

Municipio de Támara,
departamento de Casanare, Colombia.
Fuente Eiatec S.A.S, junio de 2011



Diseño Metodológico

**EVALUACIÓN, VALORACIÓN ECONÓMICA
Y ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS DE IMPACTOS
AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES EN
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

Versión 0.1

Abril de 2019



Diseño Metodológico

EVALUACIÓN, VALORACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS DE IMPACTOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

Versión 0.1

Autor
Gerardo Barrantes Moreno

Costa Rica, 2019

Diseño Metodológico

EVALUACIÓN, VALORACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS DE IMPACTOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES EN PROYECTOS DE INVERSIÓN

Versión 0.1



Introducción

El ser humano no ha pasado inadvertido la importancia que tiene el capital natural para el desarrollo tanto económico, como social y cultural. También la sociedad no ha sido indiferente a las grandes preocupaciones por el deterioro ambiental que pone en riesgo la sustentabilidad futura, por lo que ha venido forjando cambios significativos en lo legal, lo institucional, lo organizacional y lo técnico, hasta en las formas, para poder contrarrestar esas amenazas y convertir esa problemática en oportunidades para un futuro mejor.

En el marco de ese valor que la sociedad ha dado al capital natural en función del desarrollo, la gestión del estado, y de toda la sociedad en su conjunto, debe tener como principio básico garantizar el equilibrio ecológico y el flujo de bienes y servicios ambientales que proveen los ecosistemas para el mejoramiento del bienestar tanto de la población actual como el de las generaciones futuras. Un aspecto importante de considerar es que se han dado avances para reconocer los servicios ecosistémicos como pilares fundamentales para el desarrollo social. En este contexto se hace imprescindible conocer el flujo de servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas presentes en un espacio determinado, y cómo estos aportan al desarrollo económico y social, actual y potencial. Este reconocimiento de servicios ambientales obliga a las autoridades correspondientes a mejorar la información y el conocimiento de las interrelaciones ecológicas, económicas y sociales para orientar las decisiones estratégicas que demanda el país en términos de conservación y desarrollo cuando impulsa los sectores productivos.

La gestión para garantizar el equilibrio ecológico y el flujo de servicios y bienes ambientales de los ecosistemas, demanda del desarrollo de herramientas que le permita a los entes institucionales poder hacer una gestión efectiva y tomar decisiones oportunas tanto para el desarrollo económico y social, como para la conservación del capital natural. En ese sentido, resulta relevante contar con un sistema de evaluación para monitorear el desempeño de proyectos de desarrollo, tanto públicos como privados. El objetivo es poder diseñar un sistema que sea replicable en los distintos sectores de la economía, adaptando lo que corresponda para explicar la realidad de mejor manera.

El suministro de los bienes y servicios que la sociedad necesita conlleva el desarrollo de proyectos y de inversiones tanto públicas como privadas, en las cuales la sociedad se dispone a aceptar cierto nivel de deterioro ambiental. Como es probable la existencia de impactos ambientales, económicos y sociales derivados del desarrollo de proyectos, se busca la forma de que dicho proyecto sea responsable ambientalmente, y que socialmente sea una

alternativa real para el desarrollo económico y social de las comunidades y el país. En el tiempo hay que evaluar cómo va resultando el proyecto en función de objetivos ambientales, económicos y sociales. Es en este contexto que se impulsa el desarrollo del marco metodológico cuya propuesta se basa en la necesidad de evaluar las condiciones ecológicas, económicas y sociales previas al desarrollo de la actividad.

Para poder dar cuenta sobre los alcances del proyecto, tanto en una visión proyectada (ex-ante) como en lo que resulta del proyecto en su implementación (ex-post), es necesario evaluar las condiciones ecológicas, económicas y sociales, estableciendo una línea base que facilite evaluar los impactos de un proyecto. Esas condiciones hacen posible monitorear el desempeño del proyecto en el tiempo, de tal manera que se pueda disponer de información y conocimientos oportunos para la toma de decisiones estratégicas que permita reorientar las acciones con el fin de resguardar la calidad ambiental y potenciar el desarrollo económico y social.

La herramienta básica para la gestión eficiente de un proyecto de desarrollo es la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). La EIA busca detectar consecuencias benéficas y adversas de una acción propuesta, así como la consideración de que el nuevo proyecto genere mejores condiciones para la sociedad, que aquellas que se generarían si no se diera el proyecto; esto con el fin de que existan elementos suficientes para el tomador de decisiones. En síntesis, se espera que el proyecto aporte más desarrollo y oportunidades para la población del área de influencia del proyecto, la región y el país. La EIA es el instrumento de gestión ambiental por excelencia, debido a que se aplica antes de que el proyecto se desarrolle, y prevé mecanismos de intervención para evitar o minimizar los impactos.

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) es el documento principal para la EIA de un Proyecto de inversión. El EsIA busca predecir y gestionar los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto. El EsIA identifica, evalúa, valora económicamente los potenciales impactos ambientales derivados del proyecto, con el fin de establecer las formas de evitar, minimizar, mitigar o compensar los impactos adversos.

En caso de impactos negativos potenciales del proyecto se tiene el instrumento complementario relacionado con el Plan de Gestión de Impactos Ambientales (PGIA) cuyo principal objetivo es evitar, minimizar, mitigar o compensar y restaurar los impactos derivados del proyecto. El PGIA es un instrumento dinámico que se ajusta conforme evoluciona el proyecto, con el fin de adaptarse a las circunstancias reales que surgen con el desarrollo de las actividades y corregir aquellas acciones que comprometen las condiciones ambientales, económicas y sociales de la zona donde se desarrolla el proyecto. Para poder realizar ajustes en el PGIA es necesario implementar el Plan de Monitoreo de Impactos Ambientales (PMIA) del proyecto; cuyo resultado da cuenta sobre los impactos del proyecto, evaluando con determinada periodicidad las condiciones de los factores ambientales, económicos y sociales que genera el proyecto con su implementación.

Por otro lado, la EIA se complementa con la valoración económica de los impactos positivos y negativos, que permita hacer un análisis de costos y beneficios para que el inversionista pueda ajustar el análisis financiero del proyecto y conocer si es o no viable el desarrollo del proyecto desde el punto de vista financiero. Esto es, si aún con el ajuste de las externalidades del proyecto, los indicadores financieros del mismo como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son aceptables para implementarlo. El disponer de una valoración económica del proyecto, permite evaluar si va a aportar riqueza al área de influencia, o si, por el contrario, el proyecto va a empobrecer a la población del área de influencia. Si es este último caso, se tendría que prescindir del proyecto bajo la premisa que el impulso de iniciativas de inversión está orientada a mejorar las condiciones de vida de la población y a generar mejores oportunidades económicas a las comunidades en el área de influencia del proyecto.

2. El desarrollo sostenible como aspiración de la sociedad

La teoría y los preceptos establecen que el desarrollo sostenible toma en cuenta los aspectos sociales, económicos y ambientales, de modo que no es posible ignorar a las generaciones futuras en las decisiones actuales (Pearce *et al.*, 1990). En otras palabras, el crecimiento económico está condicionado a mantener la base de recursos naturales, la calidad ambiental y la equidad social intergeneracional (Brown, 1991-1992-1993-1994). Esto involucra complicaciones tales como los límites espaciales y los límites intertemporales en las decisiones que tome un agente determinado (Costanza, 1991).

Ante esta generalidad del concepto, hay que buscar la operatividad del mismo a través de la definición de estándares de calidad ambiental y de equidad social, así como de la base de recursos naturales que son indispensables para satisfacer las necesidades de futuras generaciones. Es claro que el camino que la sociedad ha decidido seguir debe conducir a un mayor nivel de bienestar para todos sus habitantes, una mejor calidad ambiental y una base de recursos disponibles, por lo menos, al nivel actual. Y esta meta es lo que mueve a los decisores a establecer los mecanismos más adecuados para actuar en función de su propósito: la búsqueda del desarrollo sostenible. Esto ha motivado el cambio de la planificación económica al tener que incluir explícitamente el componente ambiental y social dentro de sus decisiones y la elaboración de políticas (Panayotou, 1994).

