

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.



MINMINAS

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón.

República de Colombia

Germán Arce Zapata
Ministro de Minas y Energía

Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME

Ricardo Humberto Ramírez
Director General

Equipo de Trabajo UPME

Josefina González Montoya
Lina Marcela Rivera Parra
Wilson Sandoval Romero
Marcela Bonilla Madriñan

Equipo de trabajo Ecosimple S.A.S

Henry Antonio Alterio
Coordinador del proyecto

Elias Pinto Martínez
Experto minero

María Alejandra Medina Rincón
Experto Ambiental

Elsa Adriana Rubio Castiblanco
Experto social

Laura Flechas Mejía
Profesional de apoyo

Santiago Felipe Gil
Profesional de apoyo

Monica Lorena Ospina
Profesional de apoyo

www.estudiozuka.com
Diseño y diagramación



Agradecemos a las entidades que aportaron con sus comentarios a la construcción de este documento.

Bogotá D.C, Colombia
Diciembre de 2017

Pag.	
4	1. INTRODUCCIÓN
7	2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN
8	2.1. Revisión de experiencias internacionales.
9	2.2. Contexto nacional.
13	3. ALCANCE DEL PROTOCOLO
15	4. MARCO DE REFERENCIA
16	4.1. El análisis Costo Beneficio y la valoración económica de impactos no internalizables.
17	4.2. Instrumentos técnicos y normativos que orientan la valoración económica en el marco del licenciamiento ambiental.
18	4.3. Instrumentos técnicos y normativos del sector minero que se relacionan con la valoración económica en el marco del licenciamiento ambiental.
20	5. PROCESO PARA DESARROLLAR LA VALORACIÓN ECONÓMICA
21	5.1. Síntesis de los pasos definidos en la resolución 1669 de 2017 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible: “por el cual se adoptan criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licencia ambiental o instrumento equivalente y se adoptan otras disposiciones”
45	5.2. Internalización de impactos.
47	5.3. Análisis beneficio costo de impactos no internalizables.
52	6. PASOS ESPECÍFICOS
71	7. BIBLIOGRAFÍA
74	8. ANEXOS

1

Introducción.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

1 Introducción.

El subsector minero colombiano se caracteriza especialmente por la producción minera de carbón, níquel, esmeraldas, oro y materiales de construcción. **En promedio ha representado el 2,2% del PIB entre 2010 y 2015, y ha aportado el 19,6% de las exportaciones y 16% de inversión extranjera directa en ese mismo periodo de tiempo.**

La actividad minera en Colombia tiene varias escalas y estándares de producción y manejo ambiental. Por un lado, está la minería de pequeña escala, que es la más numerosa cuando se habla de unidades de producción y que cuenta con algunas deficiencias en su desempeño.

Otro tipo de proyectos son los de mediana escala de producción: los hay en minerales como carbón en el interior del país, de esmeraldas en Cundinamarca y Boyacá, de cobre en Chocó, de metales preciosos en Antioquia y Caldas; y también de materiales de construcción, arcilla y caliza en varias zonas del país.

Y finalmente, grandes proyectos mineros que se realizan bajo las mejores condiciones y estándares técnicos, económicos, ambientales y sociales, los cuales son muy importantes para la economía del país no solo por su generación de ingresos, sino por su impacto social y regional (Minminas, 2016).

En el marco del licenciamiento ambiental en Colombia, las diferentes herramientas económicas ofrecen un criterio adicional de evaluación de las solicitudes de licenciamiento ambiental; buscando identificar el aporte que un proyecto, obra o actividad, ocasiona en la generación o afectación del bienestar económico nacional, que es soportado por los recursos naturales y los servicios que éstos brindan a las comunidades (MADS, 2017).

Así, el presente documento hace parte de la consultoría cuyo objeto es el análisis de evaluaciones costo-beneficio *ex ante* de proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón presentadas a las autoridades ambientales en el marco del proceso de licenciamiento ambiental y generar una propuesta de protocolo para estandarizar y mejorar la realización de tales evaluaciones, así como formular recomendaciones de estándares y reconversión tecnológica para reducir o compensar los impactos generados por la explotación de carbón.

En dicho contexto, el propósito de este documento es presentar un protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de minería de carbón, construido con base en la revisión de experiencias y casos concretos seleccionados en común acuerdo con la Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME.

Es importante mencionar que, en el marco de las funciones de la UPME, se encuentran establecer los requerimientos mineros y energéticos de la población y los agentes económicos del país, dando soporte a las diferentes entidades del sector. Teniendo en cuenta esto, el presente documento busca brindar elementos para un protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de minería de carbón. Así mismo, es un insumo para el sector que se debe seguir trabajando y fortaleciendo con los diferentes actores involucrados.

De esta manera, el presente documento establece un marco referencial para el minero de grande, mediana y pequeña escala, mediante el desarrollo del paso a paso para facilitar la preparación de la valoración económica de externalidades del proyecto en la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y su presentación ante la autoridad ambiental, ofreciendo algunas consideraciones y recomendaciones para el desarrollo de cada paso.

Este documento se divide en tres capítulos, en el primero se presentan los antecedentes generales de la minería de carbón en el país, incluyendo un marco de referencia a nivel de los instrumentos técnicos y normativos que orientan la valoración económica en el marco del licenciamiento ambiental y específicamente los aplicables al sector minero de carbón.

La segunda parte del documento está compuesta por un capítulo que describe toda la teoría básica para la elaboración de la valoración económica, con base en los elementos descritos en la Resolución 1669 de 2017 “Criterios técnicos para el uso de las herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental”.

El tercer capítulo presenta un paso a paso para la elaboración de la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio, que se apoya teóricamente en el capítulo dos del presente documento e incluye desde la preparación de la información en la evaluación de impactos ambientales hasta el análisis costo beneficio; indicando recomendaciones para su elaboración.

2

Antecedentes y justificación.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

2 Antecedentes y justificación.

2.1 REVISIÓN DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES.

A manera de contexto general, para la elaboración de este documento, se realizó una revisión de literatura internacional teniendo en cuenta áreas temáticas específicas que genere una base referencial sólida que sustente el objeto y alcance de este. Dichas áreas temáticas específicas objeto de consideración fueron obtenidas de: artículos científicos, estudios, informes, libros, manuales, reportes y tesis académicas.

El objetivo principal fue revisar literatura que abordará temáticas de evaluación de impactos ambientales, análisis costo beneficio, metodologías de valoración económica y regulaciones normativas del sector de minería de carbón. Con base en lo anterior, la revisión de literatura internacional consideró una muestra referencial de 11 países descritos en la **Figura 1**.

Figura 1. Países objeto de análisis para la revisión de literatura internacional.



Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior, es posible concluir que, a nivel latinoamericano, únicamente Colombia y Perú exigen desarrollar la valoración económica de los impactos socioambientales generados por la minería. Actualmente, Colombia exige este elemento para todos los proyectos que generen impactos; mientras que Perú únicamente para los proyectos con impactos significativos; en Brasil y México no se exige realizar una valoración económica de impactos ni análisis costo beneficio, pero sí es obligatorio definir un monto de dinero destinado al cierre de minas generadas por proyectos de gran y mediana envergadura.

Finalmente, en el **Anexo 1** se muestra una biblioteca de referencias en la que se encuentran todos los documentos consultados en el marco de este proyecto, organizados de manera que sea fácil el acceso a la información, y cada documento presenta una breve descripción de su contenido relevante.

2.2 | CONTEXTO NACIONAL.

Colombia es un país con tradición minera; esta actividad ha desempeñado un papel importante tanto en el entorno económico como social del país. Según el Ministerio de Minas, en la Política Minera de Colombia, entre los años 2010 y 2014, el sector minero ha tenido tasas de crecimiento superiores a las presentadas por otros sectores productivos. Este dinamismo de la actividad minera se explica, en parte, por el aumento que tuvieron los precios internacionales de minerales entre el 2010 y el 2012, y por la legislación colombiana que hizo atractiva la inversión extranjera y nacional en el sector. En esta expansión, minerales como el carbón han hecho que el sector minero colombiano tenga un mayor reconocimiento nacional e internacional (Minminas, 2016).

De acuerdo con la UPME (2015), “el potencial que tiene Colombia en carbón térmico y metalúrgico está ampliamente confirmado; debido a su magnitud, coloca al país como el principal productor de carbón de Sur América, el cuarto país exportador de este mineral y ocupa el puesto undécimo (11) como productor mundial de carbón por año con alrededor de 89 millones de toneladas”.

Según el Ministerio de Minas y Energía, “el potencial carbonífero de Colombia (recursos y reservas) se estima del orden de 15.500 millones de toneladas, de las cuales el 14 % corresponde a carbón metalúrgico y el 86 % a carbón térmico. Esta cifra muestra a Colombia como el país latinoamericano con mayores reservas y recursos de carbón, que, por su poder calorífico, contenido de cenizas, azufre y humedad, califica como un producto de alta calidad, con muy buena aceptación en los mercados internacionales” (Minminas, 2016).

De acuerdo con lo anterior, establecer valores monetarios cuantificables a los impactos positivos y negativos generados por esta actividad ayudará a evaluar la participación que tiene el sector dentro del desarrollo económico del país.

La integración del análisis económico al proceso de licenciamiento ambiental en Colombia se encuentra enmarcada en la Constitución Política de Colombia de 1991, que en su artículo 80 establece que “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados” (MADS, 2017).

Es importante tener en cuenta que un título minero, según la ley 685 de 2001, se otorga hasta por 30 años, de los cuales tres corresponden a la exploración del yacimiento carbonífero, tres a la construcción y montaje; y los restantes 24 a la explotación del mineral, que incluye las actividades que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacientes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura (Ministerio de Minas y Energía, 2001).

A continuación, se observan tanto para la minería subterránea como a cielo abierto las actividades de las etapas sujetas a licenciamiento ambiental (construcción y montaje y explotación) y su distribución en el tiempo en la concesión minera (**Figura 2 y Figura 3**).

En la **Figura 2**, se observa en color gris la etapa de exploración, correspondiente a 3 años (10% del tiempo de concesión minera), que no será considerada en el alcance del presente protocolo pues el mismo únicamente considera las etapas de construcción, montaje y explotación. En color amarillo, se observa la duración y actividades de la etapa de construcción y montaje, dentro de las que se encuentran las siguientes actividades específicas (que aplican tanto para minería subterránea como a cielo abierto):

• Construcción de infraestructura de servicios públicos para el proyecto:

- Construcción de plantas de generación de energía
- Construcción de líneas de transmisión o distribución de energía
- Construcción de reservorios de agua
- Construcción de redes de abducción de agua y de distribución
- Construcción de plantas de potabilización de agua

• Construcción de edificaciones

- Construcción de talleres
- Construcción de plantas de beneficio de minerales
- Construcción de bodegas
- Construcción de infraestructura de manejo de materiales peligrosos

La etapa de construcción y montaje representa el 10% del horizonte de tiempo del ciclo de vida de los proyectos mineros, es decir, 3 años al igual que la etapa anterior. En color azul se presentan las actividades de la etapa de explotación, la cual representa el 80% del horizonte de tiempo, es decir, aproximadamente 24 años.

Figura 2. Ciclo minero extracción subterránea de carbón.



La minería a cielo abierto consiste en la extracción por separado de la totalidad de la sustancia mineral y estéril que se encuentra en el depósito, hasta una profundidad determinada por las condiciones propias del yacimiento. Esencialmente es una excavación abierta al aire para extraer el recurso mineral del subsuelo (Minminas, et al., 2005).

A rasgos generales, en la **Figura 3** se presentan las actividades principales de la explotación a cielo abierto en donde la etapa de preparación consiste en la remoción de la capa vegetal y posteriormente la extracción del estéril con voladura o medios mecánicos. A partir de esto, una vez extraído el material se realiza el cargue para su posterior transporte interno y externo.

Figura 3. Ciclo minero extracción a cielo abierto de carbón



De acuerdo con los procesos presentados en la **Figura 3**, se identifican actividades más específicas e incluso transversales, en las que se pretende realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales; en la **Tabla 1** se explican las actividades específicas de la fase de explotación a cielo abierto.

En este caso, por corresponder a explotaciones mineras a gran escala, las actividades se llevan a cabo de manera más automatizada, contando con gran maquinaria y equipos de mayor tecnología para el desarrollo de la extracción del carbón, así como infraestructura para la operación del transporte interno y externo y trituración.

Tabla 1. Actividades en la fase de explotación a cielo abierto.

Remoción de capa vegetal	Corresponde a la labor de retirar la capa vegetal o suelo agrícola, la cual se encuentra generalmente representada por los horizontes O, A y B del material edáfico.
Perforación y voladura	Para la preparación de ésta, inicialmente deberá perforarse el terreno para colocar una carga explosiva, la cual será activada de manera posterior, para así lograr el fraccionamiento de las rocas en tamaños fáciles de manipular con las excavadoras.
Extracción	Está determinada por el método de explotación seleccionado. Es necesario realizar la limpieza del manto de carbón, la cual se puede ejecutar con tractor de orugas, tractor sobre llantas, motoniveladoras o, si así se prefiere, manualmente. La extracción propiamente dicha se puede realizar mediante una combinación Bulldozer/cargador, excavadoras hidráulicas, palas eléctricas cuando el espesor y el buzamiento lo permiten o mineros continuos de superficie.
Cargue y transporte interno	Una vez realizado el arranque del material se procede a la operación de cargue del mineral o estéril al sistema de transporte definido. Es el traslado del material o mineral arrancado desde el frente de extracción hasta el sitio de acopio o planta de beneficio, así como del estéril hasta las escombreras o botaderos. Puede ser continuo o discontinuo.
Trituración, molienda y acopio	Hace referencia al sitio de disposición del material extraído de la mina, con el fin de ser vendido o almacenado, para su posterior beneficio o uso.
Transporte externo	Consiste en el transporte que se hace fuera del título minero, puede ser en tren, camiones u otros con fines de comercializar el producto.
Disposición de estériles	Es la disposición técnica, final o temporal, de los materiales que no presentan ningún valor económico y que acompañan a la sustancia enriquecida. El material se deposita en las escombreras en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración al entorno.
Actividades transversales	Tratamiento de aguas domésticas, industriales y de mina. Uso y almacenamiento de químicos de procesamiento, algunos de ellos con carácter peligroso

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía minero ambiental para explotación

De esta manera, la minería de carbón en las etapas mencionadas anteriormente es objeto de licenciamiento ambiental, y dado que, por exigencia normativa, toda actividad sujeta a licenciamiento ambiental deberá contemplar la valoración económica de sus impactos dentro de sus planes de manejo ambiental (PMA), las metodologías de valoración económica ambiental deberían ser implementadas en toda escala de producción minera.

Por esta razón, se propone el uso de los elementos expuestos en este protocolo para facilitar, mejorar y estandarizar la presentación de las evaluaciones económicas de los impactos positivos y negativos de los proyectos de minería de carbón en el país, permitiendo de esta manera facilitar la comprensión de los conceptos y metodologías aplicadas en el marco de esta evaluación, incluyendo resultados actuales presentados del sector minero y recomendaciones para su elaboración.

— 3 —

Alcance del protocolo.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

3 Alcance del protocolo.

Este documento tiene por objeto orientar la evaluación económica de los impactos no internalizables de los proyectos construcción, montaje y explotación de minería de carbón, en el marco del proceso de licenciamiento ambiental.

Por lo cual, se buscan establecer las orientaciones paso a paso de cómo hacer el análisis costo beneficio, incluyendo los aspectos mínimos para tener en cuenta y las particularidades que debe tener el sector de minería de carbón, además de proveer algunas consideraciones y recomendaciones para el desarrollo de cada paso.

La construcción del protocolo se basó en la reglamentación ambiental y minera existente respecto al análisis beneficio costo de impactos sociales y ambientales, así como en las guías mineras elaboradas por el sector minero, las cuales son herramientas de consulta y orientación conceptual y metodológica para mejorar la gestión, manejo y desempeño minero-ambiental.

También fueron de insumo sustancial, los Términos de Referencia para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de explotación minera, acogidos por la Resolución 2206 del 27 de diciembre de 2016, así como la experiencia de la firma consultora en temas de economía y medio ambiente, con el fin de integrar estos componentes en el protocolo.

De otra parte, usamos como materia prima la revisión y análisis de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de Minería de Carbón presentados ante varias Autoridades Ambientales Regionales, así como de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), seleccionadas por la representatividad de sus jurisdicciones, en términos del volumen de producción de carbón en el país.

En tal sentido, el referente principal de construcción del presente protocolo es la Resolución 1669 de 2017, por la cual se adoptan los Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licencia Ambiental o Instrumento equivalente, la cual explica de manera detallada los elementos necesarios para el desarrollo de análisis costo beneficio. El alcance de este protocolo es plantear aspectos adicionales, propios de la actividad minera de carbón.



4

Marco de referencia.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

4 Marco de referencia.

4.1 EL ANÁLISIS COSTO BENEFICIO Y LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS NO INTERNALIZABLES.

El Análisis Costo Beneficio (ACB) es un proceso sistemático, soportado en las teorías utilitaristas del bienestar, que permite calcular los beneficios y costos de una obra o actividad, de igual manera, comparar los beneficios netos de varias alternativas. Busca orientar a la sociedad frente a la conveniencia de realizar un proyecto (MADS, 2017).

El ACB aplicado se puede utilizar como simple indicador de la rentabilidad y la aceptabilidad de un proyecto, sin embargo, es común su empleo como elemento decisor en la elección entre varias alternativas posibles (Torres and Díaz 2014).

La evaluación de proyectos a través del ACB consiste en comparar los costos (impactos o externalidades negativos) causados por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, con los beneficios (impactos o externalidades positivas), con el objetivo de establecer claramente la conveniencia para la sociedad de su ejecución. A partir de esto, para utilizar la herramienta económica de ACB, es necesario definir claramente los impactos no internalizables que surgen de la actividad e identificar de manera irrefutable aquellas que generen cambios positivos en términos del bienestar de la sociedad (externalidades positi-

vas) y las que, por el contrario, reducen el bienestar de esta (externalidades negativas) (MADS, 2017).

En el marco de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), es indispensable realizar un análisis de la internalización que permita identificar los impactos que pueden ser de una u otra manera prevenidos o corregidos a través de medidas de manejo establecidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), estableciendo de esta manera una relación de los costos asociados a dichas actividades y generando indicadores que faciliten el seguimiento de las mismas (MADS, 2017).

A partir de esto, en el EIA se debe presentar la valoración económica de los impactos que no resulten prevenibles ni corregibles (no internalizables), constituyendo el principal insumo para la aplicación del ACB como criterio de decisión.

De tal manera, estas herramientas económicas ofrecen un criterio adicional de evaluación en las solicitudes de licenciamiento ambiental, pues permiten identificar el aporte que un proyecto, obra o actividad, en la generación de bienestar económico a nivel nacional (MADS, 2017).

4.2 | INSTRUMENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS QUE ORIENTAN LA VALORACIÓN ECONÓMICA EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL.

En el marco del licenciamiento ambiental en Colombia, el proceso inicia cuando el solicitante del trámite (persona natural o jurídica) que busca desarrollar algún proyecto, de los sectores de infraestructura, hidrocarburos, energía, minería y agroquímicos en una zona determinada, e informa a la autoridad ambiental competente de su intención (MADS, 2017).

Actualmente, la integración del análisis económico al proceso de licenciamiento ambiental en Colombia se encuentra enmarcada en la Constitución Política de Colombia de 1991, que en su artículo 80 establece que “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”.

En concordancia con lo anterior, la Ley 99 de 1993 determina en los numerales 8 y 43 del artículo 5, el deber del Ministerio de Ambiente de establecer las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, con el fin de incorporar los costos ambientales asociados a los impactos no internalizables, incluso después de la aplicación de las medidas de manejo de los impactos generados sobre el medio. A partir de esto, se expide el Decreto 2041 de 2014 (compilado en el Decreto 1076 de 2015), que en el numeral 6 del artículo 21, se exige la presentación de la “*Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto*” en los EIA.

Simultáneamente, en el artículo 2.2.2.3.3.1 del Decreto 1076 de 2015, se señala que los estudios ambientales son el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), donde la autoridad ambiental hará la evaluación de los requisitos, teniendo como referencia el Manual de Eva-

luación de Estudios Ambientales (según lo estipulado en el Artículo 2.2.2.3.5.2) verificando que cumple con el objeto y contenido establecidos en los artículos 14 y 21 del mismo decreto; que contenga información relevante y suficiente acerca de la identificación y calificación de los impactos, especificando cuáles de ellos no se podrán evitar o mitigar; así como las medidas de manejo ambiental correspondientes.

Por último, el parágrafo 2 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, dispuso que es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) la entidad encargada de fijar los criterios y principios fundamentales que deberán aplicar los usuarios para la elaboración de la evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto, obra o actividad con base en la propuesta que presente la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

El objetivo de definir los Criterios técnicos para el Uso de Herramientas Económicas es orientar a los usuarios de proyectos, obras o actividades sujetas a licenciamiento ambiental, para la cuantificación económica de los bienes y servicios ecosistémicos alterados por el desarrollo del proyecto, con el fin de garantizar una información precisa y confiable para la toma de decisiones, así como el seguimiento al desempeño ambiental.

