



**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental

# **METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL DAÑO AMBIENTAL**

[Escriba el subtítulo del documento]

San Salvador, mayo de 2017

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVO .....</b>	<b>4</b>
<i>Objetivos específicos .....</i>	<i>4</i>
<b>ANÁLISIS LEGAL .....</b>	<b>4</b>
Daño Ambiental.....	4
Definición de Daño Ambiental para El Salvador .....	5
Imputación de carácter objetivo .....	6
Daño en bienes públicos y bienes privados .....	7
Licitud o ilicitud de la conducta dañosa .....	8
Principio precautorio.....	8
Inversión de la carga de la prueba .....	9
Responsabilidad por daño ambiental.....	9
Daño ambiental en el Derecho Penal.....	10
<b>MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>11</b>
<i>Conceptualización básica .....</i>	<i>12</i>
Bienes y servicios ambientales.....	12
Valor, precio y costo.....	13
<i>Metodologías de evaluación y valoración económica .....</i>	<i>14</i>
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL DAÑO AMBIENTAL .....</b>	<b>20</b>
<i>La experiencia en la práctica de los países.....</i>	<i>20</i>
Costa Rica .....	20
Panamá.....	22
Chile.....	23
México .....	24
Estados Unidos .....	25
Europa .....	27
<i>Metodología Evaluación Económica del Daño Ambiental (EEDA) .....</i>	<i>29</i>
Componentes de la EEDA.....	30
Determinación del daño ambiental .....	35

Evaluación del Estado de Conservación del Sitio .....	35
Índice de afectación de la zona de estudio .....	38
Evaluación Económica de los daños ambientales ocasionados en el sitio.....	39
<b>ESTUDIOS DE CASO .....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

Anexo 1. Ecuaciones para el cálculo del daño ambiental

Anexo 2. Análisis del Daño Ambiental en los informes técnicos

# Metodología para la Evaluación Económica del Daño Ambiental

---

## INTRODUCCIÓN

El objeto de este Manual es proporcionar las herramientas técnicas necesarias para hacer posible la evaluación y valoración económica del daño ambiental de una forma integral, bajo los principios que rigen la Ley del Medio Ambiente y su Reglamento General. Se facilita un marco teórico conceptual y legal sobre el daño ambiental el cual pretende delimitar los alcances para el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) así como la importancia del porqué deben de realizarse valoraciones económicas del daño ambiental.

Este instrumento pretende ser una guía orientativa para el desempeño del personal técnico que tiene la tarea de evaluar daños, homologando las actuaciones así como se proporciona un conjunto de metodologías sugeridas para la valoración económica, según el caso. Hay que dejar constancia que de acuerdo al tipo de metodología que se utilice, será necesario recolectar información específica, que en algunos casos puede requerir levantamiento primario de datos lo cual demanda tiempo adicional, así como recursos financieros complementarios para dichas tareas.

El presente Manual cuenta con una revisión del marco legal ya que el desarrollo de la legislación ambiental en este aspecto es relativamente reciente. Se realizan algunas reflexiones en el marco de referencia analizando ventajas y desventajas de algunas metodologías de evaluación y valoración económica, para dar paso a una revisión de la experiencia en la aplicación del daño ambiental en diferentes países planteando casos ilustrativos. Seguidamente se presenta la Metodología de Evaluación Económica del Daño Ambiental (EEDA) la cual ha sido adoptada por el MARN en recientes evaluaciones solicitadas por la Fiscalía y Juzgado Ambiental. Por último, se presenta un resumen de los casos evaluados por el MARN, que han sido presentados en instancias judiciales y que cuentan con sentencia en firme.

Finalmente es necesario expresar que este es un primer intento de sistematizar el conocimiento en esta materia, por tanto, con la aplicación práctica seguramente surgirá la necesidad de ajustar o actualizar esta herramienta.

## OBJETIVO

Contar con un manual que desarrolle la metodología para realizar evaluaciones económicas del daño ambiental, que integre aspectos ambientales, económicos y sociales.

## Objetivos específicos

- Desarrollar un planteamiento metodológico ordenado para el abordaje de las investigaciones institucionales de daño ambiental.
- Garantizar que los casos en estudio cuentan con la documentación necesaria de respaldo, así como son elaboradas bajo un enfoque multidisciplinario.
- Proporcionar una guía para la selección de metodologías de valoración económica, para realizar una mejor estimación del daño ambiental.

## ANÁLISIS LEGAL

En primera instancia es necesario plantear una serie de conceptos y análisis de orden jurídico que sustenta el daño ambiental según la legislación salvadoreña, asimismo se examina el derecho comparado lo cual permite visualizar la forma en que los diferentes países están abordando esta temática. En el cuadro No. 1 se presentan definiciones de daño ambiental de varios países.

**Cuadro 1. Definiciones de daño ambiental, según el derecho comparado.**

País	Legislación
Unión Europea	La Directiva Comunitaria, entiende por daño, el cambio adverso medurado a un servicio de recursos naturales tanto si se produce directa o indirectamente.
Argentina	La Ley General del Ambiente, es toda alteración relevante que modifica negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas o los bienes o valores colectivos.
Chile	La Ley sobre las Bases Generales del Medio Ambiente, es toda pérdida, disminución, detrimento, menoscabo significativo inferido al medio ambiente a uno o más de sus componentes.
Colombia	La Ley General Ambiental, define al daño ambiental como aquel que comprende, aquellos eventos en los que se afecta el normal funcionamiento de los ecosistemas o la renovabilidad de sus recursos y componentes.
Costa Rica	La Ley Orgánica del Ambiente define que el daño o contaminación al ambiente puede producirse por conductas de acción u omisión y les son imputables a todas las personas físicas o jurídicas que la realicen.

## *Daño Ambiental*

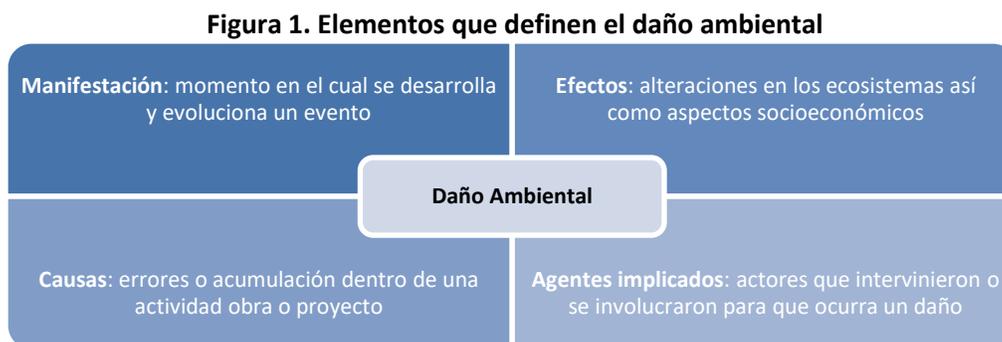
El daño ambiental puede recaer sobre bienes susceptibles de valoración económica, sean corporales o incorporales, o aquellos que no tienen una naturaleza patrimonial como lo es la vida y la salud; estos bienes extrapatrimoniales o morales, sus disminuciones a afectación no pueden ser valorados

pecuniariamente, en vista de ello, su única forma de reparación consiste en el resarcimiento o indemnización a los afectados, en sus derechos fundamentales o colectivos.

Respecto a que debemos considerar como ambiente, existe un criterio imperante que dice que está constituido por el medio natural el cual lo componen un conjunto de elementos naturales, bióticos o abiótico, así como el medio natural cultural, siendo este último un conjunto de elementos aportados por la actividad humana, como lo son el paisaje, las creaciones artísticas, científicas o tecnológicas y el patrimonio cultural en general.

Como conclusión se puede determinar, que daño ambiental es toda acción, omisión, comportamiento, acto que altere, menoscabe, trastorne, disminuya o ponga en peligro inminente algún elemento constitutivo del concepto ambiente, o también puede entenderse como cualquier menoscabo o vulneración de los bienes ambientales, del paisaje como expresión figurada del ambiente y de la vida, salud y de los bienes de los seres humanos.

Existe daño ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración desfavorable en medio ambiente o en alguno de sus componentes. Según Peña Chacón (2005), los daños ambientales se definen por la existencia de 4 elementos: manifestación, efectos, causas y agentes implicados según se ilustra en la figura 1.



El daño ambiental es producto de la conducta humana que contamina o degrada el medio ambiente. La contaminación es introducir sustancias o elementos extraños al ambiente en niveles y con una duración tal que produzcan contaminación en el sentido negativo, por lo tanto, se considera que la contaminación ambiental en toda su extensión comprende la degradación de los elementos naturales o culturales integrantes del ambiente, considerados individual o colectivamente.

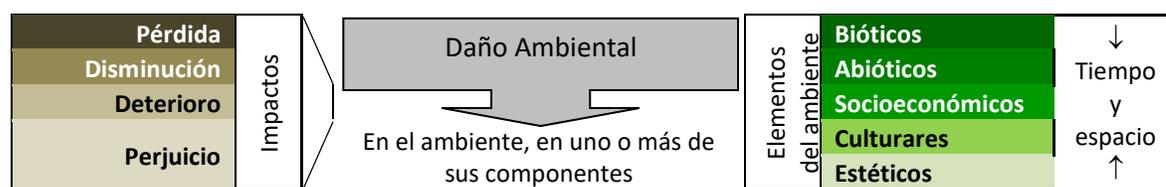
### ***Definición de Daño Ambiental para El Salvador***

La Ley del Medio Ambiente en su art. 5, define Daño Ambiental como “Toda pérdida, disminución, deterioro o perjuicio que se ocasione al ambiente o a uno o más de sus componentes, en contravención a las normas legales. El daño podrá ser grave cuando ponga en peligro la salud de

grupos humanos, ecosistema o especies de flora y fauna e irreversible, cuando los efectos que produzca sean irreparables y definitivos.”

En la misma Ley también se establece lo que se debe de entender por medio ambiente “El sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven, determinando su relación y sobrevivencia, en el tiempo y el espacio”, por tanto, el daño ambiental se materializa en cualquiera de sus elementos tal como se muestra en la figura 2.

**Figura 2. Componentes del Daño Ambiental**



Fuente: Ley del Medio Ambiente.

La misma definición de daño ambiental establece parámetros para clasificar la gravedad del daño ocurrido, tomando en cuenta la exposición al peligro (para la salud humana, ecosistemas y especies de flora y fauna) así como los efectos y su reversibilidad o permanencia, a continuación se ilustra esta relación en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Elementos que determinan la gravedad del daño**

Daño Grave	Peligro	Exposición	Salud humana
			Ecosistemas
			Especies de flora y fauna
	Irreversible	Efectos	Irreparables
			Definitivos

Fuente: Ley del Medio Ambiente.

### ***Imputación de carácter objetivo***

Sobre este tema habría que desarrollar primero sobre la teoría subjetiva por daños por medio de la cual, para exigir responsabilidad al autor del comportamiento dañino, es necesario demostrar la existencia de culpa o negligencia; en este caso la falta de previsión tendrá que demostrarla la víctima que ha sufrido el daño, es decir que a ésta le corresponderá la carga de la prueba de la relación causal entre el hecho y el daño.

La teoría objetiva se basa en lo que podría llamarse el riesgo creado, este tipo de responsabilidad se fundamenta en responsabilidad civil que se denomina responsabilidad objetiva, que tiene como

característica el no tener en cuenta un elemento que tradicionalmente se ha considerado para poder apreciar dicha responsabilidad, esto es la culpa.

Según Santos Briz, citado por Mejía (2014), esta teoría se fundamenta en responder por el peligro puesto por sí mismo, es decir imponer lo que se denomina fuente de peligro, con esto se quiere decir que se imputa un daño a la esfera de responsabilidad de lo obligado a resarcirlo, en virtud del principio del control del peligro y de las características de los riesgos específicos inherentes.

Anteriormente se aplicaba ambientalmente el principio que no hay responsabilidad sin culpa, en este sistema la víctima tiene que probar la culpa del presunto responsable o demostrar que el agresor tenía que haber actuado con prudencia en virtud de una disposición legal y no lo hizo; este planteamiento es incompleto según Mejía (2014), ya que, por el hecho de cumplir con las normas ambientales, esto no puede constituir una prueba irrefutable de ausencia de culpabilidad. Ante la ausencia de criterios claros y firmes, la víctima puede resultar prácticamente imposible probar la negligencia del presunto responsable, por lo expuesto se puede concluir que el concepto de riesgo es considerado uno de los fundamentos de la responsabilidad objetiva y se caracteriza por la prevalencia del nexo causal frente a la culpa como elemento para imputar el deber de la reparación.

No obstante, lo planteado, la normativa ambiental vigente en nuestro país, no incorpora la responsabilidad por daño de carácter objetivo, es el caso que el procedimiento sancionatorio de la Ley del Medio Ambiente en sus regulaciones está condicionado en la responsabilidad subjetiva, es decir que independientemente de la actividad que se realice, impera el sistema basado en la culpa del agente o supuesto infractor.

### ***Daño en bienes públicos y bienes privados***

Cuando el daño se produce en un predio propiedad de particular, este puede trascender al mero interés particular de su dueño por sus efectos, pues con independencia de las acciones que pueda emprender el titular del predio perjudicado (civiles o penales), la administración pública como garante del interés público en la preservación del medio ambiente, podrá y deberá llevar a cabo las acciones que el ordenamiento jurídico ponga a disposición (acciones administrativas, de jurisdicción ambiental y penales).

Con relación a los bienes nacionales o de dominio público, que de acuerdo a nuestra normativa podemos citar: el espacio aéreo, el subsuelo, el lecho del mar y el mar territorial (Constitución de la República de 1983), las playas del mar, los ríos, las aguas superficiales y subterráneas, ya sean corrientes o detenidas, incluyendo los álveos o cauces correspondientes (Código Civil de 1860 – Ley de Riego y Avenamiento de 1970); la vida silvestre como patrimonio natural de la nación (Ley de Conservación de Vida Silvestre de 1994 y reforma de 2001); y las áreas naturales protegidas, en inmuebles propiedad del Estado, de los Municipios y de las entidades autónomas (Ley de Áreas Naturales Protegidas de 2005).

Los daños en este tipo de bienes tienen trascendencia pública o colectiva, como lo pueden ser los vertidos al mar o a los ríos, mantos acuíferos y daños al patrimonio cultural entre otros. Este tipo de daños se puede considerar como daño ambiental puro, ya que no hay un particular directamente afectado en su condición de titular del bien perjudicado por dicho daño. En este caso el perjudicado directamente es la propia colectividad o sociedad, teniendo los particulares la legitimación activa para demandar al igual que la administración pública en su condición de que los bienes degradados son públicos o nacionales.

### ***Licitud o ilicitud de la conducta dañosa***

La licitud o ilicitud de la conducta que provoca el daño, depende de su conformidad o no con el ordenamiento jurídico, se considera lícita la conducta activa u omisiva, que se encuentra en concordancia con el marco legal vigente y por lo tanto cuenta con la autorización o permiso de la autoridad correspondiente, pero no obstante ello, es generadora de daño, aun cuando no se sobrepasen los límites establecidos por la normativa administrativa o por la autorización. Por otro lado se considera ilícita aquella actuación que violenta el ordenamiento jurídico y por lo tanto, no cuenta con los permisos u autorizaciones otorgados por las autoridades administrativas o judiciales, o bien, sobrepasa los estándares mínimos de la tolerancia.