Revertir el proceso hacia un crecimiento económico ambientalmente “sano” y socialmente aceptable, requiere de la construcción de instrumentos y metodologías adecuadas donde se fundamenten las estrategias políticas y la toma de decisiones (Comisión Nacional de Medio Ambiente, 1995). Estos instrumentos, a su vez, deben responder a los objetivos que la sociedad ha decidido alcanzar en torno al desarrollo sostenible. Deben ser claramente consistentes y aceptados por la gran mayoría (sino por todos). Todos los planes, proyectos y programas que se establezcan deben tener un medio de evaluación eficaz y eficiente que permita verificar si el rumbo que toma es el más adecuado de acuerdo a las metas propuestas.

3. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento de gestión en proyectos de desarrollo

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos de desarrollo, tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias, benéficas y adversas, de una acción propuesta, así como la consideración de que el nuevo proyecto genere mejores condiciones para la sociedad que las que se generarían si no se diera el proyecto; esto con el fin de que existan elementos suficientes para el tomador de decisiones. En síntesis, se espera que el proyecto aporte más desarrollo y oportunidades. Es así como la EIA se convierte en un poderoso instrumento para analizar la sostenibilidad ambiental, económica y social de determinadas decisiones de inversión. Cualquier consecuencia ambiental debe reconocerse al principio del ciclo del proyecto y debe tomarse en cuenta en la selección del sitio, la planificación y diseño del proyecto. La EIA identifica formas de mejorar ambientalmente los proyectos, y de evitar, minimizar, mitigar o compensar los impactos adversos (Gómez, 1992). Es por eso por lo que el EIA debe, entre otros aspectos, como lo señala el INCAE (1992):

- a. Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción hayan sido considerados.
- b. Determinar impactos ambientales adversos significativos de tal suerte que se propongan las medidas correctivas o de mitigación que eliminen esos impactos y los reduzcan a un nivel aceptable.
- c. Facilitar la elección de la mejor alternativa ambiental de la acción propuesta.
- d. Establecer un programa de control y fiscalización que permita medir las posibles desviaciones entre la

situación real una vez implementado el proyecto, de tal forma que se puedan incorporar nuevas medidas correctivas o de mitigación.

- e. Elaborar un programa de recuperación ambiental.

4. Área de Influencia del Proyecto (AIP)

El Área de Influencia del Proyecto (AIP) comprende los espacios que impacta directa e indirectamente el proyecto. Está determinada por la dinámica de los elementos impactantes que genera el proyecto tales como la generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos, la remoción de cobertura boscosa, los movimientos de tierra, el ruido de maquinaria y equipo; así como por el comportamiento de los componentes biofísicos, sociales y económicos del entorno que actúan como vectores que facilitan el desplazamiento de los elementos impactantes tales como los caudales hídricos, velocidad y dirección de los cuerpos de agua, la velocidad y dirección del viento, la textura del suelo, las relaciones sociales y económicas con ese entorno biofísico.

Un criterio técnico fundamental para la delimitación del AIP es el comportamiento de los principales impactos que se puedan derivar del proyecto y su diseminación ya sea por aire, suelos o agua en el espacio circundante. En caso de efluentes contaminantes del recurso hídrico, es importante considerar la dinámica hidrológica y las características de los cuerpos de agua que pueden desplazar el contaminante, lo que determinaría el perímetro a considerar para delimitar el área de influencia del proyecto. En efluentes que emanen partículas contaminantes al aire, así como también el ruido, habrá que determinar el comportamiento de los vientos (velocidad y dirección) y el comportamiento de las ondas sonoras, para delimitar la dispersión e incidencia del elemento contaminante, lo que también ayudaría a delimitar el perímetro del área de influencia.

En el caso del ámbito social es necesario determinar la relación del medio biofísico con la dinámica social del territorio, de tal manera que se pueda reconocer el nivel de dependencia que pueda existir entre los elementos biofísicos que están en el área del proyecto y las comunidades cercanas. Por ejemplo, la relación que pueda existir entre cuerpos de agua superficial y subterráneo con el abastecimiento de agua a las comunidades para sus diversos usos.

La combinación de los distintos comportamientos de los elementos contaminantes y la relación de los componentes biofísicos del área del proyecto con la dinámica social, son aspectos técnicos – científicos que permiten delimitar de manera más precisa el área de influencia del proyecto. El perímetro del área de influencia delimitado con base en los criterios anteriores tiende a tener una forma geométrica irregular, pero facilita la planeación de los diversos estudios físicos, biológicos, económicos y sociales, que serán necesarios realizar para evaluar los impactos que generará el proyecto en su desarrollo e implementación, en sus diversas etapas.

5. Marco metodológico para evaluar las condiciones ecológicas, económicas y sociales del área de influencia del proyecto

Para esta evaluación y análisis de las condiciones de los ecosistemas se requiere de un conjunto de criterios e indicadores con base en las dimensiones económicas, sociales y ecológicas. Para establecer mediciones

cualitativas y/o cuantitativas se seleccionarán un conjunto de indicadores ecológicos, económicos y sociales, que permitirán realizar la evaluación y el análisis respectivo de las condiciones en la zona de estudio. Estos indicadores son la base para el seguimiento de los procesos de desarrollo y conservación que se impulsan en una región o país. La selección y elaboración de indicadores hacen necesario definir un modelo que permita estructurar e integrar información muy diversa y dispersa proveniente de varias fuentes. La integración de los datos contribuirá a revelar las conexiones y efectos sinérgicos entre problemas y oportunidades implícitos en un territorio en particular.

Hay que señalar que los indicadores son un punto medio entre exactitud científica y demanda por información concisa, con tal de simplificar las relaciones complejas que se presentan entre las actividades económicas, las necesidades humanas y el medio natural (Claude y Pizarro, 1995). De manera general, los indicadores se elaboran para ayudar a simplificar, cuantificar, analizar, comparar y comunicar información a los diferentes niveles de la sociedad sobre fenómenos complejos. Esto con el propósito de reducir el nivel de incertidumbre en la elaboración de estrategias y acciones referentes al desarrollo y al medio ambiente y para permitir una mejor definición de las prioridades urgentes en una región determinada (Winograd, 1995).

Los indicadores proporcionan información, directa o indirecta, acerca del futuro de la sostenibilidad con respecto a objetivos específicos. El conjunto de indicadores es útil para diagnosticar en qué situación se encuentra la gestión en relación a ciertos umbrales. Este diagnóstico permite retroalimentar el diseño de políticas y estrategias, con base en objetivos que reorienten las acciones y respuestas, para el mejoramiento del sistema. Permiten establecer tanto los progresos de las acciones como las políticas que deben ser creadas, reforzadas o eliminadas para frenar las causas de la ineficiencia probable y los elementos de insostenibilidad del sistema.

La búsqueda de indicadores significa, en definitiva, la búsqueda de información coherente y simple, relevante para las decisiones de política, planificación y estrategias en materia de sostenibilidad. En resumen, los indicadores deben ayudar a los encargados de la toma de decisiones a evaluar las oportunidades desperdiciadas y los beneficios obtenidos en relación con las necesidades del sistema.

Como el propósito de los indicadores es guiar la acción y la toma de decisiones, estos deben tener dos características fundamentales:

- ▶ Primero, deben poseer un significado más amplio al que define su medición inmediata; es decir, deben representar un fenómeno más complejo y, en este caso, de mayor relevancia para el sistema al que hacen referencia.
- ▶ En segundo lugar, los indicadores son de carácter normativo; es decir, comparables con un valor de referencia. Los indicadores deben mostrar la relación existente entre las presiones por brindar un servicio eficiente y el desarrollo en una perspectiva de largo plazo; es decir, con un objetivo predeterminado.
- ▶ Otras características que deben poseer los indicadores es que deben ser sensibles a cambios en el tiempo y el espacio; reflejar el modo en que la sociedad utiliza sus recursos; evaluar tendencias con respecto a un estado estacionario; ser predictivos; ser útiles para la toma de decisiones; ser fáciles de recolectar y aplicar.

Por lo tanto, el desarrollo de indicadores depende en gran parte de los objetivos trazados. En particular de cómo se percibe la problemática ambiental y de la definición implícita de desarrollo sustentable. Estas últimas son variables muy importantes en la construcción y utilización de los indicadores.

5.1 Integración de indicadores para el análisis de las condiciones en el área de influencia del proyecto

En términos analíticos la estructura general de los indicadores responde a cada ámbito de análisis; es decir, al

ámbito ecológico, al económico y al social. Para cada ámbito se escogerá un conjunto de indicadores con los que se realizaría la evaluación de la condición en que se encuentra ese ámbito en particular. En el caso ambiental se procurará evaluar el estado de conservación del ecosistema mediante una serie de indicadores que permita dar cuenta de la condición en que se encuentra dicho ecosistema o ecosistemas. En el caso económico y social como ámbitos, se estaría considerando, mediante una serie de indicadores, las condiciones de la dinámica económica y social que dan cuenta del desarrollo de la zona.