A partir de esto, los Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licencia Ambiental o Instrumento equivalente, se adoptan a través de la Resolución 1669 de 2017. Este instrumento pone a disposición de quienes deben elaborar estudios ambientales, cuatro instructivos que recogen los elementos para desarrollar el componente de evaluación económica, facilitando la comprensión de los conceptos, técnicas y metodologías internacionalmente empleadas, ofreciendo información detallada sobre las ventajas y limitaciones de su aplicación en Colombia (MADS, 2017).

4.3 INSTRUMENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS DEL SECTOR MINERO QUE SE RELACIONAN CON LA VALORACIÓN ECONÓMICA EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL.

En el desarrollo normativo se han diseñado herramientas que buscan garantizar la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, como lo son los estudios de impacto ambiental, los planes manejo ambiental, las evaluaciones ambientales estratégicas, las guías ambientales para el desarrollo de algunas actividades (no licenciadas) y las políticas ambientales (Miranda 2014).

Las actividades de minería requieren la obtención previa de la licencia ambiental para su desarrollo, siendo esta etapa el primer marco normativo que regula la actividad minera frente a los posibles impactos que se pudieran causar con ella al ambiente y los recursos naturales (Miranda 2014).

Son el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y el Plan de Manejo Ambiental (PMA) las herramientas básicas con las cuales cuenta la autoridad ambiental para actuar ante los posibles daños, afectaciones, riesgos o peligros que pueda generar un proyecto, obra o actividad. Es así como se convierten en el elemento básico para el seguimiento y control a las actividades desarrolladas, dado que permiten conocer de antemano las mitigaciones y compensaciones que deben realizarse durante la ejecución de este (Miranda 2014).

Asimismo, en el numeral 2 de los artículos 2.2.2.3.2 y 2.2.2.3.3 del Decreto 1076 de 2015, del Ministerio de Ambiente Desarrollo Sostenible, se establece que los proyectos mineros son sujetos a licenciamiento ambiental, razón por la cual se instauran los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para proyectos de explotación minera, acogidos por la Resolución 2206 del 27 de diciembre de 2016. Estos términos deben ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, sus fases de desarrollo y a las caracterís-

ticas ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar (MADS, 2016).

“En materia minera, teniendo en cuenta que esta es una actividad potencialmente impactante, se debe apuntar (desde la fase de diseño del proyecto) a las medidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debida y previamente identificados; de hecho, dentro de los criterios para la evaluación de un estudio de impacto ambiental, la autoridad ambiental debe verificar que éste contenga información relevante y suficiente acerca de la identificación y calificación de los impactos, especificando cuáles de ellos no se podrán evitar o mitigar, así como las medidas de manejo ambiental correspondientes (Decreto 2820 del 2010, artículo 22)” (Miranda 2014).

De acuerdo con esto, los proyectos de extracción se han basado en una condición en la que sus costos no internalizan los efectos sociales o ambientales que puedan generarse, lo cual justifica la necesidad de considerar los análisis costo beneficio de los nuevos proyectos del sector minero. Colombia incluye dentro de su regulación el desarrollo de un análisis costo beneficio de alternativas para la concesión de una licencia ambiental para un proyecto de minería. Sin embargo, desde su implementación en 2010 se ha reducido considerablemente el número de proyectos mineros de carbón que han solicitado licencia ambiental y por lo tanto son pocos los que han cumplido con la inclusión del análisis costo beneficio dentro de sus Estudios de Impacto Ambiental.

En este orden de ideas, el Plan Nacional de Ordenamiento Minero, PNOM (UPME, 2014) contempla cuatro principios ordenadores fundamentales, entre los que se destacan:

- **Evaluación y gestión del riesgo:** para la ejecución de un proyecto minero se deben analizar los riesgos, **evaluar los beneficios y costos socioeconómicos y los impactos derivados**. Se debe reconocer que las tecnologías cambian y se aprende haciendo y no prohibiendo, aprendiendo a través de pilotos controlados con base en un monitoreo y seguimiento riguroso.
- **Eficiencia:** **los costos de un proyecto minero se deben prevenir, mitigar, remediar y compensar eficientemente** a fin de minimizar los impactos y atender las externalidades generadas.

Considera el PNOM “que, en este contexto, se propone utilizar herramientas de evaluación para los proyectos mineros en forma sistemática, tales como la medición del riesgo, la evaluación social y económica del proyecto y de medición y valoración de impactos. La propuesta tiene como premisa que lo que **no se mide no se puede gestionar o se gestiona mal**. La alternativa de no medir asigna riesgos, costos o incluso beneficios, pero sin transparencia, está sujeta a la influencia, se basa en percepciones y está llena de sorpresas negativas no anticipadas”.

Sin embargo, más allá de la exigencia de carácter regulatorio, existe debilidad en las competencias institucionales para el desarrollo y la evaluación adecuada de ese tipo de análisis; así, el sector ha definido lineamientos estratégicos que sirven como insumo para desarrollar un plan maestro para atraer inversión hacia el sector minero colombiano, el cual se enmarca en las siguientes líneas estratégicas:

1. **Estandarización y unificación** de los métodos y técnicas empleadas para la realización de la valoración económica ambiental y el análisis costo beneficio en todo el estado colombiano.
2. **Articulación** institucional en materia de la valoración económica de los impactos sociales, económicos y ambientales y los análisis costo beneficio.

3. **Creación** de un sistema de información mediante el cual sea posible determinar el deterioro potencial y la consecuente compensación, resultado de los efectos de los proyectos mineros a implementar.
4. **Revisión** del ciclo de trámites requeridos para llevar a cabo actividades mineras de tal forma que se asegure integralidad entre los mismos.

A partir de estos lineamientos, se entiende que la principal medida a tomar debe orientarse hacia la elaboración de un aparato institucional plenamente capacitado y consciente de la importancia de un análisis ajustado a la realidad que permita identificar claramente las externalidades del proyecto y el planteamiento de medidas coherentes para su manejo (SMI, 2016).



5

Proceso para desarrollar la valoración económica.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

5 Proceso para desarrollar la valoración económica.

5.1 SÍNTESIS DE LOS PASOS DEFINIDOS EN LA RESOLUCIÓN 1669 DE 2017 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE:

“Por el cual se adoptan Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licencia Ambiental o Instrumento Equivalente y se adoptan otras disposiciones”

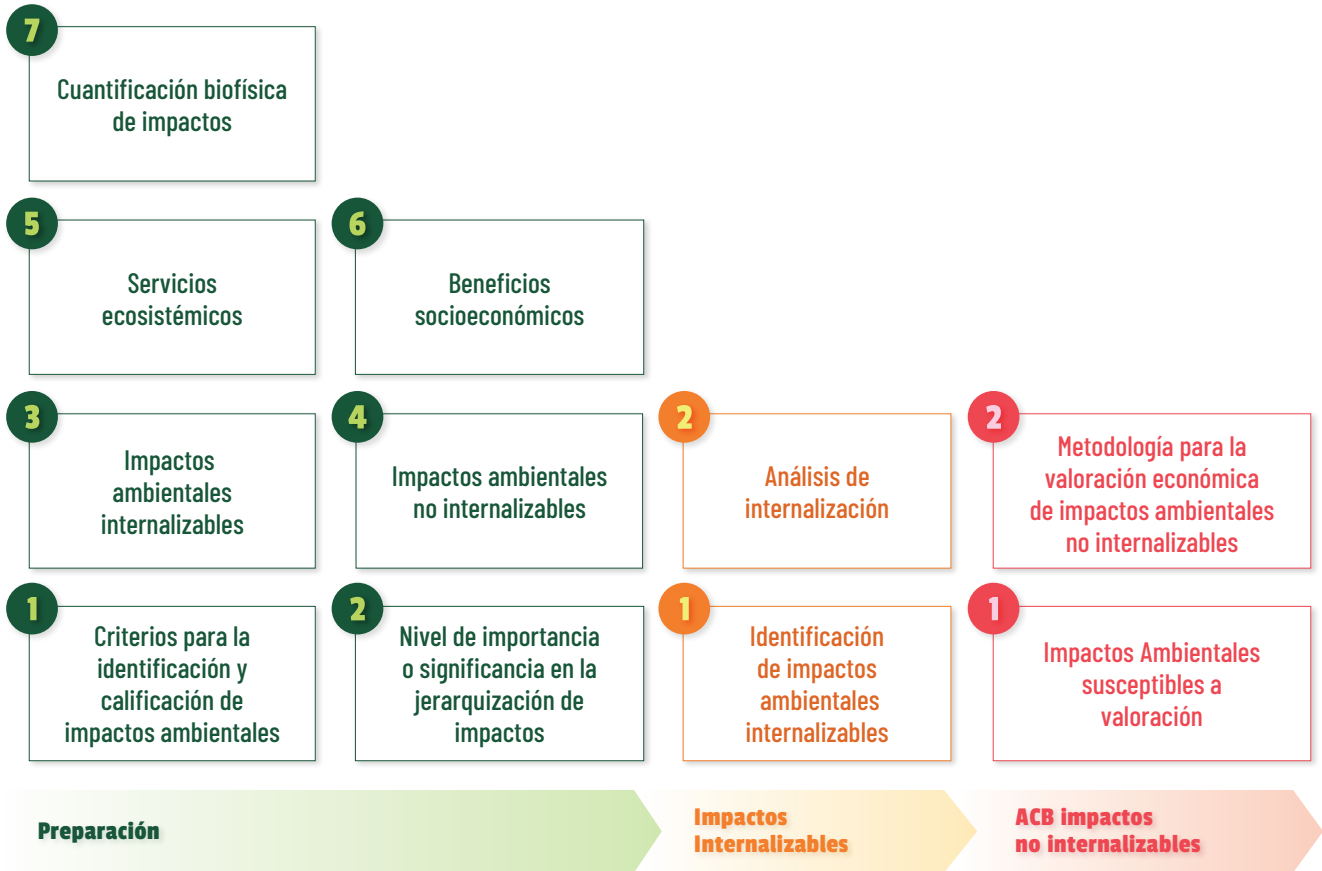
Con el propósito de mejorar el proceso de licenciamiento ambiental y generar exitosamente la evaluación económica de los impactos de un proyecto, obra o actividad que sea objeto de licencia ambiental, se establecen Criterios Técnicos que buscan facilitar la comprensión de los conceptos, técnicas y metodologías que se requieren para el Análisis Costo Beneficio - ACB, ofreciendo información detallada y ajustada a las posibilidades y limitaciones existentes para su aplicación en Colombia (MADS, 2017).

A continuación, se presenta una estructura general del proceso de ACB en la evaluación ambiental

del EIA. En la **Figura 4** se establece un diagrama con tres capítulos principales que van a facilitar el abordaje del ACB ex ante de proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón presentadas a las autoridades ambientales en el marco del proceso de licenciamiento ambiental.

El factor fundamental en el ACB es la incorporación de los impactos ambientales no internalizados por el proyecto (a partir de las afectaciones en el flujo de servicios ecosistémicos impactados) dentro de la evaluación económica, sin considerar el análisis financiero (MADS, 2017).

Figura 4. Aspectos del marco teórico para el proceso de ACB de un proyecto, obra o actividad en la evaluación ambiental del EIA.



Fuente: Adaptación de Grupo de Valoración Económica de la ANLA, 2017.

5.1.1. Etapa de preparación

1 Criterios para la identificación y calificación de impactos ambientales.

Para realizar una evaluación de impacto ambiental es necesario que el enfoque sea interdisciplinario y sistemático. Interdisciplinario, para que de esta manera se considere el ambiente en el sentido más amplio. De igual manera, es clave la constitución de un equipo multidisciplinario integrado por especialistas que abarquen todos los factores ambientales considerados en la misma.

La evaluación de impactos ambientales tiene un alto impacto para la evaluación económica de impactos no internalizables, pues permite identificar los impactos de mayor relevancia en la minería del carbón, realizando una evaluación oportuna del proyecto y permitiendo la toma de decisiones. La calidad de la información obtenida viene

del método de evaluación de impactos, para el propósito de la valoración económica, se requiere que dicha metodología permita jerarquizar los impactos, visibilizando los más significativos, los cuales según el manejo que tengan pueden ser internalizables o no.

Con el fin de alcanzar este objetivo, las metodologías empleadas deben ser cuantitativas y ofrecer rangos de calificación de los impactos; es también importante que dentro de su calificación se tenga en cuenta el contexto del proyecto e información relevante para la aplicación de la metodología. A continuación, en la **Tabla 2** se presentan las potenciales metodologías cuantitativas a ser aplicadas por el minero para la evaluación del impacto ambiental, según las ventajas que representan para la valoración económica.

Tabla 2. Comparación metodologías de evaluación de impactos ambientales

Metodología	Parámetros para tener en cuenta para la EEA				
	Permite jerarquizar impactos	Califica o identifica la duración de los impactos	Asigna unidades de medida	La interpretación de resultados permite cuantificar el impacto	Relaciona las actividades con el impacto que producen
Matriz de Leopold	●			●	●
Método de Batelle	●		●	●	
Método EPM o Método Arboleda	●	●			●
Método de Conesa Simplificado	●	●		●	●

Fuente: Elaboración propia a partir de valoraciones económicas realizadas previamente por el equipo consultor.

De acuerdo con las metodologías para la identificación y calificación de los impactos ambientales, estos pueden categorizarse según su significancia en: críticos, severos, moderados e indiferentes, tras la calificación de atributos como duración, extensión y magnitud, entre otros (MADS, 2017).

Con base en estas escalas, es decir las de mayor gravedad según la metodología aplicada, se determinan los impactos susceptibles de ser valorados económicamente, a los que se les asignara unidades biofísicas y una cuantificación del impacto, para hacerlo medible.

2

Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos.

En el marco de la Evaluación Ambiental de un proyecto objeto de licenciamiento ambiental, como la minería de carbón, se deben identificar, describir y evaluar los posibles impactos sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, que puedan originar las actividades relacionadas con el proyecto en estudio.

La evaluación debe considerar especialmente los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos de carácter positivo o negativo producto del desarrollo de otros proyectos en el área de influencia. La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario, y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre las relaciones causales, en donde los criterios a considerar para la evaluación cuantitativa y cualitativa pueden ser entre otros, carácter, cobertura, magnitud, duración, resiliencia, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia (MAVDT, 2010).

Para identificar los impactos típicos en la minería de carbón, en el marco de este protocolo se tomó como caso de estudio un total de 27 expedientes de tres autoridades ambientales, los cuales debían cumplir con 4 parámetros básicos: que fuesen de minería de carbón, que tuviesen licencia ambiental, que fuesen del año 2010 en adelante y que contaran con valoración económica ambiental dentro de sus EIA.

A partir de lo anterior, se revisaron expedientes de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ, y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. Una vez realizada dicha revisión, se extrajo la matriz de evaluación de impactos de los expedientes que contaban con ella, esto con la finalidad de identificar cuáles son los impactos más significativos y cuáles son los impactos reportados con mayor frecuencia dentro de los EIA de minería de carbón, facilitando la elaboración de una matriz de impactos para este tipo de minería.

A continuación, en la Tabla 3, se presentan los impactos significativos por etapa según la escala de la minería de carbón.

Tabla 3. Impactos típicos en la minería de carbón según su escala

Pequeña y mediana minería de carbón			
COMPONENTE	ELEMENTO	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	EXPLOTACIÓN
ABIÓTICO	Agua	-	Deterioro de la calidad de agua por cambios fisicoquímicos
		-	Sedimentación de cuerpos de agua
		-	Afectación de las dinámicas de escorrentía, de cuerpos de agua superficial y subterránea
		-	Disminución de caudales
	Suelo	Pérdida de suelo	Alteración del nivel freático

COMPONENTE	ELEMENTO	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	EXPLOTACIÓN
ABIÓTICO	Suelo	-	Pérdida de suelo
		-	Compactación y desecamiento de suelos
		-	Modificación del relieve
		-	Desestabilización de pendientes
BIÓTICO	Paisaje	Afectación sobre la riqueza del paisaje	
	Flora	-	Impactos ambientales en biodiversidad
		-	Alteración de hábitats
	Fauna		Disminución de fauna
		Afectación de interacciones ecológicas (cadenas tróficas)	
SOCIOECONÓMICO		Cambios de uso de suelo agropecuario y forestal a minero	
		Generación de empleo	
		Incremento de uso de bienes y servicios	
		Afectación a la salud	
		Deterioro de infraestructura pública y privada	
		Modificación del paisaje	
	Afectación del patrimonio cultural y arqueológico	Generación de expectativas con migración de población	

Gran minería de carbón

COMPONENTE	ELEMENTO	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	EXPLOTACIÓN
ABIÓTICO	Aire	-	Afectación a la calidad del aire por emisión de gases y/o material particulado
		-	Afectación a la calidad del aire por cambios en los niveles de presión sonora
	Agua	-	Afectación a la dinámica del agua superficial
		-	Afectación a la calidad del agua subterránea
		-	Afectación a la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo

Gran minería de carbón				
COMPONENTE	ELEMENTO	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	EXPLOTACIÓN	
ABIÓTICO	Suelo	Cambio de uso del suelo	Afectación a la calidad del suelo por cambios fisicoquímicos	
		-	Afectación a procesos morfodinámicos del suelo (cambio de geoforma, estabilidad, susceptibilidad a la erosión)	
		-	Afectación por cambio de uso actual del suelo	
BIÓTICO	Paisaje	-	Cambios en la calidad perceptual del paisaje	
		Flora	-	Cambio y pérdida de cobertura vegetal
			-	Afectación a especies de flora
	-		Fragmentación de hábitats	
	Fauna	-	Afectación a especies de fauna silvestre	
		-	Fragmentación de hábitats	
SOCIAL		Limitación de libre movimiento de la población por caminos y vías en las áreas mineras	Cambio en la estructura y dinámica social de comunidad	
		Afectación a la infraestructura social y servicios públicos existentes		
		Generación de expectativas		
		-	Afectación a la productividad de la zona y/o actividades económicas de la zona	
		Incremento de uso de bienes y servicios		
		Afectación del patrimonio cultural y arqueológico		
		Afectación al empleo y/o ingresos		
		Afectación a la salud		
		Percepción negativa de la comunidad con relación a las actividades productivas en la región		
		Generación de conflictos sociales		
		Dinamización de la economía		

Fuente: Elaboración propia a partir de los expedientes revisados.

Es importante mencionar que, para valorar y jerarquizar los impactos, se debe tomar como referencia los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental y el riesgo de la construcción y operación del proyecto sobre los diferentes medios (MAVDT, 2010). Así mismo, que la identificación y evaluación de impactos se convierte en el principal insumo para la elaboración del Análisis Costo Beneficio.

Buscando una mirada integral, se debe comprender que los diferentes cambios e impactos causados sobre los componentes abióticos y bióticos influyen de manera directa a la comunidad, su bienestar y calidad de vida, pues se comprometen la base de los recursos naturales y ambientales, sobre los cuales se sustentan los territorios. Es así como el componente social se convierte en un punto de convergencia clave para analizar las actividades mineras (UPME, 2015).

En términos sociales los impactos típicos identificados en los expedientes son: **generación de expectativas**, el cual es un impacto social causado transversalmente durante las distintas fases de un proyecto minero, asociado a la contratación y vinculación laboral al proyecto, ocasionando la migración de personas, reubicación o reasentamiento de comunidades; así como fenómenos de inseguridad y violencia asociados a la distribución de recursos económicos (UPME, 2015).

Generación de conflictos sociales, se encuentran asociados a los conflictos generados principalmente por las modificaciones que los proyectos ocasionan en el área de influencia, vinculadas a las actividades que se desarrollan tradicionalmente, a industrias o proyectos nuevos que se instalen en el territorio.

Con respecto a la **dinámica poblacional**, los impactos se asocian a los procesos migratorios y al cambio en la estructura y dinámica social de comunidad, que se deben principalmente por los cambios generados por las variaciones en las dinámicas económicas, culturales, sociales e incluso políticas que puede generar el proyecto en la región.

Percepción negativa de la comunidad con relación a las actividades productivas en la región, debido a la inconformidad frente a los nuevos proyectos a desarrollar en la región o a la modificación de las actividades productivas tradicionales de la misma.

Los impactos económicos identificados en los expedientes son: **dinamización de la economía**, pues las actividades y/o proyectos distintos a los tradicionales o modificación de las actividades actuales pueden generar cambios en la dinámica económica, si se genera aumento en la demanda de bienes y servicios. En respuesta a esto, se produce un **incremento de uso de bienes y servicios** pues existe un mayor flujo de personal vinculado a los nuevos proyectos o actividades que se desarrollen en la región, generando el uso de dichos servicios (INERCO, 2016).

La afectación al empleo y/o ingresos, se encuentra asociada principalmente a nuevos procesos de contratación generando migraciones hacia la zona del proyecto y aprovechamiento de recursos naturales renovables por parte de las comunidades migrantes para la construcción de asentamientos informales (UPME, 2015).