Desde el punto de vista de lo lícito o ilícito, esto no le interesa al derecho ambiental, lo que si le importa, es el daño injusto acaecido sobre el entorno, sin la participación de las víctimas o sea que en ambos supuestos lo justo es que responda por el daño causado el contaminador directo, por haber asumido el riesgo de su actividad. La responsabilidad ambiental por hecho lícito encuentra su asidero jurídico en la doctrina “del abuso del derecho”, por medio de la cual todo acto u omisión que por la intención de su actor, por su objeto o por la circunstancias en que se realice, sobrepase manifiestamente los límites normales del ejercicio del derechos, en este caso necesariamente será sancionado.

### ***Principio precautorio***

Una primera definición de este principio la encontramos en la Declaración de Río de 1992, que dice: “con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución, conforme a sus capacidades, cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá de utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente”

La Ley del Medio Ambiente de El Salvador lo retoma en su art. 2, como principio de la Política Nacional del Medio Ambiente. Este principio, intenta facilitar la respuesta del derecho ambiental ante situaciones de incertidumbre, principalmente científica. Por lo tanto, es una especie de reacción a la vieja concepción de que mientras no exista certeza científica, con respecto a un daño ambiental, no se debe llevar acción alguna. En el terreno jurídico también es una contraposición a

los esquemas clásicos de la responsabilidad civil, pues al ámbito ambiental se suma el aspecto preventivo.

Para que pueda alegarse este principio precautorio, Estrue Parda (Mejía, 2014) establece que deben concurrir especialmente dos presupuestos:

1. Debe darse una situación de incertidumbre,
2. Ha de advertirse en esa situación un riesgo grave para el medio ambiente.

En todo caso la falta de certeza puede darse de manera originaria o sobrevenida. La primera es cuando envuelve a tecnologías o actividades novedosas, cuyos aspectos no se conocen con total certidumbre; mientras que la segunda se genera cuando procesos y productos que se creían inocuos o con unos efectos negativos bien conocidos y dimensionados, muestran en un momento sus riesgos a la luz de nuevos avances de conocimientos científicos o de la propia experiencia de su utilización. La situación debe ser debidamente acreditada, sobre todo por la autoridad pública que pretende adoptar una decisión en base al principio precautorio.

### ***Inversión de la carga de la prueba***

Como consecuencia del sistema de responsabilidad objetiva, se da la inversión de la carga de la prueba, siendo responsabilidad de quien realiza la actividad riesgosa desacreditar los hechos que se le imputan. Esto se debe por la ventaja que acarrea al agente contaminante de poseer mayor conocimiento en cuanto a las posibles consecuencias de las acciones producidas por sus actividades.

Dentro de este sistema, el demandante solo tiene que demostrar que el agente, al cual se le atribuye el daño ocurrido pudo haber causado los daños, recayendo entonces en el demandado la demostración que la causa real del daño ambiental fue otra.

El fundamento de la inversión de la carga de la prueba, se basa en que la producción de la carga probatoria se le debe de atribuir a aquella de las partes del proceso, que dadas las circunstancias del caso pueda aportar a menor costo, evidencia suficiente para convencer al juzgador de la existencia de una relación de causalidad entre el hecho generador y el daño acontecido, resultándole más fácil para el demandado probar los hechos relativos a la existencia o ausencia de la relación causa-efecto entre el hecho generador y el daño causado.

### ***Responsabilidad por daño ambiental***

Como antecedentes de la Ley del Medio Ambiente, es necesario mencionar otros cuerpos legales, los que regulan lo relacionado al daño, pero específicamente desde el punto de vista del recurso natural objeto de las mismas, de las que podemos mencionar:

- **Ley de Riego y Avenamiento** de 1970, ésta hace referencia a acciones que violentan a lo dispuesto en dicho cuerpo legal así tenemos lo establecido en el Art. 94, que expresamente dice “sin perjuicio de la responsabilidad penal y civil”. Por otra parte la misma Ley contempla un caso especial, que es cuando el Estado indemniza por daños a los particulares en sus inmuebles, en razón de exigirlo así la naturaleza y circunstancias de las obras y trabajos referidos en dichos cuerpos legales.
- **Ley de Conservación de Vida Silvestre** de 1994 con reformas del 2001. El Art. 24 en su parte final determina que “sin perjuicio de exigir al infractor la restitución de la vida silvestre destruida o dañada y si esto no fuera posible, al resarcimiento de los daños y perjuicios ocasionados.”
- **Ley de Áreas Naturales Protegidas** del 2005. Esta Ley en su Art. 45 hace un detalle de las acciones que se consideran como infracciones graves, por lo que en su inciso final expresa “quien incurriere en cualquiera de las infracciones indicadas será sancionado con multa..., más la reparación del daño, si fuere posible”.

Este esquema planteado se modifica al entrar en vigencia la Ley del Medio Ambiente que en su Art. 85, determina que aquel por acción u omisión realice emisiones, vertimientos, disposición o descargas de sustancias o desechos que puedan afectar la salud, ponga en riesgo o causare daño al medio ambiente (responderán) por el daño ambiental ocasionado.

Otro artículo de la LMA que se refiere al daño es el art. 101, que dice que la acción civil podrá ser ejercida por personas naturales o jurídicas que hayan sufrido perjuicios derivados de daños ambientales, esto se denomina Legitimación Activa.

Dentro del proceso administrativo sancionatorio de la LMA, se determina que podrá iniciarse dicho proceso contra una persona natural o jurídica que infrinja lo establecido en el art. 86, pero cuando se imponga una sanción administrativa se ordenará al infractor la restauración, reparación o restitución del daño causado (arts. 91 al 98) .

Otro aspecto de comentar es lo relacionado a la sentencia definitiva que se refiere al art. 102 y 103 de la LMA, que dispone que el juez en la sentencia definitiva por acción civil deberá resolver sobre la responsabilidad reclamada y como consecuencia lo establecido en el art. 100, en el cual se especifica que la persona responsable estará obligada a reparar los daños y perjuicios ocasionados.

Es importante referirse a los intereses colectivos lesionados por daños ambientales, lo cual está regulado en el art. 101, inciso 3º., el cual establece que las personas naturales de manera individual o colectiva podrán intervenir conforme al derecho común o ser representados por la Procuraduría General de la República, quien estará obligada a atender las denuncias por daños ambientales.

### ***Daño ambiental en el Derecho Penal***

En el derecho penal clásico, el modelo delictivo son los delitos de lesión, y los delitos contra el medio ambiente son delitos de peligro. Como tales poseen un sentido anticipatorio o preventivo frente a los delitos de lesión; estos son los que causan daño o lesión al bien jurídico protegido.

Con relación a los delitos relativos a la naturaleza y al medio ambiente, establecidos en los arts. 255 al 263 del Código Penal (1997), el legislador se vale de la figura jurídica de las leyes penales en blanco, técnica que sirve para tipificar supuestos hechos remitiéndolos a otros cuerpos legales o se genera una remisión para complementar un precepto a cuerpos normativos diferentes al Código Penal. Básicamente se caracterizan por requerir el reenvío a disposiciones creadas por órganos distintos al legislativo y de inferior jerarquía (espacio natural protegido, art. 259 del Código Penal que se refiere a los Decretos Ejecutivos de establecimiento de Áreas Naturales Protegidas).

La Sala de lo Constitucional (Corte Suprema de Justicia de El Salvador) expresa que la utilización de las leyes penales en blanco, son técnicas legislativas propias del derecho penal y que su uso no es inconstitucional.

Estas leyes penales en blanco como técnica legislativa, que es el caso de los delitos ambientales, se ha planteado como un problema de accesoriadad administrativa, es decir que tales actividades resultan válidas en la delegación normativa complementaria en un sentido integrador entre el derecho administrativo y el derecho penal.

Nuestro Código Penal ha optado por la accesoriadad administrativa, como una forma de asegurar el ordenamiento jurídico haciendo posible la adaptación del derecho penal, a la evolución de ciertas materias complejas como lo es el Derecho Ambiental; la Sala de lo Penal (Corte Suprema de Justicia de El Salvador) ha expresado que el derecho penal no actúa en forma autónoma, sino que actúa reforzando la normativa de carácter penal protectora del medio ambiente. Esta accesoriadad administrativa ha tenido una gran importancia con relación a la valoración de los daños desde el punto de vista de la jurisdicción administrativa, jurisdicción ambiental y la jurisdicción penal.

Como conclusión podemos manifestar que, en materia penal, se sigue la regla general de que toda persona responsable de un delito o falta, lo es también civilmente y por lo tanto, el que ha sufrido un daño que provenga de un delito tiene derecho a la reparación o indemnización. Dentro de las consecuencias civiles del delito, según el art. 115 del Código Penal, están la restitución, la reparación, y la indemnización de perjuicios. La responsabilidad civil se debe materializar en la sentencia condenatoria fijando su cuantía en base a cualquier medio, respecto de los daños ambientales éstos se fundamentan especialmente en la prueba pericial; ahora bien para el pago de responsabilidades civiles que fije la sentencia, se procederá contra los condenados, pero vale la pena destacar que el art. 263 del mencionado Código Penal, se establece como excusa absolutoria y medidas accesorias de reparación, cuando en forma voluntaria y oportunamente el autor del daño lo repara, no incurriendo en responsabilidad o penalidad en forma alguna.

## **MARCO DE REFERENCIA**

Llegar a establecer una evaluación o valoración económica es un proceso complejo y exigente, en el sentido que requiere contar con información sobre el estado de los recursos naturales, la cual debe estar organizada y disponible en la escala necesaria en el momento oportuno. Asimismo, presupone

una conceptualización firme sobre el conocimiento de los bienes y servicios ambientales, las interacciones que suceden en un ecosistema y los efectos que las perturbaciones antropogénicas ocasionan en el mismo. Esta relación, es lo que en el ámbito de la economía ambiental se le denomina función de daños (Field y Field, 2003), en donde se plantean una serie de pasos: (1) necesita la medición de las emisiones, (2) determinar los niveles de calidad del entorno mediante modelos de difusión, (3) determinar el grado de exposición de los seres humanos a los distintos niveles de contaminación, (4) estimar la repercusión física, y finalmente dar lugar a (5) establecer el valor económico de la repercusión física.

## **Conceptualización básica**

A continuación, se desarrollará la conceptualización básica para comprender la vinculación entre calidad de los recursos naturales y su relación con el bienestar de las personas.

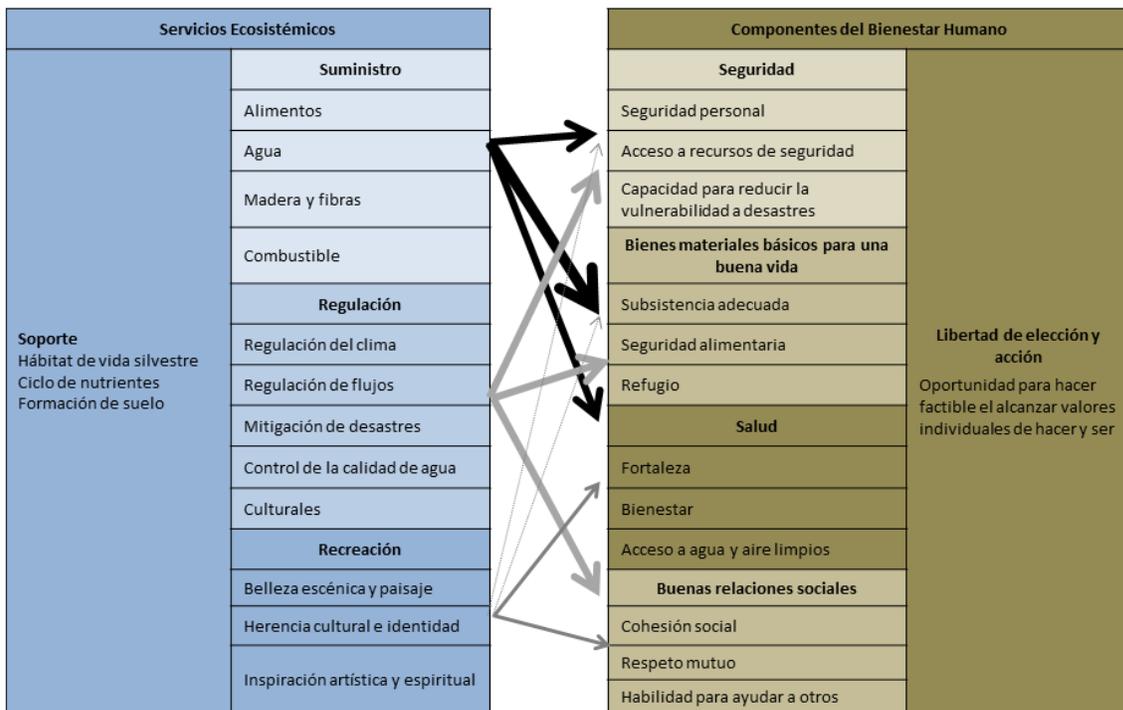
### ***Bienes y servicios ambientales***

Es necesario partir de definiciones generales sobre lo que se debe de comprender por bienes y servicios ambientales. Los bienes son productos que se obtienen de la naturaleza, pueden ser consumidos por la población, ya sea en forma directa o tener algún proceso de transformación; mientras, que los servicios ambientales o ecosistémicos (hay ciertas diferencias, pero para este documento se utilizarán indistintamente) son beneficios que la sociedad recibe, están relacionados con las funciones ecológicas que cumplen los ecosistemas tanto naturales como agroecosistemas.

Adicionalmente, los recursos naturales tienen particularidades de *bienes públicos*, desde la perspectiva de la economía ambiental, tal como lo plantea Azqueta (1994), es posible definir como propiedades: (i) no exclusión, cuando un bien se ofrece a uno se ofrece a todos y no existe costo adicional de ofrecerlo a alguien más, y (ii) no rivalidad en el consumo, el disfrute del bien o servicio ambiental no reduce la disponibilidad a otros, ejemplos de estas propiedades son el acceso a parques públicos y áreas naturales protegidas (ANP) no podemos excluir a alguien. Debemos añadir otra característica a los recursos naturales, tienen cualidades de *recursos comunes*, es decir poseen libertad de acceso lo cual puede ocasionar que el disfrute del bien o servicio ambiental se congestione, esto es un ejemplo clásico del caso de los recursos pesqueros, es por ello que se requiere regulación.

Ahora que se ha definido características básicas de los bienes y servicios ambientales (para el presente documento se consideran sinónimos con los servicios ecosistémicos), es posible relacionar la calidad de los mismos con el bienestar que aquellos proveen a las personas, un enfoque apropiado de esta relación es el ofrecido por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005), a continuación la figura 3 nos proporciona una ilustración muy útil.

**Figura 3. Vinculación entre los servicios ecosistémicos y bienestar humano.**



Fuente: Traducido de Millennium Ecosystem Assessment (2005).

La figura 3, muestra el potencial la relación existente entre los servicios ecosistémicos y su influencia más fuerte o débil en otros factores tanto ambientales como económicos, sociales, tecnológicos y culturales que determinan el bienestar humano. Comprender esta relación es crucial para visibilizar que cuando hay afectación de la calidad de los recursos naturales y sus funciones, hay una afectación del nivel de bienestar de la sociedad.