El procedimiento implica que primero se define el conjunto de indicadores que serán usados para hacer la evaluación de las condiciones ecológicas, económicas y sociales. A cada indicador se le asignará una ponderación de acuerdo con la importancia relativa de cada uno de ellos, con el fin de hacer agregaciones que permitan evaluar la condición del todo. Finalmente se evalúa cada indicador seleccionado y ponderado, utilizando la información disponible o el criterio de experto ante la ausencia de información técnica científica.

5.1.1 Indicadores para el componente biofísico en el área de influencia del Proyecto

En el componente Biofísico es necesario seleccionar un conjunto de indicadores en los recursos biodiversidad, agua, suelo, aire. Seguidamente se propone, aunque no es definitiva, una lista de indicadores y subindicadores para seleccionar los que pueden ser relevantes al proyecto, tanto por las características del proyecto como las características del área de influencia del proyecto. En caso de que algunos indicadores no estén en la lista siguiente, pero el especialista lo considera relevante, los puede incorporar razonando sus criterios de importancia para la evaluación.

Cuadro 1. Indicadores ambientales para evaluar la condición biofísica en el área de influencia

Indicadores del recurso biodiversidad

Indicador	Sub-Indicador
Área de cobertura boscosa	Cobertura Bosque Cobertura manglar Otras coberturas naturales
Composición florística y estructura	Índice de valor de importancia familiar Número de especies Número de individuos Número de especies endémicas Número de especies sensibles (endémicas, en peligro, etc.) Índice de diversidad de Simpson
Composición faunística y estructura	Número de familias por orden Número de especies Número de individuos por especie Número de especies sensibles (endémicas, en peligro, migratorias, etc.) Índice de diversidad de Simpson Número de especies migratorias

Indicadores del recurso hídrico

Indicador	Sub-Indicador
Calidad Físico - química agua	DBO DQO Sólidos suspendidos Sólidos totales Sólidos disueltos Metales pesados (Bario, Hierro, Mercurio, Cadmio, Arsénico, Selenio) Iones Metálicos Aluminio Hierro TPH'S Grasas aceites Turbidez pH Nitrógeno Total – NT Fosforo total (Fosfatos) Oxígeno Disuelto – OD Cianuro Fenoles
Calidad Microbiológica del agua	Coliformes fecales Coliformes fecales
Calidad Hidrobiológica del agua	Especies indicadoras
Caudal de cuerpo hidrico	Caudal hídrico

Indicadores del recurso suelo

Indicador	Sub-Indicador
Calidad física suelo	PH Humedad Permeabilidad Conductividad
Calidad química suelo	Metales pesados (Bario, Hierro, Mercurio, Cadmio, Arsénico, Selenio, Cianuro) Hidrocarburos Hidrocarburos totales TPH'S Grasas Aceites
Nivel de fertilidad del suelo	NPK Profundidad del suelo Materia orgánica

Indicadores del recurso aire

Indicador	Sub-Indicador
Nivel de ruido	DBA
Concentración de contaminantes aire	Mp10 MP2.5 NO2 SO2 CO O3

5.1.2 Indicadores para el componente social en el área de influencia del Proyecto

En el componente social es necesario seleccionar un conjunto de indicadores en los ámbitos socioeconómicos tales como servicios básicos, salud, educación, infraestructura social; así como en el ámbito sociocultural tal como patrimonio arqueológico, expresiones artísticas y culturales, relaciones entre actores sociales, organización social. Seguidamente se propone una lista de indicadores y subindicadores para seleccionar los que pueden ser relevantes al proyecto, tanto por las características del proyecto como las características del área de influencia del proyecto. En caso de que algunos indicadores no estén en la lista siguiente, pero el especialista lo considera relevante, los puede incorporar razonando sus criterios de importancia para la evaluación.

Cuadro 2. Indicadores para evaluar las condiciones sociales en el área de influencia

Componente	Indicador	Sub-Indicador
Socioeconómica	Educación	Infraestructura educativa (m2: salones, bibliotecas, etc) Nivel de escolaridad Analfabetismo
	Salud	Infraestructura de salud Número de habitantes por medico Morbilidad Mortalidad Índices de embarazos Índices de madres solteras Índice de natalidad Índice de prostitución Índice de Alcoholismo o drogadicción Índice de abuso sexual
	Infraestructura vial	Carreteras de primer orden Carreteras de segundo orden
	Servicios básicos	Cobertura de agua potable Cobertura de energía Cobertura de alcantarillado Cobertura de gas Cobertura de telefonía Cobertura de internet Manejo de residuos sólidos Manejo de residuos líquidos Fosos sépticos Letrinas
	Infraestructura recreativa	Número de escenarios deportivos Número de escenarios recreativos
	Nivel de pobreza	Índice de pobreza general Índice de pobreza extrema
	Nivel de violencia	Cantidad de delitos Cantidad de muertes violentas Índice de violencia de género
	Estructura de la población	Poblaciones indígenas Población otras etnias
	Sociocultural	Organización social	Nivel de organización político-administrativa Cantidad de organizaciones sociales Capacidad de gestión organizacional
Relaciones entre actores		Relación sector Institucional – comunidad Relación sector privado – comunidad Relación Sector privado - sector institucional
Patrimonio arqueológico		Infraestructura arqueológica existente Cantidad de sitios arqueológicos
Manifestaciones culturales		Número de festividades tradicionales al año

5.1.3 Indicadores para el componente económico en el área de influencia del Proyecto

En el componente económico es necesario seleccionar un conjunto de indicadores en ámbitos como producción, empleo, ingresos, otros. Seguidamente se propone una lista de indicadores y subindicadores para seleccionar los que pueden ser relevantes al proyecto, tanto por las características del proyecto como las características del área de influencia del proyecto. En caso de que algunos indicadores no estén en la lista siguiente, pero el especialista lo considera relevante, los puede incorporar razonando sus criterios de importancia para la evaluación.

Cuadro 3. Indicadores para evaluar las condiciones económicas en el área de influencia

Cuadro 3. Indicadores para evaluar las condiciones económicas en el área de influencia

Indicador	Sub-Indicador
Nivel de producción	Producción por actividad
Nivel de empleo	Empleos por actividad
Ingresos	Ingresos por familia
Nivel de desempleo	Nivel de desempleo
Índice de precios	Nivel de precios de la canasta básica
Precio de la tierra	Precios de la tierra

5.1 Ponderación de indicadores para la evaluación de impactos

Los indicadores seleccionados para cada componente deben ser ponderados con base en el criterio de experto. Como procedimiento para la ponderación aplicable a los tres grandes componentes (biofísico, social y económico), es necesario que cada experto asigne un nivel de importancia a cada uno de los indicadores seleccionados para la evaluación de los resultados obtenidos con la gestión del objetivo. La escala de importancia va de 1 a 10 donde 10 es la máxima importancia del indicador en la evaluación del componente correspondiente. En el cuadro 4 se plantea la matriz general $m \times n$ para m expertos dando su nivel de importancia (α_{ij}) sobre cada uno de los n indicadores seleccionados.

Cuadro 4. Nivel de importancia del indicador con base en el criterio de experto, en una escala de 1 a 10, donde 10 es la máxima importancia

Indicador	Experto					Total
	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	....	Indicador n	
Experto 1	α_{11}	α_{12}	α_{13}	....	α_{1n}	$NI_1 = \sum_{i=1}^m \alpha_{i1}$
Experto 2	α_{21}	α_{22}	α_{23}	....	α_{2n}	$NI_2 = \sum_{i=1}^m \alpha_{i2}$
Experto 3	α_{31}	α_{32}	α_{33}	....	α_{3n}	$NI_3 = \sum_{i=1}^m \alpha_{i3}$
....
Experto m	α_{m1}	α_{m2}	α_{m3}	....	α_{mn}	$NI_n = \sum_{i=1}^m \alpha_{in}$

Nota: Los indicadores pueden tener un nivel de importancia igual según el criterio de experto, pero no necesariamente deben ser iguales en importancia.

