

I. MEDIO AMBIENTE

1. Consideraciones generales

Como es sabido, la calidad de vida y el bienestar de las personas depende en gran medida del estado del medio ambiente. Los ecosistemas proveen una serie de bienes tales como los alimentos, la madera, los medicamentos, la energía, etcétera, y de servicios tales como la degradación y transformación de desechos, la regulación del ciclo hídrico, el secuestro de carbono, el mantenimiento de la biodiversidad, la recreación, etcétera, que sostienen y satisfacen la vida humana (Véase el cuadro 1).

Desde una perspectiva económica, los recursos naturales son considerados como activos (capital natural) de los cuales se derivan bienes y servicios que contribuyen a aumentar el bienestar de las personas. Desde dicho punto de vista, los recursos naturales poseen un valor de uso¹. Por otra parte, además de los valores de uso, el patrimonio natural también puede generar valores que no se relacionan con ningún uso directo o indirecto. Estos valores de no-uso surgen de los beneficios psicológicos derivados, entre otros, del mero conocimiento que el recurso existe (valor de existencia) o del deseo de preservar el capital natural para que lo disfruten las futuras generaciones (valor de herencia).

Los eventos extremos forman parte de la naturaleza, y los ecosistemas han evolucionado con ellos. Por ejemplo, muchos ecosistemas se han adaptado a incendios ocasionales asociados a sequías: existen especies vegetales en estos ecosistemas cuya germinación realmente se ve favorecida por la ocurrencia de incendios, diversos hábitat y ecosistemas dependen de las inundaciones que se producen anualmente. Cuando estos eventos ocurren en áreas remotas sin intervención humana, no son considerados desastres.

Sin embargo, donde los sistemas humanos y naturales interactúan, al ocurrir fenómenos naturales con manifestación extrema se pueden producir cambios en el medio ambiente (cualitativos y/o cuantitativos) que afecten negativamente el bienestar de las personas. Un huracán, por ejemplo, puede llenar de escombros una playa e impedir su uso recreativo; una inundación puede producir contaminación por aguas servidas; una sequía puede afectar la supervivencia de una especie en peligro de extinción, etcétera. Tales cambios ambientales pueden ser permanentes o temporales. Por ejemplo, una erupción volcánica con flujos de lava puede producir cambios en el paisaje de carácter irreversible; sin embargo, los cambios en la atmósfera que genera la misma erupción, como contaminación por los gases emitidos, son de carácter temporal. También puede suceder que los cambios en el bienestar de las personas tengan como origen la incapacidad (temporal o permanente) para utilizar los bienes y servicios ambientales o los costos incrementados de su disfrute sin que se hayan producido cambios en el medio ambiente.

¹ Los valores de uso directo derivan del uso consuntivo (por ejemplo, la utilización de leña) o del uso no consuntivo (como las actividades turísticas) de los recursos naturales. Los valores de uso indirecto, también conocidos como valores funcionales, pueden ser descritos como los beneficios que disfrutaban las personas, indirectamente, como consecuencia de la función ecológica primaria de un recurso dado. Por ejemplo el valor de uso indirecto de un humedal puede surgir de su contribución a la filtración de agua que luego se usa aguas abajo.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 1. Bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas

Ecosistema	Bienes	Servicios
Tierras agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cultivos alimentarios ▪ Cultivos para fibra ▪ Recursos genéticos para cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantienen funciones limitadas de cuenca (filtración, protección parcial de suelos) ▪ Proporcionan hábitat para aves, polinizadores y organismos del suelo importantes para la agricultura ▪ Desarrollan la materia orgánica del suelo ▪ Fijan carbono ▪ Proporcionan empleo
Ecosistemas de bosques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Madera ▪ Leña ▪ Agua de beber y de riego ▪ Forraje ▪ Productos no maderables (lianas, bambúes, hongos comestibles, miel, hojas, etc.) ▪ Alimentos/carne de caza ▪ Recursos genéticos ▪ Agua de beber y de riego ▪ Pescado ▪ Energía eléctrica ▪ Recursos genéticos ▪ Ganado (alimentos, carne de caza, pieles y fibra) ▪ Agua de beber y de riego ▪ Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remueven contaminantes atmosféricos; emiten oxígeno ▪ Ciclo de nutrientes ▪ Mantienen una serie de funciones de la cuenca (filtración, purificación, control de flujo, estabilización de suelos) ▪ Mantienen la biodiversidad ▪ Fijan el carbono de la atmósfera ▪ Moderan los extremos e impactos climáticos ▪ Generan suelo ▪ Suministran hábitats para los humanos y para la fauna silvestre ▪ Aportan belleza estética y oportunidades de recreación
Sistemas de agua dulce	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agua de beber y de riego ▪ Pescado ▪ Energía eléctrica ▪ Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amortiguador de los flujos de agua (controlan tiempo de entrada y volumen) ▪ Diluyen y transportan desperdicios ▪ Ciclo de nutrientes ▪ Mantienen la biodiversidad ▪ Proporcionan hábitats acuáticos ▪ Proporcionan un corredor de transporte ▪ Aportan belleza estética y oportunidades de recreación
Ecosistemas de praderas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganado (alimentos, carne de caza, pieles y fibra) ▪ Agua de beber y de riego ▪ Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantienen una serie de funciones de la cuenca (filtración, purificación, control de flujo y estabilización del suelo) ▪ Ciclo de nutrientes ▪ Remueven contaminantes atmosféricos; emiten oxígeno ▪ Mantienen la biodiversidad ▪ Generan suelo ▪ Suministran hábitats para los humanos y para la fauna silvestre ▪ Proporcionan empleo ▪ Aportan belleza estética y oportunidades de recreación
Ecosistemas costeros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pescado y mariscos ▪ Harina de pescado (alimento para animales) ▪ Algas (como alimento o para usos animales) ▪ Sal ▪ Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moderan los impactos de las tormentas (manglares, islas barrera) ▪ Proporcionan hábitats para la fauna silvestre (marina y terrestre) ▪ Mantienen la biodiversidad ▪ Diluyen y tratan desperdicios ▪ Proporcionan puertos y rutas de transporte ▪ Proporcionan empleo ▪ Aportan belleza estética y oportunidades de recreación

Fuente: World Resources Institute (2001)

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Por ejemplo, la destrucción de un camino que conduce a una playa puede impedir (o hacer más costoso) su uso recreativo aún si la playa no ha sufrido modificaciones ambientales.

En América Latina y el Caribe las cuentas nacionales no incluyen todavía de manera expresa la mayor parte de los acervos y los servicios ambientales. Dicho de otra manera, la contabilidad ambiental todavía no ha sido incorporada a las cuentas nacionales de los países aunque parte del valor de los servicios ambientales está incluido en las estadísticas de sectores como agricultura, turismo, etc. Por esa razón, no se había intentado en el pasado incluir las estimaciones – dentro de la metodología de evaluación de daños – acerca de los efectos sufridos por el medio ambiente en casos de desastre. Ello no obstante, resulta posible efectuar estimaciones sobre el particular mediante una serie de procedimientos indirectos.

La metodología propuesta de evaluación del daño ambiental toma en cuenta el contexto en que se produce la evaluación de un desastre, lo que incluye importantes limitaciones tales como el corto periodo de tiempo en que se lleva a cabo la evaluación, los problemas para obtener información acerca de los ecosistemas afectados y la inexistencia de mercados para la mayor parte de los servicios ambientales. Además, el desarrollo de la economía ambiental como subdisciplina dentro de la economía es reciente y está todavía abierta a numerosas innovaciones metodológicas en lo que se refiere a valoración económica de bienes y servicios ambientales.

Para ello, es preciso definir conceptos de acuerdo con la metodología de la CEPAL y aplicarlos al caso específico del medio ambiente, sus acervos y sus servicios. El capital o acervo ambiental está constituido por los ecosistemas que brindan bienes y servicios ambientales a la sociedad y las economías. Con el propósito de evaluar los efectos de un desastre en el capital natural, éste puede dividirse en sus componentes: i) medio físico (suelo, agua, aire, clima); ii) medio biótico (el ser humano, la fauna y la flora); iii) medio perceptual (paisaje, recursos científico-culturales) y iv) las interacciones entre los medios anteriores. Así, los cambios ambientales que genera un desastre, pueden producir daños directos al destruirse o dañarse tales acervos o al destruirse o dañarse las obras construidas para aprovecharlos. Al producirse estos daños directos se reducen, pierden calidad o se encarecen los servicios ambientales que de ellos se obtienen, generándose daños o pérdidas indirectas.

Los daños directos sobre el medio ambiente pueden por lo tanto estimarse como el valor de los acervos afectados. Si existe destrucción de carácter permanente, el daño directo puede aproximarse al valor comercial de los acervos cuando existe un mercado para ellos. Cuando no existe mercado, y se considera conveniente revertir el cambio ambiental, el daño directo puede aproximarse al estimar el costo de rehabilitación o recuperación de los acervos. Por ejemplo, si se destruye completamente un terreno agrícola y no se considera conveniente su restauración (ya sea por razones técnicas y/o económicas), el daño directo será el valor de la tierra. Si se erosiona la tierra en una ladera, el daño directo se puede estimar con base en el costo de estabilización de las pendientes, mediante obras de conservación de suelos.

La presencia de valores no asociados al uso del medio ambiente (tales como los valores de existencia) y la ausencia de mercados en muchos de los bienes y servicios ambientales plantea dificultades teóricas y prácticas al momento de realizar la valoración económica. En estos casos, cuando no resulta posible asignar un valor a los acervos para la estimación de los daños directos, se hace preciso realizar la estimación por vías indirectas. Por ejemplo, los daños directos a los suelos ocasionados por avalanchas de lodo o deslizamiento de laderas pueden estimarse como la producción agrícola, ganadera o forestal que no podrá realizarse en ellos en un período suficientemente largo como para representar una pérdida total. De otra parte, los daños que sufren los acervos pueden recuperarse de forma natural a lo largo de un período determinado. En ese caso, también el valor del daño se puede estimar de forma indirecta al medir el monto de los servicios ambientales que no prestarán los acervos a lo largo del período requerido para su recuperación.

Existen, pues, numerosos y diferentes casos de afectación o daño que es preciso analizar individualmente para poder definir o elegir la forma de estimar tanto los daños directos como los indirectos en el caso del medio ambiente. Ellos serán descritos en acápite subsiguientes, separando los procedimientos de acuerdo con cada uno de los acervos o recursos antes enunciados. Téngase en cuenta que la mayor parte de los daños así estimados habrán sido medidos o determinados previamente bajo los diferentes sectores sociales o económicos, y será preciso tener el cuidado de no efectuar una doble contabilización de los mismos al momento de realizar una recapitulación de los daños totales.

2. Procedimiento para la evaluación

Para realizar la evaluación económica del impacto de un desastre sobre el medio ambiente será preciso que el/la especialista en el tema ambiental siga un procedimiento de etapas sucesivas, en estrecha cooperación con los(las) especialistas sectoriales y el/la macroeconomista. Tales etapas son las siguientes:

- i) descripción del estado ambiental antes/sin desastre, lo que constituye la línea de base para la evaluación;
- ii) identificación de los impactos del desastre natural en el medio ambiente;
- iii) evaluación cualitativa ambiental;
- iv) clasificación de los efectos en el medio ambiente;
- v) valoración económica del impacto ambiental, y
- vi) Análisis de la superposición con otros sectores.

En los acápite siguientes se describe cada una de tales etapas.

a. Descripción del estado del medio ambiente antes del desastre

Para poder atribuir válidamente los efectos que realmente le corresponden al desastre es necesario conocer la situación ambiental antes del mismo². Esta etapa consiste en el levantamiento, relevamiento, y caracterización de las condiciones ambientales involucradas (recursos, sistemas naturales o artificiales, biodiversidad), que son específicas del área en estudio y otras zonas comprendidas dentro del perímetro oficialmente reconocido como afectado.

Además de servir para una atribución correcta de los efectos del desastre, durante esta fase es importante analizar los posibles vínculos entre la magnitud de los daños causados por el desastre y la degradación ambiental previa al evento. Por ejemplo, en la evaluación de los daños causados por el huracán Mitch en Centroamérica (Octubre de 1998) se estableció que los severos efectos de las lluvias fueron agravados por acciones antrópicas previas y por desastres previos (Fenómeno de El Niño 1997-1998), tales como la deforestación y pérdida de cubierta de vegetal en zonas de pendiente, el uso inapropiado del suelo y la presencia de asentamientos humanos en zonas de riesgo tales como planicies de inundación y laderas de montaña. La comparación de los efectos de un evento natural extremo entre zonas con mayor y menor grado de degradación ambiental permite resaltar el papel que juega el estado del medio ambiente en la mitigación o en la intensificación de los daños.

Información básica a recopilar. El/la especialista en medio ambiente empleará una serie de pasos elementales, con su debido registro de datos en una bitácora o protocolo, temporal y bibliográfico, no solo para su propio informe, sino para que sea posible su seguimiento y puedan ser utilizados en evaluaciones similares posteriores. Este método se debe basar en los siguientes pasos:

- a) Acopio y recopilación del material básico y fuentes bibliográficas relevantes al problema y área de trabajo. Se utilizan bases de datos personales, de bibliotecas e instituciones, fuentes primarias (libros, informes oficiales, de instituciones autónomas, ONG, instituciones internacionales, del sistema de Naciones Unidas, bancos de asistencia internacional, empresa privada) y secundarias (artículos de periódicos, revistas, sitios de red, etc.).
- b) Acceso a un directorio de instituciones gubernamentales y de organizaciones no gubernamentales, con los contactos, responsables,

² En el caso de desastres de larga duración (como sequías), la línea de base estará constituida por la mejor aproximación posible a lo que hubiera sido una situación sin desastre. Si la comparación se establece con la situación antes del desastre pueden atribuirse a un desastre efectos que corresponden a otro tipo de causas. Si por ejemplo se está evaluando la superficie afectada por incendios forestales en el contexto de una sequía, se debe tener en cuenta (si se dispone de la información) la superficie que sufre incendios forestales durante un año normal. La diferencia entre estos dos valores es lo que debe ser atribuido a la sequía.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

- portavoces o personeros designados *ad hoc*, particularmente para el estudio de desastres.
- c) Establecimiento de un plan de entrevistas personales (ver siguiente paso), en coordinación con los contactos nacionales relevantes y designados.
 - d) Reuniones con representantes, responsables o designados de alto nivel técnico (preferiblemente), con conocimiento y responsabilidades relevantes al caso de estudio, y otros elementos portadores de información y bibliografía.
 - e) Acceso a leyes y reglamentos así como el conocimiento del marco legal del país, estado o región, relativo al manejo del ambiente, control ambiental, manejo de cuencas, conservación ambiental, de biodiversidad, así como lo relativo a prevención, coordinación institucional, preparación para las emergencias y sobre la reconstrucción en general (obras, infraestructura, medio ambiente).
 - f) Confección de un plan y guía para la observación de campo de las zonas afectadas (y de ser posible también de áreas no afectadas y/o prístinas).
 - g) Entrevistas en el campo con funcionarios, personeros gobierno y líderes de comunidades. Conocimiento de otros estudios o evaluaciones existentes *in situ*.
 - h) De aquellos factores sobre los que no existe información y que el/la experto(a) o grupo de asesores determina y analiza, se debe indicar cómo se estudiaron y cuantificaron.
 - i) Determinación de los pasos que hay que seguir para mejorar la información y la valoración.