### **Valor, precio y costo**

Aproximar una cifra monetaria puede dar lugar a confusiones acerca del equivalente numerario que se utiliza, frecuentemente se utiliza como sinónimos los términos de valor, precio y costo, entre otros similares. Sin embargo, desde un enfoque muy elemental, el **costo** es aquel que un productor incurre para cubrir los gastos generados en un período determinado los cuales se han utilizado en

inversiones, materiales, mano de obra además de su beneficio legítimo por el sacrificio realizado. Mientras que el **precio** es aquel que resulta de la interacción de compradores y vendedores, es decir que es producto de una transacción dado que hay conformidad en ambas partes. Por último, el **valor** es el significado que las personas encuentran en ese bien o servicio y la contribución que deja a su bienestar o satisfacción.

## **Metodologías de evaluación y valoración económica**

Es muy frecuente que se tienda a confundir o utilizar inadecuadamente el término valoración económica. Debido a la amplia gama de bienes y servicios ambientales que puede contener un ecosistema, se justifica la utilización de una variedad de instrumentos de aproximación económica, sin embargo, debemos distinguir dos situaciones cuando se trata de medir valores que tienen mercado y de aquellos que no lo tienen.

Valorar económicamente como lo expone Azqueta (1994) “significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo”, a esta definición hay que añadir que para poder comparar es necesario que dicho indicador sea capaz de contrastar los valores de diferente naturaleza, es por ello que se utiliza el dinero como denominador común. Esto puede dar lugar percepciones erróneas, como creer que valorar económicamente es poner “precio” a la naturaleza, lo cual puede conducir a interpretaciones totalmente erradas y contrarias a la intención inicial de realizar un estudio de valoración económica.

Si valorar significa realizar una aproximación económica, por tanto, es conveniente definir el valor económico y sus componentes, tal como lo afirma Emerton (2004) el valor económico es “considerar su gama total de características como sistemas integrados: existencia de recursos o bienes, flujos de los bienes y servicios ambientales y los atributos del ecosistema como un todo.” El Valor Económico Total y sus componentes se plasman en el cuadro 3.

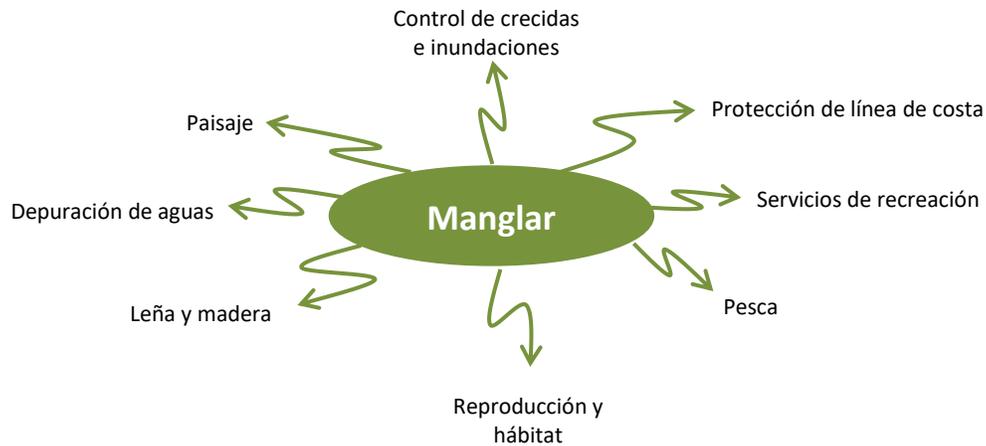
**Cuadro 3. Valor Económico Total y sus componentes**

Valor Económico Total			
Valor de Uso		Valor de No Uso	
La persona utiliza el recurso ambiental y se ve afectada por tanto por cualquier cambio que ocurra respecto al mismo. El valor se lo da la persona que hace uso del bien ambiental, porque encuentra que le sirve para satisfacer sus necesidades.		Proviene de los beneficios que el medio ambiente presta aunque no se utilicen por ahora.	
Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Existencia
Está relacionado con las diferentes actividades comerciales y no comerciales, a partir de materiales que se encuentran en la naturaleza. Es conocido como el valor extractivo de consumo o estructural. Ejemplos: agua potable, peces, servicios culturales como la recreación	Está relacionado con las funciones que cumplen los recursos naturales dentro de los ecosistemas y contribuyen a que las actividades económicas se realicen. Ejemplos: regulación de caudales fluviales, control de inundaciones	En la actualidad no se usa pero en el futuro quisiéramos que esté disponible para un uso posterior, es decir el sacrificio que está dispuesto a hacer un individuo para una futura utilización. Ejemplos: conservar recursos y paisajes para futuros usos, incluso de aquellos que no se conocen aun.	Las personas no son usuarias ni directa o indirectamente, ni piensan hacerlo en el futuro, pero valoran positivamente el simple hecho que el bien exista. Su desaparición supondría para ellos una pérdida de bienestar. Se quiere conservar por otras razones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por herencia o legado queremos preservarlos para futuras generaciones</li> <li>• Por benevolencia generada por sentimientos de altruismo y paternalismo</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, a partir de Azqueta (1994), Emerton (2004), Hassan (2005) y Smith (2007).

Para ilustrar la utilidad de este cuadro puede tenerse en mente un ecosistema costero de manglar (ver figura 4), en el cual podemos encontrar presentes valores de uso y de no uso, por ejemplo un uso directo puede ser la madera o leña del árbol de mangle, así como la pesca, pero al mismo tiempo constituye soporte para otro tipo de vida y su reproducción, lo cual es un valor de uso indirecto. Los valores de no uso en el manglar pueden estar asociados a un aprovechamiento futuro de los servicios de recreación, e inclusive a la existencia de especies aún no descubiertas que podrían tener un potencial de uso farmacéutico esto representaría el valor de opción.

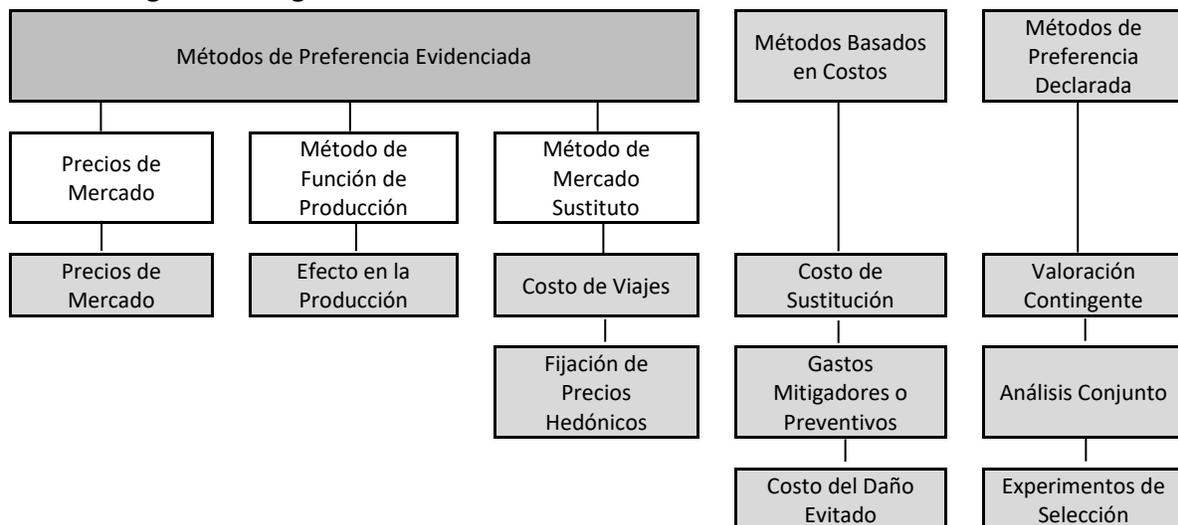
**Figura 4. Representación de un ecosistema de manglar y valores económicos asociados a sus beneficios**



Con este marco de referencia es posible identificar un conjunto de metodologías que tratan de capturar los valores antes mencionados o de otra forma, para cada tipo de valor hay una metodología idónea para aproximar el valor económico o una combinación de ellas.

En la figura 5 se aprecia una forma de organizar (pueden existir otras) las metodologías más utilizadas para su mejor comprensión.

**Figura 5. Categorías de Métodos más Utilizados en Valoración de Ecosistemas**



Fuente: Emerton (2004)

Con todos estos elementos que se ha querido dejar constancia de las opciones existentes para aproximar valores económicos, la elección del método depende de: (1) los bienes y servicios ambientales que se desea valorar, (2) el uso o aplicación que se le dará a esta información, (3) el

tiempo para realizar el estudio y (4) recursos disponibles. Los requerimientos de información en algunos casos pueden ser de grandes volúmenes de datos históricos o de corte transversal, inclusive datos de panel, asimismo se requerirá de la elaboración de modelos econométricos que a su vez necesitan apoyo de una serie de herramientas estadísticas, según el tratamiento que se haga de los datos.

Con el fin de ilustrar los alcances de los métodos anteriormente propuestos, a continuación, en el cuadro 4 se presenta un resumen de los mismos.

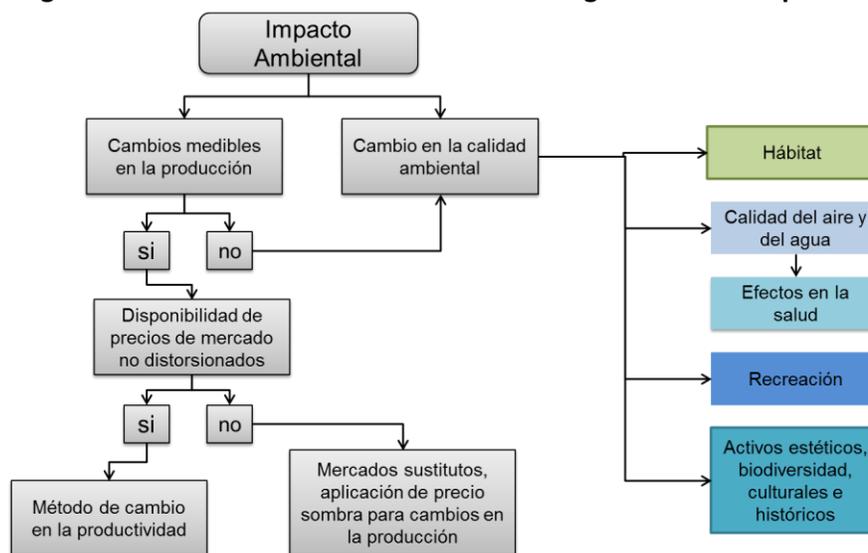
**Cuadro 4. Métodos para Valoración Económica**

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
Precios de Mercado	Utiliza los precios de mercado de bienes y servicios
Función de Producción	Estima el efecto en la producción (rendimiento) a partir de la calidad de bienes y servicio, debido a una relación dosis respuesta
Costo de Viaje	Estima una función de demanda, observando la proporción de visitantes y el costo en que incurren por el desplazamiento.
Precios Hedónicos	Intenta descubrir todos los atributos que explican su precio de un bien y discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos
Costos de Sustitución o Reemplazo	Estima los gastos para reponer los elementos de los ecosistemas
Daño Evitado y Gastos Preventivos	Estima los costos evitados para mantener el ecosistema funcional en términos de bienes y servicios
Contingente	Utiliza escenarios hipotéticos (contingentes) para simular un mercado y la disposición a pagar por un cambio en el bien ambiental
Conjoint o Análisis Conjunto	Se basa en el principio que los productos o bienes están compuestos de muchos atributos, cuando hace una elección toma en cuenta otras características además del precio.
Experimentos de Selección	Es una variante de Conjoint, retoma la composición de atributos del ecosistema y cada elección que realiza lleva asociado un precio. Es capaz de identificar el impacto relativo de cada uno de los atributos.

Fuente: elaboración propia a partir de Emerton (2004) y otros.

Todos los métodos planteados tienen características que los hacen propicios según el tipo de medición que se desea hacer, así en la figura 5 por ejemplo si se cuenta con mediciones en términos de producción, es posible utilizar precios de mercado, si y solo si éstos no están distorsionados por fijación o topes de precio, así como de subsidios, de esta forma un cambio en la calidad ambiental será perceptible en las variables que miden la producción.

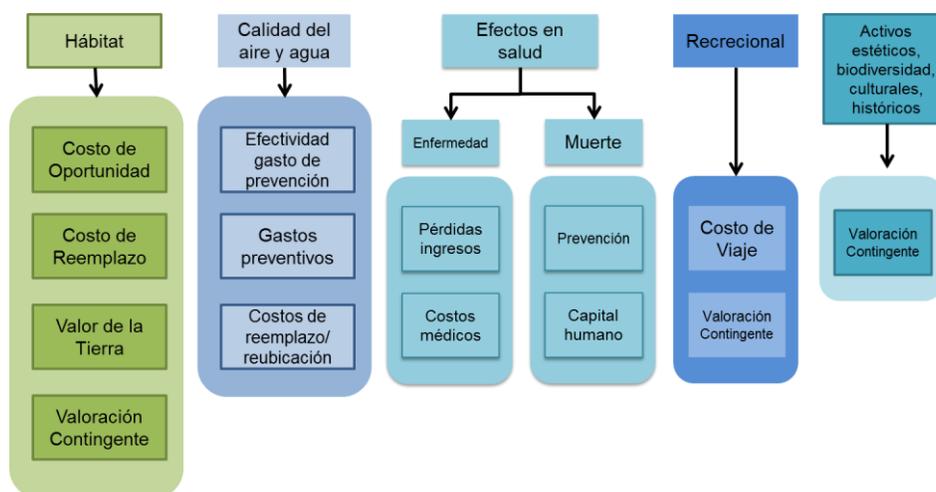
**Figura 5. Métodos de Valoración Económica según su área de aplicación I**



Fuente: Adaptado de Dixon & Sherman (1990) citado en Cerda (2009).

Por otro lado, si los cambios en la calidad ambiental no son medibles en mercados convencionales, hay que recurrir a otras técnicas, su determinación estará en función del tipo de impacto o recurso afectado, tal como se ilustra en la figura 6, hay una gama de técnicas que pueden servir para aproximar la valoración de la afectación. Por ejemplo, si un parque nacional es afectado por algún siniestro (incendio, deforestación, etc.) y dicho parque recibía visitantes, se espera que disminuya el flujo de personas y esto es posible medirlo a través de técnicas de costo de viaje o valoración contingente.

**Figura 6. Métodos de Valoración Económica según su área de aplicación II**



Fuente: Adaptado de Dixon & Sherman (1990) citado en Cerda (2009).

Por supuesto que siempre existirán dificultades para realizar las mediciones, asimismo las metodologías de valoración económica tienen sus condicionantes y limitaciones, por lo que es conveniente tomar en cuenta al utilizarlas. En el cuadro 6 se muestran las dificultades y limitaciones de los métodos de valoración considerados.