Una vez asignado el nivel de importancia a cada indicador en una escala de 1 a 10, se procede a establecer la ponderación o peso específico del indicador. Para asignar el peso ponderado a cada indicador, lo primero a realizar es considerar el peso relativo que cada experto asignó a cada indicador mediante la siguiente fórmula tomando en cuenta que, como condición, la suma de todos los pesos asignados por cada experto debe totalizar 100%:

$$\delta_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{NI_n} * 100$$

$$\sum_{j=1}^n \delta_{ij} = 100\% , i = 1,2,3, \dots, m \text{ experto}$$

Donde:

- δ_{ij} Peso relativo del nivel de importancia asignado por el experto i al indicador j (%)
- α_{ij} Nivel de importancia asignada por el experto i al indicador j en una escala de 1 a 10
- NI_j Nivel agregado de importancia resultado de la suma de los datos aportados por los m expertos

Y para lograr el peso ponderado para cada uno de los indicadores, es necesario sumar todos los pesos relativos de cada indicador que cada experto asignó y dividir entre el total de expertos para obtener el peso ponderado promedio. Nuevamente la suma de los pesos ponderados debe sumarse para totalizar 100%. En términos algebraicos, lo anterior se resume en la siguiente fórmula:

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^m \delta_{ij} * 100}{m}$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 100\%$$

Donde

w_j es el peso ponderado del indicador j (%)

En el cuadro 5 se plantea la matriz $m * n$ para m expertos y n indicadores que contiene los pesos relativos que cada experto asignó a cada indicador, así como la totalización de los pesos relativos por expertos, y el peso general para cada indicador seleccionado.

Cuadro 5. Ponderación del indicador con base en el criterio de experto (%)

Experto	Indicador					Total experto
	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	....	Indicador n	
Experto 1	$\delta_{11} = \frac{\alpha_{11}}{NI_1} * 100$	$\delta_{12} = \frac{\alpha_{12}}{NI_2} * 100$	$\delta_{13} = \frac{\alpha_{13}}{NI_3} * 100$	.....	$\delta_{1n} = \frac{\alpha_{1n}}{NI_n} * 100$	$\sum_{j=1}^n \delta_{1j} = 100\%$
Experto 2	$\delta_{21} = \frac{\alpha_{21}}{NI_1} * 100$	$\delta_{22} = \frac{\alpha_{22}}{NI_2} * 100$	$\delta_{23} = \frac{\alpha_{23}}{NI_3} * 100$	.....	$\delta_{2n} = \frac{\alpha_{2n}}{NI_n} * 100$	$\sum_{j=1}^n \delta_{2j} = 100\%$
Experto 3	$\delta_{31} = \frac{\alpha_{31}}{NI_1} * 100$	$\delta_{32} = \frac{\alpha_{32}}{NI_2} * 100$	$\delta_{33} = \frac{\alpha_{33}}{NI_3} * 100$	.....	$\delta_{3n} = \frac{\alpha_{3n}}{NI_n} * 100$	$\sum_{j=1}^n \delta_{3j} = 100\%$
.....
Experto m	$\delta_{m1} = \frac{\alpha_{m1}}{NI_1} * 100$	$\delta_{m2} = \frac{\alpha_{m2}}{NI_2} * 100$	$\delta_{m3} = \frac{\alpha_{m3}}{NI_3} * 100$	.....	$\delta_{mn} = \frac{\alpha_{mn}}{NI_n} * 100$	$\sum_{j=1}^n \delta_{mj} = 100\%$
Total	$w_1 = \frac{\sum_{i=1}^m \delta_{i1}}{m} * 100$	$w_2 = \frac{\sum_{i=1}^m \delta_{i2}}{m} * 100$	$w_3 = \frac{\sum_{i=1}^m \delta_{i3}}{m} * 100$	.....	$w_n = \frac{\sum_{i=1}^m \delta_{in}}{m} * 100$	$\sum_{j=1}^n w_j = 100\%$

6. Evaluación de impacto ambiental en el área de influencia del proyecto

La evaluación del impacto ambiental requiere comprender las condiciones de los componentes biofísicos, económicos y sociales, de modo que se puedan evaluar en dos momentos del tiempo, o bajo dos situaciones, con y sin proyecto. Hay que señalar que impacto se entiende como un cambio en la condición de un objeto o cosa. Esto es la consideración de una condición inicial y final en que se encuentra esa cosa u objeto. En el contexto económico que es donde se enmarcan los proyectos de inversión, el impacto es concebido como una externalidad dado que no está internalizado dentro de las estructuras de costos planificados por el proyecto. Es por eso que el Estado se ve en la obligación de establecer los mecanismos para internalizar esas externalidades, para que el inversionista pueda valorar si aún en esas condiciones el proyecto es financieramente viable.

En consecuencia, en la evaluación del impacto ambiental se requiere conocer el estado o condición de cada componente antes de que el proyecto inicie (línea base) y proyectar a partir de esa condición cómo va a variar con la entrada del proyecto. Los impactos pueden ser positivos o negativos y su cuantificación biofísica y económica permite establecer el análisis costo – beneficio de las externalidades del proyecto.

En el caso del estado o condición biofísica de los ecosistemas (estado de conservación), ésta se refiere al grado de mantenimiento de los procesos, o sea, a la capacidad para garantizar su continuación y funcionamiento. Este es un indicador de cuán alejado se está del estado de conservación en que el ecosistema tiene la máxima capacidad de realizar sus funciones ecológicas y brindar los servicios ambientales que benefician a la sociedad. Para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas, es necesario identificar un conjunto de indicadores que permitan establecer una valoración de la condición en que se encuentra el ecosistema en un momento determinado. Para efectos de aplicabilidad de estos indicadores se requiere de una selección previa de los indicadores específicos a considerar y de la ponderación que cada uno de ellos tendrá en relación con el valor global que se le dará al estado del ecosistema. El valor del indicador que refleja su estado o condición, puede ser el resultado de información técnica disponible en caso de que se registren estadísticas, de lo contrario, puede obtenerse a través de la consulta de expertos o en una encuesta social, para lo cual se necesita calcular el valor promedio. Aún con la información técnico-científica disponible, será necesario establecer una valoración en una escala de valores de 1-10 donde 10 sería el valor óptimo. Esta valoración puede establecerse con base al criterio de experto o a una escala previamente determinada, que permita dar un criterio sobre el indicador evaluado.

Por otro lado, los ecosistemas son la base del desarrollo económico en muchas regiones. El análisis de los beneficios económicos que genera la conservación de ecosistemas resulta un fortalecimiento para la gestión integral de la biodiversidad y favorece todos los esfuerzos de conservación que se realizan para mantener la buena salud de los ecosistemas. Este análisis también es un medio para que las autoridades responsables de la gestión de la biodiversidad rindan cuentas a la sociedad y a los distintos organismos nacionales e internacionales que han aportados recursos para el desarrollo de actividades de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Para lograr la evaluación del desarrollo económico se establecen indicadores que dan cuenta del desempeño de la economía en el área de influencia del proyecto. Estos indicadores son ponderados y valorados de tal forma que permita construir un indicador global para analizar el desarrollo económico que ha tenido la zona de estudio. Es decir, la evaluación de la economía se realiza considerando indicadores y la valoración de cada indicador. Para

ajustarlo a una escala de 1 a 10 será necesario establecer un procedimiento que permita realizar su correspondiente evaluación con base en una escala que el especialista correspondiente debe proponer.

También, los ecosistemas representan un factor social de importancia para el bienestar de la población, al permitir garantizar el flujo de servicios ambientales a la sociedad, y su conservación y mantenimiento del capital natural puede considerarse como una forma de distribución más equitativa de la riqueza natural del país. El análisis de los beneficios sociales que generan los ecosistemas aporta a las estrategias para un fortalecimiento en la gestión integral de la biodiversidad y favorece todos los esfuerzos de conservación que se realizan con el fin de mantener la buena salud de los ecosistemas.

Para lograr la evaluación de las condiciones sociales se establecen indicadores que dan cuenta de la importancia que han tenido los ecosistemas en el ámbito social. Estos indicadores son ponderados y valorados de tal forma que permita construir un indicador global para analizar la importancia económica de la biodiversidad desde el punto de vista del desarrollo social. Para ajustar cada indicador a una escala de 1 a 10 será necesario establecer un procedimiento que permita realizar su correspondiente evaluación con base en una escala que el especialista correspondiente debe asignar.