Estudio de gabinete. El estudio y evaluación de gabinete se va realizando día a día, antes y luego de las reuniones con los demás especialistas que participan en la evaluación de los daños, con la información disponible hasta el momento. La primera condición para tener conocimiento de la calidad medioambiental de la zona o comarca afectada por el desastre, es contar con acceso a buena información, suficiente y confiable. La disponibilidad de información de calidad depende fundamentalmente del país afectado. Se debe recurrir a:

- a) perfiles ambientales e historias naturales;
- b) informes históricos sobre desastres e informes preliminares sobre el desastre en estudio;
- c) cartografía de zonas de vida o de vegetación natural posible, de vegetación actual y uso de la tierra (potencial y actual);
- d) mapas e informes geológicos y geomorfológicos;
- e) mapas de condiciones climáticas e hidrogeológicas;
- f) sistemas de información geográfica (SIG) a escalas de 1:200,000 así como a 1:50,000 para áreas grandes y varias cuencas hidrográficas; en ciertos casos es conveniente el nivel 1:10,000 o incluso 1:5,000;
- g) fotografías o filmaciones *in situ*, aérea o de satélite, mapas de levantamiento topográfico; y, finalmente,

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

- h) es muy conveniente llevar bitácoras detalladas de los viajes de campo que se hayan realizados a las zonas afectadas así como a zonas similares no afectadas (para efectos de comparación).

Todo este material permitirá definir con buena aproximación el estado del ambiente antes de que ocurriera el desastre y la situación posterior. Con este acopio de información el/la especialista en temas ambientales estará listo para emprender el estudio integral cualitativo y cuantitativo.

Determinación de zonas y aspectos de mayor interés. Es necesario efectuar un tamizado o discriminación inicial para poder enfocar la investigación y evaluación en los puntos de mayor interés o importancia, en lo más representativo del problema. Esto se hace en vista de que el tiempo con que cuenta el grupo de especialistas para realizar la evaluación es casi siempre muy limitado (por el costo de la misión y la urgencia de contar con datos luego del desastre). El alcance del estudio casi siempre se establece en los dos o tres primeros días de la misión, fundamentalmente como resultado de considerar las características ambientales más relevantes de la zona afectada y los probables impactos en función del tipo de evento natural extremo.

En caso de que se disponga de un grupo de estudio ambiental, cada especialista deberá buscar las variables ambientales de su campo profesional, que luego se pueden relacionar. Se levantará una lista o cuadro básico de sistemas, hábitat o especies relevantes para cada región o zona de vida, o por área protegida bajo condiciones normales, que luego pasó a ser área afectada. Se deben considerar los ecosistemas más representativos y su nivel de provisión de servicios ambientales (por ejemplo, producción de agua, captura de CO₂, biodiversidad, ecoturismo) antes de la ocurrencia del desastre. Las variables seleccionadas deberán ser medidas en el sitio y alrededores de influencia, según los patrones del comportamiento y la estructura del sistema en donde se desarrolló el fenómeno. Todo ello lleva a la obtención de un cuadro o escenario general del estado del ambiente.

Es necesario determinar las características o valor del ambiente en estudio de acuerdo con sus cualidades y propiedades más relevantes con relación a la calidad del recurso natural, de las especies y/o de los servicios ambientales.³ Para determinar la calidad (ecosistemas, servicios ambientales) se debe considerar al menos lo siguiente:

- a) formaciones terrestres únicas o inusuales;
- b) área o ecosistema protegida (oficial o privada);
- c) zona(s) de vida estratégica(s) para una región;

³ Se pueden utilizar recuadros para resaltar cuestiones que revistan especial interés. En la evaluación de los efectos del huracán Keith en Belice (2000), por ejemplo, se incluyó un recuadro sobre las características principales y presiones antrópicas de uno de los ecosistemas más importantes de la región: el Sistema Arrecifal Mesoamericano. Ver CEPAL, 2000, *Belize: assessment of the damage caused by hurricane Keith, 2000: implications for economic, social and environmental development*, (LC/MEX/G.4 y LC/CAR/G.627), Port of Spain.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

- d) importante área para el mantenimiento de sistemas naturales más allá de sus fronteras (áreas de desove, eclosión o parto, de apareamiento, zona de recolección de agua, sistemas de soporte vital);
- e) importancia del área para el mantenimiento de especies de utilidad agrícola, piscícola, para zocriaderos, etcétera;
- f) comunidades de plantas o animales, endémicas, de alta calidad o únicas;
- g) comunidades de plantas o animales para repoblación y restauración ecológica;
- h) hábitat raros, únicos en su género;
- i) corredores biológicos;
- j) comunidades biológicas con una alta diversidad;
- k) hábitat muy productivo (bosque, humedal, estuario, arrecife, etcétera.);
- l) hábitat para refugio de especies raras o amenazadas;
- m) hábitat para especies que requieren territorios extensos;
- n) áreas de importancia estacional para la alimentación o reproducción de una o varias especies;
- o) áreas que mantienen un banco silvestre de las especies domesticadas
- p) hábitat con un gran valor científico o educacional;
- q) hábitat de importancia por las tradiciones en materia de provisión de combustible, telas, alimento, materiales de construcción o medicina tradicional;
- r) áreas de interés histórico, cultural, religioso o arqueológico; y
- s) micro/meso/macro zonas con valor estético, paisajístico y recreacional.

b. Impactos del desastre sobre el medio ambiente

Los diferentes tipos de amenazas naturales, desde el punto de vista de las fuerzas dinámicas que se liberan y que transforman la superficie terrestre, se clasifican en dos categorías bien definidas: 1) Fenómenos de geodinámica interna, gobernados por fuerzas y procesos geofísicos endógenos y propios de la corteza terrestre; caen en este rubro la sismicidad, la actividad tectónica de placas, actividad de intraplaca, el volcanismo. 2) Fenómenos hidrometeorológicos, gobernados principalmente por procesos extensos del macroclima o globales de la troposfera (vientos alisios y monzones, convergencia intertropical, circulación de Hadley y de Walker, fenómeno ENOS, frentes polares, ondas y tormentas tropicales, huracanes y ciclones tropicales); otros procesos dinámicos presentan una influencia local o focal propios del meso y microclima (tornados y trombas marinas, tormentas costeras, convectivas u orográficas, rayerías). Algunos de estos fenómenos se desarrollan en la estratosfera (*e. gr.* capa de ozono).

El cuadro 2 resume los efectos que los fenómenos naturales pueden tener sobre los medios físico, biótico y perceptual.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 2. Efectos de los fenómenos naturales de gran magnitud sobre los medios físico, biótico y perceptual

Fenómeno	Efectos		
	Sobre el medio físico	Sobre el medio biótico	Sobre el medio perceptual
Erupciones volcánicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación del aire por los gases emitidos; ▪ Desvío de ríos, desaparición de playas y formación de nuevo contorno litoral; ▪ Flujos de escombros y lodos a partir de nieves y hielos o por colapso estructural de una de las paredes del volcán; ▪ Contaminación de cuerpos de agua; ▪ Incendios; ▪ Sismos y maremotos en las zonas cercanas; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en la salud de las personas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Por la energía liberada; ▪ Por cambios ambientales como la contaminación del aire (molestia de mucosas, ojos, piel, sistema respiratorio) y del agua; ▪ Pérdida de cubierta vegetal y daños a la fauna por incendios, avalanchas y lluvia ácida; ▪ Pérdida de hábitat; ▪ Desequilibrio ecológico extensivo; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios drásticos del paisaje (paisaje yermo, desolado y pérdida de mosaico agrológico) con pérdida de atributos estéticos;
Terremotos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deslizamientos y derrumbes en montañas, precipicios y acantilados costeros por efecto de la vibración; ▪ Movimientos de masa en laderas con saturación hídrica; a su vez pueden producir represamientos y cambios en los cursos de agua (que a su vez pueden generar nuevas avalanchas); ▪ Elevación o subsidencia de terrenos; ▪ Daños ambientales por afectación de infraestructura de servicios básicos como agua, electricidad, gas, hidrocarburos (derrames y combustión de hidrocarburos y productos químicos, incendios, explosiones, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en la salud de las personas; <ul style="list-style-type: none"> ▪ Por la energía liberada ▪ Por cambios ambientales como la contaminación del agua y del aire a causa de derrames e incendios ▪ Daños localizados en la cubierta vegetal de zonas afectadas por derrumbes y avalanchas; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en el paisaje por aparición de zonas de deslizamiento sin cubierta vegetal; ▪ Se pueden producir cambios de mayor importancia y de carácter permanente como la aparición y desaparición de cuerpos de agua;

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 2.....continuación (a)

Fenómeno	Efectos		
	Sobre el medio físico	Sobre el medio biótico	Sobre el medio perceptual
Maremoto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inundación de zona litoral; ▪ Intrusión de agua salada en cuerpos de agua superficiales y subterráneos; ▪ Contaminación de agua por derrames de productos químicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños a la salud humana; ▪ Por el impacto de la ola; ▪ Por cambios ambientales como contaminación y salinización del agua; ▪ Daños en flora y fauna costera por el impacto de la ola y por la anegación con agua salada; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuerte afectación al paisaje en zona litoral; ▪ Posibles cambios de mayor importancia y de carácter permanente como la aparición y desaparición de cuerpos de agua;
Inundaciones (origen climatológico, oceánico u otro)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosión, desestabilización de suelos y deslizamientos; ▪ Sedimentación y arrastre de detritos y escombros a terrenos y cuerpos de agua; ▪ Posibles represamientos y avalanchas posteriores; ▪ Contaminación por derrame de tanques de plantas de tratamientos de aguas servidas y colapso de sistemas de alcantarillado y de letrinas; ▪ Contaminación por derrames de productos químicos; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños a la salud humana ▪ Por la energía liberada ▪ Por cambios ambientales como contaminación del agua ▪ Afectación de flora y fauna por la energía liberada, los cambios físicos y por la contaminación por productos químicos; ▪ Pérdida de cubierta vegetal; ▪ Pérdida de hábitat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El arrastre de sedimentos y la obstrucción de drenajes naturales pueden provocar cambios de cursos de agua, incluso de carácter permanente y variaciones en la línea costera;
Movimientos de masa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosión, desestabilización y pérdida de suelos y deslizamientos y derrumbes; ▪ Sedimentación y arrastre de detritos y escombros a terrenos y cuerpos de agua; ▪ Posibles represamientos y avalanchas posteriores; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños a la salud humana principalmente por la energía liberada; ▪ Deslizamiento de masas boscosas y destrucción de la cubierta vegetal; ▪ Inclinación de árboles (en el caso de reptación); 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios drásticos en el paisaje, generalmente de carácter localizado;
Huracanes y ciclones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosión litoral, cambios de granulometría de playas y cambios batimétricos por marejadas, turbidez; ▪ Cambio de accidentes geográficos; ▪ Erosión, deslizamientos y avalanchas por causa de lluvias (ver inundaciones) ▪ Intrusión de agua salada en cuerpos de agua superficiales y subterráneos; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muerte y migración de animales; ▪ Fractura y caída de árboles por viento; ▪ Pérdida de vegetación costera (manglares), pastos marinos y daños físicos a arrecifes coralinos; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios drásticos en el paisaje por caída de vegetación y variación de línea costera; ▪ Idem inundaciones

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 2.....continuación (b)

Fenómeno	Efectos			Sobre el medio perceptual
	Sobre el medio físico	Sobre el medio biótico	Sobre el medio perceptual	
Sequía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desecación y agrietamiento del suelo, aumento de la susceptibilidad a erosión y degradación de suelos; ▪ Disminución del caudal de agua superficial, baja del nivel freático, aumento de temperatura de los cuerpos de agua, pérdida de capacidad de dilución de contaminantes; se pueden producir salinización de pozos en zonas costeras por sobreexplotación; ▪ Desecación de humedales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pérdida de cubierta vegetal por desecación y por incendios forestales asociados; ▪ Pérdida de biodiversidad por desecación de humedales (en muchas ocasiones son el hábitat de especies en peligro de extinción y forman parte de rutas de avifauna migratoria) e incendios forestales ▪ Otros desequilibrios ecológicos (por ejemplo, muerte de polinizadores); 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios drásticos en el paisaje por pérdida de vegetación 	
Fenómeno ENOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ver inundaciones y sequías 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La aparición o aumento de la incidencia de algunas enfermedades (malaria, dengue y otras) se asocia al Fenómeno ENOS; ▪ Cambios en la estructura oceanográfica, inversión de surgencias; desaparición de fitoplancton, desplazamiento y muerte de ictiofauna, muerte de aves marinas y focas; daños sobre poblaciones coralinas. ▪ Ver inundaciones y sequías 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ver inundaciones y sequías 	

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Resulta muy ilustrativo presentar un gráfico con los encadenamientos causales de los principales impactos sobre el medio ambiente como puede verse en las dos figuras siguientes correspondientes al fenómeno ENOS de 1997-1998 en Costa Rica⁴ y a las inundaciones y deslizamientos en Venezuela en 1999,⁵ respectivamente. Al igual que en la descripción del estado del medio ambiente previo al desastre, se pueden incluir recuadros para el tratamiento de impactos específicos que lo requieran. Por ejemplo, en la evaluación del impacto del huracán Mitch en Nicaragua se incluyó un recuadro sobre lo ocurrido en el volcán Casita;⁶ en el caso del desastre de Venezuela se incluyó un recuadro sobre el problema ambiental generado en el Puerto de la Guaira como consecuencia del arrastre de contenedores que almacenaban sustancias químicas.