Con respecto a la **afectación a la infraestructura social y servicios públicos existentes**, la explotación de minerales requiere el uso de vías primarias y secundarias, para el transporte de maquinaria, equipos y personal, lo que influye directamente en el estado y mantenimiento de estas, así como en las dinámicas socioeconómicas alrededor de las vías (UPME, 2015).

Finalmente, el **patrimonio arqueológico** representa el testimonio del devenir de los antepasados; pertenece a la Nación y es inalienable, inembargable e imprescriptible. Existen actividades antrópicas que generan remoción del subsuelo, vibraciones, pueden alterar distintos tipos de evidencias arqueológicas y, por ende, afectar el patrimonio arqueológico de la Nación (INERCO, 2016).

3 Impactos ambientales internalizables.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, establece en los “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental”, que los impactos ambientales internalizables corresponden a aquellos impactos generados por el proyecto, obra o actividad que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección contempladas dentro del Plan de Manejo Ambiental - PMA (MADS, 2017).

Igualmente, presenta una secuencia de pasos los cuales están dirigidos a la realización del análisis de internalización de impactos, en el que además de tener en cuenta la importancia ambiental, también se verifica si los esfuerzos definidos por la empresa para prevenir y corregir los impactos son adecuados y suficientes, lo cual será confirmado mediante un análisis de internalización que relacione y justifique la eficiencia de las medidas, los costos de tales medidas e indicadores verificables de estado y/o presión sobre los bienes y servicios ambientales.

Para realizar el análisis de internalización, se deben seleccionar aquellos impactos que, de acuerdo con el análisis y el planteamiento de las medidas de manejo, se puedan evitar o corregir, dichos impactos serán los únicos susceptibles a internalizar, como se observa en la **Figura 5**. Los impactos significativos que pueden ser internalizados son solo aquellos que son reversibles o que son totalmente controlables con alguna tecnología de prevención o corrección, la cual debe ser incorporada como medida de manejo en el EIA.

Figura 5. Impactos internalizables



Fuente: *Elaboración propia.*

Para poder prevenir o corregir los impactos anteriormente mencionados, se establecen medidas de manejo ambiental que permiten su internalización por medio de algunas técnicas o tecnologías (**Ver Tabla 4 y Tabla 5**).

4 Impactos ambientales no internalizables.

Son todos aquellos impactos que no pueden controlarse mediante medidas de manejo de prevención o corrección. Se recalca que, dentro de esta sección, el solicitante debe considerar criterios propios del contexto de las áreas para el desarrollo del proyecto, obra o actividad, tales como la fragilidad, vulnerabilidad ambiental (propia, por ejemplo, de áreas naturales únicas, o de áreas con baja representatividad ecosistémica, o de áreas prioritarias para la conservación, entre otras), que merecen ser abordados por los efectos previsibles de su desarrollo y ejecución (MADS, 2017).

Una vez identificados los impactos no internalizables del proyecto, se debe iniciar la elaboración del ACB de los mismos; las valoraciones económicas a realizar para cada uno de dichos impactos se deben abordar por medio de métodos de preferencias declaradas y/o reveladas o mediante el uso de la metodología de transferencia de beneficios (MADS, 2017).

Los impactos internalizables pueden ser controlados en su totalidad por el correcto desarrollo de las medidas de prevención o corrección establecidas en el PMA. Sin embargo, en caso de no atenderse en su totalidad, el impacto debe incluirse dentro de la sección de impactos no internalizables, requiriéndose de esta forma una valoración económica del impacto.

El manejo de cada uno de los impactos se realiza según medidas de prevención, mitigación y corrección, la aplicación de estas medidas determina el grado de manejo que se le da a cada uno de los impactos. Cuando una medida logra evitar que el impacto se produzca sobre el medio, se considera que la medida es de prevención; mientras si el control del impacto se realiza parcialmente, es decir, se internaliza una parte del impacto, se considera que hubo una medida de mitigación.

Por otro lado, si el impacto no logró ser controlado y se produjo el daño, y la medida busca recuperar, restaurar o reparar el daño, se realiza corrección. Finalmente, si hubo una pérdida total en el medio causada por el impacto ambiental generado, las medidas que debe tomarse son de compensación que sean de la misma magnitud a la pérdida.

A continuación, en la Tabla 4 y Tabla 5 se presentan las medidas de manejo ambiental de impactos, cuya aplicación y grado de control del impacto define la internalización o no del mismo. Algunas de estas medidas pueden clasificarse como compensación en ciertos casos específicos.

Tabla 4. Técnicas o tecnologías que permiten la internalización de los impactos en la pequeña y mediana minería.

TIPO DE MINERÍA	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO	MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL
SUBTERRÁNEA	Abiótico	Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la calidad del agua por cambios físicoquímicos • Sedimentación de cuerpos de agua • Afectación de las dinámicas de escorrentía, de cuerpos de agua superficial y subterránea • Disminución de caudales • Alteración del sistema de drenaje natural 	Abastecimiento de agua potable Filtro rápido de arena en canecas Filtro lento de arena en tres canecas Cloración manual del agua Adecuación de un manantial Adecuación de un aljibe Manejo ambiental de aguas residuales Letrina ventilada de doble pozo Sanitario de bajo flujo Pozo de absorción Manejo ambiental de aguas residuales de minería Interceptación de aguas por canales Sellamiento y cubrimiento Etapas de neutralización convencional con cal Tanque de neutralización Tipo de sedimentadores Cascadas de aireación y corrección de pH
				Suelo <ul style="list-style-type: none"> • Compactación y desecamiento de suelos • Modificación del relieve • Desestabilización de pendientes

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión de expedientes ¹

¹ Medidas tomadas de la Guía Ambiental para Minería de Carbón a cielo abierto y subterránea, año 2000, las cuales muestran mayor especificidad para el sector que las de las Guías minero-ambientales adoptadas por Resolución 180861 de 2002.

Tabla 5. Técnicas o tecnologías que permiten la internalización de los impactos en la gran minería.

TIPO DE MINERÍA	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO	MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL
A CIELO ABIERTO	Abiótico	Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la dinámica del agua superficial • Afectación a la calidad del agua subterránea • Afectación a la disponibilidad del recurso hídrico 	Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas
				Sistemas preventivos de formación de aguas ácidas
				Métodos de barrera
				Revegetación de los terrenos
				Aislamiento del agua
				Aislamiento del oxígeno
				Adición alcalina
				Adición de fosfatos
				Métodos de inhibición bacteriana
				Neutralización química
				Osmosis inversa
				Intercambio iónico
				Tratamiento en ciénagas con especies vegetales y calizas
				Tratamiento de efluentes Sedimentación
				Construcción de canales
				Construcción de diques (utilizando los estériles)
				Lagunas de sedimentación
		Aire	Afectación a la calidad del aire por emisión de gases y/o material particulado	Humectación de pilas
				Cubrimiento de pilas
				Instalación de barreras rompe vientos para patios de carbón
				Aplicación de agentes químicos que forman costras superficiales
				Instalación de barrera mecánica/física o presión negativa de cierre
				Implementación de inyectores de agua con o sin espuma
				Instalación de captadores de polvo (ciclones, filtros y precipitadores electrostáticos)
				Instalación de pantallas rompevientos
				Implantación de vegetación
				Empleo de estabilizadores

TIPO DE MINERÍA	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO	MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL
A CIELO ABIERTO	Abiótico	Aire	Afectación a la calidad del aire por emisión de gases y/o material particulado	<p>Pavimentación de los accesos permanentes del proyecto</p> <p>Mantenimiento continuo de las vías para retirar el polvo acumulado sobre éstas</p> <p>Regulación de la velocidad de circulación de vehículos</p> <p>Revegetación de áreas adyacentes a las vías de transporte</p> <p>Limitación de los cruces de vías</p> <p>Reducción del número de tajos con voladuras</p> <p>Sustitución de los camiones por bandas transportadoras</p> <p>Reducción del tiempo entre las fases de explotación y restauración</p>
		Suelo	<ul style="list-style-type: none"> Afectación a la calidad del suelo por cambios fisicoquímicos Afectación a procesos morfodinámicos del suelo (cambio de geoforma, estabilidad, susceptibilidad a la erosión) 	<p>Inventario de suelos (Establecer tipos de usos a lo que son sometidos los suelos de las áreas mineras)</p> <p>Apilamiento de suelos</p> <p>Protección de las pilas de suelo</p> <p>Conservación y manejo de suelos en pila</p> <p>Estabilizadores (materiales orgánicos e inorgánicos aplicados al suelo lo que reduce la erosión)</p> <p>Aplicación de abonos ricos en materia orgánica</p> <p>Aplicación de calizas para corrección de Ph</p>
	Biótico	Flora	<ul style="list-style-type: none"> Cambio y pérdida de cobertura vegetal Afectación a especies de flora 	<p>Manejo ambiental de la vegetación</p> <p>Estudio de la vegetación (clasificación estructural, información florística y ecológica)</p> <p>Realizar un inventario forestal detallado</p> <p>Reforestación</p>
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> Fragmentación de hábitats Afectación a especies de fauna silvestre 	

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión de expedientes ²

² Medidas tomadas de la Guía Ambiental para Minería de Carbón a cielo abierto y subterránea, año 2000, las cuales muestran mayor especificidad para el sector que las de las Guías minero-ambientales adoptadas por Resolución 180861 de 2002.

A partir de esto, es importante comprender que los impactos significativos que pueden ser internalizados son solo aquellos que son reversibles o que son totalmente controlables con alguna tecnología de prevención o corrección, la cual debe ser incorporada como medida de manejo en el PMA (MADS, 2017).

Sin embargo, todos aquellos impactos que persistan posteriormente a la planificación de medidas efectivas de prevención y mitigación (impactos ambientales residuales), deben ser valorados económicamente. En especial aquellos impactos económicos y sociales, tanto positivos como negativos, que no son susceptibles a la mitigación completa mediante medidas de manejo en los PMA, deben ser potencialmente incluidos en el ACB.

A continuación, se presenta un listado de algunos de los impactos claves para la elaboración del ACB:

Tabla 6. Impactos con los que generalmente se realizan las valoraciones.

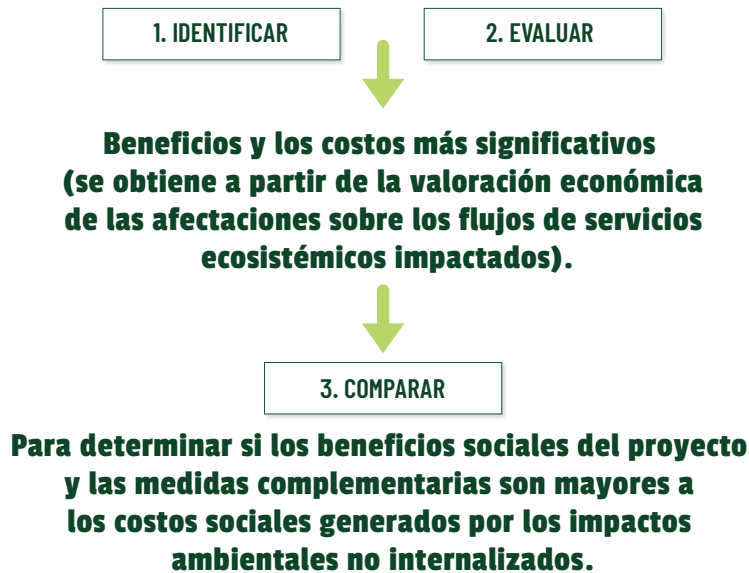
COMPONENTES	IMPACTOS
Biótico	Productividad de los ecosistemas (agropecuarios, forestal, pesca comercial). Estabilidad y diversidad de los ecosistemas (recreación, otros).
Abiótico	Afectaciones a materiales, infraestructura pública y privada, suelo, incremento de producción. Afectaciones del macro y micro clima.
Social	Salud: medidos en términos de mortalidad y morbilidad, generados por impactos en agua y aire. Perdidas de visibilidad, pérdidas de vistas escénicas y presencia de olores.

Fuente: Freeman, 2003.

La aplicación del ACB permite comparar los costos y los beneficios que genera el desarrollo de un proyecto, esto con el fin propiciar la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental y social del mismo.

De acuerdo con lo anterior, se debe identificar los impactos no internalizables del proyecto (aquellos que no se logren evitar ni corregir), para ser incluidos en el ACB, a continuación, en la **Figura 6** se establece un esquema que permite identificar la incorporación de los impactos socioeconómicos no internalizables al ACB.

Figura 6. Incorporación de impactos socioeconómicos al ACB.



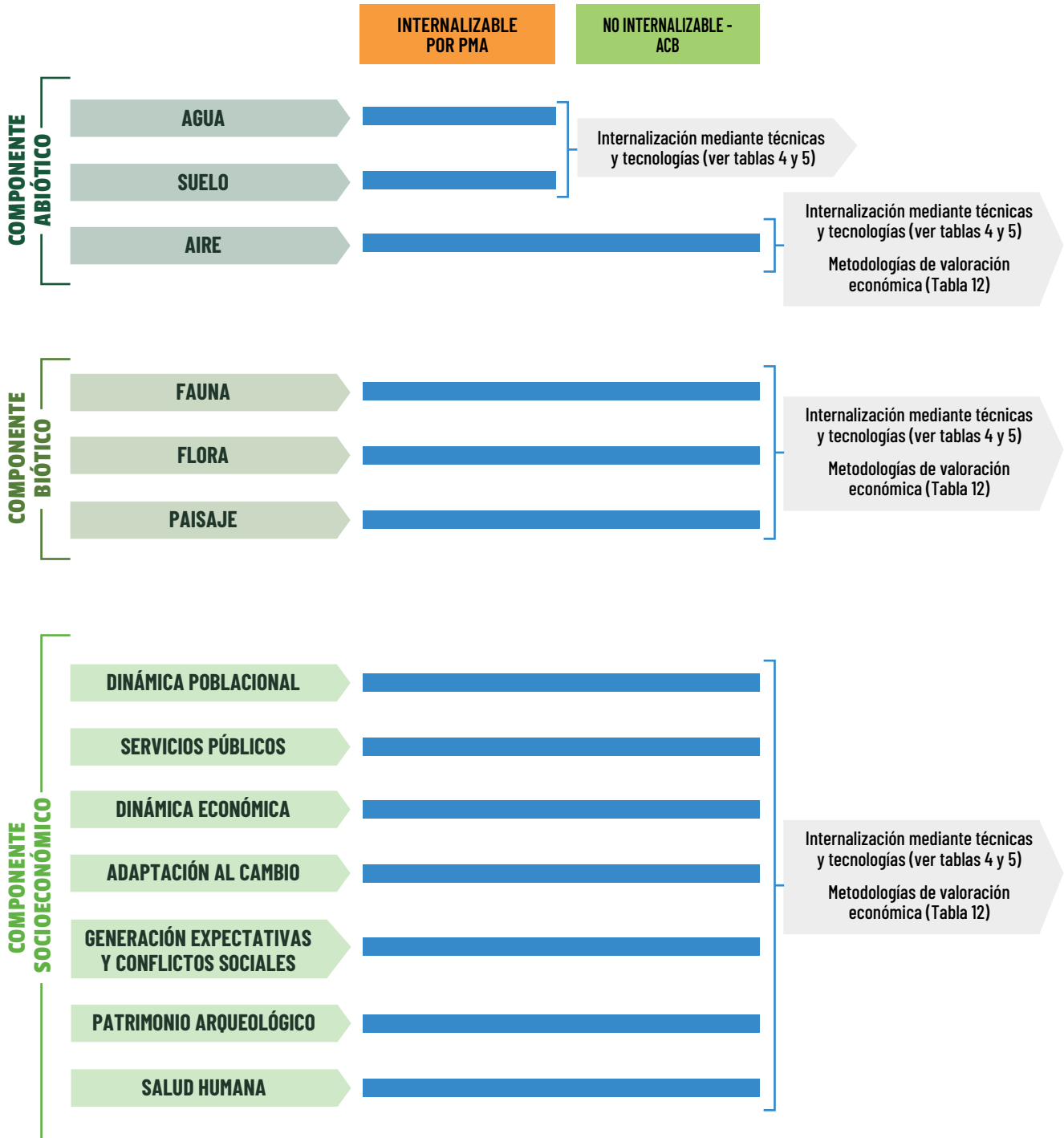
Fuente: Adaptación de (MADS, 2017)

Como se mencionó anteriormente, existen impactos en elementos como el agua y el suelo que pueden ser internalizables con alguna tecnología de prevención o corrección, la cual debe ser incorporada como medida de manejo en el PMA. Sin embargo, impactos en elementos como aire, flora, fauna y paisaje que pueden llegar a persistir, a pesar de la planificación de medidas efectivas de prevención y mitigación (impactos ambientales residuales), de acuerdo con esto deben ser valorados económicamente.

Así mismo, aquellos impactos económicos y sociales, tanto positivos como negativos, que no son susceptibles a la mitigación completa mediante medidas de manejo en los PMA, deben ser incluidos en el ACB, y algunos de estos son potenciales para las medidas de compensación establecidas por el minero.

A continuación, en la **Figura 7** se presentan los elementos ambientales tenidos en cuenta en los EIA de proyectos mineros de carbón, en donde se relaciona el grado de internalización de los impactos y la metodología utilizada. Para el caso de impactos que pueden ser internalizados en su totalidad mediante medidas de manejo, se utilizan como referencia las principales técnicas y tecnologías mencionadas anteriormente.

Figura 7. Relación componentes ambientales y grado de internalización.



Fuente: Elaboración propia

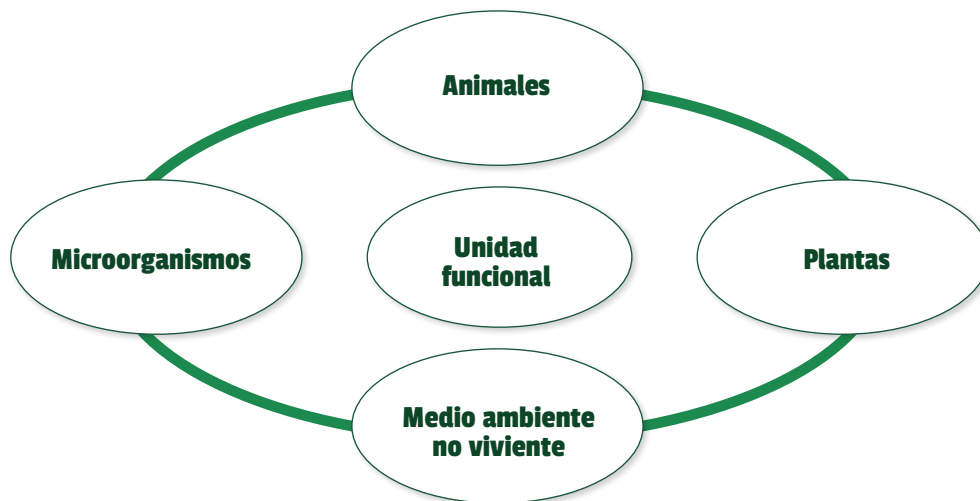
Por consiguiente, los impactos tanto ambientales como socioeconómicos significativos de los proyectos mineros de carbón deben ser previamente analizados de acuerdo con su grado de internalización y posteriormente seleccionar y analizar la metodología para realizar su internalización o valoración económica, según sea el caso.

5 Servicios ecosistémicos.

Para empezar a describir los servicios ecosistémicos, es importante esclarecer en primera instancia el concepto de ecosistema, para proceder a definir los servicios que dichos ecosistemas pueden proveer. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA) por sus siglas en inglés, define un ecosistema como un sistema natural, el cual está conformado por un conjunto de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan, en otras palabras, es una relación entre animales, plantas, microorganismos y el medio ambiente no viviente, en el cual todos interactúan como una unidad funcional (MEA, 2005)

A continuación, la Figura 8 presenta visualmente la relación que existe entre los diferentes organismos vivos y el medio ambiente no viviente, los cuales a través de su interacción se comportan como una unidad funcional.

Figura 8. Definición de ecosistema.



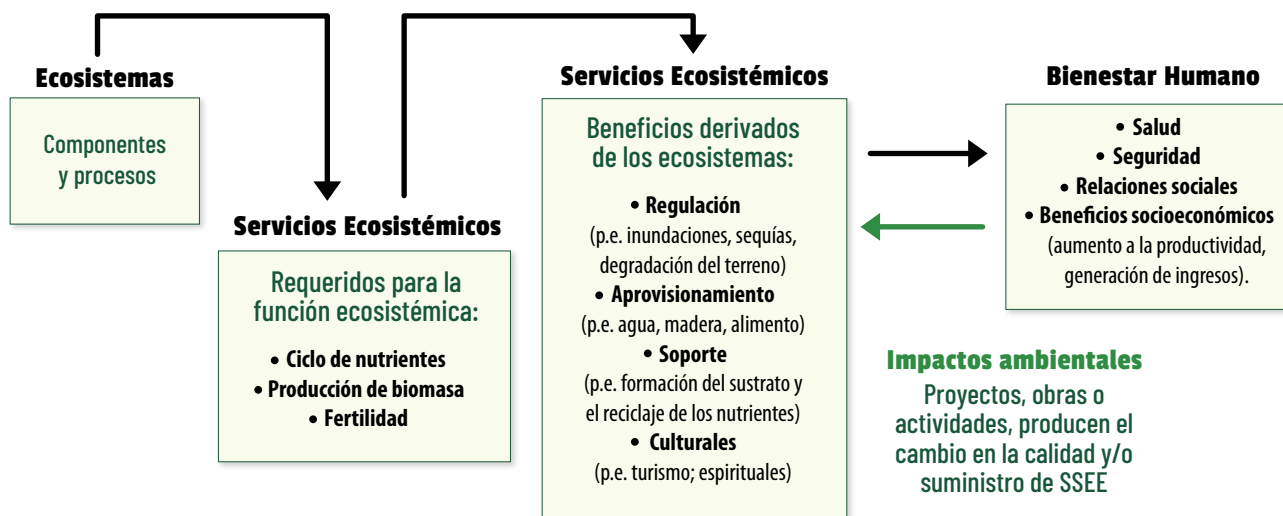
Fuente: Elaboración propia.