Una vez que se obtiene la evaluación de la condición de cada ámbito (ecológico, económico y social), es posible hacer la integración de los diferentes ámbitos para obtener la evaluación total de la zona de estudio, con base en un conjunto de indicadores. Para la integración de los tres ámbitos es necesario establecer un nivel de importancia (ponderación) de cada ámbito en la evaluación global.

6.1 Evaluación de la condición inicial de cada componente biofísico, económico y social

Los indicadores seleccionados son diversos, cuantitativos y/o cualitativos, con unidades de medida diferentes, por lo hay que establecer una normalización mediante una escala única de valoración con el fin de poder hacer una agregación de valores para determinar la condición del componente a evaluar. Para efectos de lograr esa normalización, cada indicador seleccionado después de evaluarse en la unidad de medida en que se mide el indicador, hay que calificarlo en una escala de 1 a 10 donde 10 representa la condición óptima del indicador con respecto a lo que se espera como resultado del indicador en su condición óptima.

La calificación es producto del análisis del especialista en temas concretos, que tiene la capacidad de dimensionar el valor encontrado del indicador con aquel valor, que para el especialista es óptimo o excelente para el ámbito del componente que se analiza. La expresión algebraica para representar el resultado de la evaluación (R) está dada por la siguiente fórmula:

$$R = \sum_{j=1}^n w_j x_j$$

En el cuadro 6 se plantea la estructura que comprende los indicadores seleccionados, la ponderación, así como el valor del indicador antes del proyecto, para establecer el valor ponderado de cada indicador como un producto de la ponderación por el valor del indicador y, al hacer la agregación de valores ponderados, se obtiene lo que sería el índice R que representa la condición inicial del componente (biofísico, social o económico) que se evalúa en una escala de valores de 1 a 10 siendo 10 el valor óptimo que hace referencia a un resultado de condición óptima del componente.

Cuadro 6. Evaluación de la condición inicial del componente (biofísico, social o económico)

INDICADOR	Ponderación	Valor inicial	
Indicador 1	w_1	x_1	w_1x_1
Indicador 2	w_2	x_2	w_2x_2
Indicador 3	w_3	x_3	w_3x_3
....
Indicador n	w_n	x_n	w_nx_n
Condición del componente			$R = \sum_{j=1}^n w_j x_j$

6.2 Evaluación de impactos esperados del proyecto para los componentes (biofísico, social o económico)

Una vez establecido el valor de R como condición inicial para cada componente (biofísico, social o económico), es posible establecer proyecciones de cambios esperados en R por la implementación del proyecto. La introducción de acciones del proyecto en las condiciones del área de influencia implicará un cambio positivo, negativo o neutro en el valor inicial del indicador. En términos algebraicos la estimación del valor final del indicador (y_j) una vez incorporado el cambio causado se establece mediante la siguiente fórmula:

$$y_j = \begin{cases} x_j + \frac{(10 - x_j)\Delta x_j}{10} & \text{si } \Delta x_j \geq 0 \\ x_j + \frac{x_j \Delta x_j}{10} & \text{si } \Delta x_j < 0 \end{cases}$$

En el cuadro 7 se establece dicho cambio (x_j) como una magnitud en una escala de valores cualitativos que van de -10 a 10, siendo 10 la posibilidad de que el indicador alcance el óptimo y -10 la posibilidad de que el indicador se deteriore completamente. La valoración en la magnitud del impacto esperado debe ser dado por el experto encargado de evaluar los impactos del proyecto.

Cuadro 7. Proyección del cambio en el valor inicial del indicador (R^i) con la introducción de proyectos de desarrollo y su implicación sobre el valor final del indicador (R^f)

INDICADOR	Ponderación	Valor inicial del indicador	Magnitud proyectada del impacto	Valor final del indicador	Cambio proyectado
Indicador 1	w_1	x_1	Δx_1	y_1	$\Delta_1 = y_1 - x_1$
Indicador 2	w_2	x_2	Δx_2	y_2	$\Delta_2 = y_2 - x_2$
Indicador 3	w_3	x_3	Δx_3	y_3	$\Delta_3 = y_3 - x_3$
....
Indicador n	w_n	x_n	Δx_n	y_n	$\Delta_n = y_n - x_n$
Resultado de la evaluación		$R^i = \sum_{j=1}^n w_j x_j$		$R^f = \sum_{j=1}^n w_j y_j$	$\Delta = R^f - R^i$

El impacto del proyecto es el cambio generado en la condición del indicador para cada componente. Esto es, el impacto (Δ_i) esperado es la diferencia entre la condición final (y_i) y la condición inicial (x_i) del indicador:

$$\Delta_i = y_i - x_i$$

6.3 Evaluación del impacto global del proyecto

En la evaluación de impacto le pregunta fundamental está relacionada con saber si el proyecto va a generar impactos y cuál es la magnitud de esos impactos. Como se realiza la evaluación en tres dimensiones (biofísica, social y económica), es necesario realizar una integración que refleje el impacto global del proyecto. En este sentido se propone realizar la evaluación del impacto global del proyecto estableciendo una ponderación para cada uno de los componentes principales (biofísico, social y económico).

El procedimiento para la ponderación β es equivalente al seguido en los cuadros 1 y 2 con base en el criterio de expertos. Una vez que se obtiene la evaluación de la condición de cada ámbito (ecológico, económico y social), es posible hacer la integración de los diferentes ámbitos para obtener la evaluación global de la zona de estudio, con base en un conjunto de indicadores.

Para la integración de los tres ámbitos es necesario establecer un nivel de importancia (ponderación β) de cada ámbito en la evaluación del impacto global del proyecto. Es decir, la evaluación global estaría dada para la condición inicial previa al inicio del proyecto y la condición final una vez proyectados los impactos en los componentes esenciales. Desde el punto de vista analítico la condición global está dada por:

$$R_G = \sum_{k=1}^3 \beta_k R_k$$

Donde

- R_G Evaluación Global en el área de influencia del proyecto (0 x 10)
- R_k Condición del componente $k = 1$ Biofísico; $k = 2$ Social; $k = 3$ Económico
- β_k Ponderación del componente (%)

Cuadro 8. Evaluación global del impacto del proyecto en el área de influencia delimitada

Componente	Ponderación	Condición inicial	Condición final	Cambio en el componente
Biofísico	β_1	R_1^i	R_1^f	$\Delta_1 = R_1^f - R_1^i$
Social	β_2	R_2^i	R_2^f	$\Delta_2 = R_2^f - R_2^i$
Económico	β_3	R_3^i	R_3^f	$\Delta_3 = R_3^f - R_3^i$
Resultado de la evaluación		$R_G^i = \sum_{j=1}^3 \beta_j R_j^i$	$R_G^f = \sum_{j=1}^3 \beta_j R_j^f$	$\Delta = R_G^f - R_G^i$

7. Evaluación económica de los impactos del proyecto de inversión

La evaluación económica de los impactos ambientales permite dimensionar desde otra perspectiva el valor económico que representan la diversidad de impactos que son considerados dentro del análisis de proyectos. En este sentido, es necesario abordar la valoración económica de los impactos para poder proyectar el análisis de costo y beneficio de las externalidades del proyecto, así como la posibilidad de indicar al inversionistas las implicaciones económicas del proyecto desde el punto de vista biofísico, económico y social, con la finalidad de que pueda evaluar nuevamente el proyecto desde el ámbito financiero y recalculare los indicadores básicos del Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y valorar la factibilidad financiera del proyecto, una vez consideradas los impactos o externalidades del mismo.

7.1 Aspectos generales de la valoración económica

Uno de los problemas económicos básicos en la sociedad es el de la *asignación de recursos*. Es decir, que la sociedad tiene que decidir cómo distribuir los recursos escasos (capital, trabajo, recursos naturales, etcétera) en la producción de bienes y servicios para atender las necesidades de la población. Aunque la mayoría de los bienes y servicios que se producen en la economía tienen un precio, ya sea que los determine el mercado (bienes y servicios de producción privada) o los costos de producción (bienes y servicios públicos), existe todo un conjunto de bienes y servicios que carecen de mercado¹ y por lo tanto de precio. Estos son los bienes y servicios que brindan los ecosistemas. Aquí surge la necesidad de establecer indicadores monetarios para este tipo de bienes y servicios que permita el intercambio en los mercados respectivos. De este modo es posible comparar sus aportes al bienestar general de la población con respecto a los bienes y servicios que se producen en la economía.