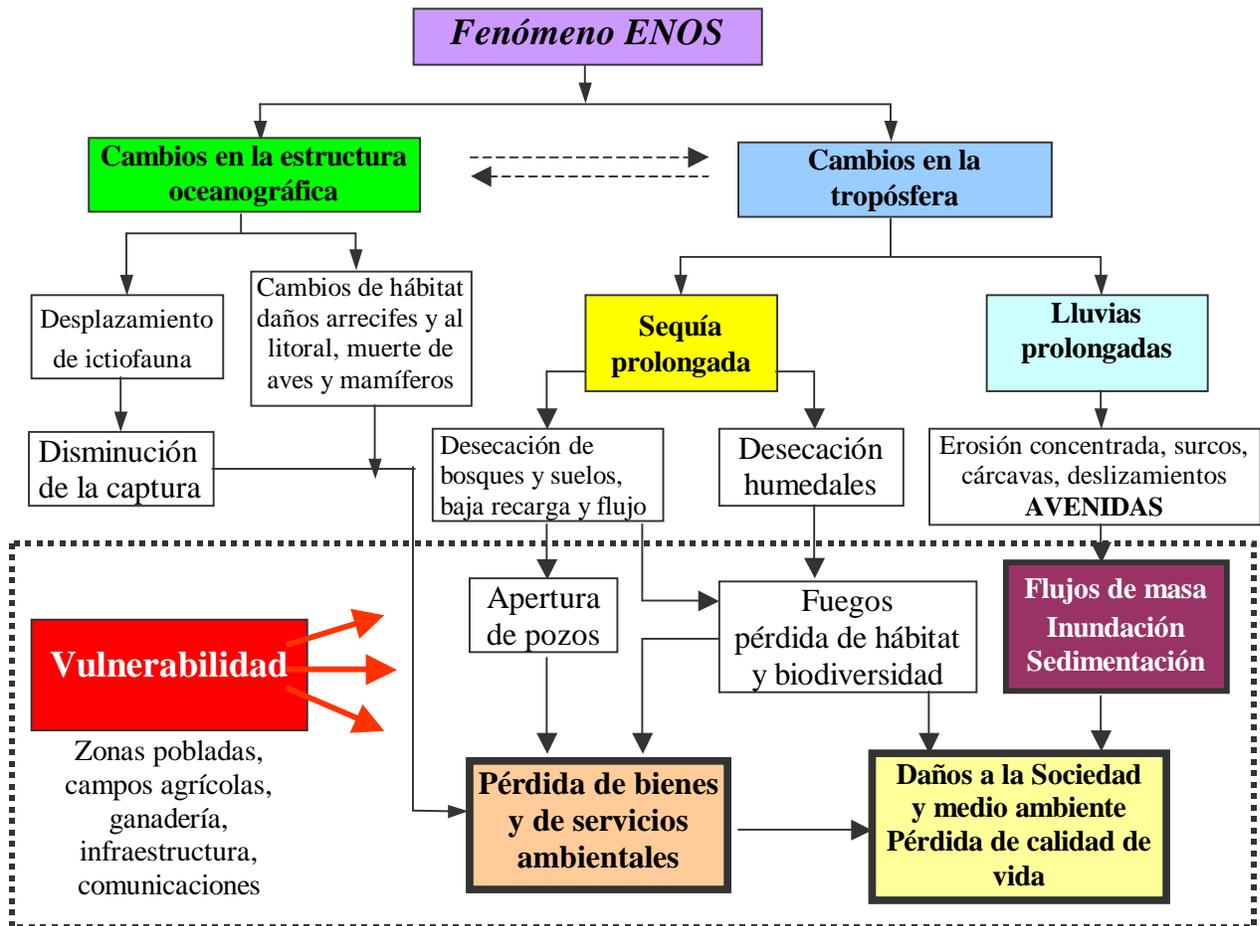


Figura 1. Encadenamiento de los impactos sobre el medio ambiente causados por el fenómeno El Niño de 1997-1998 en Costa Rica.

⁴ CEPAL, 1998, *El Fenómeno El Niño en Costa Rica durante 1997-1998: evaluación de su impacto y necesidades de rehabilitación, mitigación y prevención ante las alteraciones climáticas*, (LC/MEX/L.363) México D.F.

⁵ CEPAL, 2000, *Los efectos socioeconómicos de las inundaciones y deslizamientos en Venezuela en 1999*, (LC/MEX/L.421/Add.1), México D.F.

⁶ CEPAL, 1999, *Nicaragua: evaluación de los daños ocasionados por el huracán Mitch, 1998: sus implicaciones para el desarrollo económico y social y el medio ambiente*, (LC/MEX/L.372), México D.F.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

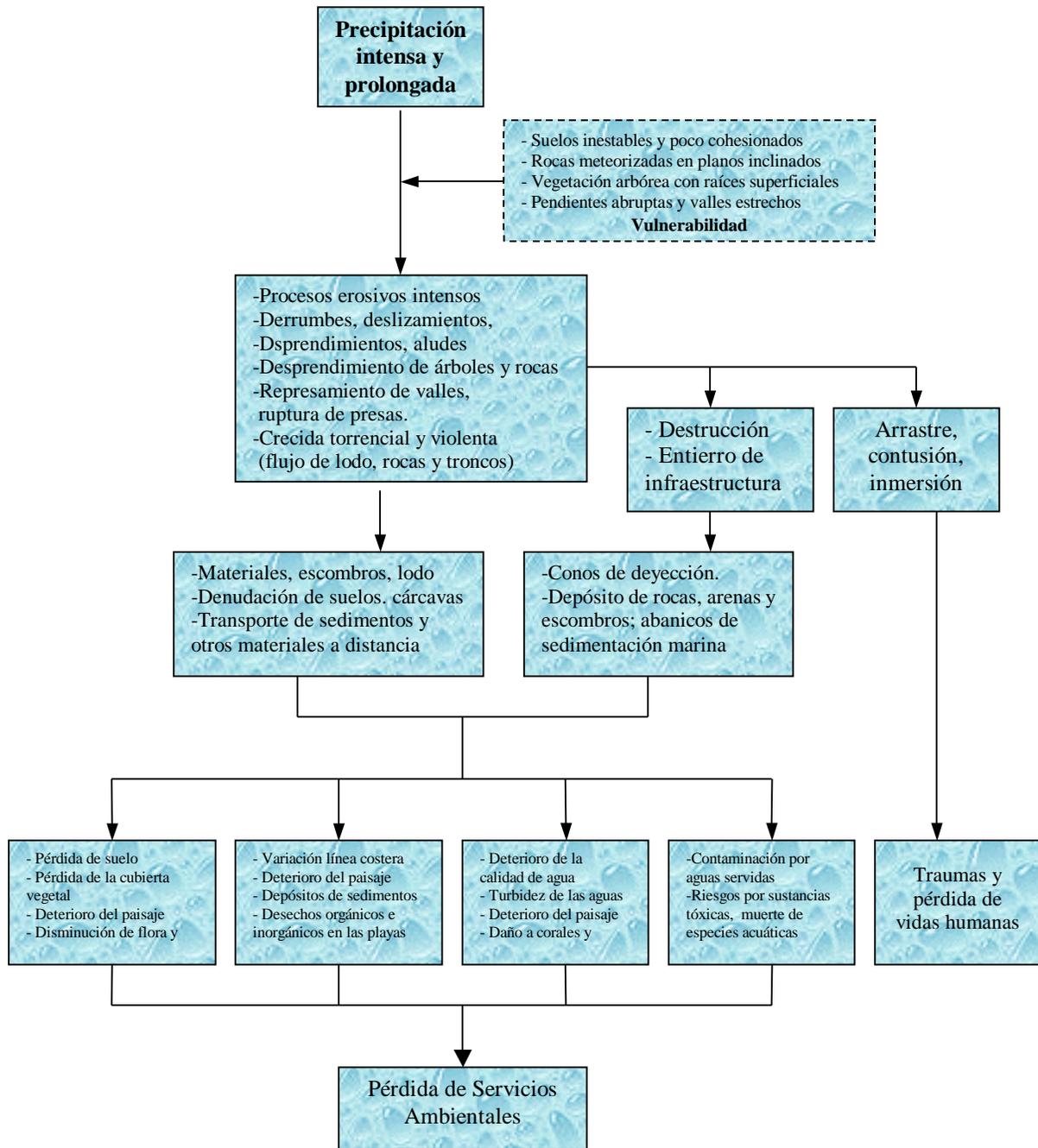


Figura 2. Estructura del desastre generado por las inundaciones y deslizamientos ocurridos en 1999 en Venezuela.

c. Evaluación ambiental cualitativa.

Resulta difícil dar una escala absoluta a las apreciaciones de un técnico o profesional en el campo de la evaluación de impacto ambiental, para presentar un valor relativo de calidad. Cuando se tienen cifras exactas de una variable ambiental y se conocen parámetros establecidos por organismos de control ambiental, dicha tarea se facilita. Sin embargo, la valoración del o de la especialista en medio ambiente debe basarse en la experiencia y en la literatura respectiva, que le permitirá elaborar una aproximación adecuada, lógica y consistente.

La calidad, intensidad y extensión de los efectos de un fenómeno natural sobre el ambiente variará según la fuerza desatada, la sensibilidad y calidad del medio que la recibe, la capacidad del medio y tiempo de recuperación, tanto como por la pérdida parcial o total de los valores o servicios ambientales. Las actividades humanas implican algunos impactos inevitables e irreversibles, siendo los más obvios los terrenos de ocupación, sean estos los de explotación, producción, almacenamiento, así como las vías de acceso y terrenos para los servicios, todos impactos negativos conocidos como sustracción de espacio vital. Pero para el caso del ambiente natural, la visión es la de la recuperación del medio ambiente, a corto, mediano o largo plazo por sus propios sistemas de evolución ecológica (sucesión natural, recuperación natural, autodepuración de aguas, asimilación y transformación de especies químicas y contaminantes en los ciclos biogeoquímicos, reacciones fotoquímicas de la atmósfera, etcétera). La visión, en este caso, es la de restaurar la capacidad de absorción del producto del fenómeno natural, particularmente para aquellos con intensidades y duración mayores.

Una vez efectuado el estudio ambiental (estado del ambiente) y completado los análisis necesarios, preferiblemente con intercambio interdisciplinario de información, el/la especialista o grupo de especialistas ambientales podrán juzgar finalmente la importancia general, o categoría de la alteración, integrada a todo el sistema. Una de las propuestas para el estudio de desarrollos humanos, es la de que en una EIA se pueden utilizar seis apreciaciones relativas de efectos negativos y cuatro positivos, de las consecuencias sobre cualquier sistema natural o antropogénico. Esas valoraciones se basan en los resultados derivables de las observaciones, la experiencia profesional, de matrices ambientales o de modelos utilizados, de los datos producidos por el análisis de un proyecto o acciones artificiales derivadas de su realización sobre un ambiente dado, en el espacio y el tiempo. Para el caso de los desastres producidos por fenómenos naturales extremos es posible utilizar esta concepción cualitativa.

Esta evaluación debe realizarse, preferiblemente, cuando se haya completado todo el estudio de las características del medio, con un enfoque imparcial (sin deformaciones profesionales) terminado el inventario o relevamiento ambiental y los análisis que se estimen convenientes, o que sean exigidos por la situación, o por términos de referencia institucionales. Estas categorías de impactos negativos son las siguientes (Véase el cuadro 3):

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

- a) **Impacto nulo** (no apreciable o muy leve) es de rápida recuperación ambiental, o de costos de prevención o recuperación despreciables o muy bajos.
- b) **Impacto despreciable o mínimo** (cuantificable pero sin importancia para al estabilidad del sistema) con recuperación a corto o mediano plazo; molestias, alteraciones, cambios o daños despreciables.
- c) **Impacto moderado** (alteración notoria pero circunscrita a un ámbito espacial relativamente reducido, impacto leve pero en el nivel regional) recuperable a corto plazo; molestias moderadas o aceptables; mitigación sencilla o poco costosa.
- d) **Impacto severo** (alteración muy notoria, regional o muy extensiva) es recuperable a corto o mediano plazo con medidas de mitigación apropiadas; molestias o inconvenientes fuertes y mitigación costosa.
- e) **Impacto muy severo** (consecuencias muy dañinas regionales extensivas y cuantiosas) con posibilidad de recuperación parcial o poca, a costos muy elevados a mediano y largo plazo; pérdida de opciones de uso del recurso en el futuro.
- f) **Impacto total** (aún parcialmente dañado, el sistema es irrecuperable; el destrozo es total) pérdida de las opciones para un futuro en el uso del recurso. Para el caso de un desarrollo humano significa la necesidad imperiosa de no permitir la instalación u operación de ese proyecto. En la situación de un desastre la recuperación natural puede ser a muy largo plazo (>25 años).

Cuadro 3. Categorías de los impactos ambientales

Impacto Ambiental	Calidad del daño	Extensión Del daño	Plazo de recuperación	Costos de Recuperación
Nulo	Casi inexistente	Muy poco Alcance	Inmediato Muy corto	Ninguno
Despreciable O mínimo	Poco	Local	Corto	Bajos
Moderado	Notorio	Local Poco alcance	Corto o Mediano	Medianos a altos
Severo	Muy notorio	Local o Extensivo	Mediano o Largo	Altos o Muy altos
Muy severo	Profundo y Destructor	Local o Extensivo	Mediano o largo	Muy altos
Total	Total o casi total	Local o Extensivo	Muy largo o irreversible	Incalculable

Fuente: Modificado de Alfonso Mata, 1995.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Una ventaja de este método es la de que al asignar valores cuantitativos, como por ejemplo, ámbito de velocidad del viento (para un huracán), intensidad de un sismo, extensión de un incendio forestal, captura de peces, área de inundación, etcétera, la valoración ganará mucho en facilidad de interpretación.

Se puede designar como buenos ejemplos de esta concepción a la clasificación Fujita para tornados (la débil (F0), pasando por moderado (F1), fuerte (F2), severo (F3), devastador (F4), terminado con la más intensa o increíble (F5); o el de la notación que se le ha atribuido a la escala Saffir-Simpson para los huracanes en la cual, a partir de la tormenta tropical, los clasifica desde 1 (moderado), 2 (fuerte), 3 (severo), 4 (muy severo), hasta 5 (devastador). Se han utilizado escalas similares para dar idea cualitativa y cuantitativa del fenómeno El Niño, al ser clasificados como eventos moderados, fuertes y muy fuertes, según los cambios promedios en la temperatura de la superficie oceánica. Por otra parte, para cada categoría, en el caso del huracán, hay diferentes zonas o bandas geográficas de intensidad de los daños, que se establecen aproximadamente con los mismos criterios cualitativos; así, se pueden clasificar en zonas de impactos moderados, fuertes, severos y muy severos.