**Cuadro 5. Dificultades y Limitaciones de los Métodos de Valoración Económica**

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
Precios de Mercado	Para constituir indicadores válidos, no deben de existir distorsiones en los precios (fijación, impuestos, subsidios, etc.)
Función de Producción	Requiere abundante información para estimar una función de regresión
Costo de Viaje	Los entrevistados tienen que haber visitado el sitio en más de una ocasión, mientras que los gastos deben atribuirse a un solo sitio
Precios Hedónicos	Requiere muchos datos de mercado y de calidad ambiental, además los precios no deben estar distorsionados
Costos de Sustitución o Reemplazo	Puede ser que las medidas no sean capaces de devolver a la situación original
Daño Evitado y Gastos Preventivos	Puede ser que las medidas no sean capaces de estimar apropiadamente la envergadura del daño y subestimar las medidas
Contingente	Hay una serie de sesgos que pueden minimizarse mediante un adecuado diseño de la encuesta y desarrollo de la investigación. Las interpretaciones de los resultados fuera del espacio geográfico y tiempo carecen de valor.
Conjoint	Presenta los mismos inconvenientes que Contingente

Fuente: elaboración propia.

El presente documento no tiene por finalidad desarrollar los procedimientos de cada uno de los métodos planteados, ya que existe vasta literatura y estudios de caso desarrollados por lo que para ampliar se recomienda recurrir a los siguientes documentos conceptuales:

- Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales (2002). Corredor Biológico Mesoamericano.
- Valoración Económica de Bienes No Mercadeables y el Análisis Costo Beneficio de Políticas Ambientales (2002). Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Bogotá, Colombia.
- Metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales (2003). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia.
- Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural (2015). Ministerio del Ambiente, Perú.

Ahora que se ha establecido la posibilidad técnica de medir los impactos en el medio ambiente, en particular aquellos que disminuyen el bienestar de las personas, se plantea a continuación una metodología para abordar el daño ambiental en el sentido que lo establece el art. 5 de la Ley del Medio Ambiente.

## **EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL DAÑO AMBIENTAL**

La evidencia de estimaciones económicas en el ámbito del daño ambiental es muy limitada, de tal forma que aparentemente hay una mayor dedicación de los esfuerzos hacia la determinación de los valores positivos de los bienes y servicios ecosistémicos (lo cual es bueno), pero existe muy poco interés por investigar y determinar el impacto de los daños en los mismos ecosistemas, cuyo resultado es la base de la persecución del delito ambiental en los distintos países.

En vista de lo anterior se ha realizado un esfuerzo por mostrar el estado del arte en la aplicación de la normativa relacionada al cumplimiento de la responsabilidad ambiental, en la medida de las posibilidades

### **La experiencia en la práctica de los países**

Las experiencias revisadas dan cuenta del avance desigual en la aplicación de medidas para evaluar y restaurar efectivamente el daño ambiental causado. Una de las razones de este avance desigual tiene que ver con la base legal en cada país, algunos han logrado desarrollar marcos legales muy específicos incluyendo normativa sectorial lo cual permite contar con parámetros de comparación, estableciendo límites específicos por cada recurso afectado lo cual de alguna manera facilita el proceso de evaluación de los daños.

En el caso de la región Centroamericana, hay que reconocer que Costa Rica y Panamá destacan en diferente medida la aplicación de metodologías para calcular económicamente los daños ambientales, así como la conducción del proceso en las instancias judiciales. Desafortunadamente no fue posible documentar el manejo de estos temas en el resto de la región debido a la falta de respuesta de las instancias ambientales correspondientes y ausencia de información en los sitios web oficiales de cada entidad.

A continuación, se resumen los aspectos principales de la aplicación de la evaluación del daño ambiental en algunos países y estudios de casos ilustrativos donde ha sido posible documentarlo.

#### ***Costa Rica***

La legislación costarricense establece que la responsabilidad del daño recae en quien contamine y lo considera un delito de carácter social. Los ciudadanos pueden denunciar situaciones de daño ambiental ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), dependencia desconcentrada del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE).

Según lo establecido en la Ley Orgánica del Ambiente, el Tribunal Ambiental Administrativo (TAA) es un órgano desconcentrado del MINAE y tiene la competencia para conocer y resolver, en sede administrativa, las denuncias establecidas contra todas las personas, públicas o privadas por violaciones a la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales. El TAA también puede resolver de oficio los comportamientos que violen o amenacen violar la normativa ambiental,

establece indemnizaciones relacionadas con daños ambientales y sus resoluciones agotan la vía administrativa.

La valoración económica del daño ambiental se toma en cuenta dentro de la etapa del procedimiento ordinario administrativo del TAA al momento de imputar los cargos, en esa misma fase se cita al denunciante, al denunciado y se presentan las pruebas correspondientes, asimismo son citados los funcionarios que rindieron informes y valoraciones del presunto daño. Estos últimos pueden tener el carácter de testigos y testigos-peritos.

En relación a la determinación del valor económico del daño, en el año 2000 se editó un manual denominado “Matriz de Valoración de Daños Ecológicos para Costa Rica” como un esfuerzo por uniformizar criterios para realizar las estimaciones de los impactos ambientales. En la elaboración del manual participó personal del Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC) y funcionarios del MINAE, y aunque no fue oficializado se afirma que ha sido utilizado como apoyo para casos de daño ambiental ventilados en juicios en materia ambiental.

Posteriormente, Barrantes y Di Mare para la Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS, 2001) han realizado aportes clave para la determinación económica del daño ambiental. Su propuesta metodológica que incluye componentes biofísicos, económicos y sociales conducen al establecimiento de montos económicos por el daño ocasionado. Esta metodología se ha aplicado en casos de afectaciones al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)<sup>1</sup>, dependencia adscrita al MINAE. Barrantes (2010) realizó una actualización denominada “Metodología para la Evaluación Económica de Daños Ambientales”, orientado hacia la gestión institucional y social del daño ambiental, en este marco se desarrollaron sucesivas capacitaciones a personal técnico de instituciones públicas de los sectores ambiente y justicia del Sistema de Integración Centroamericano. Más recientemente, estos elementos metodológicos han sido recogidos en el “Manual de indicadores para la valoración económica de daños ambientales en recursos marino costeros” (2014) cuyo objetivo es brindar mayores conocimientos a los funcionarios del TAA.

**Caso: Parque Nacional Palo Verde**

*Fecha: abril de 2004*

*Lugar: Área de Conservación Arenal Tempisque, Parque Nacional Palo Verde, tiene una extensión de 19,600 ha y cuenta con el reconocimiento de Humedal de Importancia Internacional (Sitio Ramsar). Costa Rica.*

*Descripción: se detectó fuego en parcelas con fines agrícolas, el cual ingresó al interior del parque devastando 448.46 ha de bosque seco, bosque de palma real, matorral, herbazal acuático e inundado entre otros.*

*Metodología empleada: se utilizó la Evaluación del Daño Ambiental (EEDA), estableciendo que la conservación inicial del sitio era de 65.5% reflejando afectaciones previas, y el estado de conservación final fue de 20.5% determinando que aún es posible la restauración del ecosistema.*

*Monto determinado: los costos necesarios para alcanzar de nuevo el estado inicial requieren US\$1,326,866 y tomará 32.7 años lograrlo. Los costos de restauración se definieron en US\$823,626 y los US\$503,240 restantes se puntualizaron como costos sociales. Para este caso no se determinaron costos de atención a emergencia.*

<sup>1</sup> Como lo documenta Vega Araya (2004), se ha utilizado en casos conocidos como “Dos Pinos, del Ingenio Taboga, Resolución Ministerial en Ecuador, Estándar Fruit Co., y RNVS Caño Negro.”

La metodología de Evaluación Económica del Daño Ambiental que Barrantes ha propuesto, abarca principalmente dos componentes:

1. Evaluación de aspectos biofísicos, identifica los elementos naturales dañados y se establece su magnitud mediante un conjunto de criterios e indicadores por recurso natural afectado concluyendo en la determinación del costo de restauración.
2. Evaluación de los aspectos sociales Compensación social por los beneficios perdidos mientras el ecosistema no alcance el nivel previo al desastre

## **Panamá**

En el año 2015 fue creado el Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) de Panamá, asumiendo las funciones que previamente desarrollaba la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Las atribuciones emanadas de la Ley General de Ambiente establecen en su art. 108 que quien “produzca daño al ambiente o a la salud humana, estará obligado a reparar el daño causado, aplicar medidas de prevención y mitigación y asumir los costos correspondientes.”

Para el debido cumplimiento de las obligaciones de Ley relacionadas con la cuantificación económica del daño, MIAMBIENTE cuenta con una organización institucional que incluye una Unidad de Economía Ambiental<sup>2</sup>, la cual es un área técnica con personal especializado que se dedica a elaborar informes de estimación del valor económico del daño<sup>3</sup>. El informe se basa a su vez en el reporte técnico, seguidamente se hace una relación con el marco legal vigente que vincula el daño ambiental, la obligación de restitución de los recursos naturales que se han con el impactado.

La determinación de la valoración económica del daño ambiental se basa en los siguientes criterios:

- Impactos establecidos en el informe técnico de inspección en la cual se describen las afectaciones específicas
- Información económica de referencia, que a su vez retoma los resultados del trabajo denominado “Valoración Económica de Recursos Naturales y Diseño de Sistemas de

### **Caso: Incendio de Bosque y otros tipos de vegetación en Reserva Hidrológica Filo del Tallo - Canglón**

*Fecha: marzo de 2015*

*Lugar: comunidades de El Lirial, El Totumo, Aligandí, zona baja entre Filo del Tallo y la cuenca baja de Santa Bárbara Chucunaque, distrito de Pinogana, provincia de Darién, Panamá.*

*Descripción: la superficie afectada por el incendio fue de 1,118.9 hectáreas de bosque y otros tipos de vegetación, dentro de las áreas protegidas Reserva Hidrológica Serranía Filo del Tallo y Reserva Forestal Canglón.*

*Metodología empleada: debido a las afectaciones, se empleó (1) Precios de mercado para estimar el valor de la madera, leña y CO<sub>2</sub>, (2) Método de Transferencia de Beneficios para estimar la pérdida de servicios ambientales de bosque y otros tipos de vegetación, (3) Costos de restauración para restablecer la vegetación perdida.*

*Monto determinado: Valor Económico Total de US\$2,161,418.5 reflejando el valor del CO<sub>2</sub>, los servicios ambientales y la reposición de la vegetación.*

<sup>2</sup> Ver organigrama en <http://www.miambiente.gob.pa/index.php/en/classifieds/antecedentes> (consultado en septiembre de 2016)

<sup>3</sup> Comunicación personal con el Ingeniero Eustorgio Jaen, jefe de la Unidad de Economía Ambiental. Ministerio de Ambiente de Panamá. (Septiembre de 2016)

Cuentas Ambientales Satélites en el Marco de las Cuentas Nacionales de Panamá” (ANAM 2006), documento citado en el caso Filo de Tallo – Canglón (ver cuadro del caso).

- La estimación de costos de restauración o recuperación del bosque se realiza utilizando información de costos de reforestación en Panamá.
- Aplicación de otras metodologías de valoración económica reconocidas internacionalmente.

Entre los temas que más frecuentemente se atienden son tala de bosques, contaminación de aguas, e incendios forestales, en relación a las metodologías más utilizadas se recurre a enfoque básicos como costo de restauración, precios de mercado y transferencia de beneficios.

## **Chile**

Según la legislación vigente<sup>4</sup>, se establece que el daño debe de tener origen antropogénico para considerar su existencia. En relación a la responsabilidad de quien ocasione el daño, se presume que existe cuando hay infracción a las normas de calidad ambiental, normas de emisiones, normas de preservación o conservación ambiental y otros planes. Además, debe de ser acreditada la relación causa efecto de dicha infracción para que exista indemnización. Sin perjuicio de las sanciones que señale la ley, todo el que culposa o dolosamente cause daño al medio ambiente, estará obligado a repararlo materialmente a su costo, si ello fuere posible, e indemnizarlo en conformidad a la ley. Estos elementos condicionan de cierta forma la demostración de existencia del daño ambiental.

En relación a la institucionalidad, el año 2010 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y Superintendencia del Medio Ambiente, mientras que en el 2012 se crean los Tribunales Ambientales facultados para atender demandas por responsabilidad por daño ambiental.

Se ha elaborado una “Metodología para la Determinación del Daño Ambiental” (2012) con el apoyo de la Pontificia Universidad Católica de Chile a solicitud de la Superintendencia de Medio Ambiente, la cual establece los siguientes componentes:

**Caso: Daño ambiental en Quebrada de La Plata por extracción ilegal de Minerales, Maipú\***

*Fecha: marzo de 2015*

*Lugar: zona de la Quebrada La Plata, Municipalidad de Maipú, Región Metropolitana, Chile.*

*Descripción: se ha realizado una explotación minera en más de 40 Has. Sin contar con la autorización ambiental, afectando ecosistemas sensibles en un área de Preservación Ecológica. Se removió suelo, eliminó vegetación xerofítica y bosque nativo y se realizaron vertimientos de materiales sedimentarios en el cauce de la Quebrada de La Plata.*

*Conclusión del Tribunal Ambiental: ha habido pérdida, menoscabo significativo a la flora, cauce de la Quebrada, además de afectaciones en suelo, flora y paisaje por tanto hay daño ambiental en la Quebrada de La Plata.*

*Resuelve: condena a la Minera Española Chile Limitada a reparar el daño en el medio ambiente, de acuerdo a lo siguiente: (1) Plan de recuperación de suelos –con directrices del Servicio Agrícola y Ganadero-, (2) Plan de Reforestación – de acuerdo a especificaciones de la Corporación Nacional Forestal-, y (3) Despeje y restitución del cauce de la Quebrada de La Plata a su estado originario - conforme directrices de la Dirección General de Aguas de la Región Metropolitana-.*

*\*Sentencia del Tribunal Ambiental/ ID: D-15-2015*

<sup>4</sup> Ley sobre las Bases Generales del Medio Ambiente (1993).

- Ecología, biodiversidad y recursos naturales
  - Salud de la población
  - Patrimonio sociocultural
  - Otros componentes
1. La Metodología plantea una primera etapa en la que se determina el daño o peligro del daño inminente, para lo cual establece una forma de cálculo cualitativo (o niveles) para todos los componentes, concluyendo en un indicador de riesgo global mediante el cual se define:
    - a. Si deben de tomarse medidas cautelares para evitar un daño, o
    - b. Se procede a calcular el daño consumado.
  2. En una segunda etapa se procede a la caracterización y peligro de daño, haciéndose necesario una caracterización del daño ambiental, significancia para todos los componentes, cálculo de la cualificación de la irreparabilidad, importancia, peligro y riesgo global. Para esta caracterización se establecen diferentes categorías las cuales reflejan escalas para cada uno de los factores, al final se ponderan determinando la magnitud del daño.

## ***México***

Se ha desarrollado una legislación especial denominada Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (2013), la cual regula lo relacionado a los daños al ambiente, reformó disposiciones relativas a otras legislaciones sobre protección del ambiente, vida silvestre, residuos, recurso forestal, aguas nacionales, navegación, bienes nacionales y código penal. La entidad responsable de vigilar el cumplimiento de las leyes en materia ambiental es la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la cual es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con autonomía técnica y operativa.

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental define como daño la “pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables de los hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan”. Asimismo establece que el régimen de responsabilidad por daño debe considerar valores económicos, sociales y ambientales para garantizar el desarrollo nacional sustentable. Este marco legal establece que los daños deben de ser reparados hasta llegar a su Estado Base y restituirse en el mismo lugar en donde se ocasionó el daño.