El hecho es que nos encontramos con un mecanismo de asignación en el que el ambiente, y muchos recursos naturales, no tienen precio. Estamos ante un sistema que opera con una información incorrecta sobre el valor de los bienes y servicios que se ofrecen; es decir que funciona como si careciesen de valor (como si su precio fuese cero). Parece, por tanto, relevante y necesario el intento de encontrar precisamente ese valor, desde una perspectiva económica, para actuar en consecuencia, de modo que se integre esa información en un proceso de toma de decisiones, para que cuando se utiliza el ambiente y los recursos naturales, se conozca (y se pague) el coste que ello representa. De esta forma, cuando se adopta alguna medida que mejora la calidad ambiental de un determinado entorno, se sabrá qué valor tiene el cambio para la población afectada y para los actores que la hacen posible. Planteado así el problema, es posible concluir que el ambiente y los recursos naturales carecerán de precio, pero tienen valor.

Aceptando que el ambiente tiene ciertamente valor desde una perspectiva incluso estrictamente económica, el siguiente paso es intentar descubrirlo. Si fuera posible *crear un mercado* en el que los bienes y servicios de los ecosistemas fueran objeto de compra-venta, el problema se simplificaría notablemente. No sería necesario siquiera iniciar el proceso de definir y buscar un valor: el mercado se encargaría de ponerle un precio. El problema se centraría ahora en analizar las condiciones que harían aceptable tal precio como un exponente del valor del ambiente, pero éste es ya un problema común a todos los bienes y servicios producidos en la sociedad. Sin embargo, para muchos bienes y servicios de los ecosistemas se requiere de la intervención del Estado, dada sus propias características de recursos comunes o de libre acceso, como por ejemplo el aire, el agua, la pesca en alta mar, la fijación de gases, la biodiversidad, entre otros.

¹ El mercado es el lugar ya sea físico o no donde convergen productores y consumidores interesados en intercambiar bienes y servicios.

Valorar *económicamente* el ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita su comparación con otros elementos que proporcionan bienestar. Por tanto, lo normal será utilizar un denominador común, que ayude a esa comparación: *dinero*. El ambiente tiene valor porque cumple una serie de funciones que afectan positivamente al bienestar de las personas que componen la sociedad. Planteado de forma más precisa: se trata de delimitar el colectivo de personas que pueden exigir que las potenciales modificaciones de su bienestar que supone un cambio de calidad ambiental sean tenidas en cuenta a la hora de tomar decisiones. La adopción de este principio, sin embargo, supone, con respecto a los grupos afectados pero sin poder de decisión, que sus intereses serán tenidos en cuenta, siempre y cuando su bienestar forme parte de la función de utilidad de los agentes que deciden, y en la medida en que la afecten.

Numerosas discusiones se llevan a cabo para definir metodologías desde el punto de vista económico-ecológico del valor de los activos naturales y sus servicios ambientales, con el objetivo de promover procesos eficientes y productivos (Costanza *et al.* 1998; Barrantes 1998). Si se considera que la valoración del capital natural es inseparable de las decisiones que deben tomarse sobre sus usos, muchos indican que la valoración del capital natural y sus servicios son imposibles, ya que existen muchos efectos intangibles, como la vida humana, la estética y otros beneficios. Sin embargo, en la práctica, como señalan Costanza *et al.* (1998), todos los días estamos valorando los servicios ambientales del capital natural y éstos mantienen estrecha relación con el desarrollo. Para valorar los beneficios económicos del capital natural, resulta indispensable tener claro que se trata de flujos provenientes de activos naturales producidos y no producidos y, por lo tanto, deben ser considerados como tales a la hora de asignarles su valor (Naciones Unidas 1993; Hanna y Munasinghe 1995; Bowers 1997). Dicha valoración está determinada por la forma en que la sociedad percibe esos beneficios derivados de los activos naturales.

Desde el momento en que se toman decisiones para proteger o usar un servicio de la biodiversidad, se está en el proceso de valoración. Así, los cambios provocados en la calidad y la cantidad de los servicios de un ecosistema tienen valor, ya que se pueden asociar con cambios en los costos de las actividades humanas que pueden mejorar el nivel de bienestar. Esos cambios se pueden reflejar en costos y beneficios que podrían impactar el nivel de bienestar del ser humano, mediante la presencia o ausencia de mercados en las actividades asociadas (Bowers 1997; Costanza *et al.* 1998). Aunque la valoración de la biodiversidad y sus servicios es difícil e incierta, las decisiones que toma una sociedad para protegerla son indicadoras de valor, aunque no necesariamente monetarios. Sin embargo, dicho reconocimiento proporciona las bases para que la biodiversidad y sus servicios sean considerados como fuente no solo del desarrollo socioeconómico, sino también de la conservación de los recursos naturales.

Actualmente, la sociedad tiene un mayor reconocimiento de los servicios ambientales de los ecosistemas, dado el acelerado flujo de conocimiento y por la aparición de actividades económicas cuyo insumo básico es el capital natural disponible. A medida que se reconocen los beneficios que deriva el capital natural a la sociedad, aumenta la necesidad de contar con valoraciones económicas que aproximen el valor monetario para los distintos bienes y servicios ambientales en los distintos usos económicos. A pesar de que los mercados son débiles en la asignación de precios para servicios ambientales, se deben considerar como el punto inicial para su valoración. Posteriormente se enriquecen con información obtenida mediante técnicas de valoración de no mercado que permiten calcular, por ejemplo, lo que una sociedad está dispuesta a pagar por el bien o servicio ambiental, dado el nivel de conciencia que ésta ha desarrollado respecto al valor de los servicios ambientales, y a la conciencia de la estrecha relación entre desarrollo humano y riqueza natural.

Dada la gran variedad de servicios ambientales que brindan los ecosistemas naturales, se hace necesario considerar su valor económico total, que incluye los valores de uso (directos e indirectos), y los valores de no uso

(valores de opción y de existencia) (Figura 1.3). El valor económico total es un concepto que ilustra la complejidad que encierra la valoración económica de la biodiversidad y sus servicios ambientales. Sin embargo, es un enfoque apropiado para aproximar valores económicos al capital natural.

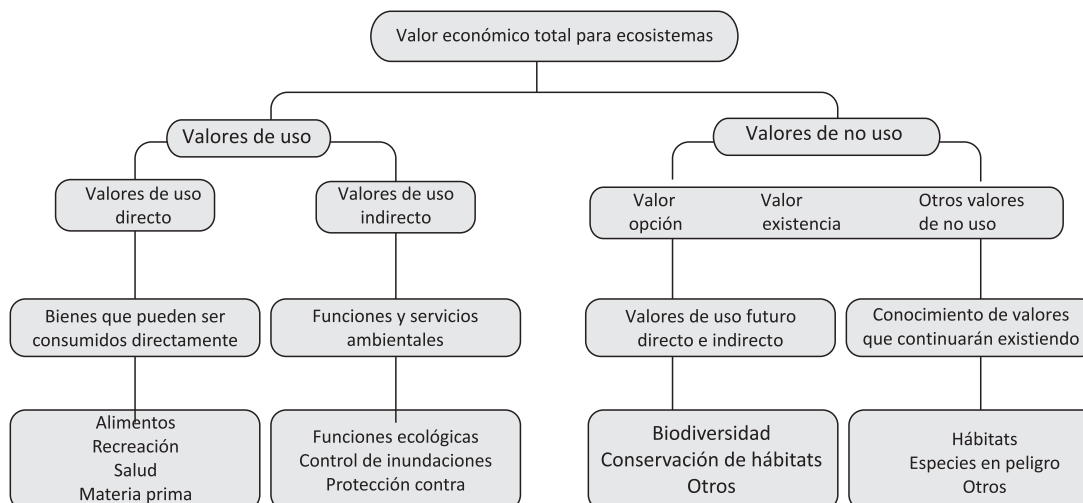


Figura 1. Categorías de valores económicos atribuidos a servicios ambientales de los ecosistemas
Fuente: Munasinghe y McNeely 1994.