Ejemplos de evaluación ambiental cualitativa. A continuación se resumen ejemplos de evaluaciones ambientales de tipo cualitativo sobre los daños causados al medio ambiente por el huracán Georges en la República Dominicana en 1998, y por el fenómeno El Niño en Costa Rica en 1997-1998.

En el cuadro 4 se presenta una categorización de las áreas afectadas por movimientos de masa para el caso del huracán Georges en la República Dominicana. La pericia de los observadores durante los viajes de campo (para determinar áreas, tipo y espesores de los movimientos de masa, como los deslizamientos), así como el estudio de los mapas diferenciales de fotografías aéreas (ante y post desastre), permitió estimar el porcentaje de área afectada que se asoció a una descripción cualitativa del daño.

Cuadro 4. Clasificación de las áreas afectadas por deslizamientos y avalanchas generados por el huracán Georges en 1998, en la República Dominicana

Categoría	Área afectada (%)	Daño estimado
D1	10	Leve
D2	30	Moderado
D3	50	Severo

Fuente: Modificado de Lücke, O. y R. Mora. 1998.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

En el cuadro 5 se definen las características de las zonas protegidas que sufrieron daños a causa del mismo huracán Georges, y se señala la clasificación de impacto relativo que fuera definida por las autoridades del país afectado.⁷

Cuadro 5. Características de las áreas protegidas que fueron afectadas por el huracán Georges en República Dominicana en 1998, y su clasificación en términos de impacto relativo

Parques Nacionales y reservas equivalentes ⁽¹⁾	Área afectada km ²	Zona de vida ⁽²⁾ y rasgo especial	Grado de impacto ambiental ⁽³⁾
PN Armando Bermúdez	766	bhm-S y bpm-S, mayores alturas de las antillas	Moderado
PN Cuevas de Borbón o El Pomier	0,25		Severo
PN Del Este	430	bh-S, bs-S, endemismo de aves y plantas, solenodonte y hutia	Muy severo
PB Isla Catalina	22	bmh-S	Muy severo
PN Isla Cabritos (Lago Enriquillo)	25	bs-S, especies amenazadas	Mínimo
PN José del Carmen Ramírez	764	bhm-S y bpm-S, mayores	Moderado
PN Laguna de Cabral o Rincón	240,54	Tortuga y peces endémicos	Severo (inund.)
PN Lagunas Redonda y Limón	107,7	bmh-S	Moderado-severo
PN Los Haitises	1375	bh-S, especies endémicas	Severo-muy severo
PN Montaña La Humeadora	420	bmh-S	Muy severo
PN Sierra de Bahoruco	800	bh-MB	Mínimo
PN Sierra de Neyba	407	bh-MB	Moderado
Lomas de Barbacoa	22	bmh-MB y bh-MB	Moderado-severo
PN Valle Nuevo	657	bmh-MB y M, nacen ríos Yuna y Nizao	Moderado.severo
RC Ébano Verde	23,1	bmh-MB y bh-MB	Modeado-severo
RC Quita Espuela	72,5	bh-MB	Moderado
PU Santo Domingo y Jardín Botánico	16,4		Muy severo
Total	6,796		

Fuente: CEPAL.

¹ Abreviaciones PN : Parque Nacional; RC : Reserva Científica; PU : Parque Urbano.

² Zona de vida (*sensu Holdridge* ver anexo XIII) Tasaico 1962.

³ Áreas de influencia del Huracán Georges según estudio de ONAPLAN (República Dominicana).

⁷ CEPAL, 1998, *República Dominicana: evaluación de los daños ocasionados por el huracán Georges, 1998: sus implicancias para el desarrollo del país*, (LC/MEX/L.365), México D.F.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

En el cuadro 6 se tipifica otro caso de evaluación cualitativa, referido al fenómeno El Niño de 1997-1998 en Costa Rica. Esta clasificación permite definir con claridad los valores de la pérdida de servicios ambientales en las zonas que fueron afectadas.

Cuadro 6. Principales impactos ambientales sobre la vida silvestre producidos por el fenómeno El Niño 1997-1998 en Costa Rica, en las regiones Huetar Norte y Chorotega.

Impacto Sobre	Causa	Intensidad	Período de recuperación	Notas
Humedales RVS Caño Negro	Sequía	Severo,	<5 años	Disminución de espejo de agua de lagunas y ciénagas
Humedales RVS Caño Negro	Fuego	Muy severo,	<1 año	Daños al sotobosque y zonas circundantes en pasto
Marillales de RVS Caño Negro	Fuego	Irreversible sin recuper. espontánea	<20 años, por importación de especies	El marillal (cedro María) es único en la zona Norte, quemado una sola vez ya no se regenera
Bosques de ribera	Sequía	Moderado	1 año	Atraso en floración, pérdida de frutos
Avifauna residente de Caño Negro	Fuego	Muy severo	<10 años	Pérdida de hábitat
Avifauna migratoria RVS Caño Negro	Fuego	Muy severo	Desconocido puede ser rápido	Pérdida de hábitat
Mamíferos terrestres	Fuego	Muy severo	Desconocido	Muerte de individuos
Murciélagos	Fuego	Severo	Desconocido	Pérdida de hábitat de un magnífico depredador de insectos y dispersor de semillas
Herpeto-fauna batracios	Desecación de humedales	Moderado	Mediano plazo	Baja de las poblaciones, reducción del hábitat
Ictiofauna amenazada	Desecación de humedales	Severo	Mediano plazo	Pez Gaspar (<i>Atractosteus tropicus</i>), "fósil" viviente amenazado
Pesca marina	Desequilibrio oceánico	Severo	Variable	Desplazamiento de pescas, esfuerzo mayor. Arrecifes coralinos mueren
Cría de truchas	Disminución corrientes	Moderado	Corto plazo	Disminución flujo de agua dulce
Palmitales y sotobosques	Quema de malezas	Severo	Desconocido	Desaparición depredadores de plagas

Abreviaciones : PN, Parque Nacional; RVS, Reserva de Vida Silvestre

d. Clasificación y valoración de los efectos sobre el medio ambiente

El paso siguiente es el de clasificar los efectos del desastre sobre el medio ambiente en términos de daños directos e indirectos para compatibilizarlos con arreglo a la metodología de evaluación económica. Téngase presente que los **daños directos** derivan

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

de cambios en la cantidad o calidad de los activos ambientales (cambio ambiental): pérdida de suelo y vegetación, pérdida de calidad y/o cantidad de agua disponible, cambios en la dinámica de los ecosistemas, etc. También puede ser considerado daño directo la destrucción o daño en el capital construido que impide (o hace más costoso) el uso de activos ambientales: ruptura de redes de distribución de agua o instalaciones de tratamiento, destrucción de redes de comunicación y medios de transporte que impiden llevar a cabo actividades que implican el uso de bienes y servicios ambientales, etc. El **daño indirecto** surge de las modificaciones a los flujos de bienes y servicios ambientales que surgen de la imposibilidad temporal de usar los recursos ambientales debido al daño causado por el desastre hasta la recuperación del capital natural y/o humano dañado.

Una vez que han sido identificados los impactos sobre el medio ambiente y que se han clasificado en daños directos e indirectos, se procede a su cuantificación y valoración. Ésta es la etapa donde se presentan mayores dificultades para el trabajo de la evaluación, especialmente a causa de la escasez de tiempo para realizarla, y donde la calidad de la información se torna en materia crucial.

La cuantificación presenta el efecto ambiental identificado en términos de diferentes magnitudes según el caso. Por ejemplo, la extensión de bosque quemado, la superficie de suelo erosionado, la longitud de playa afectada, la disminución del volumen de capturas pesqueras, la disminución del caudal o la presencia de contaminantes en el agua, el número de muertes de individuos de una especie, etcétera. Mediante el proceso de valoración se atribuye un valor económico a los efectos ambientales identificados. En la mayor parte de los casos la cuantificación precede a la valoración aunque no siempre es necesaria la cuantificación para valorar el efecto ambiental. En la práctica se producen situaciones diversas.

En muchos casos la cuantificación y/o valoración no resulta posible de realizar. Por ejemplo, los plazos de tiempo en que se realizan las evaluaciones de desastres no permiten casi nunca tener información cuantitativa acerca del impacto sobre especies concretas (sin valor de uso) ni en otras variables que forman parte de la dinámica de ecosistemas; además, estos impactos, si se pueden identificar y sustentar, normalmente solo van a poder describirse en forma cualitativa. En el caso de la fauna, por ejemplo, casi nunca resulta posible conocer el número de individuos afectados. Aún si se pudiera conseguir tal información, no resulta posible atribuir un valor a cada uno de los individuos afectados.⁸ En tal caso, por lo tanto, solo se llegaría a identificar el efecto ambiental. Únicamente en el caso en que se tuviera previsto realizar un proyecto de introducción de nuevos individuos podría utilizarse el costo de este proyecto como una aproximación al valor de los individuos perdidos.

La situación anterior también se produce en relación con los cambios en el paisaje (variaciones en la línea costera, por ejemplo), cuando éstos no afectan de manera significativa a las actividades de carácter productivo (por ejemplo, en el caso del

⁸ Por ejemplo, existen aproximaciones al valor de existencia de especies en peligro de extinción, aunque se refieren a la especie en su totalidad y no se puede aplicar a un número concreto de individuos. Las metodologías que se aplican, además de cuestionadas, requieren de un gran volumen de información.

turismo). En otras ocasiones, aunque sea técnicamente posible, no se dispone de la información precisa o es de poca calidad. Por ejemplo, resulta bastante complicado conocer la superficie perdida de suelo a causa de la erosión generada por inundaciones cuando el área afectada es grande y no se cuenta con el apoyo de sensores remotos (que puedan proporcionar, por ejemplo, fotos aéreas).

e. Valoración económica de los daños ambientales

La valoración de los daños en esta metodología tiene como propósito conocer la magnitud de su impacto sobre los acervos y los servicios ambientales y sobre la economía del país o región afectados⁹, y – eventualmente – la formulación de propuestas acerca de estrategias y planes de rehabilitación del medio ambiente luego de ocurrido un desastre.¹⁰

Como se señaló anteriormente, se distinguen varios tipos de valores ambientales. Los valores de uso, cuando del acervo de recursos naturales se derivan bienes y servicios que contribuyen al bienestar de las personas, y los valores de no-uso que no se relacionan con ningún uso directo o indirecto y surgen de los beneficios psicológicos derivados, entre otros, del mero conocimiento que el recurso existe (valor de existencia) o del deseo de preservar el capital natural para que lo disfruten las futuras generaciones (valor de herencia). El valor de opción se define como los beneficios que se derivan de preservar opciones para el uso de un recurso particular cuando, o bien existe incertidumbre acerca del posible uso futuro del recurso, o bien la incertidumbre se refiere a la disponibilidad del recurso en el futuro.¹¹

Existen diferentes procedimientos para valorar los acervos naturales:

- la estimación del valor económico de un acervo ambiental en el caso de que exista un valor de mercado para dichos bienes. En este caso, si los precios no están distorsionados, los cambios ambientales pueden evaluarse directamente usando los

⁹ Uno de los problemas asociados a la valoración ambiental es la determinación de la población que sufre pérdida de bienestar, ya que algunos de los servicios ambientales tienen característica de bien público de carácter global (como el mantenimiento de la biodiversidad y la fijación de gases de efecto invernadero). Esto significa que, por ejemplo, los daños que causa un incendio forestal por liberación de carbono a la atmósfera afectan no solo al país que lo sufre sino a todo el mundo. La comunidad internacional ha creado mecanismos financieros como el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF en sus siglas en inglés) para que los países implementen actividades que generan beneficios ambientales globales, pero que no son de interés directo para ellos. El criterio que se utiliza aquí es la contabilización de todos los daños independientemente del ámbito afectado (particular, nacional, global).

¹⁰ Dentro del tema medioambiental es usual realizar este tipo de evaluaciones midiendo – en términos monetarios – los costos y beneficios de los cambios ambientales para poderlos comparar con otros valores de mercado. Dicha comparación permite realizar: i) evaluaciones ex ante de cursos alternativos de acción que implican tanto cambios ambientales como alteraciones en la asignación de otros bienes económicos (análisis costo-beneficio), y ii) evaluaciones ex post de los impactos en el bienestar de cambios ambientales reales con el propósito de determinar las posibles compensaciones por daños o de evaluar la eficiencia económica de medidas de restauración.

¹¹ Mientras unos autores consideran el valor de opción como un caso especial de valor de uso, otros lo incluyen dentro de los valores de no-uso.

- precios del mercado. Si el recurso natural provee varios servicios y para alguno de ellos no existe un mercado, este procedimiento no puede ser utilizado para proveer una medida confiable del valor económico del recurso.
- La estimación indirecta de los bienes ambientales para los que no existe mercado, mediante la medición de los precios de mercado de bienes económicos relacionados, o mercados sustitutos. Resulta obvio que las técnicas usadas para estas estimaciones no pueden aplicarse para medir valores de no-uso.
 - Una estimación indirecta que se basa en consultar a los usuarios acerca del valor que ellos asignan a los bienes ambientales para los que no existe mercado. Este procedimiento sirve tanto para valores de uso como de no-uso.

Son pocos los bienes o acervos ambientales que pueden medirse directamente en términos de su valor de mercado. Por ello, es frecuente el uso de procedimientos indirectos para estimarlos.¹² Estos últimos persiguen identificar y medir las relaciones físicas que describen las relaciones de causa y efecto y proveen medidas objetivas de los daños originados por diferentes causas. Entre ellos se incluye el método de función de producción así como otros que se basan en diferentes costos tales como el de prevención, de relocalización, de enfermedad, del enfoque del capital humano, y de restauración. Este último se describe en el recuadro siguiente, dado su frecuente uso para estos propósitos¹³.

Método del costo de restauración

Los beneficios económicos B_t que se derivan de un atributo ambiental AA (por ejemplo agua de una calidad dada para consumo humano) se pueden expresar como:

$$B_t = f(AA)$$

Por simplicidad se asume que si $AA = 0$, entonces $B_t = 0$ (alternativamente también se puede considerar que si $AA = 0$, se puede seguir utilizando el agua aunque a mayores costos porque en cada domicilio se debería hacer un tratamiento). Si un desastre afecta AA, de tal manera que $AA = 0$, el daño económico se debería medir indirectamente a través del valor presente de los beneficios perdidos (VP). De manera alternativa también se puede valorar a través del costo de restauración C (inversiones para devolver la calidad original al agua). Asumiendo que la inversión en restauración es “instantánea”, la restauración es económicamente eficiente si $C \leq VP$, por lo que generalmente la estimación a través de C va a subestimar el daño económico. Si $C > VP$, en principio no debería llevarse a cabo la restauración (si finalmente se realizara, el daño económico se estaría sobrestimando).