En el marco del procedimiento judicial, se ha establecido que para la determinación de las medidas de reparación y compensación ambiental se considerará:

- |  |   |
|--|---|
| • El criterio de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio;             | mismo tipo, calidad y cantidad que los dañados;   |
| • Las acciones que proporcionen recursos naturales o Servicios Ambientales del | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las mejores tecnologías disponibles;</li> <li>• Su viabilidad y permanencia en el tiempo;</li> </ul> |

- El costo que implica aplicar la medida;
- El efecto en la salud y la seguridad pública;
- La probabilidad de éxito de cada medida;
- El grado en que cada medida servirá para prevenir daños futuros y evitar riesgos como consecuencia de su aplicación;
- El grado en que cada medida beneficiará al ecosistema dañado;
- El grado en que cada medida tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales de la localidad;
- El periodo de tiempo requerido para la recuperación de los ciclos biológicos que fueron afectados por el daño causado al ecosistema;
- El grado en que cada una de las medidas logra reparar el lugar que ha sufrido el daño ambiental, y
- La vinculación geográfica con el lugar dañado.

Adicionalmente es importante señalar que esta normativa crea el Fondo de Responsabilidad Ambiental, el cual tiene por objeto el pago de la reparación de los daños que por razones de urgencia no sea posible esperar un resultado, también puede financiar estudios e investigaciones que el juez, SEMARNAT o PROFEPA requieran realizar. Este Fondo es alimentado por sanciones establecidas en este mismo marco legal así como otros recursos que se obtengan.

### ***Estados Unidos***

En 1980 se aprobó la Ley de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental (CERCLA por sus siglas en inglés), la cual estableció obligaciones financieras a las industrias químicas y petroleras, destinando recursos para acciones de remediación y restauración de sitios contaminados con sustancias peligrosas, a través del denominado Superfund. La CERCLA en la Sección 107 (a) establece las condiciones de Responsabilidad sobre la cobertura de los costos de recuperación por los daños, la cual comprende el costo de las acciones de remoción y remediación incurridos por el Gobierno, Estado y las Tribus Indias, incluyendo los costos de la evaluación de la salud o los efectos derivados de dichos estudios. Asimismo, en la Sección 108 (a)(1) define los montos de dinero equivalente a la Responsabilidad Financiera demostrable de acuerdo a la carga de sustancias peligrosas que la embarcación transporte, las formas de respaldar podrán ser seguros, garantías, fianzas o una combinación de ellas.

Los recursos se destinan a dos grandes áreas: (1) sustancias y desechos peligrosos (vinculado al Superfund), y (2) derrames de petróleo (cubierto por otro fondo facultado por Oil Spill Liability Fund), con el objeto de atender emergencias y asumir la responsabilidad por la limpieza y restauración de los sitios. Las sustancias contaminantes atendidas son principalmente: asbesto, dioxinas, cromo, mercurio, plomo, bifenilos policlorados, contaminantes orgánicos persistentes, radiación, entre otros, las cuales usualmente están asociadas los medios siguientes: minas abandonadas, sedimentos contaminados, efectos ambientales y ecológicos en suelos y agua (superficial y subterránea).

En relación al daño y remediación la Agencia de Protección Ambiental<sup>5</sup> (EPA por sus siglas en inglés) cuenta con dos áreas de trabajo, una destinada a la evaluación del riesgo ecológico (ERA) y la otra para la evaluación del daño en los recursos naturales (NRDA). En el caso de la NRDA, los daños se clasifican en dos tipos:

- Tipo A los que ocurren en ambientes costeros o marinos. Involucra procesos que se apoyan en modelos computacionales para evaluar el daño resultante del derrame de productos químicos o petróleo en la costa o ambientes marinos.
- Tipo B: Otro tipo de ecosistemas. Son situaciones que requieren un enfoque individual.

En ambos tipos de situaciones se ha definido una secuencia de fases necesarias para la evaluación del daño, a continuación, se presenta una síntesis del proceso en el cuadro 6:

**Cuadro 6. Evaluación del Daño en los Recursos Naturales (NRDA)**

	Fase	Descripción
1.	Preevaluación	Determina si es necesario asegurar acciones adicionales. Los fideicomisarios (administradores del Fondo) determinan si ha ocurrido una lesión y si existe un patrón de exposición
2.	Plan de Evaluación	Si se toma la decisión de realizar una evaluación del daño, entonces se requiere la elaboración de un plan
3.	Implementación de la Evaluación	Debe hacer acopio de los datos necesarios para determinar las lesiones y daños. Los trabajos se desarrollan en tres pasos: 1. Determinación de los daños, 2. Cuantificación, y 3. Determinación de los daños
4.	Post –evaluación	Un reporte de evaluación debe de ser preparado

Fuente: elaboración propia a partir de información NRDA.

Particularmente en el caso de los derrames de petróleo la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica por sus siglas en inglés)<sup>6</sup> las regulaciones aplicables están determinadas por una Ley sobre contaminación por petróleo (Oil Pollution Act –OPA–), la cual constituyó un fondo especial que se nutre de los impuestos provenientes del petróleo<sup>7</sup>. La NOAA ha establecido un marco para realizar las evaluaciones de daño en los recursos naturales, denominado Programa de Evaluación del Daño, Remediación y Restauración (DARRP)<sup>8</sup> a continuación en el cuadro 7 se resumen sus fases:

**Cuadro 7. Evaluación del Daño, Remediación y Restauración (DARRP)**

Fase	Descripción
1. Preevaluación	Recolección de datos sensibles al paso del tiempo, búsqueda de investigaciones disponibles según el tipo de lesión y determinación de especies afectadas
2. Planificación de la restauración	1. Debe evaluar la lesión o daño en los recursos naturales (bienes o servicios). Debe cuantificar el grado, extensión espacial y temporal del daño, comparado con las condiciones de una línea de base.

<sup>5</sup> <https://www.epa.gov/superfund/natural-resource-damages-eras-and-nrdas#ecological> (consultado en septiembre de 2016).

<sup>6</sup> <https://www.epa.gov/superfund/natural-resource-damages-eras-and-nrdas#noaa> (consultado en septiembre de 2016).

<sup>7</sup> Mejía, H. (2014)

<sup>8</sup> <https://darrp.noaa.gov/getting-restoration/assessment> (consultado en septiembre de 2016)

Fase	Descripción
	2. Definir las opciones de restauración, en función de la escala se establecen las acciones de restauración primaria para compensar la pérdida temporal de servicios perdidos para volver a su condición de línea de base y en caso de no ser posible definir la compensación
3. Implementación de la restauración	El plan de restauración debe ser presentado al potencialmente responsable para su implementación o a la instancia que gestiona el fideicomiso para su financiamiento.

Fuente: elaboración propia a partir de información DARRP

Un elemento destacable a lo largo del proceso (ya sea el NRDA o DARRP) es la participación de la comunidad, la cual es informada en cada etapa sobre las medidas que se implementarán, se establecen centros de documentación para atender consultas (preguntas y respuestas), asimismo hacia el final de la remediación se definen conjuntamente los usos futuros que los sitios pueden tener como destinarse a infraestructura pública, usos recreaciones y ecológicos inclusive.

## ***Europa***

El Parlamento Europeo estableció en el 2004 la Directiva 2004/35/CE, la cual define condiciones para que los países miembros acaten disposiciones sobre la responsabilidad ambiental en relación a la prevención y reparación de daños. Estas disposiciones no limitan el accionar de cada uno de los miembros hacia la adopción de reglamentación más rigurosa aplicable a cada Estado.

El ámbito de actuación es tanto la acción preventiva como la reparadora. Los costos asociados a las acciones preventivas y reparadoras deben ser sufragados por el operador o ente que desempeña o controla las actividades profesionales, además deberán rendir una garantía financiera inclusive contar con cobertura en casos de insolvencia para hacer frente a las responsabilidades de cumplimiento de la reparación.

En dicha Directiva, se establecen algunos criterios que determinan cuando el daño se considera con efectos adversos así como significativos. En relación a la reparación de daños en las aguas o especies y hábitats naturales protegidos se instauran los siguientes conceptos:

- a. Reparación Primaria, comprende las medidas que restituyen los recursos naturales y/o servicios dañados a su estado básico.
- b. Reparación Complementaria, medidas adoptadas para compensar lo que la reparación primaria no haya podido restituir.
- c. Reparación Compensatoria, comprende las pérdidas provisionales de recursos naturales producidas desde el momento en que ocurrió el daño hasta la reparación primaria.

- d. Pérdidas Provisionales, asociadas al hecho que los recursos dañados no pueden desempeñar sus funciones hasta que se restauren a la condición básica, por medio de la ejecución de la reparación primaria y complementaria. Este aspecto no implica compensación financiera al público.

La determinación de medidas reparadoras podrá incluir acciones para restituir los recursos naturales a su estado básico de forma acelerada o mediante la recuperación natural. La magnitud de dichas medidas será basada en criterios de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio, es decir que las acciones deberán dar por resultado recursos o servicios mejorados del mismo tipo, calidad y cantidad que los dañados, si esto no es posible entonces se proporcionarán recursos naturales o servicios de recursos naturales alternativos.

En los casos que no sea posible utilizar criterios preferentes de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio, se aplicarán técnicas de valoración alternativas, fijando el método de cálculo para la valoración monetaria, magnitud de las medidas reparadoras complementarias y compensatorias necesarias. Pueden presentarse situaciones en donde no es posible valorar los recursos naturales y/o servicios de reposición en un plazo o con unos costos razonables, se recurrirá medidas reparadoras cuyo costo sea equivalente al valor monetario aproximado de los recursos naturales y/o servicios perdidos.

La aplicación de la Directiva debía ser efectiva a más tardar en 2007, sin embargo esto se alcanzó hasta el 2010<sup>9</sup>, además los Estados miembros informaron sobre su aplicación en el 2013 y el reporte consolidado de la experiencia ganada se elaboró en 2014 sometiendo los resultados al nivel político y solamente fue adoptado hasta abril de 2016 según se informa<sup>10</sup>. El número de casos reportados que incluyen estimaciones de costos es de 142 y los costos remediales reportados alcanzan los €179,533,079<sup>11</sup>. Uno de los casos emblemáticos en Europa y en parte dio motivo a establecer la Directiva Marco, es el conocido caso de la mina

**Caso: Afectación del Parque Nacional de Doñana por tóxicos de la mina Aznalcóllar (España)**

*Fecha: abril de 1998*

*Lugar: la mina se ubica en el municipio de Aznalcóllar, provincia de Sevilla, Andalucía, España. Dicho municipio se encuentra en la ribera del río Guadiamar. El Parque Nacional Doñana está declarado como Reserva de Biósfera.*

*Descripción: la presa que contenía los residuos mineros de la empresa Boliden se rompió afectando el Parque Nacional de Doñana contaminando 20 km a lo largo del río Guadiamar y 1 km. de ancho. Los lodos tóxicos derramados afectaron más de 4,000 hectáreas en el entorno del parque de Doñana.*

*Medidas establecidas: (1) realizar arados para mezclar superficies contaminada con suelos menos contaminados, (2) limpiar lodos de la superficie, (3) añadir caliza para neutralizar, (4) añadir otros compuestos orgánicos, y (5) plantar vegetación que absorba metales y evitar su utilización agrícola.*

*Monto estimado: inicialmente se estableció en €180,000,000, la Junta de Andalucía invirtió €89,000,000 en la limpieza de residuos. Hasta el momento la empresa sueca Boliden ha recurrido a distintas instancias judiciales sin responder económicamente por los impactos causados.*

<sup>9</sup> Unión Europea (2013).

<sup>10</sup> Información basada en el sitio oficial de la Comisión Europea: <http://ec.europa.eu/environment/legal/liability/>

<sup>11</sup> European Commission (2016).

Aznalcóllar y la afectación del Parque Nacional Doñana en Sevilla, Andalucía, España (se presenta un resumen del caso en el recuadro de arriba).

## Metodología Evaluación Económica del Daño Ambiental (EEDA)

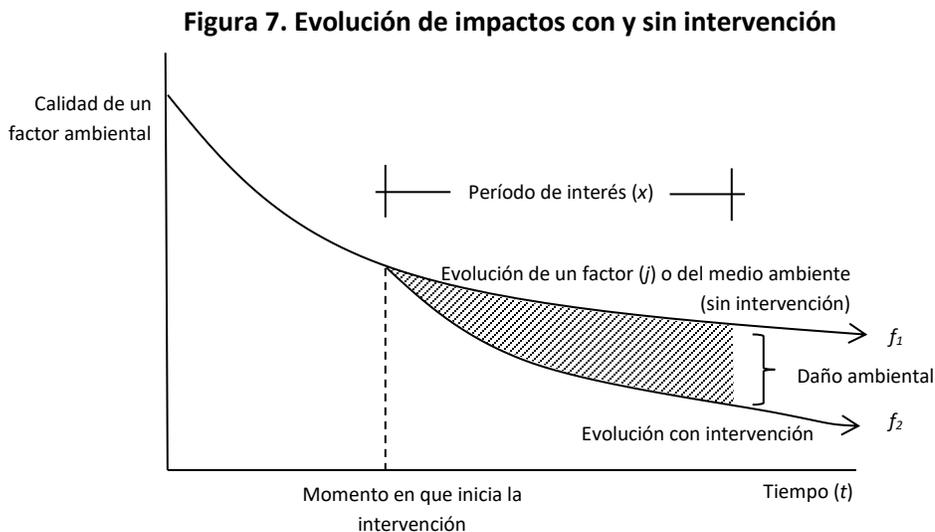
La Evaluación Económica del Daño Ambiental (EEDA) ha sido diseñada para proporcionar a los tomadores de decisión y evaluadores del daño ambiental, una herramienta para gestionar de manera más eficiente y efectiva el daño ambiental. Barrantes (2010) plantea que “el daño ambiental representa la diferencia entre la situación con y sin intervención, lo que obliga a conocer la condición del factor antes y después de la afectación.” Lo anterior tiene una expresión matemática en la siguiente ecuación:

$$DA_j = \int_{t_0}^x [f_1(t) - f_2(t)]dt$$

Siendo:

- $DA$ : Daño ocasionado al recurso  $j$
- $f_1(t)$ : comportamiento del recurso natural previo al daño
- $f_2(t)$ : comportamiento del recurso natural una vez sufrida la afectación
- $t$ : tiempo
- $x$ : tiempo que perdura la afectación

Estos posibles escenarios de comportamiento de los recursos naturales se ilustran en la figura 7, que ha sido modificada a partir de Gómez (1994) citado por Barrantes (2010):



La metodología elaborada por Barrantes, ha sido adaptada para el contexto institucional y legal de El Salvador, es por ello que no se sigue paso a paso como el autor plantea, sin embargo, en términos generales se han cubierto todas las áreas.

### **Componentes de la EEDA**

Para aproximar el daño ambiental se plantean los siguientes componentes en el cuadro 8:

**Cuadro 8. Componentes del Daño Ambiental,**

Daño Ambiental	Componentes	
	Biofísico	Determinar el tipo de alteración y recursos afectados. En función de ello deben fijarse las medidas necesarias para restablecer el funcionamiento del ecosistema.
Social	Constituirá la compensación. Son los beneficios sociales que se dejaron de percibir con la afectación de los recursos naturales y las acciones necesarias para llevar al estado previo al daño.	

Fuente: elaboración propia basada en Barrantes (2010).