Para obtener el VET, en el caso de los ecosistemas naturales, se deberían considerar inicialmente aquellos bienes y servicios económicos que generan bienestar al ser humano (p. ej. demanda por madera, por áreas agrícolas o por la necesidad de exportar madera para generar ingresos). También deben ser considerados los valores asociados a opciones futuras y a la existencia del recurso como tal. El valor económico total variará de acuerdo con el grado de degradación o agotamiento en que se encuentre el ecosistema en estudio, y según el tipo de ecosistema, en relación con los bienes y servicios de uso directo o indirecto y el valor de existencia. Es de esperar que ecosistemas no intervenidos y ubicados en una misma región presenten valores mayores, que aquellos que son comparables geográfica y climáticamente, pero con tasas de degradación o agotamiento mayores y, por lo tanto, con menos capacidad de producir flujos de servicios ambientales. De la misma manera, los ecosistemas en los cuales la protección, y no el uso económico, es la función principal (área central), serán valorados dando más énfasis al valor de existencia que a sus usos directos; se los valorará como una unidad.

7.1.1 Valor de uso directo

El valor de uso directo se refiere a los ingresos por venta de bienes derivados de los servicios que proveen los ecosistemas, tales como madera, producción de bienes alimenticios (palmito), materiales para artesanía (bejucos), materiales para la construcción (hojas para techo de ranchos), otros (fauna), y servicios tales como ecoturismo y recreación, que se pueden medir por los ingresos obtenidos. El valor de uso de los bienes no maderables incluye también aquellas especies que producen resinas, chicle, plantas medicinales y alimentos de tipo silvestre que se utilizan con fines de subsistencia. La mayoría de estos bienes pueden valorarse a precios de mercado. Sin embargo, para los beneficios potenciales del bosque y para los bienes que no tienen precio de mercado, se pueden usar otras técnicas de valoración en la aproximación de precios monetarios para tales bienes y servicios.

7.1.2 Valor de uso indirecto

El valor de uso indirecto se refiere al valor de las funciones ecológicas y servicios de la biodiversidad del bosque, como el ciclo biogeoquímico, protección de suelos y cuencas, fijación de gases con efecto invernadero, valor del turismo, oferta y calidad de agua. La valoración se basa en el uso del costo de reemplazo de los beneficios generados por el servicio ambiental. Se pueden utilizar precios de mercado de bienes sustitutos o gastos potenciales, utilizando el cálculo de los costos necesarios para mitigar el impacto sobre el flujo de servicios de los ecosistemas (Naciones Unidas 1994; Pearce y Turner 1995).

7.1.3 Valor opción

El valor de opción se utiliza en casos de usos potenciales no conocidos (Turner *et al.* 1990). Constituye el valor adicional para asegurar la disponibilidad futura de un servicio del ecosistema. Este concepto se fundamenta en el hecho de que, si bien rara vez existen mercados de opciones sobre servicios ambientales, también existen mercados con respecto a los servicios ambientales. Además, se entiende como una garantía de asegurar la disponibilidad futura del flujo de servicio, lo cual de otra manera no sería posible. Se asocia con recursos genéticos, por ejemplo, el futuro potencial agrícola o farmacéutico de una especie o ecosistema, los cuales podrían desaparecer por alguna forma de explotación que lo exponga a su extinción.

El valor de opción es el valor de los beneficios esperados que la gente está dispuesta a pagar para conservar un activo y disponer de él en el futuro. Se puede entender como la garantía de asegurar la disponibilidad futura del activo, lo cual de otra manera no sería posible. Se aplica en casos de usos potenciales no conocidos, por ejemplo, el valor de opción del bosque como hábitat de especies probables para producir sustancias farmacéuticas (Pearce y Turner 1995), lo que da sentido a la ingeniería genética.

7.1.4 Valor de existencia

El valor de existencia es el valor que la sociedad le da a un servicio ambiental, que podría no estar relacionado con ningún uso actual o potencial del mismo; sin embargo, se es consciente de que tiene valor y que debe conservarse como un producto del ecosistema, de tal manera que acompañe -en la medida de lo posible- la evolución de la diversidad biológica, para que pueda ser disfrutado por las futuras generaciones (Costanza *et al.* 1998). El valor de existencia se puede calcular por el conocimiento de donaciones para la conservación, o bien con el uso de los métodos de valoración contingente, en especial para aquellos casos donde el activo tiene características únicas o significados culturales o religiosos importantes para la sociedad (Pearce y Turner 1995). Casos claros de valor de existencia serían aquellos asociados a los ingresos y gastos de un país por el servicio de investigación que podría generar ingresos, mediante la venta de libros, videos y otras formas de diseminación de información.

7.2 La valoración económica de impactos ambientales en proyectos de desarrollo

La aplicación de la valoración económica en los estudios de impacto ambiental implica determinar los flujos de bienes y servicios que aportan los ecosistemas en el área de influencia del proyecto para la evaluación antes de la implementación del proyecto, así como los impactos positivos y negativos que se esperan del proyecto una vez que se implemente. El disponer de una valoración económica del proyecto en dos momentos el ex ante relativo a los aportes de los ecosistemas, y un ex post relativo a los impactos esperados del proyecto, permite evaluar si dicho proyecto va a aportar riqueza o progreso al área de influencia, o si por el contrario, el proyecto va a empobrecer a la población del área de influencia. Si es este último caso, se tendría que prescindir del proyecto bajo la premisa que el impulso de iniciativas de inversión están orientadas a mejorar las condiciones de vida de la población y a generar mejores oportunidades económicas a las comunidades del área de influencia.

7.2.1 La valoración económica de bienes y servicios ambientales

Aunque hay una diversidad importante de aportes del capital natural, para efectos del análisis en proyectos de desarrollo se consideran aquellos que actualmente están siendo de uso económico tanto en la producción como en el consumo directo por parte de las familias. En este sentido, es necesario determinar, por recurso natural, el volumen de los flujos de bienes y servicios ambientales que son reconocidos por los usuarios del área de influencia del proyecto, y determinar un precio para cada uno de los flujos considerados. El disponer de un volumen de aprovechamiento y de un precio para cada bien y servicio ambiental, se puede estimar el aporte total que brindan los ecosistemas del área de influencia del proyecto, cuya estimación estaría dada por:

$$AP_t = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_{ji} * q_{ji}$$

Donde

AP_t Ingreso total por el aprovechamiento de bienes y servicios ambientales del área de influencia del proyecto en el año t (\$/año)

P Precio del bien/servicio ambiental i como aporte del recurso (j) (\$/unidad)

q Cantidad o volumen del bien/servicio ambiental i como aporte del recurso (j) (Unidad/año)

El precio puede ser dado por el mercado directamente en caso de que el bien o servicio ambiental se transe en los mercados o porque el Estado le impone un precio ante la imposibilidad de que el mercado lo pueda establecer. En caso de que el bien o servicio ambiental no tenga un precio directo en el mercado, se puede aproximar de manera indirecta por otros bienes sustitutos disponibles en el mercado.

7.2.2 La valoración económica de impactos ambientales

Al considerar la implementación de un proyecto de desarrollo es esperable una diversidad de impactos positivos y negativos, tanto en los ecosistemas como en las comunidades por el vínculo directo con los ecosistemas o por las afectaciones directas que puede tener el proyecto con la comunidad. Cualquiera que sea la forma, para la valoración económica es necesario disponer de la identificación de los impactos posibles del proyecto sobre el ambiente biofísico, económico y social, la estimación cuantitativa para los impactos posibles y la consideración de un valor económico asociado, el cual va a depender del tipo de impacto previsto y de la medida a considerar por parte del proyecto.

Con respecto a los impactos positivos, los cuales se consideran los *beneficios del proyecto* para el área de influencia, tanto en lo ambiental como en lo social, una vez identificado como beneficio, es necesaria la cuantificación para estimar las cantidades correspondientes, así como un precio a considerar para estimar el beneficio económico total. Para la aproximación del valor económico como beneficio del proyecto se considera la siguiente ecuación:

$$BT = \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K p_k * q_{tk}$$

Donde

BT Beneficio total por los beneficios ambientales y sociales del proyecto (\$/año)

p Precio del bien/servicio ambiental k (\$/unidad)

q Cantidad o volumen del bien/servicio ambiental k

Los precios a considerar están relacionados con el mercado directamente o con los que el Estado establezca en caso de que sea el que regula determinado beneficio que se identifique. En caso de que no se tenga un valor directo de mercado y que el Estado no lo tenga establecido, habría que acudir a otras técnicas de valoración como la de bienes

sustitutos que permiten una aproximación al valor del beneficio de referencia.

Para los impactos negativos del proyecto, lo cual se considera como *costos del proyecto*, es necesario identificar los recursos afectados tanto del ambiente biofísico, como del ambiente social y económico. Igualmente, es necesario identificar las acciones que causarán impactos negativos al ambiente, las magnitudes esperadas relacionadas con esas acciones, y las medidas de valor económico que se considerarán para determinar el costo que tendrá el proyecto en términos de impactos negativos.