Una vez definido el concepto de ecosistema, se procede a abordar específicamente todo aspecto referente a los servicios ecosistémicos. Tomando como referencia la Resolución 1669 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los beneficios directos e indirectos que los seres humanos reciben de los ecosistemas tales como: bosques naturales, páramos, humedales, playas marinas, arrecifes de coral.

En la **Figura 9** se muestran los beneficios derivados de los ecosistemas, entendidos como la rela-

ción causal de los componentes y procesos que proporcionan los ecosistemas al bienestar humano (flechas negras); así mismo, se señalan los impactos ambientales (flechas verdes), que son alteraciones en los medios abiótico, biótico y socioeconómico, adversos o beneficiosos, totales o parciales, atribuidos al desarrollo de un proyecto, obra o actividad y que generan cambios tanto en la disponibilidad, como en la prestación de servicios ecosistémicos (MADS, 2017). De igual manera, se identifican los tipos de servicios ecosistémicos que son explicados a continuación:

Figura 9. Servicios ecosistémicos.



Fuente: (MADS, 2017)

Para mayor comprensión de la **Figura 9**, a continuación, se describe a detalle cada servicio ecosistémico:

- **Los servicios ecosistémicos** de aprovisionamiento constituyen el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, tales como: alimentos, fibras, maderas, leña, agua, recursos genéticos y pieles, entre otros.
- **Los servicios de regulación** son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua.
- **Los servicios ecosistémicos** de soporte son los servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y la existencia de los demás servicios ecosistémicos; estos servicios se evidencian a escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás, ya que incluyen procesos como la producción primaria, la formación del suelo, la provisión de hábitat para especies, el ciclado de nutrientes, entre otros.
- **Los servicios ecosistémicos culturales** son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosiste-





mas, tales como el enriquecimiento espiritual, la belleza escénica, la inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas.

Para relacionar el tipo de impacto ambiental asociado a cada tipo de servicio ecosistémico, se realizó una revisión de las matrices de impacto ambiental de 27 expedientes, con la finalidad de destacar los impactos ambientales más recurrentes en la actividad minera de carbón, además de ello, se relaciona la caracterización de los servicios ecosistémicos del área de influencia del proyecto mencionada en los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental -EIA de proyectos de explotación minera realizados por la ANLA, junto con la resolución 1669 de 2017 (Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental).

Con base en lo anterior, se construyen las **Tabla 7 y Tabla 8**, presentadas a continuación, las cuales relacionan el tipo de servicio ecosistémico, el servicio que provee y el impacto ambiental asociado a cada uno en cada etapa minera (montaje, construcción y explotación).

En la Tabla 7, se identifican los impactos asociados a los servicios ecosistémicos en la pequeña y mediana minería de carbón:

Tabla 7. Identificación de impactos a SSEE en pequeña y mediana minería

Pequeña y mediana minería			
TIPO DE SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO ECOSISTÉMICO IDENTIFICADO	IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO	
		CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	EXPLOTACIÓN
 Culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Recreación y turismo • Espirituales y religiosos • Inspiración artística e intelectual 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación sobre la riqueza del paisaje. • Generación de empleo. • Incremento de uso de bienes y servicios. • Afectación a la salud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de expectativas con migración de población. • Generación de empleo. • Incremento de uso de bienes y servicios. • Afectación a la salud.
 Aprovisionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Arena y roca • Madera • Fibras y resinas • Biomasa • Pesca y acuicultura • Carne y pieles • Plantas medicinales • Ingredientes naturales • Ganadería • Agricultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios de uso de suelo agropecuario y forestal a minero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la calidad del agua por cambios fisicoquímicos. • Sedimentación de cuerpos de agua. • Afectación de las dinámicas de escorrentía, de cuerpos de agua superficial y subterránea. • Disminución de caudales. • Alteración del nivel freático.
 Regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Control de erosión • Control de enfermedades humanas • Ecosistemas de purificación de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de suelo. • Compactación y desecamiento de suelos. • Modificación del relieve. • Desestabilización de pendientes.
 Soporte	<ul style="list-style-type: none"> • Producción primaria • Formación del suelo • Provisión de hábitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación de interacciones ecológicas (cadenas tróficas). • Cambios de uso de suelo agropecuario y forestal a minero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ambientales en biodiversidad. • Alteración de hábitats. • Disminución de fauna. • Afectación de interacciones ecológicas (cadenas tróficas).

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía Minero Ambiental y expedientes revisados.

En la Tabla 8, se identifican los impactos asociados a los servicios ecosistémicos en la gran minería de carbón:

Tabla 8. Identificación de impactos a SSEE en gran minería.

Gran minería		
TIPO DE SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO ECOSISTÉMICO IDENTIFICADO	IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO
 <p>Culturales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recreación y turismo. • Espirituales y religiosos. • Inspiración artística e intelectual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la calidad perceptual del paisaje. • Cambio en la estructura y dinámica social de comunidad. • Afectación a la infraestructura social y servicios públicos existentes. • Generación de conflictos sociales. • Afectación a la productividad de la zona y/o actividades económicas de la zona.
 <p>Aprovisionamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Arena y roca • Madera • Fibras y resinas • Biomasa • Pesca y acuicultura • Carne y pieles • Plantas medicinales • Ingredientes naturales • Ganadería • Agricultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la calidad del suelo por cambios fisicoquímicos. • Afectación a la dinámica del agua superficial. • Afectación a la calidad del agua subterránea. • Afectación a la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo. • Cambio y pérdida de cobertura vegetal. • Afectación a especies de fauna silvestre. • Afectación por cambio de uso actual del suelo.
 <p>Regulación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control de erosión. • Control de enfermedades humanas. • Ecosistemas de purificación de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a procesos morfodinámicos del suelo (cambio de geoforma, estabilidad, susceptibilidad a la erosión). • Afectación a la calidad del aire por emisión de gases y/o material particulado. • Cambio y pérdida de cobertura vegetal. • Fragmentación de hábitats.
 <p>Soporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Producción primaria • Formación del suelo • Provisión de hábitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la calidad del suelo por cambios fisicoquímicos. • Afectación por cambio de uso actual del suelo. • Cambio y pérdida de cobertura vegetal. • Fragmentación de hábitats.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía Minero Ambiental y expedientes revisados.

6 Beneficios socioeconómicos.

A manera general, existen diversas perspectivas sobre la actividad de extracción de recursos minerales. El reto para el sector tanto gubernamental como privado es grande, pues es de vital importancia tomar decisiones críticas que permitan promover la innovación social y la generación de valor agregado para los actores involucrados. Se debe generar un cambio en los modelos conservadores de negocio en las compañías dedicadas a la extracción minera a gran escala, en donde se incluyan las necesidades de las comunidades locales dentro de la gobernanza corporativa (UPME, 2014).

Los conflictos derivados de las actividades extractivas pueden ser de diversa naturaleza, pero principalmente son relacionados con la disputa por el uso del recurso natural y del territorio, deficiente ordenamiento territorial, la imagen negativa de la minería, la escasa comunicación y transparencia entre los diferentes actores, las grandes expectativas que se generan en el área de influencia, las diferencias culturales, sociales y étnicas de las comunidades que habitan el área de influencia, y los diferentes problemas de gobernabilidad económica, legal, social y ambiental en los territorios (UPME, 2014).

A partir de lo anterior, la actividad minera y su buen desempeño en el territorio, está influida por el comportamiento e interacción de diversos actores, tales como las autoridades nacionales, territoriales y locales, el sector privado, las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales, en el campo internacional las iniciativas para manejar estos conflictos han sido lideradas principalmente por el sector privado, por intermedio del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM).

El ICMM ha desarrollado una caja de herramientas, denominada “Desarrollo de las comunidades locales”, cuyo objeto es desarrollar las capacidades y mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las áreas de influencia de los proyectos mineros a lo

largo de todo su ciclo de vida. Estas 20 herramientas han sido utilizadas por las grandes empresas mineras en el contexto latinoamericano (UPME, 2014).

Algunas empresas mineras en Latinoamérica han implementado estrategias propuestas por la ICMM en términos de una minería bien hecha, en donde los principales beneficios socioeconómicos reflejados han sido: **(1)** la conservación del recurso natural y el buen manejo del recurso hídrico mediante la implementación de planes de acción a largo plazo; **(2)** el rescate y mejora de la manera como se efectúa la actividad agrícola en el territorio; **(3)** la regularización de los derechos del agua de las comunidades campesinas; **(4)** la transferencia tecnológica, por medio de aplicación de nuevas técnicas y estudios de calidad de suelos y agua; **(5)** el empoderamiento de los agricultores, al recibir entrenamiento en el manejo de herramientas y habilidad de gestión; **(6)** la educación ambiental a las comunidades, con el objetivo de sensibilizarlos sobre la biodiversidad y su importancia patrimonial y cultural. En términos generales, este tipo de estrategia tiene éxito cuando el objetivo de ella es preservar el tejido social de las comunidades que habitan el área de influencia, su cultura y sentido de pertenencia territorial. Así mismo, los procesos de diálogo son transparentes y participativos” (UPME, 2014).

Del mismo modo, para identificar algunos de los beneficios económicos encontrados en la revisión de información internacional desarrollada en el marco de la presente consultoría, se menciona el documento: *“The relationship between mining and socio-economic wellbeing in Australia’s regions”*, el cual describe la relación entre indicadores de calidad de vida y el valor bruto de la producción de minerales en algunas regiones de Australia, y menciona que dichas actividades mineras propician el mejoramiento de los siguientes indicadores:

1. Ingresos del hogar.
2. Accesibilidad de la vivienda.
3. Acceso a servicios de comunicación.
4. Logros educativos, esperanza de vida y desempleo.

Dicho artículo afirma que la actividad minera tiene un impacto positivo en dichos indicadores, fomentando el incremento en la calidad de vida de las personas que se encuentran dentro del área de influencia de dichos proyectos.

Además de los indicadores anteriormente mencionados, se hallaron algunos impactos de carácter social en un reporte denominado “*Impact of mining sector investment in Ghana: A study of the Tarkwa mining region*”, los cuales son enunciados a continuación:

1. Nivel de entradas de inversión extranjera directo al sector.
2. Ingresos netos de divisas.
3. Extensión de los vínculos con otros sectores.
4. Impacto social y cultural negativo de la inversión minera en la zona.
5. Paquetes de incentivos para los inversionistas.
6. Cantidad de entradas de capital al sector.
7. Cantidad de inversión al sector.
8. Daños ambientales y sanitarios.
9. Crisis sociales derivadas de las actividades extractivas.

Para el caso colombiano, a través de la implementación de Proyectos de Interés Nacional y Estratégico (PINE), es posible identificar algunos de los impactos positivos, derivados de dicha implementación en las etapas de construcción, montaje y explotación.

A continuación, en la Tabla 9 se identifican los principales impactos socioeconómicos positivos en las etapas de construcción, montaje y explotación de la minería de carbón.

Tabla 9. Impactos socioeconómicos positivos en las etapas de construcción, montaje y explotación.

IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Satisfacción de las necesidades vitales del ser humano	Propicia el mejoramiento de la cotidianidad de las personas en función de: transporte, tecnología, construcción, medicina, ciencia e innovación entre otros.
Crecimiento socioeconómico local, regional y nacional bienes	Generación de recursos propios originados de los recaudos tributarios que deben realizar todas las actividades mineras. Los cuales, deberían manifestarse en obras sociales y de infraestructura como colegios, hospitales, universidades, centros deportivos, mejora y construcción de vías, accesibilidad a servicios públicos básicos.
Aporte al PIB colombiano	Actualmente el sector minero tiene una participación promedio del 2,2% del PIB nacional [CITATION MarcadorDePosición2 \l 9226], por consiguiente, la minería de carbón contribuye al aumento de del mismo.
Alternativa de aumento de ingresos del Estado	La ejecución de proyectos de minería de carbón derivaría nuevas regalías y contraprestaciones significativas para mejorar el presupuesto del Estado.
Atracción de inversión extranjera	Los casos positivos de extracción de carbón, efectuados bajo marcos legales y políticos adecuados, con niveles aceptables de estabilidad política y derechos de propiedad definidos, atraen inversionistas extranjeros, lo cual permite aumentar el flujo de inversión, y por consiguiente mayores ingresos al Estado.
Inversiones sociales	La actividad minera en Colombia tiene por compromiso formular y ejecutar programas de inversión social, con el fin de fomentar la minería sostenible en relación con el entorno comunitario, natural, cultural y económico de las comunidades del área de influencia.

IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Generación de empleo (directo e indirecto)	La actividad minera colombiana demanda mano de obra calificada y no calificada de manera relevante para la población, adicionalmente, el sector minero potencia fuertemente el empleo indirecto a través de los encadenamientos productivos con otros sectores [CITATION Fed12 \l 9226].
Procesos de formalización de asociaciones mineras	En municipios donde actualmente la extracción de minerales se desarrolla por subsistencia, artesanalmente o ilícitamente, se promueve la oficialización de actores involucrados, mediante cesiones parciales de áreas, contratos de operación o asociación, y subcontratos de formalización [CITATION ANM14 \l 9226].
Desarrollo de infraestructura vial	En algunos de los proyectos de explotación de minería de carbón se debe diseñar su propia infraestructura vial para facilitar la construcción y montaje y explotación de la actividad. Igualmente tienen que generar proyectos de compensación en las áreas utilizadas una vez finalicen su actividad, forjando legados de infraestructura y/o ambientes artificiales bien adecuados (cuerpos de aguas, parques temáticos, entre otros) para las poblaciones los puedan aprovechar en su propio beneficio.
Manejo adecuado de las regalías	<p>Es un instrumento de gestión para lograr el desarrollo empresarial, sostenibilidad y desarrollo social equitativo a nivel territorial de estos recursos y transparencia, en cuanto a las tareas pendientes: mejorar la eficiencia de los proyectos, así como ampliar el poder de decisión de organizaciones de la sociedad civil, a las cuales se le asignan los recursos.</p> <p>Las regalías constituyen una de las contribuciones más importantes de las minerías a las finanzas públicas, especialmente en la medida en que representan un beneficio económico fundamental para algunos departamentos y municipios, haciéndose la inversión en programas sociales necesarios en el territorio para mejorar condiciones de vida.</p>
Desarrollo sostenible, que equilibre el crecimiento económico	<p>Fomento y transferencias de tecnologías dirigidas a los sectores consumidores de carbón, sobre los procesos de conservación, combustión y beneficio.</p> <p>Promover la creación de formas asociativas de trabajo y famiempresas, que produzcan manufacturas con el carbón y sus derivados, de bajo componente tecnológico como solución tecnológica para los sectores deprimidos.</p> <p>Programas tendientes a la identificación de actividades económicas diferentes de la minería, para los ex trabajadores del sector</p>
Encadenamiento productivo	<p>La industria minera ratifica la importancia como actividad productiva, por cuanto deriva el sustento diario de muchas familias en el territorio nacional, promoviendo productividad e ingreso económico.</p> <p>En la economía colombiana existe una clara evidencia de encadenamientos productivos hacia adelante en subsectores como carbón, por ejemplo, el carbón es insumo en la producción de varios bienes y servicios.</p> <p>Los principales consumidores de carbón en Colombia son las siderúrgicas, cementeras, las industrias de vidrio, papel, textiles y por supuesto las termoeléctricas.</p>
Inversión regional	Dado que los marcos regulatorios en los sectores de minería han sido relativamente estables y han garantizado reglas de juego favorables para las nuevas inversiones que, con la dinámica de los precios favorable, han incrementado los niveles de rentabilidad, que permiten una inversión sostenible de los proyectos.

Fuente: Elaboración Propia con adaptación de (Ecosimple y Teknidata, 2016)

Por lo que, la importancia de identificar no solo impactos negativos, sino también beneficios y/o impactos positivos en proyectos de minería, radica en la necesidad de comprender que las actividades extractivas, específicamente la de carbón, son motores de desarrollo social y económico que, a pesar de generar afectaciones ecológicas, también trae consigo ciertos beneficios que mejoran la calidad de vida de comunidades.

Una minería manejada de la manera más apropiada con la comunidad, que logre identificar las necesidades de las partes interesadas y se realice un desarrollo de acuerdos con comunidades, va a permitir reflejar beneficios socioeconómicos como la generación de ingresos, entendido como un beneficio reflejado de la minería, pues esta actividad genera empleo a miles de trabajadores y sus familias, además incentiva otras actividades microempresariales que se desarrollan alrededor de esta. Del mismo modo, otros de los impactos positivos se refieren al desarrollo económico local, pues se considera que estas operaciones contribuyen al realizar grandes inversiones en capacitación, educación, salud, servicios públicos e infraestructura (UPME, 2016).

7 Cuantificación biofísica de impactos.

La Evaluación Económica del proyecto se realiza con base numérica, por lo que una vez se han identificado los impactos ambientales y socioeconómicos generados por la minería de carbón, se deben vincular a valores que permitan hacerlos comparables y lleguen a ser un factor de toma de decisiones. Estas unidades hacen medible el impacto sobre los recursos, permitiendo identificar el cambio que se realizó sobre el mismo y así valorarlo.

Para esta cuantificación se tiene en cuenta dentro de la descripción del impacto cual es el cambio que se generó y sobre que recurso, por ejemplo, la pérdida de cobertura vegetal afecta el recurso flora, en términos de área, por lo que se mide en hectáreas (Ha). A continuación, se presentan las potenciales unidades de medida empleadas en la cuantificación biofísica.

Tabla 10. Unidades de medida biofísica.

Construcción				
COMPONENTES			UNIDADES DE MEDIDA SUGERIDAS	
ABIÓTICO	Suelo	Características físicas	Pérdida de suelo	ha
	Paisaje	Afectación sobre la riqueza del paisaje		ha
BIÓTICO	Fauna	Afectación de interacciones ecológicas (cadenas tróficas)		# especies afectadas
SOCIOECONÓMICOS	Generación de empleo		# Empelados mano de obra local	
	Incremento de uso de bienes y servicios		-	
	Cambios de uso de suelo agropecuario y forestal a minero		ha	
	Afectación a la salud		# casos morbilidad y mortalidad	

Explotación				
COMPONENTES				UNIDADES DE MEDIDA SUGERIDAS
ABIÓTICO	Agua	Agua superficial	Deterioro de la calidad del agua por cambios fisicoquímicos	m ³ DBO, DQO, entre otros
			Sedimentación de cuerpos de agua	SST
		Afectación de las dinámicas de escorrentía, de cuerpos de agua superficial y subterránea	km, ha	
		Disminución de caudales	m ³	
	Agua subterránea	Alteración del nivel freático	ha	
		Alteración de los ciclos hidrológicos	m ³	
	Aire	Calidad del aire	Deterioro de la calidad del aire por material particulado y gases	ppb, ppm
		Ruido	Alteración ambiental por ruido	db
	Suelo	Características físicas	Pérdida de suelo	ha
			Compactación y desecamiento de suelos	kg
Modificación del relieve			kg	
Desestabilización de pendientes			kg	
BIÓTICO	Fauna	Impactos ambientales en biodiversidad	# especies afectadas	
		Alteración de hábitats	# especies afectadas	
		Disminución de fauna	ha	
		Afectación de interacciones ecológicas (cadenas tróficas)	-	
	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	ha	
SOCIAL	Socioeconómicos	Generación de expectativas con migración de población	-	
		Generación de empleo	# empleos mano de obra local	
		Incremento de uso de bienes y servicios	-	
		Afectación a la salud	# casos morbilidad y mortalidad	

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Internalización de impactos.

A continuación, se deben seleccionar aquellos impactos que, de acuerdo con el análisis y el planteamiento de las medidas de manejo, se puedan evitar o corregir; es decir, aquellos impactos que puedan ser internalizados (MADS, 2017), y realizar el análisis de internalización de impactos

1 Identificación de impactos ambientales internalizables.

Para los impactos ambientales previstos por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad que puedan ser controlados en su totalidad por el correcto desarrollo de las medidas de prevención o corrección establecidas en el PMA, el monto de éstos puede reflejar el valor económico de los impactos internalizables, siempre y cuando se cumpla con al menos tres criterios neurálgicos para este análisis, retomados de Dixon y Pagiola (1998) y la OECD (2002):

- La predictibilidad temporal y espacial del cambio biofísico.
- La alta certeza y exactitud en las medidas de prevención o corrección de dichos impactos.
- Los programas o medidas contemplados para realizar la corrección tienen una efectividad cercana al 100%.