¹² Esta clasificación está basada en los trabajos de Pearce y Turner (1990) y Turner et al (1995).

¹³ El enfoque del costo de restauración ha sido usado frecuentemente en análisis costo-beneficio de nuevos proyectos y políticas públicas. En algunos países, como EE.UU. constituye la base de estimación de compensación por daños. El Sistema Integrado de Contabilidad Económica y Ambiental propuesto por las Naciones Unidas considera este enfoque como uno de los métodos de valoración ambiental de posible aplicación. Naciones Unidas, 2000, *Integrated Environmental and Economic Accounting: An Operational Manual*, New York.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Se producen daños ambientales indirectos cuando los daños sobre el capital construido impiden o hacen más costoso el uso de activos ambientales. Este daño surge principalmente de la pérdida total o parcial de otras formas de capital, como la infraestructura física.

El costo de restauración considerado se refiere al del capital construido, que constituye una aproximación indirecta del daño ambiental. De la misma forma que en el caso de la estimación directa del daño, los beneficios económicos B_t que se derivan de un atributo ambiental AA (por ejemplo agua de una calidad dada para consumo humano) requieren de un activo físico K (por ejemplo la red de distribución de agua).

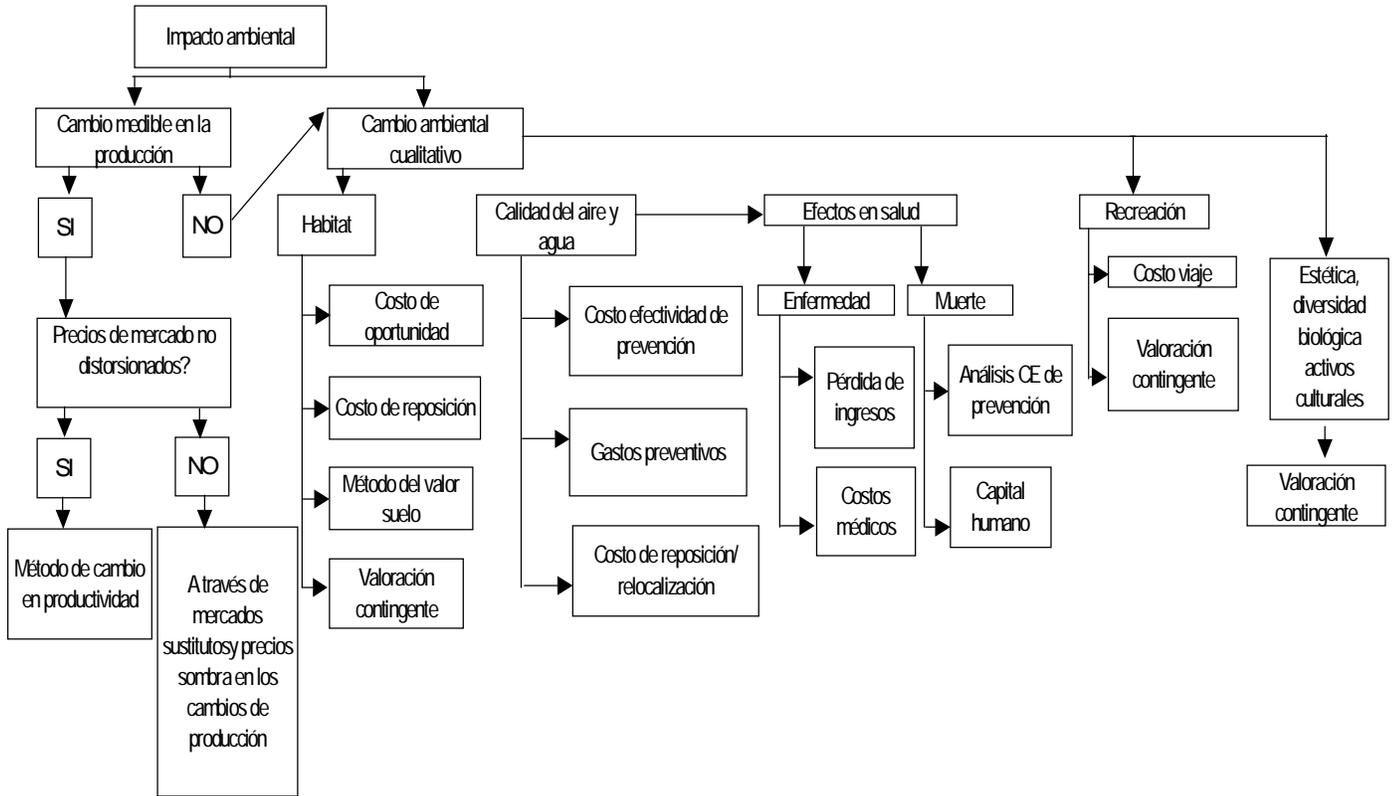
$$B_t = f(AA, K)$$

En este caso se supone que el desastre no ha afectado a AA y por simplicidad se asume que si $K = 0$, entonces $B_t = 0$ (alternativamente también se puede considerar que si $K = 0$, se puede seguir utilizando el agua aunque a mayores costos). Si un desastre afecta K, de tal manera que $K = 0$, el daño económico se debería medir a través del valor presente de los beneficios perdidos (VP). De manera alternativa también se puede valorar a través del costo de restauración C (inversiones para reconstruir la red de distribución de agua). Asumiendo que la inversión en restauración es “instantánea”, la restauración es económicamente eficiente si $C \leq VP$, por lo que generalmente la estimación a través de C va a subestimar el daño económico. Si $C > VP$, en principio no debería llevarse a cabo la restauración (si finalmente se realizara, el daño económico se estaría sobreestimando).

Los otros métodos también pueden utilizarse para la estimación dependiendo de la disponibilidad de información básica en cada caso.¹⁴ En el gráfico de la figura 3 se muestran los procedimientos o métodos disponibles para valorar los diferentes tipos de cambio ambiental, en función de diferentes situaciones. Por su importancia en relación con la evaluación de otros sectores económicos, el enfoque de cambio de productividad se muestra en un recuadro.

¹⁴ Una descripción más detallada de dichos métodos puede encontrarse en Dosi, D., *Environmental Values, Valuation Methods, and Natural Disaster Damage Assessment*, (LC/L.1552-P), CEPAL, Santiago, Chile, 2000.

Gráfico 5.3. Métodos de valoración de impacto ambiental



Fuente: Dixon, et. al (1994)

Cabe señalar que la utilización preferente del enfoque del costo de restauración no elimina la necesidad de evaluar los daños durante el periodo que dura la restauración del acervo. También hay situaciones en que este enfoque no puede ser utilizado (por las características del activo natural afectado o porque no sea económicamente eficiente o no se vaya a llevar a cabo la restauración). Para realizar estas estimaciones (cuando sea técnicamente posible), es preciso recurrir a alguna de las otras metodologías existentes. La elección definitiva de la técnica de estimación dependerá de una serie de criterios y circunstancias pero, al tener en cuenta las circunstancias en que se realizan normalmente las evaluaciones de desastres, la elección de la técnica va a verse afectada por la intensidad de datos necesarios para su utilización, así como por la disponibilidad o la capacidad de obtener a un costo razonable y en el plazo requerido la información necesaria.

La mayor parte de las técnicas disponibles son intrínsecamente incapaces de estimar todas las categorías de valor. Por ejemplo, algunas de las técnicas están dirigidas a la

estimación de un valor de uso particular: costo de viaje a valores de recreación; precios hedónicos a valores de atributos ambientales de vecindarios, costo de prevención a valores relacionados con los riesgos de salud, etcétera.

Método del cambio en productividad

A través de este enfoque se busca aprovechar las relaciones existentes entre atributos ambientales y el nivel de producción de una actividad económica. Se reconoce implícitamente que cuando un atributo ambiental forma parte de una función de producción, los impactos económicos de cambios ambientales pueden ser medidos a través de su efecto en el nivel de producción. Las estimaciones monetarias así obtenidas no deberían ser interpretadas como la medida del valor “verdadero” sino como una aproximación a los impactos de los cambios ambientales en el bienestar. Desde este punto de vista, el capital natural se considera un input para la producción: tierra para producción agrícola, bosques como fuente de madera, etc. Si el recurso natural de interés proporciona múltiples bienes y servicios, y algunos de ellos no tienen mercado, este enfoque de valoración no proporcionará medidas confiables del valor del recurso. Sin embargo, en el contexto de la valoración de daños causados por desastres, este método permite la estimación de la contribución del capital natural a diversas actividades económicas (agricultura, silvicultura, pesca) que son evaluadas separadamente.

Considerando Y el producto de la actividad, con MA la(s) variable(s) ambiental de interés y con X_i ($i= 1\dots N$) representando otros inputs, la función de producción sería:

$$Y = f(X_i, MA)$$

Un cambio en MA (por ejemplo, un incremento o descenso en la contaminación del agua) disminuirá/incrementará el nivel de producto. En términos generales, si existe mercado para Y y el precio observable no está afectado por fallas relevantes de mercado, este precio puede usarse para estimar el valor de un cambio en MA .

Este enfoque está estrechamente relacionado con el concepto de renta económica. La renta económica es el retorno a un recurso por encima del mínimo requerido para obtener sus servicios. La renta del capital natural es, por tanto, la diferencia entre el precio de mercado y el costo de producción/extracción. Por ejemplo, en el caso de producción agrícola y pecuaria, la contribución del activo ambiental (tierra agrícola y pastizales) puede ser estimada como la diferencia entre el precio de mercado de la producción agropecuaria y los costos de producción. En el caso de recursos forestales, el valor de la producción de madera y otros productos forestales no maderables menos los costos de producción representaría la contribución de los bosques a la actividad económica. Cuando un cambio ambiental produce una disminución de la productividad del activo natural, este puede ser valorado multiplicando el cambio en el output por su precio de mercado.

Esta es la forma más simple de usar este método de valoración. Su principal deficiencia es que ignora posibles cambios de precios, lo que no es posible en el caso de cambios ambientales significativos y extensos, ya que ello puede implicar efectos en los precios que no se pueden obviar. Fallas de mercado, como condiciones de libre acceso (algo presente en muchas pesquerías, en que la renta económica es cercana a cero), presencia de monopolios o monopsonios, etc. representan otros problemas para el uso de este método.

El tiempo disponible y el costo hacen prácticamente imposible la posibilidad de llevar a cabo estimaciones con base en los métodos de valoración contingente (que tienen la capacidad potencial de estimar tanto valores de uso como de no-uso). No obstante, si previamente al desastre existiera uno de estos estudios de alguna de las zonas (o especies) afectadas, dicho método debe utilizarse para la estimación de daños.

El procedimiento de **transferencia del valor ambiental** se refiere al proceso por el cual una función de demanda o el valor de un atributo ambiental o un grupo de estos atributos, obtenido en un contexto, se aplica para estimar valores ambientales en otro contexto. La posibilidad de usar estimaciones de estudios anteriores para evaluar los costos y beneficios de proyectos nuevos así como regulaciones ambientales u otras políticas, es usual en el ámbito de las decisiones públicas y ha sido formalmente recomendando y adoptado por varias agencias para la evaluación económica de impactos ambientales.

La utilización de esta técnica se justifica por el ahorro de recursos. Las limitaciones de tiempo y otros recursos que afectan a las evaluaciones de desastres hacen que este método sea de especial interés. Existen protocolos para la aplicación de esta técnica, que consta de tres pasos:

(1) *Identificación y selección de los estudios*

Una vez que el/la analista ha identificado las relaciones causa-efecto entre las variables ecológicas y ambientales que tienen como resultado cambios en el bienestar de las personas en el lugar de estudio (el contexto de transferencia), se deben identificar estudios previos que potencialmente sirvan para cuantificar dichos cambios.

Después de analizar la literatura existente u otras fuentes para identificar candidatos potenciales de transferencia, el/la analista debe evaluar su posibilidad de transferencia y seleccionar el/los más apropiado/s. Se han sugerido algunos criterios para evaluar su adecuación, además de su solidez científica. El contexto del estudio y el contexto de transferencia deben ser lo más coincidentes posible, en particular, (i) la magnitud de los cambios ambientales y los atributos ambientales afectados deben ser similares; (ii) las condiciones ambientales de línea de base deben ser comparables; (iii) las poblaciones afectadas y sus características socio-económicas también deben ser similares.

(2) *Síntesis de la información disponible*

Encontrar estudios que satisfagan las condiciones anteriores puede ser difícil. Sin embargo, si el/la analista puede seleccionar algunos estudios de utilidad, el paso siguiente es aprovechar toda la información relevante de una manera eficiente.

El método más simple consiste en usar un grupo de estudios para obtener un rango de posibles estimaciones (estimaciones del límite inferior y superior de la variable) o

simplemente estadística descriptiva (por ejemplo la media y la desviación estandar)¹⁵. También existen métodos más sofisticados (como las técnicas de meta-análisis).

(3) *Transferencia de información*

Después de identificar los estudios más relevantes y sintetizar la información disponible, el siguiente paso consiste en la transferencia de información para obtener una estimación de costo (o beneficio) por cambio ambiental. Esto puede requerir ajustes *ad hoc* a las estimaciones disponibles e implicar la toma de algunas decisiones arbitrarias.

La tasa de descuento

Teniendo en cuenta que los recursos naturales se consideran activos económicos cuyos valores se pueden estimar indirectamente con base en los flujos de servicios, la estimación de daños ambientales debe considerar la variación de estos flujos durante el periodo en que se produzcan. Para ello se requiere: i) la identificación del momento inicial y final en que se producen la pérdida de servicios ambientales; ii) la estimación de las pérdidas anuales de bienestar; y iii) la elección de una tasa de descuento.

Sobre el uso de tasas de descuento existe un extenso debate teórico todavía sin resolver. En principio, la dificultad de seleccionar una tasa de descuento apropiada puede ser obviada cuando existe una decisión política en favor de restaurar la productividad del capital natural, siempre que la rehabilitación sea técnicamente posible y se ejecute realmente. Sin embargo este es solo el caso cuando la restauración se lleva a cabo de manera “instantánea” inmediatamente después del desastre y la recuperación de la productividad del capital natural también es “instantánea”¹⁶.