En el caso de que se identifique acciones que causaran impactos pero que se pueden evitar con medidas que se ejecuten para que dicho factor afectante no llegue al recurso natural o social de referencia, se tendría que considerar el valor relacionado con el costo de evitar tal efecto en el medio natural o social. Por ejemplo, si el proyecto genera desechos y estos afectarían el agua, el suelo o el aire, entonces una medida fundamental sería el tratamiento de tales desechos antes de que se dispongan al ambiente. Siendo así el escenario, se tiene la siguiente ecuación para determinar el valor económico relacionado con estos costos del proyecto:

$$CE = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \sum_{s=1}^S c_{rs} * q_{trs}$$

Donde

- CE Costo total por los impactos negativos evitados del proyecto (\$/año)
- p Costo del insumo s para evitar el impacto ambiental en el recurso r (\$/unidad)
- q Cantidad o volumen del insumo s para evitar el impacto ambiental en el recurso r (Unidad/año)
- T Tiempo en que se mantendrá la medida para evitar el impacto ambiental negativo (años)

Por otro lado, cuando la afectación del recurso natural o social no se puede evitar, la restauración de dicho recurso debe llevarse hasta su estado inicial previo a la alteración. Esto implica la ejecución de una serie de actividades (medidas de manejo) que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por el proyecto. La identificación de estos costos es la tarea principal por realizar, éstos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado.

Una acción específica puede afectar uno o más recursos naturales a la vez. Esto indica que se deben restaurar cada uno de estos recursos afectados, por lo que el costo total debe ser la suma de todos los costos particulares asociados a cada recurso. Para lograr esta estimación es necesario determinar, en unidades físicas, la magnitud del daño, de modo que se pueda inferir la inversión en la restauración por unidad de medida. La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos. Esta relación se puede establecer como sigue:

$$CR = \sum_{t=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

- CR : Costo de restauración biofísica del recurso natural afectado por acciones humanas (\$/unidad del factor)
- p_i : Precio del insumo i usado en la restauración del recurso natural (\$/unidad del insumo)
- q_{tji} : Cantidad del insumo i usada en la restauración del recurso natural j (unidades del insumo)
- r : Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (%)
- T : Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados $T = \text{Max} \{t_j / j \text{ es el recurso natural o social } y j = 1, 2, \dots, n\}$

Dado que es factible y posible la pérdida de beneficios debido a la disminución de materias primas y productos de consumo final cuando se afecta un recurso natural, será necesario estimar dicha pérdida considerando las cantidades perdidas y los precios de los distintos bienes y servicios afectados. Dicha estimación ha de realizarse para todo el período que tardaría el o los recursos afectados en recuperarse hasta el nivel de conservación antes de la alteración. Para lograrlo se requiere disponer de la información correspondiente de precios y cantidades o de las estimaciones pertinentes. Asumiendo que dicha información está disponible o que se pueden hacer las estimaciones, el cálculo del beneficio perdido por estos rubros estaría dado por:

$$Cbs = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_{ji} q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

Cbs	Costo por bienes y servicios ambientales perdidos (\$/año)
jip	Precio de la materia prima i que se deriva del recurso natural j (¢/unidad)
$tjiq$	Cantidad de la materia prima i que se deriva del recurso natural j en el tiempo t (unidad)

Cuando el nivel de impacto negativo demanda un proceso de compensación que le dé a la población la retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas. Para tales efectos, se tendría que determinar el factor ambiental o social impactado negativamente y el nivel de compensación mínimo requerido. Este nivel de compensación está determinado por lo que el Estado establezca previamente de manera oficial, o por acuerdos del proyecto con la comunidad afectada donde se reconozca el monto o la forma en que debería establecerse la iniciativa de compensación y que finalmente se traduzca en un estimativo de valor económico a comprometer. Con base en este planteamiento se considera como una aproximación la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CC = \sum_{y=1}^Y c_y * q_y$$

Donde

CC	Costo por compensación por los impactos negativos del proyecto (\$/año)
c	Costo de compensación por el factor y (\$/unidad)
q	Cantidad a compensar del factor s (Unidad/año)

De este modo, el costo total por los impactos negativos del proyecto está dado por la suma de los componentes anteriores: Costos evitados, costos de restauración, costo por bienes/servicios ambientales perdidos y costos de compensación. Es decir, que el costo total es:

$$CT = CE + CR + Cbs + CC$$

El costo total representa la base para establecer lo que sería el plan de manejo ambiental que debe definir el proyecto para el manejo de los impactos previstos. Es decir, que el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental asociado con el proyecto de referencia debe tener un presupuesto que cómo mínimo responda al costo total estimado.

7.2.3 Indicadores beneficio – costo relativo al proyecto

Un aspecto importante en el análisis del proyecto es el relacionado con indicadores de costo – beneficio. Para efectos de los proyectos de inversión, para la evaluación de impactos ambientales se consideran dos indicadores básicos que permiten decidir sobre el proyecto desde el punto de vista económico – ambiental. Los indicadores son: La relación Beneficio – Costo (B/C) y el Valor Actual Neto (VAN). Si la relación B/C es mayor o igual que uno el proyecto mejora o deja igual las condiciones de la zona; pero si es menor que uno el proyecto debe rechazarse o redefinirse. Si se utiliza el VAN como indicador se debe tener que los resultados del VAN sería igual o mayor que cero. El VAN es el resultado de restar a los beneficios los costos del proyecto; y en el caso de la evaluación de

impactos ambientales esos beneficios y costos están referidos a los beneficios y costos ambientales (biofísico, económico, social). Está dado por la ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 - r)^t}$$

- Donde
- VAN Valor Presente Neto por impactos ambientales del proyecto (\$)
 - B Beneficios por impactos positivos del proyecto en el año t (\$)
 - C Costos por impactos negativos del proyecto en el año t (\$)
 - r Tasa de descuento aplicada al proyecto (%)

Como evaluación económica final del proyecto es necesario señalar si el proyecto viene a aportar a la riqueza actual de la zona o a sustituir la riqueza que actualmente se genera. Para una aproximación se puede aplicar la siguiente ecuación propuesta, donde se integran los aportes actuales en bienes y servicios ambientales de los ecosistemas antes del proyecto asumiendo que estos van a continuar así durante la vida del proyecto y los beneficios netos del proyecto estimados mediante el VAN:

$$RT = VAN + \sum_{t=1}^n AP_t * (1 + r)^t$$

- Donde
- RT Riqueza total en el área de influencia durante la vida útil del proyecto (\$)

8. Referencias

- Claude, Marcel y Pizarro, Rodrigo. 1995. Indicadores de sustentabilidad y contabilidad macroeconómica. Curso Interamericano sobre Cuentas Ambientales y de Recursos Naturales del 31 de julio al 11 de agosto de 1995. Organizado por la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA) y el Centro Interamericano de Enseñanza de Estadística (CIENES). Santiago, Chile.
- Costanza, R., Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen F., Mónica G., Bruce H., Karin L., Shahid N., Robert O'Neill, José P., Robert R., Paul S., Marjan B. The value of the World's ecosystem services and natural capital. En *Ecological Economics*, Vol. 25, No.1, Abril, 1998.
- MIRENEM, (1990). Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica (ECODES) San José Costa Rica.
- Naciones Unidas, 1994. Contabilidad ambiental y económica integrada. versión preliminar. Departamento de Información Económica y Social y Análisis de Políticas. Division de Estadística. Estudios de métodos. Manual de Contabilidad Nacional. Serie F, No. 61. Nueva York.
- Repetto, R. (1992). Accounting for Environmental Assets. *Scientific American* (June) 93-100.
- Warford, Jeremy J.; 1994. Marginal Opportunity Cost Pricing for Municipal Water Supply. Discussion Paper. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA).
- Winograd, Manuel. 1995. Indicadores Ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. En colaboración con: Proyecto IICA/GTZ, Organización de los Estados Americanos, Instituto de Recursos Mundiales. San José, Costa Rica.



La metodología utilizada corresponde a una construcción realizada entre la Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS) de Costa Rica y la empresa de consultoría ambiental EIATEC S.A.S de Colombia, que desde el año 2010 han trabajado sobre la base conceptual de la “Metodología para la Evaluación Económica de Daños Ambientales” (Barrantes, 2007).