Para más información sobre los impactos internalizables identificados en la minería de carbón dirigirse a la etapa de preparación: **PÁGINA 28**

2 Análisis de internalización.

El análisis de internalización debe tener en cuenta la ecuación de costos ambientales, expresados de la siguiente manera:

Ecuación 1. Costos ambientales

$$ECi = CTi + COi + CPi$$

Donde:

ECi
Costos ambientales
totales en el año i

CTi
Costos de transacción
en el año i

COi
Costos operativos
en el año i

CPi
Costos de personal
en el año i

Cada uno de los componentes de la Ecuación 1 se define y construye de la siguiente manera:

- **Costos de transacción:** incluyen el valor de los impuestos, tasas, tarifas y precios de mercado, que se pagan por el uso del bien o servicio ambiental.
- **Costos operativos:** corresponden a la inversión que se debe realizar para mantener la calidad ambiental; incluyen todos los pagos por control de la contaminación, entre los que se cuentan la adquisición, funcionamiento y mantenimiento de equipo de tratamiento y monitoreo, los gastos en manejo ambiental, y los gastos en restauración, siembras y cerramientos, entre otros. Esta información puede corresponder a los costos de las actividades contempladas en las medidas de manejo ambiental para prevención y corrección.
- **Costos de personal:** corresponden a los costos del personal requerido para la implementación de cada medida de prevención o corrección establecida en el PMA (MADS, 2017).

Los costos ambientales anuales se asocian a los recursos o actividades realizadas para la prevención o corrección del impacto, deben también considerarse los indicadores asignados en el PMA para esos impactos, dado que estos permiten dar medición de la ejecución de recursos.

Con esta información finalmente se construye la Tabla 11:

Tabla 11. Análisis de internalización de impactos.

IMPACTO NEGATIVO	SERVICIO ECOSISTÉMICO O AMBIENTAL	INDICADOR LÍNEA BASE -EIA		CUANTIFICACIÓN (Cambio del servicio Ecosistémico o ambiental)	MEDIDA DE PMA		COSTOS AMBIENTALES ANUALES - ECI*		
		Nombre	Valor		Nombre	Valor indicador	Cti	Coi	Cpi
Valores totales									
Valor Total Eci							Cti + Coi + Cpi		

Fuente: (MADS, 2017)

Los costos ambientales anuales (Eci) corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto (MADS, 2017). En este análisis también es importante considerar la duración de los impactos y las etapas del proyecto en las que se presentan, garantizando la efectividad del PMA y la aplicación de este en el transcurso del proyecto. Para esto se lleva a Valor Presente Neto, permitiendo realizar un análisis en el momento que se evalúa el proyecto este procedimiento se indicara en el capítulo del paso a paso.

5.3. Análisis beneficio costo de impactos no internalizables.

Una vez identificados los impactos ambientales significativos generados por el proyecto, obra o actividad se proceden a identificar cuáles de estos dadas sus características y su alcance se pueden minimizar mediante la destinación de recursos financieros y técnicos en la implementación de medidas de tipo preventiva y correctiva.

No obstante, existen otros que por más medidas de prevención que se realicen no se pueden controlar (impactos no internalizables), generalmente los que tienen que ver con afectaciones a las comunidades locales por tanto para ello se deben realizar valoración económica de impactos ambientales la cual permite expresar estas afectaciones en términos monetarios, para poder diferenciar entre los beneficios y costos.

Para este último grupo de impactos se realiza la caracterización y cuantificación biofísica de los bienes y servicios afectados, teniendo como base el estado actual y la alteración que se tendría con el proyecto; posteriormente se determina si los valores son de uso directo, uso indirecto y no uso. Estos factores permiten seleccionar el método de valoración económica apropiado según el caso (MADS, 2017).

Es importante aclarar que no necesariamente se tiene que para un impacto se seleccione un único método de valoración económica, ya que algunos impactos podrían afectar diversos servicios ecosistémicos o impactar positiva o negativamente las condiciones sociales y económicas de la población, y se necesitaría aplicar varios métodos para llegar a una aproximación del Valor Económico Total (MADS, 2017).

Adicional a lo anterior, se debe tener en cuenta que no siempre es posible contar con la información requerida para aplicar un determinado método, ya sea por la dificultad de obtenerla o por restricciones de tiempo o recursos financieros. En estos casos se pueden usar el método transferencia de beneficios, el cual ofrece valores de referencia que se pueden adaptar al contexto del proyecto.

1 Impactos Ambientales susceptibles a valoración.

Los impactos que son susceptibles a valoración generalmente están relacionados con las variaciones del bienestar humano producidas por el proyecto, para lo cual se debe tener en cuenta que primero se valoren los impactos de menor complejidad con métodos convencionales, y posteriormente valorar los impactos más complejos y difíciles de estimar, aplicando metodologías de valoración más específicas que permitan obtener medidas de valor económico más puntuales.

Los impactos identificados en los expedientes con valoración económica fueron:

Tabla 12. Impactos identificados en la revisión de expedientes susceptibles de valoración económica.

IMPACTOS	METODOLOGÍA UTILIZADA
Captación de agua	Costo de reemplazo
Ruido	Transferencia de beneficios Valoración contingente
Morfología	Valoración contingente
Fragmentación de ecosistemas	Valoración contingente
Aire	Costo de enfermedad
Cobertura vegetal	Cambios en la productividad
Cambio en la concentración de partículas suspendidas totales	Valoración de la morbilidad/ mortalidad a través del costo de enfermedad
Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua	Costo del daño evitado
Disminución de la oferta hídrica	Elasticidad precio de la demanda del recurso hídrico

Fuente: Elaboración propia a partir de los expedientes revisados.

En la revisión de expedientes, únicamente el 33,3% presenta valoración económica, en donde se identifican los impactos prioritarios y susceptibles de valoración económica y las metodologías que plantean actualmente los mineros.

2 Metodología para la valoración económica de impactos ambientales no internalizables.

Una vez definidos los impactos se procede a establecer la metodología más apropiada para aplicar en un caso particular; teniendo en cuenta la complejidad de la información, las restricciones de tiempo y recursos financieros disponibles para su obtención. En la siguiente tabla se relacionan los impactos y las metodologías de valoración más utilizadas.

Tabla 13. Grupos metodológicos para realizar valoraciones económicas.

Metodologías de valoración recomendables	Cambios en la calidad ambiental y el bienestar					
	HÁBITAT	RECREACIÓN	CALIDAD DE AGUA Y AIRE	EFECTOS EN LA SALUD		CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD
				MORBILIDAD	MORTALIDAD	
Costo de Oportunidad	●					
Costo de reemplazo	●		●			
Enfoque de valor de la tierra	●					
Costo de viaje		●				
Valoración contingente		●				
Costo de efectividad			●		●	
Gastos Preventivos			●			
Perdidas de Ganancias- Costos Médicos				●		
Enfoque de cambio en la productividad						●
Enfoque de mercados sustitutos aplicando precio sombra						●

Fuente: Adaptación del Grupo de Valoración económica de la ANLA, 2017.

Por otro lado, se recomiendan las siguientes metodologías de valoración económica impactos de carácter social presente en las actividades de construcción, montaje y explotación dentro de la minería de carbón. Es importante mencionar que lo descrito a continuación, no presenta ningún grado de obligatoriedad y que la relación entre cada impacto y cada metodología a emplear debe ser considerado como sugerencia.

Tabla 14. Aspectos para realizar valoraciones económicas de impactos socioeconómicos.

IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS	ASPECTOS SUGERIDOS PARA REALIZAR LA VALORACIÓN ECONÓMICA
Satisfacción de las necesidades vitales del ser humano	*Aumento de nuevos bienes y servicios por parte de la población
Crecimiento socioeconómico local, regional y nacional bienes	*Aumento de los niveles de ingresos *Aumento en el nivel de producción y consumo
Alternativa de aumento de ingresos del Estado	*Impuestos *Regalías *Tasas
Atracción de inversión extranjera	*Capital extranjero integrado desarrollo de los proyectos mineros
Inversiones sociales	*Valor de las inversiones en programas de capacitación, autogestión, capacidades organizacionales y técnicas, etc.
Generación de empleo (directo e indirecto)	*Número de empleos nuevos relacionados, y valoración de sus salarios
Procesos de formalización de asociaciones mineras	*Mejoramiento de las condiciones laborales de quienes desarrollan la actividad minera (empleo formal, seguridad social, etc)
Desarrollo de infraestructura vial	* Inversiones en infraestructura vial
Manejo adecuado de las regalías	* Proyectos regionales o locales financiados con recursos de regalías
Encadenamiento productivo	*Incremento de las actividades económicas requeridas para el desarrollo de la actividad minera (insumos, materiales, alimentos, maquinaria, etc) *Generación de materia prima para industrias tales como vidrio, papel, textiles, termoeléctricas

Fuente: Elaboración propia

En el **Anexo 2** se describen las generalidades de las metodologías de valoración económica ambiental más utilizadas, que se clasifican en dos grandes grupos: el primero los basados en las metodologías de preferencias reveladas, que identifican los valores a través de información de mercados relacionados indirectamente con los servicios ecosistémicos, y el segundo los de preferencias declaradas, que acuden a interacciones directas con las personas para obtener el valor económico de los servicios ecosistémicos (MADS, 2017).

Los métodos indirectos de valoración económica se caracterizan por estimar el valor de uso (directo o indirecto) de los servicios ecosistémicos por tipo de uso de acuerdo con sus características entre ellos está recreación, salud, etc. Estos métodos aprovechan

la relación que puede existir entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado; por ejemplo, con el método de los costos de viaje, se puede estimar el valor económico de los servicios recreativos de un recurso natural existente en un parque natural, a partir de los gastos monetarios y de los costos de oportunidad del tiempo invertidos en la visita que se realiza para adelantar la actividad recreativa en el sitio por parte del turista (MADS, 2017). En esta categoría se encuentran: el método de precios hedónicos, costo de viaje, métodos basados en precios de mercado y en costos actuales y potenciales.

Las metodologías basadas en preferencias declaradas son preferibles a los indirectos, debido a que también recogen los valores de no uso (cosa que no puede hacer ninguno de los métodos de preferencias reveladas). Además, este enfoque se plantea para valorar bienes o servicios donde no se cuenta con ningún tipo de información de mercado que revele el valor de estos. La información se recolecta a partir de encuestas a los usuarios actuales y potenciales de los bienes mediante el planteamiento de escenarios hipotéticos de valoración del bien o servicio.

Las encuestas personales indagan sus características socioeconómicas, niveles de ingresos, nivel de uso que dan al recursos naturales, gastos monetarios y costos de oportunidad del tiempo que invierten en la actividad relacionada con el recurso natural; con todo lo anterior es posible implementar métodos estadísticos que permiten la estimación de un costo económico ambiental individual (por persona o por hogar usuario) por afectación del ambiente natural o beneficio económico ambiental por una mejora del recurso.



6

Pasos específicos.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

6 Pasos específicos.

En la evaluación de proyectos, obras o actividades, como la construcción, montaje y explotación de carbón, se identifican dos momentos claves: el análisis *ex ante*, o antes de la ejecución de los mismos; y el análisis *ex post*, que se refiere al análisis realizado durante o después de su implementación.

El análisis *ex ante* involucra la predicción de consecuencias biofísicas, de acuerdo con resultados obtenidos en la evaluación de impacto ambiental que proyecta ciertos comportamientos del entorno natural frente a alteraciones generadas por las actividades objeto de evaluación para licenciamiento ambiental, e implica la comparación mediante criterios, como es el caso del Análisis Costo Beneficio (ACB), entre al menos dos opciones o escenarios en los que se podría realizar el proyecto, frente a los cuales se debe analizar la viabilidad ambiental de su desarrollo (Freeman, 2003).

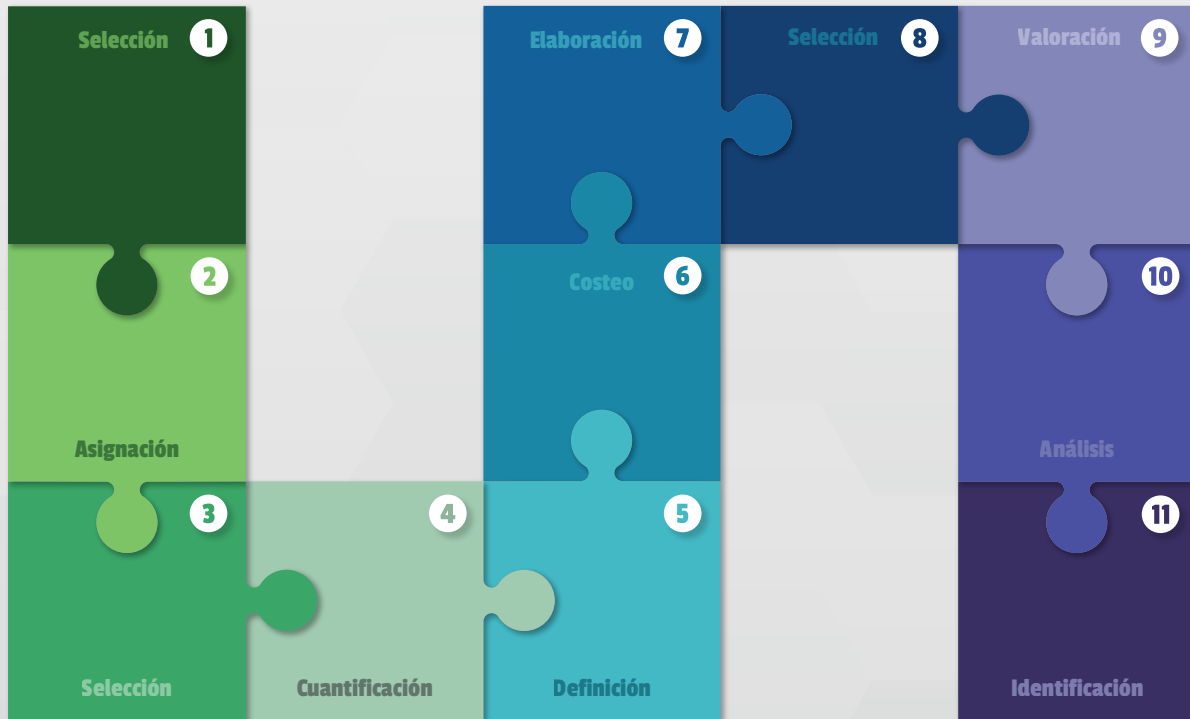
En este contexto, el ACB que se debe realizar en el capítulo de evaluación ambiental del EIA, implica la medición de las consecuencias reales de la ejecución del proyecto minero, logrando comparar el estado actual del entorno natural, con una hipótesis, que generalmente es la tendencia de continuidad del entorno natural sin la ejecución del proyecto (Freeman, 2003). Este ACB permite a la autoridad ambiental reguladora, obtener bases para identificar si el proyecto genera pérdidas o ganancias en el bienestar social del país.

Es importante tener en cuenta que los términos de beneficio y costo ambiental que se van a desarrollar en el ACB se manejan de manera intercambiable.

Es decir, una mejora en la calidad y/o cantidad de un servicio ecosistémico = Beneficio ambiental, mientras que el deterioro o disminución en la calidad y cantidad del mismo = Costo ambiental.

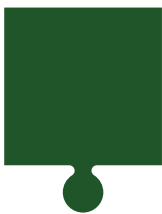
A continuación, en la Figura 10 se presentan los pasos específicos del ACB que debe desarrollarse en la evaluación económica como parte del EIA de un proyecto minero de carbón, y posteriormente la explicación de cada uno de los pasos.

Figura 10.
Flujograma de los pasos específicos del ACB.



- | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1 Selección de impactos prioritarios. | 7 Elaboración de tablas de análisis de internalización. |
| 2 Asignación de unidades biofísicas. | 8 Selección de impactos no internalizables. |
| 3 Selección de impactos internalizables. | 9 Valoración económica de impactos. |
| 4 Cuantificación biofísica. | 10 Análisis de resultados. |
| 5 Definición de medidas de manejo para prevención y corrección. | 11 Identificación de medidas de compensación socioeconómica. |
| 6 Costeo de medidas de manejo. | |

Fuente: Elaboración propia con información de (MADS, 2017).



1. Selección de impactos prioritarios.

Como primera actividad de este paso, es necesario identificar, describir y evaluar los posibles impactos sobre los medios abióticos, biótico y socioeconómico, que puedan originar las actividades relacionadas con la construcción, montaje y explotación minera de carbón (MAVDT, 2010). Seguido a esto, considerar tanto los impactos positivos como los impactos negativos. Posteriormente, se deben identificar los impactos más relevantes en términos de los que generen mayores pérdidas o ganancias desde el punto de vista de la sociedad (MADS, 2017)³.

De acuerdo con lo anterior, la estrategia más adecuada para elaborar un ACB es aquella donde el paso inicial sea la evaluación de los impactos, valorando aquellos que resultan más relevantes para el entorno. En efecto, los EIA identifican y califican todos los impactos relacionados, especialmente los residuales, acumulativos y sinérgicos⁴. Este conjunto de análisis permite identificar los impactos ambientales de mayor significancia, en donde aquellos que no son internalizados son los que posteriormente serán incluidos en los análisis económicos.

Para más información dirigirse al aspecto 2 de la etapa de preparación del presente documento: **PÁGINA 24**



2. Asignación de unidades biofísicas.

Al referirse a unidades o cuantificación biofísica, se alude a la medición del cambio que causa el proyecto sobre el factor social, económico o servicio ambiental. Para realizar este tipo de análisis, es clave considerar indicadores que permitan comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el aspecto que se está evaluando (MADS, 2017).

De acuerdo con el tipo de impacto, se examina el tipo y unidad de medida de los recursos naturales que se encuentran en el área de influencia y cuál es su relación con el impacto. Para realizar la valoración económica, se debe considerar el cambio que se presente en el entorno natural, es decir, la relación cuantificable del impacto entre el estado inicial de los servicios ecosistémicos y el estado final de los mismos. En donde es necesario establecer elementos de la economía del bienestar, ya que son éstos los que permiten identificar los niveles de cambio, afectación o mejora, y finalmente, la cuantificación biofísica de los servicios ecosistémicos (MADS, 2017). Sintetizando, en este paso se busca asignar unidades biofísicas a los impactos priorizados para posteriormente elaborar la cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos **(Paso 7)**.

La cuantificación biofísica de los cambios debe estar expresada en las mismas unidades del impacto (p.e. hectáreas, toneladas de producción de un bien/hectárea). Así mismo, se debe establecer una unidad biofísica por cada impacto.

Para más información dirigirse al aspecto 7 de la etapa de preparación del presente documento: **PÁGINA 43**

³ Para ampliar información acerca de este paso, consultar la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.



3. Selección de impactos internalizables.

La Evaluación Económica de los proyectos mineros, se sustenta en la identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos significativos, su cuantificación biofísica y el análisis de internalización. Para la elaboración exitosa de la misma se requiere seguir una serie de pasos que permita reunir los insumos y elementos para obtener resultados confiables.

Una vez identificados los impactos ambientales significativos, se deben seleccionar aquellos impactos que, de acuerdo con el análisis y el planteamiento del Plan de Manejo Ambiental, se pueden prevenir o corregir; es decir, aquellos impactos objeto de internalización.

Los impactos ambientales internalizables son aquellos que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección establecidas en el PMA. Esto quiere decir que, si el solicitante presenta medidas efectivas de los impactos ambientales, con sus correspondientes indicadores de seguimiento y desempeño relacionados con cada medio (abiótico, biótico o socioeconómico), el valor de cada medida representa el costo de oportunidad de evitar el deterioro de la calidad ambiental.

La internalización es la actividad que busca contrarrestar los efectos de las externalidades negativas de un proyecto, obra o actividad. Una externalidad será entonces internalizada si se logra devolver los niveles de bienestar afectados de un individuo o de una comunidad, bien sea mediante la prevención o la corrección de la afectación.

Para más información dirigirse al aspecto 3 de la etapa de preparación del presente documento: **PÁGINA 28**



4. Cuantificación biofísica.

Una de las bases principales para realizar una correcta valoración económica de los impactos sobre los servicios ecosistémicos, es la cuantificación biofísica de dichos impactos, debido a que este análisis busca vincular variables ambientales, sociales y económicas con valores, bien sea a través de mercado o de las preferencias, y por tanto en la utilidad de los individuos (World Bank, 2003).

Para la elaboración de la cuantificación biofísica, el principal insumo es la expresión del impacto en unidades medibles; las cuales deben encontrarse en los mismos términos del impacto. Así, cuando el servicio ambiental se refleje, por ejemplo, en una variable que mide área, la cuantificación del impacto debe expresarse en área perdida o afectada (MADS, 2017).

Es importante definir la unidad de tiempo en la que se expresa el efecto sobre la variable; de este modo, en el ejemplo de afectación sobre un área que implica la afectación sobre la producción, la variación debe ser expresada en unidades que relacionen área, producción y tiempo: toneladas por hectárea al mes (MADS, 2017).