En realidad, si la restauración no se lleva a cabo inmediatamente o su ejecución requiere de un periodo más largo de un año, el costo de restauración debe ser llevado al presente utilizando una tasa de descuento para evitar la sobrestimación de daños. Lo mismo ocurre cuando la restauración es inmediata, pero no permite la recuperación total y de una vez de los servicios ambientales. Para clarificar esto, se presentan tres escenarios alternativos:

1. La restauración (cuyo costo total es C) se lleva a cabo de manera inmediata ($t=0$) pero solo permite la recuperación del capital en el tiempo $t = n$. Durante este tiempo las personas afectadas experimentan pérdidas anuales de bienestar B_t ($t=0, \dots, n$). En este caso, el daño económico del desastre será:

¹⁵ Por ejemplo, en un estudio cuyo objetivo era evaluar el valor económico de la deforestación en la Amazonía, Torras (2000), utilizó estudios previos que se habían enfocado en distintas categorías de valor de los bosques (valores de uso directo, de uso indirecto y valores de no-uso). Utilizando la media de las estimaciones de estos estudios, calcula el valor económico de pérdida anual por hectárea de bosque tropical: US\$1,175 en precios de 1993. Aunque la metodología es muy simple, el estudio proporciona información valiosa sobre un gran número de estudios empíricos llevados a cabo en países desarrollados y en desarrollo para estimar el valor de los bosques.

¹⁶ Aunque esta situación va a ser difícil de encontrar en la realidad, existen situaciones que se aproximan bastante como por ejemplo cuando la restauración consiste en la limpieza de escombros de una playa de uso recreativo.

$$D = C + \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

2. La restauración se ejecuta en el tiempo $t = n$ y, una vez ejecutada permite la recuperación inmediata de la productividad. En este caso,

$$D = \frac{C}{(1+r)^n} + \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

3. Finalmente, se considera la restauración en el tiempo $t = n$, pero la productividad del activo se recuperará cuando $t = n+s$. En este caso,

$$D = \frac{C}{(1+r)^n} + \sum_{t=0}^{n+s} \frac{B_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

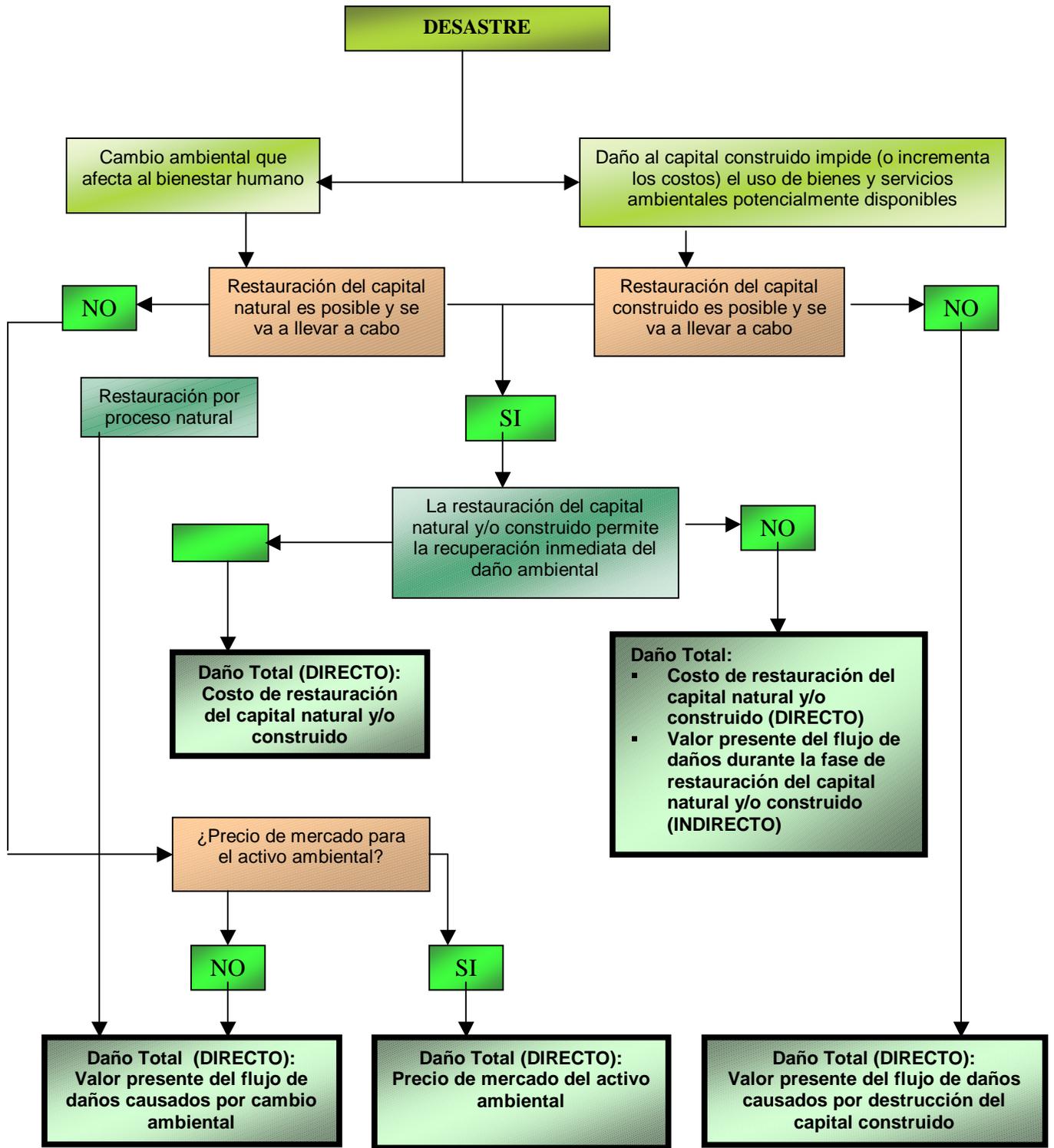
La mayor parte de los problemas conceptuales en torno al proceso de descuento –equidad intergeneracional, incertidumbre acerca de preferencias futuras e incertidumbre respecto a la propia tasa de descuento– pueden ser obviadas si la fase de recuperación no es “demasiado” larga¹⁷. En este caso (daños ambientales de corto plazo) los/las responsables de la evaluación de desastres deberían usar una tasa de descuento “estándar”, como por ejemplo la tasa que se usan en los análisis costo-beneficio para evaluar proyectos públicos.

3. La estimación de los daños ambientales

Para propósitos de la valoración de los daños usando preferentemente el método del costo de restauración el/la especialista ambiental debe tener en cuenta que existen diferencias entre la restauración del acervo natural y la del capital construido. En primer lugar, la restauración del acervo natural puede ser técnicamente imposible. En segundo, cuando ello es técnicamente factible, la rehabilitación del capital natural puede requerir de más tiempo que la de la restauración de la infraestructura del capital construido. En tercer lugar, a diferencia del capital construido, en algunos casos la restauración del acervo natural se produce por procesos naturales – como por ejemplo en el caso de determinados tipos de bosque luego de un incendio o el de las arenas de playas en algunas islas luego de marejadas producidas por huracanes o tormentas tropicales – si la intervención humano lo permite. En este último caso, la valoración mediante la aplicación del costo de restauración pierde sentido y es preciso recurrir a otros métodos de valoración. A continuación se presenta un gráfico que ilustra el procedimiento de valoración económica del daño ambiental.

¹⁷ Cuanto más larga es la fase de restauración más difícil resulta identificar una adecuada tasa de descuento. En tal caso, el Principio de Precaución aconseja ajustar a la baja la tasa de descuento “estándar”. Sin embargo, no es fácil de decir hasta donde debe bajar la tasa.

Gráfico 4 Procedimiento de evaluación económica del daño ambiental



Teniendo en cuenta tanto las definiciones de daños directos e indirectos, las formas directa e indirecta de estimar los daños, y los métodos o procedimientos de cálculo o estimación previamente descritos, se presentan a continuación ejemplos concretos de estimación de daños sobre los diversos acervos y servicios ambientales normalmente existentes.

a. Daños sobre el aire

El aire suele ser afectado por la contaminación derivada de eventos naturales tales como las erupciones volcánicas así como por las actividades humanas. Evidentemente, no resulta factible por ahora asignar un valor al aire puro para su consumo por parte de las personas. Cualquier alteración definitiva en la calidad del aire solamente podría estimarse de forma indirecta mediante la estimación del costo de los programas de limpieza del aire que puedan emprenderse (costo de restauración), y ello se relaciona normalmente con situaciones de degradación ambiental urbana causadas por actividades humanas y no con desastres naturales. En ese ámbito la estimación se realizaría a partir de las inversiones anualizadas requeridas para la ejecución de los proyectos de limpieza del aire.

Los daños indirectos que resultan de la contaminación temporal del aire se pueden medir en función de los flujos económicos requeridos (mayores gastos corrientes) para la atención de la salud y por los gastos defensivos, que se puedan derivar del evento que originó la contaminación, a lo largo del período requerido para el restablecimiento de la normalidad.

Un ejemplo teórico de esta situación sería el de una erupción volcánica que contamina el aire de una ciudad y que reduce la visibilidad para el transporte interurbano en la zona de influencia. El aire solamente se limpiará en forma natural con el pasar del tiempo, seguramente por la acción de las lluvias, por lo que no es factible estimar daños directos. Sin embargo, es posible determinar las pérdidas indirectas resultantes mediante la medición de los mayores costos de atención médica a la población, por los gastos derivados de la compra de mascarillas por parte de los particulares y los mayores costos derivados del uso de rutas más largas o costosas para el transporte de carga y personas, ante los problemas respiratorios y de transporte resultantes, a lo largo de un período de tres meses que es lo que restaría hasta que se restablezca la situación normal. También podría verse afectado el sector turístico por un menor flujo de visitantes. Estos daños indirectos, sin embargo, habrán sido estimados bajo los sectores de salud, de transporte y de turismo.

b. Daños sobre el recurso agua

En el caso del recurso agua se pueden presentar dos tipos de situaciones. El primero incluye los cambios en la cantidad y la calidad del agua (acervo natural); y el segundo, los daños o destrucción de obras de aprovechamiento del agua (capital construido).

La estimación de los **daños directos** es distinta en cada caso. En el primero de ellos – reducción en la calidad o cantidad del agua – resulta normalmente difícil asignar un valor del daño al acervo. Sin embargo, se pueden estimar indirectamente en función de las inversiones anualizadas requeridas para la construcción de obras o sistemas de purificación o limpieza de las aguas. En el segundo – daños al capital construido – el daño directo equivale al costo de rehabilitación o reconstrucción de los sistemas existentes, sean estos con fines de suministro de agua para consumo humano o industrial, generación de hidro-energía o de regadío para la agricultura.

Los **daños indirectos** para el caso de la contaminación se estiman con base en los mayores costos y menores ingresos de operación en las plantas de tratamiento existentes, así como en los gastos defensivos en que incurren los particulares (por ejemplo, compra de filtros) y en los mayores costos de atención médica de la población. En el caso de que se hayan producido afectaciones a las obras mismas de aprovechamiento de agua, los daños indirectos se estiman también como los mayores costos o menores ingresos de las empresas que prestan el servicio.

Una ilustración al respecto sería el caso de los daños ocasionados por el mayor arrastre de sedimentos en ríos ocasionado por lluvias intensas en una cuenca donde se capta agua para suministro humano e industrial. El daño directo que puede contabilizarse es el de la reparación de las obras de captación para la planta potabilizadora así como las labores de limpieza de sus equipos. También pueden incluirse en este rubro las inversiones en forestación destinadas a proteger la cuenca. Los daños indirectos en cambio se refieren a los mayores costos de operación de la planta debido al mayor uso de energía requerida para bombear el agua desde un sitio más lejano, y los menores ingresos de facturación de la empresa durante el citado período de no-operación y de operación restringida a lo largo del tiempo requerido para su rehabilitación.

En el caso de inundaciones que afecten negativamente a la agricultura de riego, el daño directo sería el equivalente al costo de rehabilitación o reposición de los sistemas de regadío, y el daño indirecto equivaldrá al valor presente de la diferencia entre el valor de mercado de la producción y los costos de producción que no podrá obtenerse mientras duren las reparaciones o la reconstrucción de los mismos.

Al presentarse sequías o insuficiencia de agua para satisfacer las necesidades hídricas, no se contabilizan daños directos; sin embargo, la producción que no podrá obtenerse mientras dure la sequía en los sectores agropecuario, industrial y de comercio (incluyendo los servicios) y los mayores costos y menores ingresos de las empresas prestadoras de servicios tales como electricidad y agua potable, se contabiliza como daño indirecto.¹⁸ Al igual que en el caso del aire, muchos de estos daños ya van a estar contabilizados en los sectores infraestructura, salud y agricultura.

¹⁸ Véase, por ejemplo, el caso de las pérdidas ocasionadas en Centroamérica por la sequía de 2001, en CEPAL, L.510/REV.1, 12 de febrero de 2002.

c. Daños sobre la tierra y el lecho marino

Los suelos pueden ser afectados en forma permanente o temporal debido a la acción de algún evento, natural o antrópico. La afectación puede ser de carácter positivo en algunos casos cuando la deposición de materiales llega a aumentar en el mediano plazo la fertilidad de los suelos, o cuando lluvias inesperadas hacen factible la producción en zonas normalmente áridas.¹⁹

Los **daños directos** en este caso pueden estimarse en forma directa al adoptar los valores de mercado de las tierras afectadas, siempre que los precios estén exentos de distorsiones económicas. Alternativamente, es posible estimarlos al calcular la producción agropecuaria que dejaría de obtenerse en dichas tierras durante un período suficientemente largo como para acercarse al valor de mercado de las tierras perdidas. Cuando se trate de daños recuperables, el daño directo podría estimarse también como el costo de restauración de la extensión afectada, a través, por ejemplo de proyectos de conservación de suelo. En el caso de zonas irrigadas, su valor incorpora implícitamente el valor del agua.

Al tratarse de terrenos dedicados a viviendas y asentamientos humanos, los daños directos al acervo natural se estiman directamente con base en el valor comercial de las tierras (aunque el suelo urbano se aproxima más al concepto de capital construido), y el daño sobre el capital construido (la infraestructura y los servicios) con base en su valor de rehabilitación o reposición, que normalmente se contabilizan bajo los sectores de vivienda y asentamientos humanos.

Cuando se trate de playas, terrenos o construcciones destinadas a la recreación y el turismo que hayan sido inundados o colmatados por material de arrastre y sedimentos, el daño directo se estimará con base en los costos de limpieza de los mismos. También puede darse el caso (cuando es económicamente viable) de restauración de playas erosionadas mediante reposición de arena extraída de otro lugar. Esta estimación de daño se efectúa en el sector correspondiente.