Adicionalmente a estos elementos, hay que considerar los costos de gestión institucional y social derivados de atender y controlar el daño asociado. Por tanto, establece lo siguiente:



### **Selección de panel de expertos**

Para contar con capacidad técnica de aplicar la EEDA, es necesario definir un equipo técnico que aglutine distintas especialidades que sean concordantes al tipo de situación que se está evaluando. Este equipo técnico se denominará *panel de expertos* quienes deben reunir requisitos de formación académica que lo acredita como tal (currículum vitae con atestados: títulos, diplomas, sellos profesionales, etc.), experiencia en el desempeño profesional y conocimiento del sitio entre otros.

El panel de expertos tendrá bajo su responsabilidad la aplicación de la EEDA y la elaboración del dictamen pericial, que contendrá la cuantificación del daño ambiental expresado en medidas de restauración, su calendario de ejecución y costos totales. Asimismo, estos expertos tendrán el carácter de peritos si el caso trasciende al ámbito judicial.

### **Descripción de la actividad sujeto de la evaluación de daños**

Debe describirse la ubicación geográfica, ilustrarse mediante imágenes y mapas de distinto tipo de tal forma que el evaluador tenga una idea completa del giro de la actividad, entorno en el cual está emplazado, los insumos que se utilizan y distintos tipos de emisiones que genera.

Asimismo, debe resumir su situación legal en el MARN, es decir cuenta con permiso, si se han realizado auditorías y sus principales hallazgos, así como si se han dictaminado medidas preventivas o inclusive procesos sancionatorios. Lo importante de revisar estos antecedentes es que se fija un punto en el tiempo previo al desempeño de la actividad y puede servir de referencia en el caso de

un daño vinculado a la misma y las acciones que el titular de la actividad ha desarrollado para atenuar o mitigar los impactos.

En esta etapa es recomendable realizar una visita de campo o inspección en la cual se documente mediante (fotos, videos, entrevistas, actas, etc.) la actividad en cuestión, el equipo técnico deberá estar conformado por diferentes especialistas que puedan emitir opinión sobre el efecto de dicha actividad en los recursos naturales en el sitio y sus alrededores.

Producto de la inspección realizada, deberá generarse un informe técnico de identificación y cuantificación de daños ambientales (ver anexo 2) ocasionados por el accionar de la actividad que está siendo evaluada, para lo cual deberán de:

1. Identificar los impactos ambientales en cada uno de los recursos analizados. Los impactos pueden ir desde una pérdida, disminución, deterioro o perjuicio de los elementos que componen el ambiente (ver figura 2)
2. Determinar la existencia de daño ambiental y su clasificación (de acuerdo al art. 5 de la LMA), para lo cual deberá establecerse (ver cuadro 2):
  - Efecto en el tiempo: irreversible, temporal, reversible y/o persistente
  - Gravedad del daño: si pone en peligro la salud de grupos humanos, ecosistemas o especies de flora y fauna, así como sus efectos son irreversibles, entonces se considera grave.
3. Medidas de restauración en cada recurso analizado, costos y plazo en el cual deben implementarse.

De acuerdo con la EEDA debe realizarse una clasificación del potencial ecológico del recurso natural como una etapa primaria, sin embargo, esta finalidad se supera con creces al realizar este análisis de daños, además de constituir un mecanismo institucional ya establecido.

## Identificación de beneficios generados por los recursos naturales

Es necesario reconocer el aporte que realizan los recursos naturales en términos de beneficios a la sociedad, como se ha explicado hay una relación entre los servicios ecosistémicos y bienestar humano (figura 3), es por ello que en este proceso de análisis hay que puntualizar estas relaciones. Barrantes (2010) proporciona una matriz en la cual se relacionan los diferentes recursos naturales (Cuadro 10) y categorías de beneficios sociales, para una mejor comprensión a continuación se exponen las categorías en el cuadro 9:

**Cuadro 9. Definición de beneficios asociados a los recursos naturales**

Categoría de beneficio social	Definición	Ejemplos
Materia Prima	La naturaleza aporta diversos insumos para el aprovechamiento en distintas actividades	Madera y leña, aire, suelo, agua para diversos usos, rocas y arena, pesca, etc.

<b>Categoría de beneficio social</b>	<b>Definición</b>	<b>Ejemplos</b>
Consumo	Bienes y servicios destinados al aprovechamiento humano	Muebles elaborados a partir de madera, aire limpio, papel a partir de celulosa, materiales para la construcción, entre otros.
Seguridad	Posibilidad de abastecimiento para necesidades futuras.	Garantizar que los recursos estén disponibles para uso en el futuro
Esparcimiento	Capacidad del medio natural de ofrecer tranquilidad, recreación e inspiración.	Oportunidades de disfrutar de paz, tranquilidad, aire limpio, belleza escénica y otras actividades al aire libre.
Desarrollo espiritual	Crecimiento en armonía con la naturaleza. Fortalecimiento de la creatividad y de la fortaleza emocional para contribuir y participar positivamente en la sociedad.	Confort y tranquilidad que produce la naturaleza, contribuyendo a disminuir la congestión del diario vivir, fortalecer los lazos de familiaridad y amistad con relaciones sanas al disfrutar y compartir experiencias
Protección a desastres	Condiciones más adecuadas para lograr reducir o evitar el impacto de los desastres naturales y las áreas de riesgo.	Una cobertura vegetal en buenas condiciones presta un excelente servicio de protección al suelo, disminuye el arrastre de sedimentos, propiciando infiltración, disminuyendo posibilidades de inundaciones y deslizamientos.
Protección a la salud	Calidad del ambiente, reducción de enfermedades	Regulación a poblaciones de vectores: una condición de ambiente sano minimiza las condiciones para la proliferación de plagas y permite el equilibrio de estas poblaciones y sus predadores.

Fuente: modificación a partir de Barrantes (2010).

Estos beneficios organizados en categorías no deben comprenderse como algo restrictivo, es una forma de organizarlos para su mejor comprensión. Ahora debe establecerse una relación más específica entre los recursos naturales y los beneficios que la sociedad puede percibir en un sitio determinado, es por ello que en el cuadro 10 se vincula los recursos naturales más específicos con las grandes categorías de bienestar que aportan. Si se vuelve al ejemplo de la figura 4 del ecosistema de manglar y sus beneficios, es posible asociarlos en el cuadro de tal forma que la madera es una materia prima, la pesca y la leña son parte de beneficios para el consumo, el control de crecidas e inundaciones así como la protección de línea de costa se asocia a protección a desastres, mientras que el paisaje y los servicios de recreación es parte tanto del esparcimiento como del desarrollo espiritual. Es evidente que este es un cuadro muy general e indicativo por lo que en cada caso se adaptará en función de los recursos presentes en el ecosistema que se está evaluando.

En síntesis, lo que se pretenden resaltar el vínculo de la calidad de los recursos naturales y beneficios que la sociedad percibe, de tal forma que una afectación de los mismos se refleja en una disminución del bienestar de las personas.

Del análisis de beneficios se desprenden los criterios para evaluar el daño ambiental, los cuales permitirán valorar el estado inicial y final de los recursos naturales presentes en el ecosistema. En cada caso los criterios deberán ser definidos para determinar el alcance o interpretación.





De forma similar también pueden identificarse los impactos que distintas actividades pueden ocasionar en los recursos naturales, los cuales eventualmente se pueden catalogar como daños ambientales. Este análisis de impactos lo desarrolla cada área administrativa del MARN según las funciones definidas y especialistas con los que cuenta. Como ilustración en el cuadro 11 se relacionan algunas actividades que pueden causar daños y los recursos que pueden afectar, considerando siempre el ejemplo del ecosistema de manglar.

Retomando el tema de los criterios para realizar la evaluación del daño ambiental y siguiendo con el ejemplo del ecosistema de manglar, en el cuadro 12 se presentan unos criterios sugeridos que pueden útiles para una evaluación de daño y su definición general, una vez se aplique en un caso la definición deberá hacer referencia a las condiciones del sitio.

**Cuadro 12. Definición de los criterios de evaluación**

<b>Criterio</b>	<b>Aspectos que lo fundamentan</b>
<b>Calidad del agua</b>	Una buena calidad de agua permite el desarrollo de vida acuática así como refleja la circulación de agua entre mareas permitiendo un nivel de salinidad apropiado para este tipo de ecosistema
<b>Estado del manglar</b>	La funcionabilidad del ecosistema está asociada al estado de conservación de los árboles de mangle considerando la densidad, diámetro, altura, variedad de especies así como la extensión de la masa boscosa, incluyendo la calidad del ecosistema de transición así como áreas perturbadas.
<b>Diversidad de fauna</b>	Los manglares dan acogida a diversidad de especies, entre aves, crustáceos y peces, los cuales pueden tener o no un aprovechamiento consuntivo
<b>Recurso pesquero</b>	Se conoce que hay abundancia de recurso pesquero que es aprovechado por la población
<b>Paisaje</b>	Hay belleza escénica relevante que propicia la visitación de diferentes puntos a lo largo del ecosistema

### ***Determinación del daño ambiental***

Un paso obligado es tratar de determinar un estado inicial previo a la ocurrencia del desastre o daño ambiental, usualmente se carece de una línea base específica para cada sitio<sup>12</sup>, sin embargo existen otros recursos de los cuales valerse para generar un escenario previo a la ocurrencia del impacto. Lo importante de la EEDA es que plantea el establecimiento de un grupo de expertos, quienes desde su especialidad contribuyen de forma ponderada a apreciar un estado de conservación inicial y final, lo cual será fundamental para dimensionar la envergadura del daño.

### ***Evaluación del Estado de Conservación del Sitio***

Para realizar la evaluación del estado de conservación del sitio es necesario que el panel de expertos realice una ponderación para determinar el peso relativo que se le asignará a cada uno de los

<sup>12</sup> Sería ideal pero difícil, ya que requeriría cuantiosos recursos para tener una base actualizada permanentemente a una escala acorde a las necesidades de una investigación como la que se requiere en estos casos.

criterios en el contexto del territorio o ecosistema, esta actividad consiste en calificar individualmente cada uno de los criterios cuya suma por experto debe acumular 100.

De acuerdo al ejemplo del ecosistema de manglar y suponiendo que hay 6 expertos en el panel, las calificaciones podrían ser:

**Cuadro 13. Ponderación de los indicadores seleccionados - calificación de los expertos**

Expertos	Indicadores				
	Calidad del agua	Estado del manglar	Diversidad de fauna	Recurso pesquero	Paisaje
1	20	15	25	15	25
2	20	30	30	10	10
3	15	25	30	20	10
4	10	35	35	15	5
5	15	40	30	10	5
6	10	25	25	30	10
<b>Promedio</b>	<b>15.0</b>	<b>28.3</b>	<b>29.2</b>	<b>16.7</b>	<b>10.8</b>

Utilizando la ecuación 1 (ver Anexos) se define una ponderación para los criterios, el resumen se muestra en el cuadro 14.

**Cuadro 14. Criterios ambientales seleccionados y su respectiva ponderación para la evaluación del estado de conservación del sitio de estudio.**

Criterio	Ponderación
Calidad del agua	15.0
Estado del manglar	28.3
Diversidad de fauna	29.2
Recurso pesquero	16.7
Paisaje	10.8
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

La etapa siguiente requiere la evaluación del estado actual de los recursos naturales representados a través de los criterios seleccionados, la calificación se realiza utilizando la escala de 1 a 10, en donde 10 representa un nivel óptimo de conservación y 1 corresponde a un bajo nivel de conservación. El panel de expertos realiza una ronda de calificación de los criterios, tomando en cuenta que el escenario de evaluación es previo a la ocurrencia del daño ambiental, para lo cual se auxilian de inspecciones de campo realizadas y otros informes generados por el MARN u otras fuentes bibliográficas.

**Cuadro 15. Evaluación del estado de conservación - opinión de expertos**

Expertos	Indicadores				
	Calidad del agua	Estado del manglar	Diversidad de fauna	Recurso pesquero	Paisaje
1	9	8	8	7	9
2	8	8	8	8	9
3	8	8	7	7	8
4	8	7	7	8	8
5	8	8	7	8	9
6	9	8	8	8	9
<b>Promedio</b>	<b>8.3</b>	<b>7.8</b>	<b>7.5</b>	<b>7.7</b>	<b>8.7</b>

Siempre en consonancia con la ecuación 2 (ver anexos) se ponderan las calificaciones de los expertos con el peso relativo asignado a los criterios, como resultado se tiene un índice de conservación del sitio, previo al evento de daño ambiental como se muestra en el cuadro 16. Para realizar esta calificación los expertos deben apoyarse además de su conocimiento y experiencia, en información documental y otras herramientas tecnológicas que permitan representar una situación o escenario previo al incidente ambiental.

Los valores que se presentan en los cuadros 13 y 15 son hipotéticos y solamente pretenden ilustrar el caso del manglar que se ha estado utilizando como ejemplo. Los resultados de la evaluación inicial del sitio se presenta en el cuadro 16, el cual se encuentra en un nivel de conservación de 78.7% (se ha escalado el porcentaje para facilitar su comprensión), por tanto se reconoce que los recursos naturales no se encuentran en un 100% de conservación y ya existe un cierto nivel de degradación del ecosistema que no puede ser atribuido al actual evento de daño ambiental.

**Cuadro 16. Evaluación del estado de conservación**

Criterio	Calificación	Calificación ponderada (%)
Calidad del agua	8.3	1.25
Estado del manglar	7.8	2.22
Diversidad de fauna	7.5	2.19
Recurso pesquero	7.7	1.28
Paisaje	8.7	0.94
<b>Total</b>		<b>7.87</b>

## Índice de afectación de la zona de estudio

En esta etapa debe determinarse el impacto que el incidente ambiental ha ocasionado en cada uno de los criterios en evaluación. Se realiza una nueva ronda de calificaciones por parte de los expertos, considerando la escala de 1 a 10, siendo 1 como el nivel más bajo (una gran afectación) y 10 el nivel más alto de conservación de los servicios ambientales<sup>13</sup>, para ello debe de tomarse en cuenta la información disponible del sitio (inspecciones, informes, fotografías, etc.). Los resultados hipotéticos sobre el caso del ecosistema de manglar se presentan en el cuadro 17, para lo cual se aplica la ecuación 2 (anexos), mientras que para obtener el índice de afectación se utiliza la ecuación 4 (anexos).

**Cuadro 17. Evaluación del índice de afectación - opinión de expertos**

Expertos	Indicadores				
	Calidad del agua	Estado del manglar	Diversidad de fauna	Recurso pesquero	Paisaje
1	5	4	3	3	6
2	4	4	4	4	7
3	4	4	4	4	5
4	4	4	4	4	5
5	3	4	3	4	5
6	3	3	3	3	5
<b>Promedio</b>	<b>3.8</b>	<b>3.8</b>	<b>3.5</b>	<b>3.7</b>	<b>5.5</b>

La evaluación global en este caso sería de 38.9% como se visualiza en el cuadro 18, sin embargo, este es un valor nominal al cual hay que descontar la degradación inicial del sitio, por tanto en el ejemplo del ecosistema de manglar el nivel de conservación final viene dado por la aplicación de las ecuaciones 5 y 6 (anexos), es decir  $78.7\% \times 38.9\% = 30.61\%$ , el cual si es atribuible al evento de daño ambiental.