Para más información dirigirse al aspecto 7 de la etapa de preparación del presente documento: **PÁGINA 43**



5. Definición de medidas de manejo para prevención y corrección.

Una vez desarrollada la evaluación ambiental, se deben formular las diferentes estrategias, programas y proyectos que buscan definir las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación. Las cuales deben contener como mínimo: tipo de impacto, tipo de medida, localización (ubicación cartográfica cuando aplique), objetivos, metas, descripción técnica, actividades, cronograma, costo y responsable⁵.

Las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental incluyen reducir o evitar impactos mediante estrategias o alternativas de localización, cambios en el diseño o configuración del proyecto, cambios en los métodos o procesos, tratamiento de vertimientos y emisiones, cambios en los planes y prácticas de implementación, medidas para reparar o remediar impactos y medidas para compensar impactos, entre otros (MAVDT, 2010).



6. Costeo de medidas de manejo.

Los métodos de valoración que se consideran apropiados para indicar que un impacto es internalizado son: costos preventivos y costos de corrección:

- **Costos preventivos:** El método de costos preventivos usa los costos estimados de las medidas de prevención como un aproximado del valor económico del impacto ambiental que se busca prevenir o evitar.
- **Costos de corrección:** Este método busca establecer el valor económico del impacto ambiental a partir de los costos relacionados con las medidas de corrección, las cuales tienen como objetivo controlar las afectaciones negativas generadas por un proyecto, obra o actividad en el bien o servicio ambiental.

Los pasos que deben ser considerados en el coste de las medidas de manejo, parten inicialmente de la descripción del impacto ambiental a ser valorado, indicando y delimitando el bien o servicios. Posteriormente, se deben indicar las medidas con las cuales se van a internalizar los impactos, asegurando que todas las condiciones se cumplan en efecto, y por último, se deben presentar los costos considerados, identificando los rubros y costos estimados más representativos de cada medida utilizada (MADS, 2017).



7. Elaboración de tablas de análisis de internalización.

Una vez elaborados los pasos anteriores, se debe realizar el análisis de internalización solicitado por la autoridad ambiental competente, el cual contempla un desarrollo procedimental que permite compilar los criterios base para el desarrollo de la tabla de Análisis de internalización de impactos en la evaluación ex ante.

⁵ Para ampliar información acerca de este paso, consultar la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.

En este paso se pretende iniciar la construcción del flujo de caja tanto de beneficios (impactos positivos) como de costos (impactos negativos) generados por el proyecto al entorno a nivel ambiental y socioeconómico.

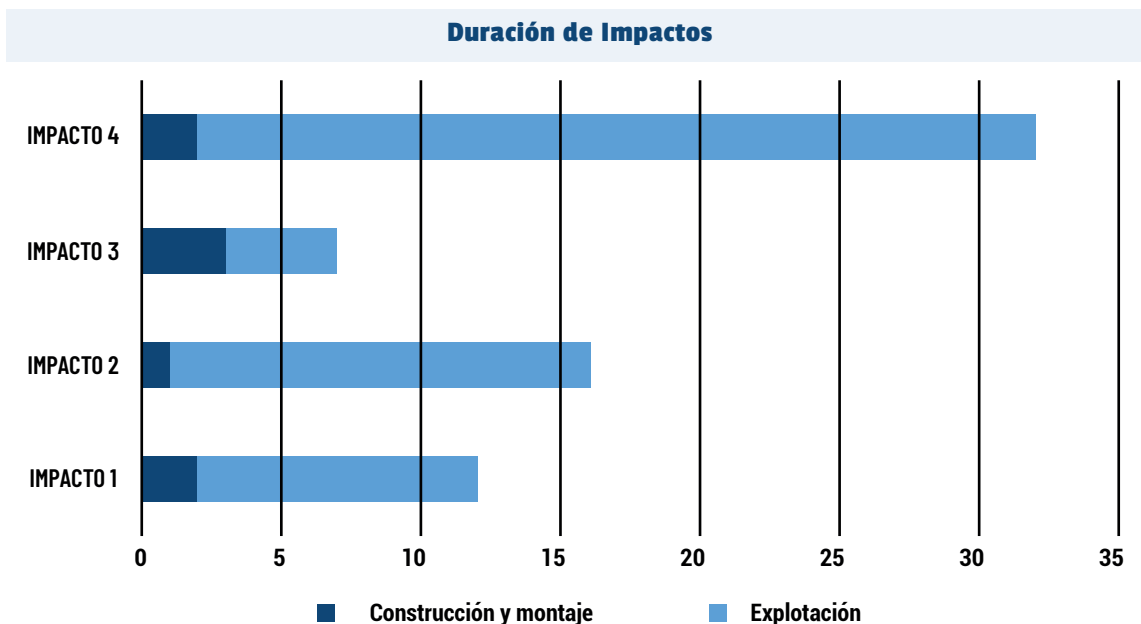
Para la construcción del flujo de caja se hace necesario seguir una serie de pasos con respecto a los impactos no internalizables, a continuación, se explican cada uno de estos:

8.2 Determinar la duración de impactos por años

Con la finalidad de preparar la información para su uso en el flujo de caja, se establece la duración de cada impacto en el tiempo de duración del proyecto, teniendo en cuenta en qué etapa se producen los impactos.

A continuación, en la **Figura 11** se muestra para cada uno de los impactos no internalizables identificados, según su duración en años la que se presenta, por ejemplo, el deterioro de la calidad del agua por cambios fisicoquímicos se presenta en la etapa de explotación del año 4 al 30, en dado caso modificar la gráfica.

Figura 11. Duración de impactos por etapa del proyecto



Fuente: Elaboración propia a partir de valoraciones económicas previas del equipo consultor.

8.3 Incluir los valores cuantificados de impactos por años

Una vez se tenga una dimensión de la duración de los impactos se asocian los valores en unidades biofísicas a la duración del impacto, todo en años, según se presente en el PMA o se contemple en el proyecto, se procede a diligenciar la **Tabla 16**.

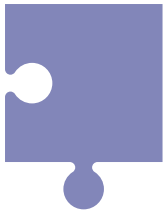
En este paso, se tienen en cuenta las cantidades que han sido afectadas por el proyecto expresadas en las unidades de medida indicadas en la sección anterior del documento y se relacionan en las casillas correspondientes a la duración de cada impacto, en una escala anual. Por ejemplo 20 Ha anuales asociadas a pérdida de cobertura vegetal, durante 10 años.

Tabla 16. Cuantificación de impactos.

IMPACTOS	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE			EXPLOTACIÓN						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	...	AÑO 30

Fuente: Elaboración propia a partir de valoraciones económicas previas del equipo consultor.

Dado que los impactos no internalizables se encuentran sujetos a medidas de mitigación y compensación, la cuantificación de impactos constituye la base del cálculo de compensaciones por aquellas externalidades que son generadas tanto a nivel ambiental como socioeconómico.



9. Valoración económica de impactos no internalizables.

Una vez se ha preparado y sistematizado la información, se realizan los cálculos pertinentes en unidades monetarias con el fin de determinar los costos y beneficios asociados a los impactos ambientales y socioeconómicos priorizados en el proyecto.

Una de las ventajas que representa la información cuantitativa, es que permite reconocer los verdaderos impactos (tanto positivos como negativos) que genera una actividad económica, además de minimizar y reducir la incertidumbre en la evolución del impacto y el comportamiento de los recursos, que actúan como insumos o factores de producción de la actividad en sí misma (MADS, 2017).

9.1 Seleccionar el método de valoración por impacto no internalizable

Teniendo cuantificado cada impacto desde el punto de vista biofísico, se selecciona el método de valoración económica que más se ajuste, según la disponibilidad de información y las condiciones del proyecto.

Para más información acerca de los métodos de valoración económica dirigirse al aspecto 2 de la etapa Análisis beneficio costo de impactos no internalizables. Para la aplicación de cada una de las metodologías puede remitirse a los Criterios de Aplicación de Herramientas Económicas en Proyectos de la ANLA.: **PÁGINA 48**

Tabla 17. Recopilación y selección de metodologías de valoración.

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS	METODOLOGÍA DE VALORACIÓN	FUENTE INFORMACIÓN	AÑO INFORMACIÓN
COSTOS AMBIENTALES				
BENEFICIOS AMBIENTALES				

Fuente: Elaboración propia a partir de valoraciones económicas previas del equipo consultor.

9.2 Integración de valores anuales al flujo de caja

De acuerdo con la clasificación de impactos a valorar según el tipo de impacto, es decir positivo o negativo, se agrupan en el flujo de caja como costos o beneficios y se procede a aplicar la metodología seleccionada para la valoración de externalidades, obteniendo así valores monetarios para cada uno de los impactos, representando la afectación a los servicios ecosistémicos.

Teniendo en cuenta la duración de cada impacto en años consignada en la Figura 11, se diligencia en la construcción del flujo de caja las casillas correspondientes.

Tabla 18. Integración de valores al flujo de caja

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS	TEMPORALIDAD AÑOS	VALOR TOTAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
COSTOS AMBIENTALES						
BENEFICIOS AMBIENTALES						

Fuente: Elaboración propia a partir de valoraciones económicas previas del equipo consultor.

9.3 Multiplicar cantidades por valores

Con la cuantificación biofísica, los valores anuales asociados a la operación de cada etapa del proyecto y control de impacto (Cada uno de los costos asociados, reúnen las medidas que el empresario ha tomado para el control del impacto o que hacen parte de las actividades asociadas al impacto identificado) y a las unidades monetarias definidas a través de la valoración económica, se realiza la multiplicación correspondiente para obtener el valor monetario por unidad del impacto identificado, traduciéndose así en beneficios y costos.

Tabla 19. Relación cantidades biofísicas.

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TEMPORALIDAD AÑOS	VALOR TOTAL
COSTOS AMBIENTALES						
BENEFICIOS AMBIENTALES						

Fuente: Elaboración propia a partir de valoraciones económicas previas del equipo consultor.

9.4 Asignar tasa de descuento

Según la ANLA, hay un rango para establecer este valor el cual oscila entre el 8,5% (establecida por el Banco Mundial) y 12% (establecida por el DNP), esta tasa permitirá hacer comparables los costos y beneficios en el cualquier momento que se haga el análisis, de manera que las conclusiones sean significativas para la toma de decisiones del proyecto.

9.5 Estimar VPN de impactos del proyecto (beneficios y costos)

Es importante tener en cuenta que este flujo debe llevarse a su valor presente neto (es decir, actualizar su valor mediante el empleo de una tasa de descuento) (MADS, 2017). El Valor Presente Neto, VPN, permite traer varios valores Inter temporales a un mismo periodo de tiempo de tal manera que sean comparables para la evaluación de la relación beneficio costo RBC. Para este caso se calcula el VPN de los beneficios.

El VPN de los costos se asocia a los impactos negativos generados en el proyecto y también se calcula para un año de referencia, que será en el que se realice el EIA, esto debe especificarse en la descripción del procedimiento dentro del capítulo de valoración económica. Para este cálculo se aplica igualmente la **Ecuación 2**.

Ecuación 2. Cálculo del VPN.

$$VPN = \sum_{i=0} \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Fuente: MAVDT & CEDE (2010).

Donde, “ B_i son los beneficios del proyecto en el año i ; C_i son los costos del proyecto en el año i ; r es la tasa social de descuento; i es el indicador del año. El ACB debe ser presentado por el periodo de vida útil del proyecto. Cabe aclarar que el año cero de un proyecto, obra o actividad corresponde al primer año de ejecución de recursos, o año en que se inician las inversiones” (MADS, 2017).

Una vez obtenido el VPN, se debe analizar el valor presente del proyecto, teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPN mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente. A continuación, en la **Tabla 20** se presenta el análisis que se debe generar frente al indicador del VPN (MADS, 2017).

Tabla 20. Interpretación del indicador VPN.

VALOR PRESENTE NETO - VPN	INTERPRETACIÓN
VPN > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos; por lo tanto, se considera que desde el punto de vista social, se aporta de manera subsidiaria en la toma de decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social.
VPN = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos; por lo tanto, no genera cambios sustanciales en el bienestar social.
VPN < 0	Los costos del proyecto son mayores a sus beneficios; por tanto, se debe rechazar el proyecto, ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: MAVDT & CEDE (2010)

9.6 Dividir VPN beneficios / VPN costos (Relación BC)

A través del ACB se realiza un balance entre las pérdidas y ganancias económicas que se generan en la ejecución de un proyecto, obra y actividad, para que de esta manera se puedan generar alternativas que permitan obtener mayores beneficios considerando la sociedad como un todo. Es así, como a partir de la valoración de los impactos ambientales y sociales sobre los servicios ecosistémicos, se deben incluir las estimaciones en el flujo de costos y beneficios teniendo en cuenta la duración de cada impacto y el horizonte de tiempo del proyecto (MADS, 2017).

De modo que los beneficios (externalidades positivas) son la mejora en el ámbito social, ambiental o económico que obtiene la sociedad en el momento de la ejecución de un proyecto. Este elemento es considerado un indicador de generación de bienestar, de esta manera si es positivo, se estará generando ganancia; por el contrario, si es negativo, se estará disminuyendo el bienestar (MADS, 2017).

Los costos corresponden al valor de los impactos negativos (externalidades negativas) generados por el proyecto, los cuales deben ser valorados con las metodologías presentadas en numeral 5.3 del presente documento.

Es importante mencionar que la relación Beneficio Costo es un insumo para complementar las diferentes medidas de compensación establecidas en el marco de la ejecución del proyecto, pues permite establecer alcances y metas más específicas para la aplicación de estas.

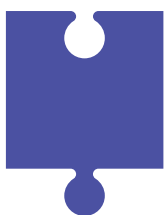
La relación beneficio costo se calcula con el resultado de los VPN de beneficios y costos:

Ecuación 3. Calculo RBC.

$$RBC = \frac{VPN_{beneficios}}{VPN_{costos}}$$

Es importante tener en cuenta que para el cálculo tanto del VPN de costos como beneficios debe tenerse el mismo año de análisis.

Fuente: MAVDT & CEDE (2010)



10. Análisis de resultados.

Una vez se ha obtenido la Relación Costo Beneficio, pueden tomarse decisiones con respecto al proyecto y su impacto en el entorno ambiental y social. A continuación, se presentan los parámetros de toma de decisiones con el resultado de la RBC.

Tabla 21. Análisis RBC.

RELACIÓN BENEFICIO COSTO - RBC	INTERPRETACIÓN
RBC > 1	El proyecto genera bienestar social; se aporta de manera subsidiara en la toma de decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social
RBC = 1	El proyecto no presenta cambios en bienestar social; por lo tanto es indiferente
RBC < 1	El proyecto empeora el bienestar social; por lo tanto, no es recomendable su ejecución

Fuente: MAVDT & CEDE (2010)

10.1 RBC<1

En este caso como lo indica la **Tabla 21** no es favorable el proyecto. Sin embargo, puede reevaluarse la posibilidad de implementar medidas que permitan la internalización de impactos.

10.2 RBC>1

Tiene buena viabilidad ambiental y social, sin embargo, al estar sujeto a valoración económica, implica que algunos impactos no han sido internalizados, y por lo tanto se controlan a través de medidas de mitigación o compensación. En el último caso el impacto es inevitable e irreversible, por lo que deben calcularse medidas de compensación que sean equiparables al impacto generado.

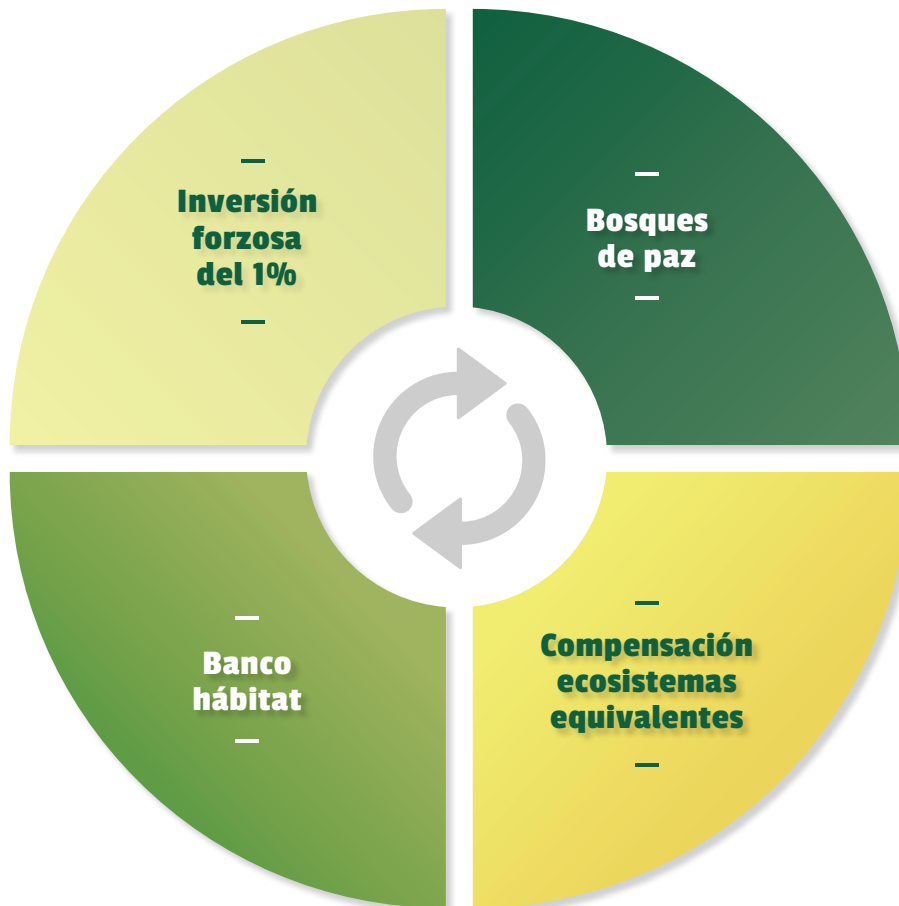


11. Identificación de medidas de compensación

11.1 Tipos de medidas

Dentro de las principales medidas de compensación a nivel ambiental que se presentan generalmente en Colombia son:

Figura 12. Posibles medidas de compensación ambiental



**Inversión forzosa del 1%:**

Decreto 2099 de 2016. Proyectos que involucren la captación de agua de fuentes naturales deben destinar no menos del 1% de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica.

Titulo 9, Parte 2, Libro 2, Capítulo 3 del decreto 1076 de 2015 detalla las actividades en que pueden hacer las inversiones.

**Bosques de paz:**

Modelo que integra cuatro componentes que son: la recuperación ambiental de los ecosistemas, el desarrollo de las comunidades asentadas en el territorio a través de proyectos productivos, la educación ambiental y la construcción de un monumento vivo de paz como memoria histórica del conflicto armado en la zona influencia.

**Banco hábitat:**

Corresponde a un área en la que podrán realizar actividades de preservación, restauración, rehabilitación, recuperación y/o uso sostenible para la conservación de la biodiversidad.

**Compensación ecosistemas equivalentes:**

Es la ejecución de acciones medibles de conservación que compensen los impactos residuales de los proyectos, con el objetivo de obtener una pérdida neta cero o incluso una ganancia neta de biodiversidad.

Las principales medidas de compensación a nivel socioeconómico que se presentan generalmente en Colombia son:

Figura 13. Posibles medidas de compensación socioeconómica



Fuente: Elaboración propia



Encadenamiento productivos:

A grandes rasgos, es la relación a largo plazo que se establece entre las empresas o personas con el objetivo de obtener beneficios en conjunto. Es la asociación generada en la cadena de valor de un producto en específico que se forma mediante una relación de insumos y productos finales, donde existe además un compromiso que va más allá de una transacción de compra o venta (Cárdenas, 2015).

Las empresas o personas naturales involucradas no necesariamente pertenecen al mismo sector productivo de la cadena de valor, sino que se complementan y crean relaciones a largo plazo tras identificar oportunidades del mercado (Cárdenas, 2015).

La innovación en la industria minera genera una oportunidad para el fortalecimiento de la sostenibilidad de las regiones y de los encadenamientos productivos hacia adelante y hacia atrás, y para la generación de tejido social y construcción de gobernanza (MINEROS S.A., 2016). En Colombia, es clave crear programas de generación de mayores encadenamientos, con proveedores y clientes del sector, para así lograr afianzar los vínculos con las economías regionales (Minminas, 2016).



Fortalecimiento y desarrollo de capacidades locales y regionales:

Actualmente, existen proyectos particulares en torno a la educación y al desarrollo de capacidades de la comunidad, sin embargo, éstos no están diseñados para ser impulsados o ampliados mediante financiamiento y otros recursos provenientes de socios promotores de desarrollo que estén interesados en desarrollar esta área. Otras industrias orientadas a la prestación de servicios que se especializan en esta área podrían ayudar a impulsar y ampliar proyectos ya existentes. Se recomienda que las acciones identificadas se centren a un nivel regional y local, y en la calidad de la educación, en relación con la empleabilidad y capacidades requeridas por la minería colombiana y la economía no relacionada a la minería (por ejemplo: capacitación en administración pública, administración de pequeñas empresas, contabilidad, ciencias, tecnología de la información, ingeniería, matemáticas, etc.) (ICMM, 2013).