Los **daños indirectos** deben estimarse sobre la base del valor presente de la diferencia entre el valor de mercado de los productos cosechados y los costos de producción que no podrá obtenerse a lo largo del período de rehabilitación de los suelos, en caso de ser ello técnica y económicamente factible. En el caso de que el evento natural haga factible la producción de áreas normalmente áridas, ya citado, la producción nueva debe descontarse de las demás pérdidas para determinar el efecto neto del evento. Esta estimación normalmente se realiza dentro del sector agropecuario. Teniendo en cuenta que la producción agropecuaria es la fase inicial de una cadena, es preciso además estimar las reducciones (o el aumento, cuando se produce) en la producción industrial y en las ventas del sector comercio, derivadas de las reducciones (o incremento) en producción del agro.

¹⁹ Tal sería el caso de los suelos que reciben la deposición de cenizas del volcán Chinchón en México con alto contenido mineral y que, como resultado, posteriormente acusaron mayor productividad, lo mismo que la situación de áreas extensas de tierras normalmente secas en el Ecuador que entran a producir temporalmente gracias a la acción de lluvias inesperadas ocasionadas por el fenómeno El Niño.

Los daños indirectos vinculados a los sectores de vivienda y asentamientos humanos que se derivan de algún tipo de desastre, se estiman normalmente bajo el respectivo sector. Los daños indirectos sobre el turismo deben estimarse como los ingresos que no se podrán percibir durante el período de rehabilitación de las playas, cifras que se contabilizan bajo las estimaciones de daños del sector turismo.²⁰

d. Daños a la biodiversidad

Algunos desastres tienen impactos muy negativos sobre bosques y formaciones vegetales. Incendios, sequías, huracanes y lluvias intensas pueden destruir amplias extensiones de bosques y manglares, en forma permanente o temporal.

Los **daños directos** sobre el acervo que resultan de ello pueden estimarse con base en el valor comercial de la madera y los productos forestales no maderables de los bosques naturales y plantaciones en explotación menos los costos de producción (renta económica). En el caso de bosques naturales no sujetos a aprovechamiento maderero²¹, el daño directo puede ser estimado en forma indirecta al calcularse el valor de los servicios ambientales²² – tales como el secuestro y almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad, regulación del ciclo hídrico – y de los bienes –como leña y productos forestales no maderables cuando se aprovechan– que no podrán obtenerse a lo largo de un período de larga duración, cuya duración deberá ser definida por el/la especialista en materia ambiental. Los bosques de manglar proporcionan bienes y servicios ambientales tales como madera, hábitat de diversas especies, algunas pesqueras, mantenimiento de la calidad del agua en los estuarios y protección del litoral frente a eventos extremos. En el caso de que se prevean acciones para recuperar bosques, manglares o parques urbanos, el daño directo se mide a través del costo de restauración.

Un ejemplo al respecto es el de los bosques que fueron dañados por el fuego durante la sequía ocasionada por el fenómeno El Niño 1997-1998 en Costa Rica. Por anticiparse su recuperación natural se estimaron los daños directos en función del valor presente de los servicios ambientales que no podrán obtenerse a lo largo del período de recuperación del bosque afectado.²³

²⁰ Igualmente deberán consignarse como daños o efectos indirectos los ingresos del sector turismo que no se puedan percibir por algún período a causa de daños directos que hayan afectado a las carreteras y otras comunicaciones, aunque las instalaciones del primer sector no hayan sido dañadas.

²¹ En el caso de áreas protegidas, otra manera de evaluar el daño en bosques naturales es a través del costo de oportunidad de la preservación, que puede ser los beneficios sacrificados de no convertir esas áreas a terrenos agrícolas o pastizales. El valor de estos beneficios debe ser considerado el mínimo que se puede asignar a los bosques.

²² En algunos países existen mecanismos de pago por servicios ambientales que permiten una aproximación directa al valor (parcial o total) de los servicios asociados a los bosques.

²³ CEPAL, 1998, *El fenómeno El Niño en Costa Rica durante 1997-1998; Evaluación de su impacto, necesidades de rehabilitación, mitigación y prevención ante las alteraciones climáticas*, (LC/MEX/L.363), México D.F.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Los **daños indirectos** – cuando ocurre solamente afectación parcial o temporal de los bosques – deben estimarse con base en el valor presente de los servicios ambientales que no podrán obtenerse durante el período requerido para la recuperación de los activos. Resulta obvio señalar que de producirse pérdida total de los activos sin posibilidad o de recuperación a muy largo plazo no deberá estimarse daño indirecto alguno.

En general, no resulta factible valorar **daños directos** para las especies animales silvestres²⁴, cuya pérdida reduce la biodiversidad, excepto de forma indirecta por el costo de la repoblación de las especies afectados cuando exista el propósito de llevar a cabo dichas acciones. Algo similar ocurre con la pérdida o daño directo a las formaciones de coral que existen principalmente en las costas del mar Caribe. Los huracanes pueden provocar daños físicos y desprendimientos de corales. Después de un evento de este tipo en que se reporten daños a arrecifes de coral, puede ser necesario llevar a cabo un reconocimiento submarino o entrevistar a buceadores profesionales para estimar el área afectada. En este caso, sin embargo, sería posible hacer una evaluación indirecta de los daños con base en los servicios ambientales que prestan estos ecosistemas (protección costera, recreación, pesca, conservación de la biodiversidad)²⁵. La principal dificultad de esta aproximación estriba en estimar las posibilidades de recuperación natural y el periodo asociado a la misma.

Otro de los efectos de huracanes y tormentas tropicales es el arranque de las formaciones vegetales que componen las praderas marinas. Un ejemplo de esto es lo ocurrido entre el territorio continental y los cayos de Belice tras el paso del huracán Keith. Este evento afectó a cientos de hectáreas de pradera marina, cuyas plantas aparecían flotando en la superficie del mar. La evaluación del valor del daño puede asociarse al costo de programas de replantación de las praderas (en términos de unidades monetarias por hectárea) o a estimaciones del valor de los servicios ambientales que prestan (entre otros, producción de arena y hábitat de especies pesqueras).

En el caso de los daños a las formaciones coralinas y especies emblemáticas estrechamente vinculadas al interés turístico, es posible estimar los **daños indirectos** en función de los ingresos que no podrán obtenerse en el sector turismo²⁶ durante el período que tardarán en recuperarse las condiciones ambientales previas, siempre que las

²⁴ En casos muy singulares podrían estimarse daños directos de algunas especies silvestres cuando exista mercado de productos o permisos asociados a la caza (deportiva o tradicional). Sin embargo, aunque sea posible asociar un valor comercial a un individuo de la especie (que constituye una aproximación parcial a su valor económico total), la estimación de la población afectada plantea mayores problemas.

²⁵ Recientes trabajos de evaluación del valor de los corales llevados a cabo en Australia, Aruba y Jamaica pueden servir para asignar un valor monetario a los arrecifes coralinos dañados. Los valores de los estudios van desde US\$7,500 por hectárea hasta US\$500,000 por hectárea dependiendo de la localización del coral y su papel en el ecosistema. Reciente trabajos en esta misma línea resaltan el interés de la industria farmacéutica por estos ecosistemas. En ciertas ocasiones, también se llevan a cabo acciones de restauración (como trasplante de coral).

²⁶ Ejemplo concreto de esta situación es el caso de la isla caribeña de Anguila, cuyas formaciones coralinas y playas han sido frecuentemente barridas por el oleaje de huracanes y tormentas tropicales en años recientes, lo que ha impactado negativamente en la ocupación de los centros turísticos posteriores. Véase, CEPAL, 1995, *The macro-economic effects and reconstruction requirements following hurricane Luis in the Island of Anguilla*, (LC/MEX/L.289 y LC/CAR/L.462), México D.F.

actividades sean identificables en términos económicos (por ejemplo, disminución de entradas a parques terrestres y marinos, pérdidas de ingresos de las empresas dedicadas a buceo).

e. Daño ambiental por destrucción del capital construido y superposición con otros sectores

Como ya se ha mencionado, el daño ambiental también puede ser el resultado de la destrucción o afectación del capital construido (ruptura de redes de distribución de agua, pérdida de construcciones como hoteles, etc.) que impiden el uso de bienes y servicios ambientales. Los costos de restauración del capital construido es la manera de estimar este daño ambiental directo. Sin embargo, al aplicar este enfoque, es necesario distinguir dos situaciones:

(1) Cuando el capital construido está estrecha y exclusivamente vinculado al uso de bienes y servicios ambientales, el costo de restauración de este capital puede considerarse como una aproximación al daño ambiental. Este es el caso de redes de distribución de agua que permiten el uso de este recurso o de vías de comunicación que solo son usadas para recreación en áreas naturales (por ejemplo, los caminos dentro de un parque nacional).

(2) En muchos casos, sin embargo, los costos de restauración también abarcan el uso de bienes y servicios no ambientales. Por ejemplo, infraestructuras como carreteras que no están exclusivamente vinculadas a recreación en áreas naturales y también se usan para comercio o transporte de personas. Los hoteles en áreas naturales permiten no solo recreación con base en la naturaleza, sino también el disfrute de otros bienes y servicios (alimentación, diversión, alojamiento, etc.). En estas situaciones, los costos de restauración del capital construido incluyen el valor de los bienes y servicios ambientales, pero también incluyen el valor de bienes y servicios no ambientales. Por esta razón este enfoque puede sobreestimar el daño ambiental.

Algo similar sucede cuando se estima el daño indirecto. Por ejemplo, cuando el daño ambiental impide temporalmente las actividades turísticas. En este caso, solo parte de los gastos del turista pueden ser considerados exclusivamente “ambientales”. En ciertas ocasiones éstos pueden ser identificados. Por ejemplo el valor de las entradas a los parques o los impuestos utilizados para protección ambiental (como una aproximación de la contribución del medio ambiente a la actividad económica). Obtener valores más cercanos a la realidad puede ser de enorme dificultad²⁷.

²⁷ El enfoque para la estimación de la renta económica generada por el medio ambiente en las actividades turísticas es a través de la diferencia entre el precio de mercado (por ejemplo el precio de una habitación por noche) y los costos de producción del hotel (salarios, insumos y otros gastos, incluyendo una tasa normal de retorno a la inversión). Los hoteles situados en lugares con paisajes especiales pueden cobrar mayores precios que otros con localizaciones menos favorables (lo mismo ocurre dentro del propio hotel; las habitaciones con mejores vistas son más caras).

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Por tanto, en ambos casos (daño ambiental directo e indirecto) puede ser difícil obtener una cifra de daños ambientales separada de los otros sectores. Esto dependerá de la información disponible. Sin embargo, este problema es parcialmente superado (en términos de que el daño ambiental quede efectivamente registrado) ya que gran parte de los daños ambientales ya están considerados en otros sectores (agricultura, turismo, infraestructura, etc.); es decir, si bien no siempre se pueden calcular de manera aislada, al menos en muchos casos se sabe que la estimación de otros sectores incluye daños ambientales. El cuadro 7 muestra las situaciones que se pueden presentar.

Cuadro 7. Clasificación de daños según sus posibilidades de cálculo

Daño ambiental directo e indirecto
I Sin valoración monetaria. Daño descrito o evaluado de forma cualitativa
II Valoración monetaria. Daños ambientales no incluidos en la evaluación de otros sectores
III Valoración monetaria. Daños ambientales incluidos en la evaluación de otros sectores. Se pueden aislar y estimar de forma separada
IV Valoración monetaria. Daños ambientales incluidos en la evaluación de otros sectores. No se pueden aislar (o es muy difícil) de otros sectores

La evaluación del daño ambiental, por tanto se limita a los daños descritos en las celdas II y III. Las cifras obtenidas en la celda II serán añadidas a las estimaciones de otros sectores en la recapitulación final de daños directos e indirectos. Los montos de la celda III, junto con las de la celda II proporcionan una idea más clara de los daños sufridos por el medio ambiente y permite la comparación con otros sectores. Sin embargo, en la obtención de cifras globales de daños, el monto de la celda III no debe ser separada para evitar doble contabilidad.

El cuadro siguiente muestra los diferentes tipos de daño clasificados de acuerdo a las diferentes categorías descritas arriba y los sectores donde es más probable que estén incluidos.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 8. Clasificación de daños y superposición con otros sectores

Daño ambiental directo e indirecto	
I Sin valoración monetaria. Daño descrito o evaluado de forma cualitativa	
II Valoración monetaria. Daños ambientales normalmente no incluidos en la evaluación de otros sectores (i) Daño ambiental que se calcula a través del costo de restauración ambiental, especialmente cuando la conservación del activo ambiental es responsabilidad de las autoridades ambientales. Este suele ser el caso de las áreas protegidas (ii) daños ambientales que son estimados por las variaciones de los flujos de bienes y servicios cuando no hay mercados claramente establecidos (por ejemplo, servicios ambientales proporcionados por los bosques como secuestro de carbono o regulación del ciclo hídrico). Los daños más comunes incluidos en esta categoría son: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pérdida de servicios ambientales vinculados a ecosistemas como bosques, manglares, arrecifes de coral, etc. ▪ Daños a infraestructura de áreas protegidas (caminos, señales, instalaciones de investigación, etc.) 	
II-III Valoración monetaria. Daños ambientales en los cuales la frontera entre la evaluación ambiental y la de otros sectores no siempre es clara. Puede depender de la organización del equipo evaluador o de la organización institucional del país afectado. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños a infraestructura y equipos relacionados con saneamiento ambiental, tales como vertederos y sistemas de recolección y disposición de basura ▪ Menores ingresos por disminución de entradas a parques marinos y terrestres ▪ Caída en los ingresos de impuestos destinados a protección ambiental pagados por visitantes extranjeros (por ejemplo tasas ambientales de hotel o de aeropuerto) 	Sectores en los cuales pueden estar incluidos los daños ambientales
	Agua y saneamiento
	Sector turismo
III-IV Valoración monetaria. Daños ambientales incluidos en la evaluación de otros sectores Dependiendo de la información disponible será posible separarlos de otros sectores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pérdida de suelo (o de su calidad) agrícola y de pasto ▪ Pérdida de producción agropecuaria y forestal ▪ Disminución de capturas pesqueras ▪ Problemas en la disponibilidad y calidad del agua por contaminación, o por daños a los sistemas de distribución ▪ Problemas de salud vinculados a cambios ambientales ▪ Pérdidas de activos y de ingreso en el sector turístico ▪ Cambios en la producción y distribución causados por cambios ambientales (como sedimentación de un embalse) ▪ Pérdida de activos del sub-suelo (por ejemplo, petróleo) ▪ Contaminación por liberación de sustancias tóxicas ▪ Relocalización de viviendas expuestas a nuevas amenazas ▪ Disminución del valor de las viviendas a causa de cambios ambientales (incluido cambios en el paisaje) ▪ Problemas en el sector transporte (terrestre, marítimo y fluvial) a causa de deslizamientos de tierra, sedimentación de puertos y ríos, etc. ▪ Cambios en condiciones ambientales que demandan acciones de restauración (por ejemplo cambios en el curso de las aguas que implican acciones de drenaje para evitar nuevos desastres o recuperar la alimentación de embalses) 	Sectores en los cuales pueden estar incluidos los daños ambientales
	Sector de agricultura y pesca
	Sector de agua y saneamiento y sector salud
	Sector turismo
	Sectores de energía e industria
	Vivienda y asentamientos humanos
	Infraestructura: transporte y comunicaciones y energía

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

La sumatoria de los daños directos e indirectos ambientales identificados y valorados antes descritos permitirá determinar el valor económico de los efectos de los desastres sobre el medio ambiente. Dicha cifra incluirá tanto las estimaciones efectuadas por los/las especialistas sectoriales acerca de daños en el acervo y servicios del capital aprovechado, como aquellas realizadas por el/la especialista ambiental en cuanto a los activos y servicios ambientales no incluidos en las evaluaciones sectoriales. Ello permitirá contar con una idea clara acerca del daño o afectación total sufrido por el medio ambiente, y compararla válidamente con diversas variables macroeconómicas para tener una idea de la magnitud del desastre.