**Cuadro 18. Evaluación del índice de afectación**

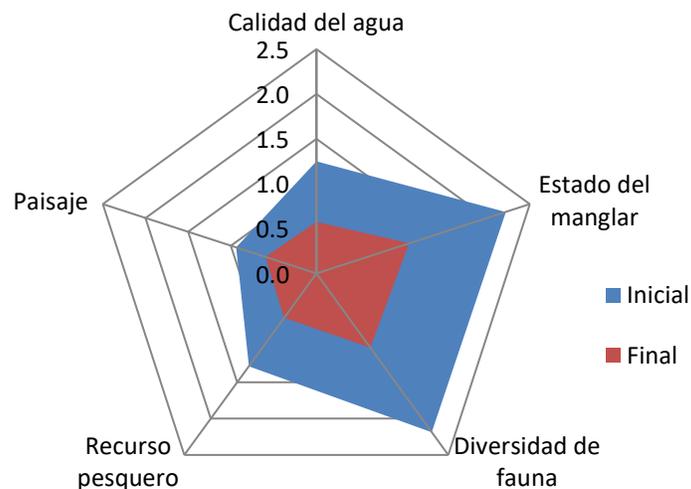
Criterio	Calificación	Calificación ponderada (%)
Calidad del agua	3.8	0.58
Estado del manglar	3.8	1.09
Diversidad de fauna	3.5	1.02
Recurso pesquero	3.7	0.61

<sup>13</sup> Este planteamiento difiere un poco de la metodología planteada por Barrantes (2010), pero para efectos de aplicación de este manual se ha simplificado, esta opción acorta el camino a encontrar el estado final obteniéndolo directamente.

Criterio	Calificación	Calificación ponderada (%)
Paisaje	5.5	0.60
<b>Total</b>		<b>3.89</b>

Finalmente este enfoque permite visualizar los recursos naturales más impactados, tal como se muestra en la figura 8. Hacia estos recursos deberán estar orientadas las medidas de restauración, en el ejemplo del ecosistema de manglar, los impactos mayores (hipotéticos) serían en el estado del manglar y afectación de la diversidad de fauna, en segunda instancia el recurso pesquero y la calidad de agua, y por último el paisaje.

**Figura 8. Calificación del nivel de afectación en el sitio**



### ***Evaluación Económica de los daños ambientales ocasionados en el sitio***

Una vez que se han establecido los recursos afectados por el daño ambiental, así como su estado de conservación y magnitud de la afectación, de acuerdo a la EEDA, deben establecerse las medidas específicas de recuperación del ecosistema, los costos sociales por afectaciones en el flujo de beneficios de la sociedad y los costos de la gestión institucional por atención del caso.

#### **1. Costos de Restauración**

El objetivo debe ser la restauración de todos los recursos naturales al nivel previo al daño ambiental, lo cual requerirá una serie de acciones que conllevan costos en un plazo determinado por el recurso aquel que más tiempo le tome restablecer sus condiciones. La definición de las acciones deberá

estar a cargo de especialistas en cada campo, quienes podrán generar informes específicos para respaldar las medidas recomendadas.

Siguiendo con el ejemplo del ecosistema de manglar, las medidas podrían ser reforestación de una superficie determinada, lo cual tiene un costo por unidad (puede utilizarse información de proyectos similares como parámetro de referencia), requiere mantenimiento y monitoreo, otra medida podría ser desazolve de los canales de tal forma que permita la circulación de agua entre mareas y circulación de nutrientes, para lo cual también hay costos por unidad lineal, mano de obra necesaria, supervisión y monitoreo, entre otros. La suma total de todas las actividades constituye el costo de restauración que deberá de ser cubierto por el causante del daño ambiental.

Dentro de los costos de restauración deberá incluirse acciones de seguimiento que aseguren la recuperación del ecosistema (cuadro 19), por ejemplo si se requerirá monitoreo de variables biológicas, deberá incorporarse en un monitoreo estableciendo la frecuencia con la cual debe de realizarse.

**Cuadro 19. Costos de Restauración**

Insumo requerido	Unidad de medida	Cantidad	Precio por unidad	Año 1	Año 2	Año 3	...	Año <i>n</i>	Total
<b>Total Costos de Restauración</b>									

## 2. Costos Sociales por la afectación

Siguiendo la metodología de EEDA, el segundo componente corresponde a los costos sociales, éstos pretenden capturar en la medida de lo posible, aquellas pérdidas de beneficios que sufren los pobladores aledaños al sitio en donde ocurrió el daño. Dichas pérdidas se derivan de la disminución de la calidad de los recursos naturales y sus servicios ambientales, mientras no se recupere el nivel de calidad previo al incidente, la sociedad seguirá padeciendo los costos sociales los cuales solo cesarán hasta que el ecosistema se recupere por completo y por tanto los afectados deben de ser compensados.

Para ilustrar recurriremos a nuestro caso del manglar, si ocurre una tala, azolvamiento o derrame de sustancias contaminantes, es obvio que disminuirá la captura de pesca, no podrán realizarse actividades de esparcimiento, se pierden sus cualidades para reproducción y hábitat así como la efectividad para estabilizar la línea de costa. Estas afectaciones pueden ser temporales o permanentes, en función de la gravedad del daño ambiental. Usualmente los beneficiarios asumen costos defensivos para sustituir o sobreponerse a la menor disponibilidad del flujo de beneficios ambientales, éstos también deben de ser calculados para su compensación.

De acuerdo con Barrantes (2010), los beneficios sociales perdidos pueden agruparse en:

- Materias primas
- Protección y seguridad en el abastecimiento de bienes y servicios ambientales
- Protección a la salud
- Esparcimiento y desarrollo espiritual

Estas categorías están relacionadas con lo desarrollado en el cuadro 10, además para estimar el valor económico de la reducción de todos los beneficios deben utilizarse distintas metodologías de valoración económica, como las citadas en el cuadro 5 y figura 6.

Al final de las estimaciones, los resultados deberían de poder agregarse en una sola matriz como se muestra en el cuadro 20 de forma indicativa.

**Cuadro 20. Costos Sociales por la afectación**

Actividad afectada	Unidad de medida	Precio	Cantidades perdidas por mes			Total
			1	2	3	
<b>Total Costos Sociales</b>						

### 3. Costos de Gestión Institucional

El tercer componente del costo del daño ambiental lo constituyen los costos de gestión institucional, el cual comprende el gasto que las entidades públicas realizan para atender el caso en cuestión. Estos costos deben incorporar gastos de personal (salarios y viáticos), equipo para realizar mediciones y otros gastos de orden logístico (combustible y otros materiales), como se muestra en el cuadro 21. Estos costos deberán incluir no solamente la atención a la fase de emergencia (inspecciones, análisis y otros), también debe considerar una provisión para el seguimiento del caso, por ejemplo si el programa de restauración se define para un horizonte de tiempo de 3 a 5 o más años, implica que el MARN tendrá que dar un seguimiento al caso por lo cual hay que prever un tiempo anual para su atención que se traduce en tiempo de trabajo del personal técnico.

Las estimaciones deberán de estar fundamentadas en documentación oficial, en el caso de los salarios, el área administrativa correspondiente debe de emitir un informe que haga constar el detalle del personal técnico que ha participado y los costos para el MARN. De igual forma si intervienen otras instituciones, deberán emitir reporte del costo de sus inspecciones y otras experticias que se hayan empleado para el caso que corresponda.

**Cuadro 21. Costos de Gestión Institucional**

Acciones de Gestión	Unidad de medida	Precio	Cantidad	Subtotal	Costo Total
MARN					
Salarios					
Viáticos					
Análisis laboratorio					
Otros costos					
Otras instituciones					
<b>Total Costos de Gestión Institucional</b>					

### Costos de Totales del Daño Ambiental

Finalmente los costos totales están constituidos por la sumatoria de los costos de restauración, los costos sociales y los costos de la gestión institucional, tal como se muestra en el cuadro 22.

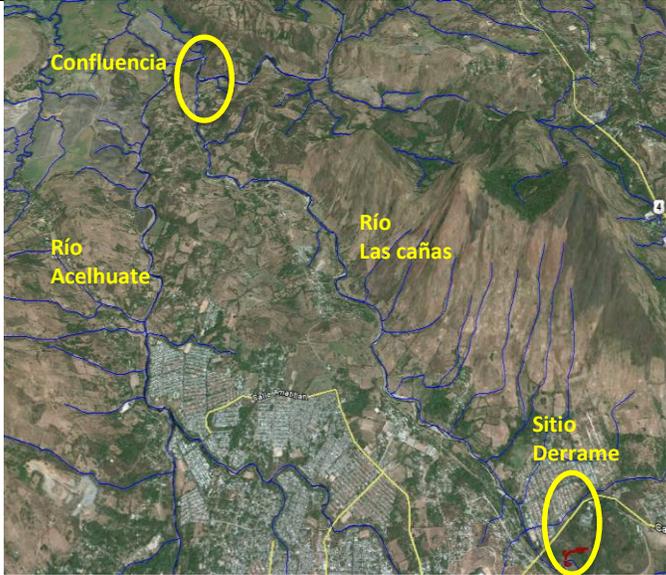
**Cuadro 22. Costos Totales del Daño Ambiental**

Componentes	Costo
<b>1. Restauración de Ecosistemas</b>	
<b>2. Costos Sociales</b>	
<b>3. Costos de Gestión</b>	
MARN	
Viáticos	
Análisis laboratorio	
Otros costos	
Otras instituciones	
<b>Costo Total del Daño Ambiental</b>	

## ESTUDIOS DE CASO

Caso	<b>Daños causados en el río Titihuapa y a su vida acuática por el funcionamiento de la Granja Porcina El Progreso</b>									
Fecha	Octubre de 2015									
Lugar afectado	Quebrada El Zapotal, Río Titihuapa, a la altura del municipio de San Isidro, departamento de Cabañas, el cual se contaminaba con aguas residuales provenientes de granja El Progreso (con poblaciones de cerdos y aves).									
										
	<p>Fuente: Informe Técnico Sobre la Valoración de los Daños Ambientales por Modificación al Proyecto “Granja Porcina El Progreso”, Ubicada en el Kilómetro 63 Carretera a Sensuntepeque, Cantón Maquilishuat, Municipio de Ilobasco, Departamento de Cabañas. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Octubre 2015.</p>									
Descripción	<p>El MARN realizó análisis de agua en cuerpo receptor verificando que no cumple con parámetros de descarga de aguas residuales. Asimismo se determinó que la actividad de dicha granja modificó significativamente en infraestructura y poblaciones de animales, respecto de lo autorizado en el permiso ambiental correspondiente, por lo cual inició un Proceso Administrativo Sancionatorio y de Medidas Preventivas por Infracciones Ambientales.</p> <p>Los informes técnicos establecieron que existe una modificación en las pendientes, alterando los taludes naturales del inmueble por instalaciones relacionadas a la crianza de cerdos, lo que podría generar condiciones de riesgo que a futuro y con la presencia de precipitaciones altas, podrían afectar a la infraestructura y por consiguiente se afectaría a la quebrada El Zapotal, la cual se ubica al Sur del inmueble.</p> <p>Se determinaron impactos en suelo, flora, fauna y paisaje, el daño ocasionado se estableció como reversible en suelo y flora, mientras que en el caso de vida silvestre y paisaje el daño es irreversible.</p>									
Costos del Daño Ambiental	<table border="1"> <tr> <td>Pérdida de árboles y arbustos en 14 has (incluye mantenimiento)</td> <td>\$ 78,736.00</td> </tr> <tr> <td>Afectación a paisaje y fauna 14 has</td> <td>\$ 13,720.00</td> </tr> <tr> <td>Pérdida de recarga de aguas lluvias</td> <td>\$ 4,168.00</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>\$96,624.00</td> </tr> </table>	Pérdida de árboles y arbustos en 14 has (incluye mantenimiento)	\$ 78,736.00	Afectación a paisaje y fauna 14 has	\$ 13,720.00	Pérdida de recarga de aguas lluvias	\$ 4,168.00	Total	\$96,624.00	
Pérdida de árboles y arbustos en 14 has (incluye mantenimiento)	\$ 78,736.00									
Afectación a paisaje y fauna 14 has	\$ 13,720.00									
Pérdida de recarga de aguas lluvias	\$ 4,168.00									
Total	\$96,624.00									
Metodologías utilizadas	<p>Las afectaciones en cobertura vegetal se estimaron por restitución (reforestación) y su equivalente en compensación ambiental. La pérdida de suelo removido será restaurada con obras de conservación de suelo para restablecer la infiltración.</p>									
Resultado	<p>El Juzgado de Primera Instancia de la ciudad de Ilobasco, departamento de Cabañas, se ventiló el caso en contra del propietario de la Granja El Progreso bajo el delito de contaminación ambiental agravada en perjuicio de la naturaleza y el medio ambiente. El acusado se comprometió a implementar todas las medidas de restauración ambiental bajo verificación del MARN, además de la obligatoriedad de ejecutar un proyecto de restauración que beneficie a las comunidades inmediatas a la Granja El Progreso por un valor de \$5,000.00, en vista de ello el Juez emitió excusa absoluta y sobreseer al imputado bajo la advertencia que el incumplimiento de la restauración le hará incurrir en responsabilidades penales correspondientes.</p>									

<b>Caso</b>	<b>Derrame de Melaza en el río La Magdalena, Chalchuapa, Santa Ana. El Salvador.</b>		
<b>Fecha</b>	5 de mayo de 2016		
<b>Lugar afectado</b>	Cauce del río La Magdalena – en el sector aledaño al Ingenio – hasta los ríos Galeano, Paz y Zanjón El Aguacate, recorriendo parte del municipio de Chalchuapa del Dpto. de Santa Ana y los municipios de Ahuachapán, San Lorenzo y San Francisco Menéndez del Dpto. de Ahuachapán, abarcando una distancia de 80 km		
	<p>05-MAY-2016</p> <p>1 Fuente 2 Diques de contención 3 Punto de descarga</p> <p>Limite de terrazas Desplazamiento de melaza</p> <p>Fuente: Informe "Evaluación de Daños Ambientales por Contaminación con Melaza en el Río La Magdalena, Chalchuapa, Santa Ana". Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 23 de mayo de 2016.</p>		
<b>Descripción</b>	El MARN fue notificado de un derrame de melaza del Ingenio La Magdalena, proveniente de un tanque de almacenamiento de aproximadamente 900,000 galones. La melaza no pudo ser contenida al interior de las instalaciones del Ingenio, iniciando un derrame de grandes proporciones al río La Magdalena, afectando la biodiversidad acuática del ecosistema fluvial y, consecuentemente, los medios de vida de la población.		
<b>Costos del Daño Ambiental</b>	1. Costos de Restauración		<b>\$1,580,191</b>
	Recursos hidrobiológicos	\$1,263,501	
	Agua	\$14,530	
	Suelo	\$302,160	
	2. Costos Sociales		<b>\$2,378,584</b>
	recurso pesquero	\$2,284,500	
	turismo	\$91,000	
	suministro de agua para consumo humano	\$3,084	
	3. Costos de Gestión		<b>\$13,446</b>
	MARN	\$8,196	
	Municipalidad Chalchuapa	\$1,100	
	Municipalidad San Lorenzo	\$400	
	Municipalidad Ahuachapán	\$3,750	
	<b>Costos Totales del Daño Ambiental</b>		<b>\$3,972,221</b>
<b>Metodologías utilizadas</b>	El daño en los recursos hidrobiológicos fue calculado por el volumen estimado de pesca perdida a precios de mercado, mientras que los costos de restauración (pesca, suelo) se estimaron por la metodología de costos de restitución. Los costos sociales (pesca y turismo) se estimaron como un flujo perdido por los usuarios basados en información provista por las municipalidades, con una recuperación paulatina de 6 meses suponiendo que se implementa la restauración del ecosistema. Los costos de gestión institucional se calculan en comprobantes proporcionados por las instituciones.		
<b>Resultado</b>	El Juzgado Ambiental de San Salvador emitió fallo, declarando responsable civilmente a la Sociedad Ingenio La Magdalena S.A. de C.V. por el daño ambiental ocasionado por el derrame de melaza, condenándolo a la restauración de los daños ambientales por un monto de \$1,580,191 por costos de restauración y \$13,446.00 por costos de gestión institucional. Los costos sociales se desestimaron debido a que es posible la restauración, por tanto no hay pérdida irreversible de acuerdo a la interpretación plasmada en la sentencia.		

