55 p. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/CD/unctad.htm>

PRING, George W. (Rock). Mining, Environment and Development: The World Bank Group. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). UNCTAD: 2003. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/CD/twb.htm>

REDLIEDS. Presentación. Documento en PDF [online]. (Citado el 13 de abril de 2007). Perú: 2003. Disponible en Versión HTML: <http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/>

SARMIENTO, Miguel Ángel. Un Nuevo Método de Valoración Medioambiental Basado en la Variación del Producto Interior Bruto. Documento en PDF [online]. (Citado el 20 de abril de 2007). CEPAL, Santiago de Chile: noviembre 16 de 1998, 31 p. Disponible en Versión HTML: http://www.gruponahise.com/simposio/papers%20pdf/7%20Antonio%20Prieto_Rodriguez.pdf

THE WORLD BANK. Oil, Gas, Mining and Chemicals. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). Washington: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTOGMC/0,menuPK:336936~pagePK:149018~piPK:149093~theSitePK:336930,00.html>

UNCTAD. Mineral Resources Forum. Documento en PDF [online]. (Citado el 7 de abril de 2007). Suiza: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/index.htm>

UNCTAD. Mineral Resources Forum: The MRF in Brief. Documento en PDF [online]. (Citado el 7 de abril de 2007). Suiza: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://www.natural-resources.org/minerals/aboutf.htm>

UNEP. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. Documento en PDF [online]. (Citado el 4 de abril de 2007). Disponible en Versión HTML: <http://www.unep.org/Documents.multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=en>

VARGAS PIMIENTO, Elkin. Gotas de Aceite, Lagrimas de Oro. Apuntes históricos, jurídicos y políticos sobre el sector minero, El Mundo. Medellín, 2005.

WIKIMEDIA. Externalidad. Documento en PDF [online]. (Citado el 11 de mayo de 2007). España: 2007. Disponible en Versión HTML: <http://es.wikipedia.org/wiki/Externalidad>

WBCSD. About the WBCSD. Documento en PDF [online]. (Citado el 10 de abril de 2007). Suiza: 1994. Disponible en Versión HTML: <http://www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=NjA&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>

ANEXOS