Así mismo, es clave el fortalecimiento de las capacidades territoriales, tanto civiles como estatales, para que las regiones y los municipios productores materialicen los beneficios propios del desarrollo de la actividad minera y la creación de espacios de información y formación que den como resultado el desarrollo de diálogos informados entre las partes (Minminas, 2016).



Generación de empleo:

Las empresas mineras son una fuente de generación de empleo y desarrollo tecnológico, en el proceso de atender la demanda doméstica por bienes y servicios, contribuyen al crecimiento económico y bienestar social del país, es una actividad imprescindible para el desarrollo humano.

El mercado laboral puede variar desde ofrecer oportunidades de capacitación en otras áreas y servicios de empleo, como bolsas de trabajo, hasta iniciar oportunidades de empleo y de generación de ingresos en otros rubros, en cooperación con el sector privado y mediante una promoción activa de la zona entre diferentes inversionistas (Kunanayagam, McMahan, Sheldon, Strongman, & Weber-Fahr, 2000).

El objetivo principal es promover diferentes condiciones competitivas para la industria minera, que garantice que puedan extraerse minerales y que se puedan

incrementar las externalidades positivas en los territorios mineros en materia de empleo, ingresos, regalías, entre otros (Minminas, 2016).



Infraestructura pública:

La actividad minera supone en sus proyectos de innovación hacia la sostenibilidad, la integración de varias actividades económicas y de sectores en red, para cada una de las etapas de desarrollo de un proyecto. Dentro de estas actividades están el transporte, la infraestructura, las telecomunicaciones, los servicios financieros, los productos químicos, los productos agrosilvopastoriles, entre otros (MINEROS S.A., 2016).

Desde la minera se incentiva a la utilización de nuevas y mejores obras de infraestructura de transporte terrestre, estas obras implican una reducción de costos en las actividades de integración de los mercados de insumos (tales como materias primas y mano de obra), lo cual incentiva el comercio regional, esto hace posible que la agricultura se comercialice, la industria se especialice y la producción y el empleo se expandan a través del aprovechamiento de las economías de escala (Pérez, 2005).



Desarrollo económico regional y localización:

Al incorporar las actividades y los requisitos de las operaciones mineras en los procesos de planeamiento regional, los gobiernos pueden aumentar, en forma sustancial, la infraestructura y los servicios disponibles a las poblaciones menos favorecidas (Kunanayagam, McMahon, Sheldon, Strongman, & Weber-Fahr, 2000). Entre las actividades importantes que se deben retomar son:

- **Desarrollar competencias a nivel de gobierno y comunidad local, para permitir que la región y la comunidad puedan planear y prepararse para el cierre sin llegar a una situación de dependencia, por medio de programas de formación y capacitación**
- **Integrar los proyectos mineros en los planes de desarrollo local y regional**
- **Planear por adelantado la necesidad de sostener y financiar los servicios sociales después del cierre de la mina, alentando al gobierno local, si fuera necesario, a hacerse cargo de los sistemas de protección social, en un contexto de descentralización fiscal.**

“Para consolidar el sector minero como un motor para el desarrollo económico, es preciso mantener una interrelación con otros sectores: establecer canales de comunicación fluidos con el sector ambiental, mejorar el manejo con comunidades en áreas de influencia de los proyectos en las fases de diseño, desarrollo, y operación y coordinar con el Ministerio de Transporte para identificar las necesidades de infraestructura vial, férrea y portuaria” (Minminas, 2016).



Participación comunitaria:

Desarrollo de capacidades de liderazgo y participación comunitaria que no dependan y sean cada vez más independientes de la mina con respecto a sus actividades económicas y los servicios que prestan. El desarrollo de estas capacidades se puede lograr aprovechando los beneficios de la mina para generar activos comunitarios (Kunanayagam, McMahon, Sheldon, Strongman, & Weber-Fahr, 2000).

- **Participación en todos los niveles del proceso general de planificación zonal y regional, con una perspectiva a largo plazo, adoptada desde los primeros momentos, de invertir parte de los beneficios provenientes de la operación minera para el período posterior al cierre.**
- **Aceptación de responsabilidad por ciertos activos e infraestructura del emplazamiento, cuando corresponda y pueda contribuir a las capacidades o la misión de la comunidad local o de los organismos no gubernamentales.**
- **Colaboración con el gobierno y la compañía minera en la planificación regional a largo plazo.**

11.2. Magnitud de las compensaciones

Según la resolución 1669 del MADS, los impactos no internalizables y su valor económico son una referencia para las compensaciones socio económicas. En tal sentido, se esperaría que las inversiones que se desarrollen en el marco de dichas compensaciones generen un beneficio social y económico, en una magnitud similar al valor económico de los impactos no internalizables. En ese sentido, es importante enfatizar que el valor económico de los impactos no internalizables, no necesariamente representa el valor de las inversiones que deben desarrollarse en el marco de las compensaciones, sino que son un referente del beneficio económico que se espera de dichas inversiones, no del valor de la inversión.



7

Bibliografía.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

7 Bibliografía.

ANM. (2014). *Guía para planes de gestión social.* Bogotá, Colombia.

Cárdenas, A. (2015). *Encadenamientos Productivos. La Guía práctica.* Obtenido de Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA Administración de Empresas: <http://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/1357/TG01007.pdf?sequence=1>

Diakoulaki, D., & Karangelis, F. (2007). Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenario for the power generation sector in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 716-727.

Díaz, F. (2016). Análisis de la evolución de la inversión extranjera directa en el sector minero del carbón en Colombia de 2004 a 2013. *Apuntes del CENES*, 51-83.

Ecosimple y Teknidata. (2016). *Producto No. 2: Estudio de modelación socioeconómica que mida el impacto en los municipios del área de influencia de los PINE.* Bogotá.

Fedesarrollo. (2012). *Impacto socioeconómico de la minería en Colombia.* Bogotá, Colombia.

ICMM. (2013). *Minería responsable en el Perú.* Perú: Consejo Internacional de Minería y Metales.

INERCO. (2016). *Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto de explotación subterránea de carbón Mina La Luna.* Bogotá.

Kunanayagam, R., McMahon, G., Sheldon, C., Strongman, J., & Weber-Fahr, M. (Agosto de 2000). *La minería y la reducción de la pobreza.* Obtenido de <http://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/383606-1205334112622/4768783-1205337105916/min0119.pdf>

-
- MADS. (2016).** *Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA proyectos de explotación minera.* Bogotá: ANLA.
- MADS. (2017).** *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.* Bogotá.
- MINEROS S.A. (2016).** *La minería en Colombia. Responsable y sostenible.* Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/carlos_castano-mineros_sa.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2001).** *Código Minero. Ley 685 de 2001.*
- Ministerio de Minas y Energía. (Abril de 2016).** *Política minera de Colombia.* Bogotá, Colombia.
- Minminas. (2016).** *Política Minera de Colombia.* Bogotá.
- Minminas. (2016).** *Política Minera de Colombia.* Bogotá.
- Minminas, et al. (2005).** *Guía minero ambiental.* Bogotá.
- Miranda, Ó. (2014).** *Las Leyes, regulaciones y normas mineras.* En c. Juan Benavides, *Insumos para el desarrollo del Plan Nacional de Ordenamiento Minero.*
- Pérez, G. (Colombia de 2005).** *La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia.* Obtenido de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-64.pdf
- SMI. (2016).** *Estrategia para Consolidar el Atractivo de Colombia como Destino de Inversión Minera.* Bogotá: UPME; MINMINAS.
- Torres, S., & Díaz, P. (octubre de 2014).** *El análisis coste-beneficio aplicado al medioambiente: repaso metodológico, críticas y problemática asociada.* (U. F.-U. Gerais, Ed.) *Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas*(6- año III).
- UPME. (2014).** *Insumos para el desarrollo del Plan Nacional de Ordenamiento Minero / Juan Benavides, compilador.* Bogotá: Uniandes.
- UPME. (2015).** *Documento de soporte número 2: Sector minero energético y su relación con el medio natural.* Bogotá: Consorcio ECO 015.
- UPME. (Octubre de 2016).** *Boletín estadístico de Minas y Energía 2012-2016.* Obtenido de http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2012_2016.pdf
- UPME. (2016).** *Estrategia para Consolidar el Atractivo de Colombia como Destino de Inversión Minera.* Bogotá.
-



— 8 —

Anexos.

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

Anexo 1. Biblioteca de referencias internacionales

No.	ÁREA TEMÁTICA	TIPO DE IMPACTO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	AUTOR (AÑO)	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
1	Costo-Beneficio	Social	Benefit-cost analysis: Its relevance to public investment decisions	Artículo Científico	Inglaterra	Maass, A.	Se afirma que existen inconsistencias entre la técnica de realización del análisis costo-beneficio y el propósito legislativo, lo que conlleva a que algunos líderes de proyectos sobreestimen algunos beneficios sociales, ocasionando inconformidades en comunidades afectadas por dichos proyectos
2	Costo-Beneficio	Ambiental	Valorización económica de los impactos ambientales en la minería chilena.	Artículo Científico	Chile	Borregaard, N.	
3	EIA	Ambiental	La minería artesanal e informal en el Perú. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE)	Reporte	Perú	Kuramoto, J.	Presenta las principales áreas mineras artesanales en el Perú, además de algunos yacimientos y su forma de explotación, así como los impactos ambientales y sociales que la minería artesanal acarrea consigo.
4	Costo-Beneficio	Social	Minería y conflicto social	Libro	Perú	Tanaka, M., Huber, L., Revesz, B., Diez, A., Ricard, X., & de Echave, J.	Menciona una serie de inconformidades por parte de las comunidades locales, debido al incumplimiento de empresas mineras al no tener en cuenta los impactos sociales en sus ACB.
5	Regulaciones	Social	Desempeño de la actividad minera metalífera en la Argentina. Renta minera y distribución de los beneficios	Informe	Argentina	Basualdo, F.	Presenta una serie de antecedentes normativos, enmarcados en el contexto de la minería en Argentina, analiza el desempeño productivo del sector y su relación con la cotización internacional del oro y el cobre y propone una definición de renta minera analizando su distribución para los casos de Minería Alumbreira en Argentina.
6	Costo-Beneficio	Económico	A cost-benefit analysis of landfill mining and material recycling in China. Waste Management	Artículo Científico	China	Zhou, C., Gong, Z., Hu, J., Cao, A., & Liang, H	Plantea que el ACB debe tener por lo menos: Indicadores de costo: Costos de Capital 1. Preparación del sitio 2. Alquiler o compra de equipo de excavación y acarreo 3. Alquiler o compra de equipo de cribado y clasificación 4. Construcción o ampliación de instalaciones para la

No.	ÁREA TEMÁTICA	TIPO DE IMPACTO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	AUTOR (AÑO)	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
							manipulación de materiales Costos operacionales 5. Costo de investigación preliminar 6. Costo de procesamiento de residuos (excavación, cribado y clasificación) 7. Costo del transporte de material 8. Costo de disposición final de residuos
7	Costo-Beneficio	Ambiental	Landfill mining and waste characterization: a strategy for remediation of contaminated areas	Artículo Científico	Suecia	Hogland, W., Marques, M., & Nimmermark, S.	Menciona que para aplicar el método de "landfill mining" se debe contar previamente con un análisis costo-beneficio, que identifique futuros usos del suelo y potenciales para utilización de materiales.
8	Costo-Beneficio	Ambiental	Landfill mining: a critical review of two decades of research. Waste management	Artículo Científico	Suecia	Krook, J., Svensson, N., & Eklund, M.	Realiza una revisión bibliográfica sobre análisis costo-beneficio en proyectos de "landfill mining", expone a manera de conclusión que en la mayoría de eventos que se centran en la recuperación de recursos depositados en los rellenos, rara vez son justificados económicamente.
9	Costo-Beneficio	Social	Use of the Contingent Valuation Method in the assessment of a landfill mining project	Artículo Científico	Italia	Marella, G., & Raga, R.	"Menciona que la evaluación de los beneficios sociales generalmente se omite en las evaluaciones económicas, y plantea que se debe a tres principales razones: 1. Se refieren únicamente a agentes económicos (es decir, individuos o empresas y no a la sociedad involucrada). 2. Los efectos directos de los beneficios sociales no se transmiten a través de los precios de mercado y por lo tanto permanecen fuera de los mecanismos de mercado. 3. Su valor monetario debe analizarse utilizando procedimientos de evaluación complejos y ad hoc
10	Costo-Beneficio	Social	Mortality in Appalachian coal mining regions: the value of statistical life lost.		USA	Hendryx, M., & Ahern, M. M.	Se examina la tasa de mortalidad elevada en áreas de minería en los Apalaches para estimar el valor estadístico de vida para la sociedad directamente afectada por actividades de extracción minera, empleando dicho valor como insumo para realizar un análisis costo-beneficio de las políticas de control de polución y otros programas.

No.	ÁREA TEMÁTICA	TIPO DE IMPACTO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	AUTOR (AÑO)	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
11	Costo-Beneficio	Ambiental	Mining conflicts, environmental justice, and valuation.	Artículo Científico	España	Martinez-Alier, J.	Menciona un ejemplo en el cual el analisis costo-beneficio, arroja como resultado que a pesar de que existían efluentes contaminados por explotación de cobre, lo cual afectada la calidad de tierras agrícolas, los beneficios públicos que Japón obtiene por la mina "Ashio" superan con creces cualquier pérdida sufrida en las áreas afectadas, menciona que todo daño puede ser atendido a través de una compensación.
12	Costo-Beneficio	Ambiental	An overview of environmental valuation methods for the mining industry	Artículo Científico	USA	Damigos, D.	A nivel internacional, la valoración de los impactos ambientales en términos monetarios se ha convertido en un campo importante. En el caso de la industria minera, hay dos cuestiones legislativas en las que deben aplicarse métodos de valoración ambiental: evaluación de proyectos y pasivos ambientales. Aunque existen dificultades en los procedimientos de valoración ambiental, el uso de técnicas de valoración monetaria en la evaluación de proyectos ha aumentado significativamente a nivel internacional, ya que ofrece ciertas ventajas y facilita una mejor toma de decisiones
13	Metodología	Ambiental y Social	Exploring ecosystem valuation to move towards net positive impact on biodiversity in the mining sector	Libro		Olsen, N., Bishop, J., & Anstee, S	Describe la metodología empleada, la cual menciona: 1. Una tasa de descuento del 5% (la cual se sitúa entre el rango de tasas de descuento financiero (8 - 10%). 2. Una tasa de descuento social de 3% (La cual es recomendada por algunas entidades como "UK Treasury" y "the US National Oceanic and Atmospheric Administration") Además, menciona que el analisis costo-beneficio realizado, incluye los beneficios asociados con la deforestación (conservación de la biodiversidad, beneficios hidrológicos y emisiones).
14	Metodología	Económico	An Economic Impact Report of Shale Gas Extraction in Pennsylvania with Stricter Assumptions	Artículo Científico	USA	Kinnaman, T. C.	Menciona, la importancia de los modelos IO (Input-Output) como elementos clave en el analisis de la política económica, y su importancia para designar capital a gastos públicos y privados

No.	ÁREA TEMÁTICA	TIPO DE IMPACTO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	AUTOR (AÑO)	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
15	Costo-Beneficio	Ambiental y Social	Impact of mining sector investment in Ghana: A study of the Tarkwa mining region	Reporte	Ghana	Akabzaa, T., & Darimani, A. Akabzaa, T., & Darimani, A.	Menciona como caso específico, que para el analisis costo-beneficio se comparó: 1. Nivel de entradas de inversión extranjera directo al sector desde reformas al nivel de empleo. 2. Ingresos netos de divisas. 3. Extensión de los vinculos con otros sectores 4. Impacto social y cultural negativo de la inversión minera en la zona. Además de ello, el ACB, debe contener: 1. Paquetes de incentivos para los inversionistas. 2. Cantidad de entradas de capital al sector. 3. Cantidad de inversión al sector. 4. Daños ambientales y sanitarios. 5. Crisis sociales derivadas de las actividades extractivas.
16	Costo-Beneficio	Social	The relationship between mining and socio-economic well being in Australia's regions	Articulo Científico	Australia	Hajkowicz, S; Heyenga,S; Moffat, R. Hajkowicz, S; Heyenga,S; Moffat, R.	Describe la relación entre indicadores de calidad de vida y el valor bruto de la producción de minerales en algunas regiones de Australia, menciona que se debe tener en cuenta los siguientes indicadores: 1. Ingresos del hogar 2. Asequibilidad de la vivienda. 3. Acceso a servicios de comunicación 4. Logros educativos, esperanza de vida y desempleo. Concluye que la actividad minera tiene un impacto positivo en dichos indicadores.
17	Costo-Beneficio	Social	¿CUÁL ES EL COSTO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL MINERA SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL PERÚ?	Estudio	Perú	Herrera, P; Millones O. Herrera, P; Millones O.	Menciona que debido a la elevada disponibilidad de minerales y de una legislación promotora de la inversión en minería, se han incrementado las inversiones en yacimientos mineros en todo el Perú, pero no el nivel de empleo generado en el sector minero, éste ha sido habitualmente reducido debido a que este sector es capital-intensivo, demandante de una mano de obra calificada y especializada, la cual está ausente en las regiones en las cuales se localizan los yacimientos mineros.

No.	ÁREA TEMÁTICA	TIPO DE IMPACTO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	AUTOR (AÑO)	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
18	Costo-Beneficio	Económico	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO MINERO SAN ANTONIO ÓXIDOS		Chile	Rivera, A.	Menciona valores para realizar valoración económica en un proyecto minero específico, tales como: 1. Tasa de descuento de 8% Esta tasa de descuento es impuesta por política de la empresa. Adicionalmente, este valor es el generalmente empleado por empresas mineras y consultoras de ingeniería para este tipo de proyectos.
19	Costo-Beneficio	Económico	MANUAL DE EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE PROYECTOS MINEROS DE INVERSION	Manual	España	Instituto de evaluación Técnico-Económica de proyectos mineros de inversión	Menciona que una vez elaborado el modelo económico, la evaluación del proyecto de inversión comprende el análisis de tres atributos: 1. La liquidez (Capacidad del proyecto para transformar o convertir en dinero los activos sin pérdida de valor) 2. La rentabilidad (capacidad de un proyecto para generar un excedente de fondos o un rendimiento) 3. El Riesgo (consecuencia de la incertidumbre inherente a los diversos factores que determinan el movimiento de fondos del proyecto minero)"
20	Costo-Beneficio	Social	Factores que determinan la Licencia Social para Operar en el Perú: el caso de la Gran Minería	Tesis	Perú	Sicoli,C; Sallán,J; Coll, J.	Aborda el concepto de "licencia social" como una respuesta a la iniciativa de las Naciones Unidas que requiere que las industrias que operan en territorios habitados por indígenas, cuenten con el consentimiento inicial, libre e informado de estos habitantes. Este concepto enmarca la idea de garantizar que la operación extractiva contempla el respeto a los derechos que estas comunidades tienen sobre la tierra. En el Perú, este consentimiento debe ser explícito y se encuentra regulado en la Ley de Derecho a la Consulta Previa a los pueblos indígenas.
21	Costo-Beneficio	Gubernamental	Accounting for Nonmarket Impacts in a Benefit-Cost Analysis of Underground Coal Mining in New South Wales, Australia	Artículo Científico	Australia	Gillespie, R y Kragt, Marit E. (2012)	Caso aplicado a mina de carbón subterránea utilizando metodología de experimentos de elección. Las investigaciones estratégicas sobre la extracción de carbón por parte de los gobiernos australianos propugnan un mayor uso de análisis de costos de beneficios integrales y estudios de valoración no de mercado cuando se evalúa propuestas de proyectos. Encuentran impactos en arroyos, pantanos y sitios

No.	ÁREA TEMÁTICA	TIPO DE IMPACTO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	AUTOR (AÑO)	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
							aborígenes afectan negativamente el bienestar de la comunidad. El bienestar social aumenta con el tiempo de existencia de la mina debido a la geeración de empleo. Se realizaron análisis de costos de beneficios una variedad de escenarios de políticas, incluidas políticas que restringirían las actividades mineras en el Mina de carbón y proteger las características ambientales y culturales en el sur de Coalfield. A pesar de los impactos ambientales generados por las operaciones mineras, la minería se muestra como económicamente eficiente.
22	Costo-Beneficio	Medio ambiente, impactos culturales y sociales	Valuing the environmental, cultural and social impacts of open-cut coal mining in the Hunter Valley of New South Wales, Australia	Articulo Científico	Australia	(Gillespie, Robert; Bennett, Jeff, 2012)	Utilizan metodología de modelos de elección para incorporar el medio ambiente, impactos culturales y sociales de manera conjunta. Encontraron que el bienestar de la comunidad disminuyó de comunidades ecológicas en peligro (CEE), pérdida de sitios aborígenes altamente significativos y el desplazamiento de familias rurales de aldeas afectadas, pero aumentó con el tiempo que la mina proporciona empleo