<b>Caso</b>	<b>Derrame de melaza en Destilería Salvadoreña S.A. de C.V en el río Las Cañas</b>		
<b>Fecha</b>	1 de junio de 2016		
<b>Lugar afectado</b>	Cauce del río Las Cañas (sector Destilería Salvadoreña), confluencia con río Acelhuate y río Lempa llegando hasta el ANP Colima y Humedal Cerrón Grande, abarcando los municipios de Apopa, Aguilares, Guazapa, Suchitoto y El Paisnal		
	 <p>El mapa satelital muestra un terreno montañoso con ríos azules. Se etiquetan 'Confluencia' (circulo amarillo), 'Río Acelhuate', 'Río Las cañas' y 'Sitio Derrame' (circulo amarillo).</p>		
	<p>Fuente: Dictamen Pericial de Cuantificación de Daños, Derrame de melaza en Destilería Salvadoreña, S.A. de C. V., Municipio de Apopa, Departamento de San Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Julio 2016.</p>		
<b>Descripción</b>	<p>El MARN fue notificado de un derrame de aproximadamente 2,000,000 galones de melaza, propiedad de los ingenios La Cabaña y Central Azucarero Jiboa, almacenado en las instalaciones de la Destilería Salvadoreña</p> <p>El producto derramado no pudo ser contenido dentro de las instalaciones, llegando hasta la red hídrica descrita</p>		
<b>Costos del Daño Ambiental</b>	1. Costos de Restauración		<b>\$119,204</b>
	Cobertura Vegetal y paisaje	\$7,981	
	Recursos Hídricos	\$104,860	
	Recurso Suelo	\$6,363	
	2. Costos Sociales		<b>\$0</b>
	3. Costos de Gestión		<b>\$5,311</b>
	MARN	\$5,311	
	Costos Totales del Daño Ambiental		<b>\$124,515</b>
<b>Metodologías utilizadas</b>	<p>Los costos de restauración de la calidad de agua se estimaron mediante los costos de depuración de la carga contaminante excesiva de la melaza, con un equivalente del costo de un sistema de tratamiento de aguas residuales portátil, mientras que el restablecimiento de la cobertura vegetal y paisaje así como suelo estimó las medidas necesarias para recuperar el suelo removido, obras de conservación de suelo, obras de infiltración y revegetación.</p>		
<b>Resultado</b>	<p>El Juzgado Ambiental de San Salvador emitió fallo, declarando responsable civilmente a las Sociedades Ingenio La Cabaña S.A. de C.V. e Ingenio Central Azucarero Jiboa S.A. por el daño ambiental ocasionado por el derrame de melaza en el río Las Cañas, condenándolo a la restauración de los daños ambientales por un monto de \$119,204.00 por costos de restauración y \$5,311.00 por costos de gestión institucional.</p>		

## **BIBLIOGRAFÍA**

Área de Conservación Pacífico Central (2000). *Matriz de Valoración de Daños Ecológicos para Costa Rica* (informe técnico sin publicar). 63 pp.

Asamblea Constituyente (1983). *Constitución de la República de El Salvador*. Decreto No. 38. Diario Oficial No. 234, tomo No. 281, de 16 de diciembre de 1983.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (1970). *Ley de Riego y Avenamiento*. San Salvador: Publicada en el Diario Oficial No. 213, tomo No. 229, de 23 de noviembre de 1970.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (1983). *Constitución de la República de El Salvador*. Decreto No. 38. Diario Oficial No. 234, tomo 281, de 16 de diciembre de 1983.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (1994). *Ley de Conservación de Vida Silvestre*. Decreto No. 579. Diario Oficial No. 32, tomo No. 366, de 15 de febrero de 2005.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (1997). *Código Penal*. Decreto No. 1030. Diario Oficial No. 105, tomo No. 335, de 10 de junio de 1997.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (1998). *Ley del Medio Ambiente*. Decreto No. 233. Diario Oficial No. 79, tomo 339, de 4 de mayo de 1998.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (2005). *Ley de Áreas Naturales Protegidas*. Decreto No. 844. Diario Oficial No. 96, tomo No. 323, de 25 de mayo de 1994.

Azqueta O., D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid, España: McGraw-Hill.

Barrantes M., G. (2010). *Metodología para la Evaluación Económica de Daños Ambientales*. Instituto de Políticas Públicas para la Sostenibilidad (IPS). Costa Rica.

Barrantes, G. y Di Mare, M. I. (2001). *Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica*. Recuperado en agosto de 2016 en: [http://www.inbio.ac.cr/estrategia/Estudio\\_2004/Paginas/PDF/Ambiente/IFVEDA.pdf](http://www.inbio.ac.cr/estrategia/Estudio_2004/Paginas/PDF/Ambiente/IFVEDA.pdf)

Barzev, R. (2002). *Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales*. Corredor Biológico Mesoamericano.

Cerda, A. (2009). *Valoración Económica del Ambiente*. [Presentación]. Recuperado en septiembre de 2016 en: <http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/35988/ivaloracioncepal2009.pdf>

Diario Oficial de la Federación (7 de junio de 2013). *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*. México.

Emerton, L., Bos, E. (2004). *Valor. Considerar los ecosistemas como un componente económico de infraestructura hídrica*. San José, Costa Rica: Oro Print. 88 pp.

European Commission (2016). *Drawing Lessons from the ELD Evaluation Towards a Multi-Annual ELD Rolling Work Programme. Environmental Liability Directive 4<sup>th</sup> Stakeholder Conference*. [Presentación]. Recuperado en octubre de 2016 de: <http://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/workshop/4th/ELD%20Evaluation,%20Report,%20Action%20Plan.pdf>

Field, B. y Field, M. (2003). *Economía Ambiental*. Tercera Edición. España: McGraw-Hill.

Gestión y Política Ambiental DICTUC S. A. (2012). *Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado*. Informe Final.

Gilpin, A. (2003). *Economía Ambiental*. México: ALFAOMEGA Grupo Editor.

Hassan, R., Scholes, R., and Ash, N. -Eds.- (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the Condition and Trends Working Group*. Washington: Island Press.

Instituto de Políticas para la Sostenibilidad -IPS- (2002). *Evaluación del daño ambiental ocasionado por la descarga de vinaza, en setiembre del 2001, en la parte baja de los ríos Tempisque y Bebedero*. Costa Rica.

Mejía, H. (2014). *Responsabilidad por daños al medio ambiente*. Unidad Técnica Ejecutiva del Sector Justicia.

Mendieta, J.C. (2002). *Valoración Económica de bienes no mercadeables y análisis Costo-Beneficio de Políticas Ambientales*. Universidad de Los Andes, Facultad de Economía, Colombia. 101 pp.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington: Island Press.

Ministerio de Ambiente y Energía (2014). *Manual de indicadores para la valoración económica de daños ambientales. Tribunal Ambiental Administrativo*. Costa Rica. Recuperado en agosto de 2016 en: <http://tribunalambiental.go.cr/portfolio-item/manual-de-indicadores-para-la-valoracion-economica-de-danos-ambientales>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2003). *Metodologías para la Valoración Económica de bienes y servicios ambientales y recursos naturales*. Colombia. Recuperado en julio de 2016 en: [http://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/569\\_guiavaloracion.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/569_guiavaloracion.pdf)

Ministerio del Ambiente (2015). *Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural*. Perú. Recuperado en agosto de 2016 en: <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/09/MANUAL-VALORACION-14-10-15-OK.pdf>

Peña Ch., M., (2005). *Daño, Responsabilidad y Reparación Ambiental*. Recuperado en agosto de 2016 de: [http://cmsdata.iucn.org/downloads/cel10\\_penachacon03.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/cel10_penachacon03.pdf)

Presidencia de la República de El Salvador (1859). *Código Civil*. Decreto Ejecutivo S/N. Gaceta Oficial No. 85, tomo No. 8, de 14 de abril de 1860.

Smith, M., de Groot, D., Perrot-Maître, D. y Bergkamp, G. (2007). *Pago: Establecer pagos por servicios de cuencas*. IUCN, Gland, Suiza, 112 pp.

Sukhdev, P., Wittmer, H., Schröter-Schlaack, C., Nesshöver, C., Bishop, J., ten Brink, P., Gundimeda, H., Kumar, P., Simmons, B. y Neuville, A. (2010). *TEEB. La economía de los ecosistemas y la diversidad: incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza. Una síntesis del enfoque, las conclusiones y las recomendaciones del estudio TEEB*. Malta: Progress Press.

Unión Europea (2013). *La Directiva sobre responsabilidad medioambiental. Protección de los recursos naturales de Europa*. Luxemburgo. Recuperado en octubre de 2016 en: [http://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/eld\\_brochure/ES.pdf](http://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/eld_brochure/ES.pdf)

Unión Europea (21 de abril de 2004). *Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales* [2004/35/CE]. Diario Oficial de la Unión Europea L143/56. Estrasburgo. Recuperado en octubre de 2016 en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:143:0056:0075:es:PDF>

United States Congress (1980) *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act*.

Vega, E. (2004). Evaluación Económica del daño ambiental causado por los incendios forestales en Costa Rica. Recuperado en octubre de 2016 en: <http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Panamerica/Oct%2004%20Network%20Meeting/PAWFC-Net-04-Vega-Barrantes-Paper-22-Oct-2004.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Ecuaciones para el cálculo del daño ambiental

De acuerdo a Barrantes (2010) e IPS (2001), la estimación del *estado de conservación antes de la afectación* ( $EC_a$ ) puede obtenerse considerando  $m$  indicadores y el criterio de  $n$  expertos para que asignen un valor para cada indicador. De esta manera, la valoración conjunta estaría dada por:

$$Y_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n} \quad (\text{Ecuación 1}) \quad \begin{array}{l} j = 1, 2, \dots, m \text{ indicador} \\ 0 \leq x \leq 10 \end{array}$$

Donde,

$x$ : Valoración del experto  $i$  sobre el indicador  $j$  ( $0 \leq x \leq 10$ ).

$Y$ : Valoración promedio del indicador  $j$ .

Asignando una ponderación  $\alpha_j$  al indicador  $j$ , la evaluación global del recurso sería:

$$EC_a = \sum_{j=1}^m \alpha_j Y_j \quad (\text{Ecuación 2}) \quad 0 \leq \alpha \leq 10$$

y,

$$\sum_{j=1}^m \alpha_j = 1 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde,

$\alpha_j$ : Ponderación asignada al indicador  $j$

$EC_a$ : Estado de conservación antes de la afectación al recurso natural

Una vez obtenida la evaluación  $EC_a$  del recurso natural, es necesario la estimación del *estado de conservación después de ocasionado el daño ambiental* ( $EC_d$ ). Esto implica que se debe estimar el nivel de afectación del recurso, la cual se obtiene mediante el siguiente procedimiento: si se consideran  $m$  indicadores en la evaluación del recurso natural y el criterio de  $n$  expertos que asignen una valoración  $x$  para cada indicador  $j$ , entonces la valoración estaría dada por:

$$NA_j = \frac{\sum_{i=1}^n v_{ij}}{n} \quad (\text{Ecuación 4}) \quad \begin{array}{l} j = 1, 2, \dots, m \text{ elementos.} \\ 0 \leq v \leq 10 \end{array}$$

Donde,

$v$ : valoración el experto  $i$  para el elemento  $j$  afectado

$NA$ : Valoración promedio para el indicador  $j$ .

Asignando una ponderación  $\alpha_j$  al indicador  $j$ , la evaluación global del daño ocasionado al sitio afectado sería:

$$\delta = \sum_{j=1}^m \alpha_j NA_j \quad (\text{Ecuación 5}) \quad 0 \leq \delta \leq 10$$

Donde,

$\delta$ : Evaluación global del nivel de afectación del recurso natural

De esta forma, el estado de conservación después de la alteración ocasionada estaría dado por la diferencia entre el estado de conservación inicial y la afectación real dada por producto  $\delta * EC_a$ . Es decir:

$$EC_d = EC_a (1 - \delta) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde,

$EC_d$ : Estado de conservación después de la afectación del recurso natural

## Anexo 2. Análisis del Daño Ambiental en los informes técnicos

Cada Dirección General establece la estructura de sus informes técnicos cuando se realizan inspecciones. Sin embargo cuando los informes técnicos tienen por finalidad sustentar un caso de daño ambiental a solicitud de la Fiscalía General de la República o el Juzgado Ambiental, deberán contener los componentes usuales y asegurarse que se incluye el análisis de daño ambiental, el cual deberá comprender al menos:

1. Introducción.
2. Antecedentes.
3. Inspecciones realizadas y alcances.
4. Descripción del área de estudio y su entorno.
5. Identificación de los impactos ambientales en cada uno de los recursos analizados.
  - Debe incluirse la metodología, análisis, muestreos y otra base técnica para sustentar los hallazgos
  - Los impactos pueden ir desde una pérdida, disminución, deterioro o perjuicio de los elementos que componen el ambiente. Puede auxiliarse de una matriz como la siguiente:

Recurso o medios	Impactos identificados
Suelo	
Flora	
Fauna	
Paisaje	
Agua	
...	

6. Daño Ambiental. Determinar la existencia de daño ambiental y su clasificación.
  - Por el efecto en el tiempo:
    - Irreversible: Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio, es de tal magnitud que es imposible revertirlo a su línea de base original. Ejemplo: Minerales a cielo abierto.
    - Temporal: Es aquel impacto cuya magnitud no genera mayores consecuencias y permite al medio recuperarse en el corto plazo hacia su línea de base original.
    - Reversible: El medio puede recuperarse a través del tiempo, ya sea a corto, mediano o largo plazo, no necesariamente restaurándose a la línea de base original.
    - Persistente: Las acciones o sucesos practicados al medio ambiente son de influencia a largo plazo, y extensibles a través del tiempo. Ejemplo: Derrame o emanaciones de ciertos químicos peligrosos sobre algún biotopo.
  - Por la gravedad del daño: si pone en peligro la salud de grupos humanos, ecosistemas o especies de flora y fauna, así como sus efectos son irreversibles, entonces se considera grave. Puede auxiliarse de una matriz como la siguiente:

<b>Recurso o medios</b>	<b>Clasificación del daño (por el efecto en el tiempo)</b>	<b>Tipo de daño (por la gravedad)</b>
Suelo		
Flora		
Fauna		
Paisaje		
Agua		
...		

7. Medidas de restauración en cada recurso analizado, costos y plazo en el cual deben implementarse.
8. Conclusión
9. Firmas y visto bueno de Gerente del área administrativa.
10. Bibliografía
11. Anexos. Actas correspondientes a cada inspección y otros.