Anexo 1. Biblioteca de referencias nacionales

No.	AÑO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
1	2014	Decreto 2041 de 2014	Normatividad	MADS	<p>Contenido básico del diagnóstico ambiental de alternativas. El diagnóstico ambiental de alternativas deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto y contener al menos lo siguiente:</p> <p>Un análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas. Del estudio de impacto ambiental (EIA). El estudio de impacto ambiental (EIA) es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento se requiera. Este estudio deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto, el cual deberá incluir como mínimo lo siguiente:</p> <p>Plan de manejo ambiental del proyecto, expresado en términos de programa de manejo, cada uno de ellos diferenciado en proyectos y sus costos de implementación.</p>
2	2016	Decreto 1666 de 2016	Normatividad	Ministerio de Minas y Energía	<p>Presenta la clasificación de actividades mineras en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. minería de subsistencia. 2. Pequeña minería 3. Mediana minería. 4. Grande minería. <p>Para la etapa de exploración, o construcción y montaje, la clasificación se realizará con base en el número de hectáreas otorgadas en el respectivo título minero.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pequeña minería- \leq a 150 2. Mediana minería \geq a 150 pero \leq 5.000 3. Grande minería \geq a 5.000 pero \leq a 10.000
3	2011	Protocolo para la valoración económica de los servicios ecosistémicos en los Andes colombianos, a través del método de transferencia..."	Protocolo		<p>Tiene como objetivo proponer los pasos para realizar la valoración del Capital Natural en los Andes colombianos, a través de la aplicación de una función de meta-regresión para la transferencia de beneficios, se propone el desarrollo</p>

No.	AÑO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
				Ruiz-Agudelo, C.A., C. Bello, M. C. Londoño-Murcia, H. Alterio, J. N. UrbinaCardona, A. Buitrago, J. E. Gualdrón-Duarte, M. H. Olaya-Rodríguez, C. E. Cadena-Vargas, M. L. Zárate, H. Polanco, F. Urciullo, F. Arjona Hincapie y J. V. Rodríguez Mahecha	<p>de 7 pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el contexto de la política o de la intervención. 2. Seleccionar la bibliografía relevante sobre estudios e investigaciones originales. 3. Codificar los datos disponibles. 4. Determinar la función de meta-regresión más adecuada para la transferencia al sitio de política o intervención. 5. Aplicar la función de meta-regresión a las zonas sin información de los Andes Colombianos. 6. Calcular el valor total de los servicios ecosistémicos para cada una de las coberturas del área de estudio por medio de la transferencia de beneficios. 7. Tabular y resumir el valor de los servicios ecosistémico de toda el área para los tomadores de decisiones y formuladores de política.
4	2014	“DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA DESARROLLAR UN PLAN DE CHOQUE EN EL SECTOR PRODUCTOR DE CARBÓN AL INTERIOR DEL PAÍS”	Informe	Martinez, A; Salazar, F; Gonzalez, C; Cajiao S.	Menciona que la mayor problemática de la minería a pequeña escala en Colombia, se debe a la inexistencia de títulos mineros, por lo cual, dichas minas sin título se enmarcan dentro de la ilegalidad, haciendo que la transferencia de recursos fiscales y la activación de servicios financieros modernos no sean sostenibles en dicho ambiente.
5	2017	“CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL USO DE HERRAMIENTAS ECONÓMICAS EN LOS PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES OBJETO DE LICENCIAMIENTO AMBIENTAL”	Guía metodológica	ANLA	<p>El documento de ANLA señala que para realizar la Evaluación Económica Ambiental, se debe:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar los criterios para la identificación de impactos ambientales significativos. 2. Realizar una jerarquización de impactos - internalizables y no internalizables. 3. Realizar una cuantificación biofísica de los cambios en los servicios ecosistémicos. <p>Para posteriormente establecer la metodología de valoración económica más adecuada para las características del proyecto.</p>

No.	AÑO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
6	2003	Metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales.	Guía metodológica	MADS	<p>El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metodologías basadas en precios del mercado. • Metodologías directas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales. • Metodologías indirectas para la valoración de bienes y servicios ambientales y recursos naturales. • Métodos basados en costos. • Técnica de transferencia de beneficios.
7	2014	Guía metodológica para la evaluación de gestión de las contralorías respecto del control fiscal ambiental en desarrollo del principio de valoración de costos ambientales	Guía metodológica	Marulanda, L; Diaz, D; Franco, J.	<p>Propone el uso de una matriz de valoración económica, la cual está constituida por dos criterios específicos que permiten al Auditor, determinar el método de valoración económica de costos ambientales para cuantificar el valor del Detrimiento del Capital Natural.</p> <p> criterio 1. Bienes Ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación por vertimientos a afluentes superficiales de agua • Contaminación de agua subterránea • Alteración de cauces. • Ocupación de cauces. • Disminución de disponibilidad de agua. • Generación de olores ofensivos. • Remoción de masa del suelo • Remoción de cobertura vegetal. • Contaminación por residuos sólidos. • Alteración de características del suelo natural. • Alteración de hábitat de fauna • Deforestación. <p> criterio2. Valoración de costos ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de reposición • Función de daño • Costos preventivos • Costos de relocalización • Cambios de productividad • Valoración contingente

No.	AÑO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
8	2010	Guía ambiental minería de carbón a cielo abierto	Guía metodológica	MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	<p>En un proyecto de explotación minera, tanto para la Construcción y Montaje como para las Obras y Trabajos de Explotación a Cielo Abierto y Subterránea, los impactos ambientales más notorios son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • los cambios en la calidad físico-química del agua. • la remoción y pérdida del suelo. • la generación de estériles y escombros. • la remoción y pérdida de cobertura vegetal (y por ende el desplazamiento de comunidades faunísticas). • los cambios en el uso del suelo y la modificación del paisaje. <p>Además sugiere el uso de una matriz "Causa-Efecto" para realizar la evaluación de impacto ambiental.</p> <p>Además, se menciona la obligación que todos proyecto de explotación minera, incluso los de explotación temprana, requieren de Licencia Ambiental, la cual se otorgará de manera global. Para el trámite de la Licencia Ambiental es necesaria la aprobación previa de un Estudio de Impacto Ambiental, que incluya las medidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales ocasionados.</p>
9	2014	Metodología general para la presentación de estudios ambientales	Guía metodológica	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	<p>Presenta las etapas del análisis costo beneficio ambiental para la elaboración de EIA.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dfinición del proyecto a evaluar. 2. Identificación de los impactos del proyecto. 3. Identificación de los impactos más relevantes. 4. Cuantificación física de los impactos más relevantes. 5. Valoración monetaria de los impactos más relevantes. 6. Descontar el flujo de beneficios y costos. 7. Obtención de los principales criterios de decisión. 8. Análisis de sensibilidad.
10	2001	Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental - EIA proyectos de explotación minera.	Guía metodológica	ANLA	<p>Sugiere que para la realización de la valoración económica ambiental, se debe tener en cuenta:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La cuantificación biofísica de los bienes y servicios ecosistémicos (teniendo en cuenta sus unidades) 2. La identificación de la relación con el factor de afectación (impactos identificados como relevantes y cuáles son los bienes y servicios ecosistémicos afectados por estos impactos. <p>Una vez realizada dicha identificación, se establece la metodología de valoración a emplear, teniendo en cuenta el</p>

No.	AÑO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
11	2010	Estudio de la cadena del mercurio en Colombia con énfasis en la actividad minera de oro.	Estudio	Herrera.J.	contexto del proyecto, obra o actividad. Además sugiere algunos métodos de valoración económica para el EIA.
12	2015	Ley 685 de 2001	Normatividad	Congreso de Colombia	El documento establece la situación actual en Colombia e n aspectos como la comercialización, distribución, demanda, oferta, usos, rutas, impacto ambiental, concentraciones en compartimentos ambientales, manejo, balance másico, disposición, entre otras. Concluye que las principales lecciones aprendidas, frente a importaciones para el contexto nacional son: 1. Diseñar Registro de importadores indicando el consumo final del mercurio. 2. Definir Límite total nacional al volumen anual permiso en importaciones de mercurio. 3. Prohibición a la importación de residuos con mercurio. 4. Seguimiento a protocolos de registro y notificación de importaciones. 5. Regulación del comercio local mediante registro y control de distribuidores.
13	2005	Decreto 2820 de 2010	Normatividad	MAVDT	Presenta el Contenido básico del DAA: 1. Objetivo, alcance y descripción del proyecto, obra o actividad. 2. La descripción general de las alternativas de localización del proyecto, obra o actividad caracterizando ambientalmente el área de interés e identificando las áreas de manejo especial, así como también las características del entorno social y económico para cada alternativa presentada. 3. La información sobre la compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial o su equivalente. Lo anterior, sin perjuicio de lo dispuesto en el Decreto 2201 de 2003, o la norma que lo modifique o sustituya. 4. La identificación y análisis comparativo de los potenciales riesgos y efectos sobre el medio ambiente; así como el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales requeridos para las diferentes alternativas estudiadas. 5. Identificación de las comunidades y de los mecanismos utilizados para informarles sobre el proyecto, obra o actividad. 6. Un análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas.

No.	AÑO	TITULO DEL DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR	Elementos Clave conceptualización Analisis Costo-Beneficio y Evaluación Económica Ambiental de explotaciones mineras de carbón
					<p>7. Selección y justificación de la mejor alternativa.</p> <p>Y exige la evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto como parte del Estudio de Impacto Ambiental,</p>
14		Decreto 1076 de 2015	Normatividad		
15		Decreto 1220 de 2005	Normatividad		Estableció el requerimiento de realizar ACB a aquellos proyectos que requerían un Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

Anexo 2. Metodologías de valoración económica

Metodologías basadas en preferencias reveladas

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
<p>Precios Hedónicos (Propiedades)</p>	<p>Es usado para estimar el valor de las características ambientales que afectan los precios de los bienes en el mercado. Este modelo está basado en la idea de que las decisiones individuales de comprar servicios dependen de un paquete de características entre ellas las ambientales, estableciendo el valor que las personas están dispuestas a pagar por esos atributos. Ejemplo la persona está dispuesta a pagar un valor mayor por una vivienda al considerar que el tamaño de las habitaciones, el vecindario, su localización cerca al mar, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El método puede ser utilizado para estimar valores basados en opciones de las variaciones establecidas en el mercado. - Los mercados de las propiedades son eficientes en la compilación de la información, por tanto, estas variaciones permiten darle un valor agregado a los mismos. - Los registros de información suelen ser muy confiables. - Los datos sobre la venta de propiedades y características están disponibles a través de muchas fuentes de información. - El método puede adaptarse al contexto, ya que se pueden considerar las interacciones entre los bienes de mercado y la calidad del medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - El método no permite identificar el cambio en el bienestar de aquellas personas que son afectadas por las alteraciones en la calidad ambiental, por medios diferentes a la adquisición de un bien privado; ejemplo afectación de las personas que circulan por el lugar contaminado diariamente. - El método supone que las personas tienen la oportunidad de seleccionar la combinación de características que ellos prefieran, dado su ingreso. Sin embargo, el mercado de la vivienda puede afectarse por influencias externas, como los impuestos, la tasa de interés u otros factores. - El tiempo y los gastos para llevar a cabo la aplicación del modelo dependen de la disponibilidad y acceso de datos.

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
<p>Precios Hedónicos (Salarios)</p>	<p>Aunque el método es comúnmente utilizado en los mercados de propiedad, también es aplicado en el mercado laboral. Indicando que los riesgos para la salud son un atributo o característica de un empleo y el salario debe reflejar la disponibilidad de asumir o no los riesgos que se puedan presentar.</p> <p>Explicando el supuesto de que los trabajadores prefieren empleos en los que existen condiciones y ambiente de trabajo mejores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El método es muy versátil y puede adaptarse al considerarse varias interacciones entre el mercado laboral y sus características. - Puede ser utilizado para estimar valores basados en acciones ya cuantificadas en el mercado, como en el caso de los accidentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - La información sobre las características del empleo y el trabajador no es de conocimiento público, por tanto, limita la comparación de salarios entre industrias. - El método supone que los empleados tienen pleno conocimiento de las características del empleo y de la implicación de los riesgos que asumen, pero algunas de estas características pueden quedar por fuera. - El tiempo y los gastos para llevar a cabo una aplicación del modelo dependen de la disponibilidad y accesibilidad de datos.

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Metodología de Costo de Viaje	<p>Es utilizado para estimar el valor económico de los beneficios o costos resultantes de cambios en el acceso o de la disminución en la calidad de los servicios prestados en un sitio de recreación; es necesario resaltar que esta metodología se diferencia del método de valoración contingente en que el comportamiento de los individuos es observado en mercados reales en lugar de escenarios hipotéticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se basa en comportamientos reales de las personas. - Los modelos de encuestas para la obtención de los datos, se pueden aplicar por internet cuando existen muestras de gran tamaño lo que permite una reducción de costos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Su aplicación es limitada, dado que se aplica a bienes y servicios turísticos o recreativos. - El hecho de que se tenga que recolectar información a través de encuestas añade un alto grado de incertidumbre al proceso. - El supuesto de que los individuos viajan para un solo propósito, es decir, recreación. Sin embargo, un viaje puede tener otros propósitos, lo cual provocaría una sobreestimación del valor económico representado en los gastos de viaje. - La demanda de los servicios de un determinado entorno se podría expresar a través de un número de visitas al sitio a lo largo del año. Pero no es lo mismo pasar una tarde en el sitio, una semana, o un fin de semana, ya que todas quedarían registradas como una visita. En la práctica, lo que se sugiere es estimar distintas funciones de demanda para los visitantes en el día, los de fin de semana y los de una semana o más.

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
<p>Cambios en la Productividad</p>	<p>La calidad de los bienes y servicios en los ecosistemas (grado de erosión del suelo, la contaminación del aire, lluvia acida, salinización, etc.) determinan los niveles y cambios en la productividad de otros bienes que son comercializados en el mercado.</p> <p>Un ejemplo claro es que, si un proyecto deteriora la calidad del agua de un río abastecedor de agua para riego agrícola y consumo humano, la productividad de los cultivos de regadío agrícola se vería afectada, y los costos de purificación de agua potable municipal se incrementarían. Estos se pueden medir a través de la disminución de los ingresos de los productores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación sencilla y las necesidades de datos no son limitadas. - Acceso fácil a la información a través de páginas oficiales del Estado como el DANE y el Ministerio de Agricultura. 	<ul style="list-style-type: none"> - La metodología se limita a valorar los recursos que pueden ser utilizados como insumos en la producción de bienes comercializados. - En la valoración de un ecosistema, no todos los servicios pueden estar relacionados con la producción de bienes comercializados. Así, el valor deducido de ese ecosistema puede subestimar su valor real para la sociedad. - Este método solo permite calcular las variaciones del bienestar producidas sobre el Excedente del Productor (ignora completamente todas las demás variaciones del bienestar social).

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
<p>Costo de la enfermedad (morbilidad) y del capital humano (mortalidad)</p>	<p>Los cambios en el medio ambiente pueden afectar la salud del ser humano en una amplia variedad de formas. Por ejemplo: cambios en la frecuencia de la enfermedad, incremento en la presencia de síntomas, aumento en el riesgo de contraer una enfermedad, muerte prematura, entre otros. Así mismo, pueden presentarse efectos positivos sobre la disminución del riesgo de contraer una enfermedad, y/o aumentar la expectativa de vida de la población.</p> <p>La valoración de la morbilidad a través del enfoque de costo de la enfermedad estima la variación de los gastos incurridos por los individuos como resultado de un cambio en la incidencia de una enfermedad en particular.</p> <p>El enfoque de capital humano relaciona los cambios en la productividad de los seres humanos, ocasionada por la muerte prematura o por el incremento de la expectativa de vida de las personas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Es un método usado con frecuencia para valorar cambios en los estatus de salud que resultan como consecuencia de variaciones en la calidad de algunos recursos como el aire, por lo tanto, existen diversos estudios de referencia. - La valoración de los cambios ambientales que afectan la salud resulta ser una buena aproximación a un valor de uso directo: condiciones de salud provistas por el ambiente. - Los gastos en actividades de prevención, los gastos de tratamiento de enfermedades, el tiempo que se permanece enfermo, son una buena aproximación a las pérdidas en bienestar que resultan del empeoramiento de la calidad ambiental, lo cual permite tener un valor muy asertivo del cambio ambiental generado por el impacto que causa la afectación en la salud de las personas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los estudios epidemiológicos pueden llegar a ser muy costosos. Por lo cual, en la mayoría de los casos, habría que partir de información secundaria. - Solo se estarían valorando los servicios ecosistémicos asociados con la salud. Los demás usos que se hagan de los servicios ecosistémicos no serían recogidos por este método. - El establecimiento de las relaciones entre el atributo ambiental y el efecto que produce puede ser muy complejo. Las relaciones causa-efecto, generalmente, están en función de los supuestos hechos. Esto significa que el valor determinado dependerá de los supuestos definidos a priori.

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Costo de Reemplazo	<p>Parte del supuesto de que es posible medir los costos incurridos para reemplazar los daños generados por un proyecto, obra o actividad. Estos costos pueden ser interpretados como una estimación de los beneficios relacionados con las medidas tomadas para prevenir el daño ocurrido.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Su aplicación es menos compleja respecto a otros métodos.- Este método no requiere la aplicación de modelos económicos para estimarlo.- El método tiene una variada aplicación en diversos campos ambientales, forestales e hídricos, entre otros.	<ul style="list-style-type: none">- Puesto que estos métodos se basan en el uso de costos para estimar los beneficios, es importante señalar que no proporcionan una medida técnicamente correcta del valor económico, el cual se mide generalmente como la máxima cantidad de dinero que una persona está dispuesta a pagar por recibir un beneficio o la mínima cantidad de dinero que está dispuesta a aceptar por recibir un perjuicio.- No tiene en cuenta las preferencias sociales dentro de su análisis. Es decir, no considera las preferencias sociales por los servicios de los ecosistemas, o la conducta de los individuos en ausencia de esos servicios.

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Proyecto Sombra	Estima los costos de reemplazar todo un conjunto de servicios ecosistémicos afectados por la presencia de un proyecto, obra o actividad. A través de este método se busca una alternativa que sea capaz de reponer el daño provocado por un proyecto de desarrollo, para lo cual, no es necesario devolver al ambiente su condición inicial, sino determinar cómo se puede compensar la pérdida de utilidad inducida por el impacto ambiental a través del desarrollo de otros proyectos que permitan a las personas alcanzar los niveles de utilidad iniciales.	Es útil el uso de proyectos sombra si los servicios ambientales, cuyos beneficios son difíciles de valorar, se perdieran o disminuyeran como resultado de un proyecto de desarrollo.	Para economías en vía de desarrollo, el valor de los proyectos sombra castiga la utilización excesiva de divisas y de la mano de obra calificada (indicándose con ello, que su precio en el mercado está subvalorado) y favorece a los proyectos con uso intensivo de mano de obra calificada.

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Método de costo evitado	Determina los costos adicionales generados a los productores y consumidores como consecuencia de un impacto negativo, cuando el impacto es positivo suele estimar los costos que se evitan por una mejora en la calidad ambiental.	Es muy útil su aplicación considerando que es mucho más fácil de estimar que algunos métodos que estiman la disponibilidad a pagar que tienen la sociedad por un servicio ecosistémico.	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad en la obtención de la información. - La valoración económica de los servicios ecosistémicos obtenida por este método no representa una medida económica correcta del Valor Económico Total. - Estos métodos no recogen las preferencias de toda la población, sino que se basa en las respuestas de la muestra.

Fuente: Información adaptada de la guía *Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*; 2017

Metodologías basadas en preferencias declaradas

NOMBRE DE LA METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Valoración contingente	<p>Se realiza mediante encuestas, donde se crea un mercado hipotético el cual puede revelar cuanto está dispuesto a pagar o aceptar las personas por determinados bienes y/o servicios que no cuentan con un precio establecido en el mercado, o por escenarios que contemplan pérdidas o mejoras relacionadas con los servicios ecosistémicos y el método de elección contingente usado específicamente para comprender cómo los individuos desarrollan preferencias por productos o servicios, reales o hipotéticos, basadas sobre la premisa que los consumidores evalúan un producto o servicio a través del valor que le da a la combinación de los diferentes características del ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permite estimar el valor económico de un bien o servicio ecosistémico que no puede ser estimado con otros métodos de valoración. Asociado a eso, el valor económico que se estima mediante esta metodología corresponde no solo al valor de uso directo, sino también a los valores de uso indirecto. - Los valores monetarios pueden ser expresados en valores promedio, per cápita, por hogar o como un valor agregado para la sociedad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formas de recolectar información sobre las disponibilidades a pagar de las personas por el bien o servicio ambiental. Algunas veces las encuestas pueden estar mal diseñadas de tal forma que las respuestas pueden estar sobreestimadas. - La mayoría de las personas no están acostumbradas con la colocación de valores monetarios de servicios ecosistémicos. Por lo tanto, no puede tener una base suficiente para afirmar su verdadero valor. - Se pueden generar sesgos de información.

Fuente: Información adaptada de la guía *Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*; 2017

Protocolo para la valoración económica de los impactos sociales y ambientales de los proyectos de construcción, montaje y explotación de minería de carbón construida con base en la revisión de experiencias y casos concretos de las zonas de estudio.