El/la especialista o analista global deberá, por tanto, asegurarse que al realizar dicha sumatoria no se produzcan duplicaciones entre las estimaciones sectoriales y la del o de la especialista medioambiental, de manera que las comparaciones que se realicen posteriormente – por ejemplo con el producto interno bruto del país o región afectados – sean válidas e ilustrativas de lo que efectivamente sucedió a causa del desastre.

ANEXO XIII: Ilustraciones del cálculo de los daños ambientales

Ejemplo 1: daños ambientales causados por un huracán

El viento, las olas y la lluvia generadas por un huracán han afectado a una zona de un país caracterizada por la riqueza de su patrimonio ambiental. Las principales actividades económicas del área afectada son el turismo (atraído por sus playas y por el buceo en sus arrecifes de coral) y la pesca.

Los cambios en el medio ambiente y en el capital construido identificados que afectan el bienestar de las personas son los siguientes:

Cuadro 1
Identificación de cambios en el medio ambiente y en el capital construido y bienes y servicios ambientales involucrados

Cambios ambientales identificados	Bienes y servicios Ambientales involucrados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muertes y destrucción de hábitat de aves marinas (lugares de anidación y cría) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hábitat vida silvestre ▪ Recreación (turismo)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en la calidad del agua marina: turbidez, algas flotantes, contaminación fecal por tanques sépticos inundados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Navegación ▪ Pesca ▪ Recreación (turismo)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en el litoral: erosión, plumas de sedimentación, pérdida de playas y playas sucias por escombros 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tierra (propiedad) ▪ Recreación (turismo)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afectación de praderas marinas: daños mecánicos, exceso de sedimentos, asfixia y pérdida de hábitat pesqueros 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesca ▪ Hábitat vida silvestre
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manglares: defoliación y arranque de plantas; exposición a inundación salina de las especies menos tolerantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección costera ▪ Hábitat vida silvestre ▪ Pesca
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arrecifes de coral: daños mecánicos en áreas localizadas y otros impactos (asfixia y crecimiento de algas) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección costera ▪ Recreación (turismo) ▪ Pesca ▪ Ecosistema único (valor de existencia)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en las condiciones de saneamiento por inundación y derrame de tanques y lagunas sépticas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condiciones de salud ▪ Recreación (turismo)
Infraestructura y equipos afectados	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infraestructura turística y pesquera: hoteles, muelles, embarcaciones, muros de protección, equipos de pesca 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recreación (turismo) ▪ Navegación ▪ Pesca
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destrucción de tanques y lagunas sépticas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condiciones de salud ▪ Recreación (turismo)

Los daños directos vienen dados por la afectación del acervo ambiental medido a través de su valor de mercado cuando este existe o de las inversiones en restauración consideradas por el gobierno y otros actores del país afectado. Los daños indirectos incluyen la pérdida de ingresos durante el periodo de restauración de la infraestructura y del capital natural cuando estas recuperaciones no son instantáneas. Como se verá parte de los daños ya han sido incluidos en la estimación de otros sectores (pesca, turismo e infraestructura). A continuación se presentan los cálculos de daños directos e indirectos y un esquema explicativo del proceso de valoración.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 2 Estimación daños ambientales

A. DAÑOS AMBIENTALES NO INCLUIDOS EN LAS ESTIMACIONES DE OTROS SECTORES	
A.1 DAÑO AMBIENTAL DIRECTO	US\$000
1. Propiedades perdidas por erosión del litoral (incluidas playas) Medida en lugares donde existe mercados de lotes de tierras. La superficie perdida es de 6,400 m ² , a un precio de US\$200/m ² ; se considera un daño irreversible o a muy largo plazo	1,280
2. Limpieza de playas para uso turístico En zonas de turismo, inversión realizada poco después del huracán para la limpieza de escombros y restos de vegetación, por la autoridad municipal con financiamiento de los empresarios hoteleros. El costo total de US\$ 280,000	280
3. Daños en los manglares (estimación parcial) Las autoridades ambientales consideran prioritaria la recuperación de la franja de manglares que ofrece mayor resistencia contra la acción de las tormentas. El área de manglares que se estima fue dañada es de 2,300 hectáreas. Se considera llevar a cabo un programa de replantación de las 500 hectáreas situadas en los lugares más vulnerables y cuya recuperación natural se considera difícil. Costo de replantación US\$4,800/ha; no se estima el valor ambiental del resto de los manglares dañados.	2,400
4. Daños en el arrecife de coral Un estudio de valoración del arrecife de coral de la zona considera los siguientes servicios ambientales: recreación (vinculado al turismo); hábitat pesquería; protección costera; mantenimiento de biodiversidad; fuente de arena para playas y dunas. El estudio estima un valor presente de hectárea de coral entre US\$90,000 y US\$320,000. No considera valores de opción ni existencia. La información de la autoridad ambiental es que un área formada por 7,000 m. de longitud y 75 m. de ancho ha sido seriamente afectada, con un daño irreversible o con recuperación a muy largo plazo. El valor utilizado (promedio simple) es US\$205,000/ha	10,762
5. Daños directos no calculados Los daños directos identificados y no valorados, puesto que no se plantea ninguna acción de restauración y no existe información que permita utilizar otra metodología de valoración son: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Destrucción de hábitat de aves; ▪ Cambio en la calidad del agua marina (turbidez, algas flotantes); se vincula con el sector pesquero, turístico y de transporte; ▪ Daños en las praderas marinas; se vincula con pérdidas en el sector pesquero 	
TOTAL DAÑOS DIRECTOS	14,722
A.2 DAÑO AMBIENTAL INDIRECTO	
6. Daños indirectos no calculados <ul style="list-style-type: none"> ▪ Servicios ambientales perdidos durante el periodo de restauración de los manglares 	
TOTAL DAÑOS INDIRECTOS	0
A. DAÑO AMBIENTAL TOTAL	14,722

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 3 Estimación daños ambientales

B. DAÑOS AMBIENTALES INCLUIDOS EN OTROS SECTORES	
B.1 DAÑOS AMBIENTALES DIRECTOS QUE PUEDEN SER AISLADOS DE OTROS SECTORES	
7. Restauración infraestructura y equipamiento de:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sector pesquero (información obtenida del/la responsable del sector); i) incluye los equipos y embarcaciones; ii) instalaciones frigoríficas; iii) pescado y marisco almacenado ▪ Agua potable y saneamiento (información obtenida del/la responsable de infraestructura); incluye daños a los sistemas de agua potable y alcantarillado (estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, fosos sépticos, etc.) 	4,780 1,655
TOTAL DAÑOS DIRECTOS	6,435
DAÑOS AMBIENTALES INDIRECTOS QUE PUEDEN SER AISLADOS DE OTROS SECTORES	
8. Cambios en los flujos de bienes y servicios ambientales durante el periodo de restauración de capital natural y construido:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sector turístico (información obtenida del/la responsable del sector); incluye la reducción de ingresos por disminución de la entrada de visitantes en: i) entrada a parques marinos (para bucear); i) disminución de tasas aeroportuarias de salida del país destinadas a protección ambiental ▪ Sector pesquero (información obtenida del/la responsable del sector); estimación de disminución de pesca hasta recuperación a niveles normales; implica la recuperación de embarcaciones y equipos y de las condiciones normales del mar. El valor de las capturas perdidas se estima en US\$4,6 millones; los costos de extracción son el 75% de los ingresos ▪ Agua potable y saneamiento (información obtenida del/la responsable del sector); incluye los costos incrementales asociados al transporte de agua, incremento de tratamientos químicos, utilización de energía de equipos de emergencia, campañas de prevención y reducción de la facturación por menor provisión de agua 	935 1,150 1,138
TOTAL DAÑOS INDIRECTOS	3,223
B. DAÑO AMBIENTAL TOTAL QUE PUEDE SER AISLADO DE OTROS SECTORES	
	9,658

Cuadro 4 Estimación daños ambientales

C. DAÑOS AMBIENTALES INCLUIDOS EN OTROS SECTORES	
C.1 DAÑOS AMBIENTALES DIRECTOS QUE NO PUEDEN SER AISLADOS DE OTROS SECTORES	
9. Restauración infraestructura y equipamiento de:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sector turístico (información obtenida del miembro del equipo evaluador responsable del turismo); incluye los costos de reposición de i) hoteles (edificios, mobiliario, equipos, instalaciones incluyendo un campo de golf); ii) Tiendas de regalos; iii) restaurantes; iv) muelles y embarcaciones de uso turístico; v) muros de protección. Los costos de restauración ascienden a US\$62 millones, parte de los cuales corresponde al valor de los servicios ambientales perdidos relacionados con el turismo, pero que no se estiman. 	N/D
DAÑOS AMBIENTALES INDIRECTOS QUE NO PUEDEN SER AISLADOS DE OTROS SECTORES	
10. Cambios en los flujos de bienes y servicios ambientales durante el periodo de restauración de capital natural y construido:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sector turístico (información obtenida del/la responsable del sector); incluye la reducción de ingresos por disminución de la entrada de visitantes en hoteles (menor ocupación) y otras actividades turísticas relacionadas (restaurantes, tiendas de regalo, transporte, etc.). Su estimación total asciende a US\$18 millones. Parte de este daño corresponde a los servicios ambientales perdidos durante el periodo de restauración. 	N/D

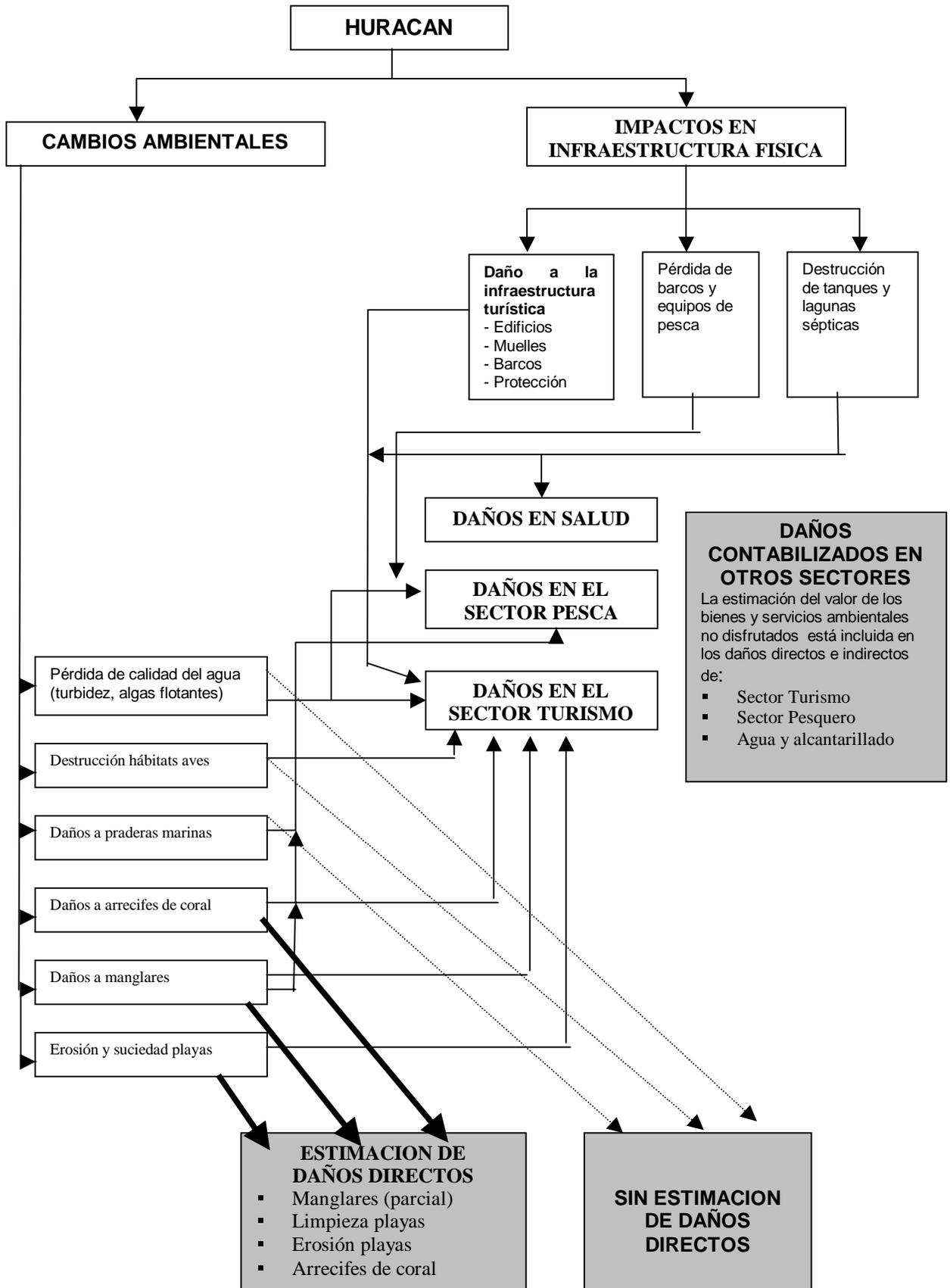
El siguiente cuadro resume la evaluación del daño ambiental:

Cuadro 5 Resumen estimación daños ambientales

(US\$ 000)	No incluidos en otros sectores	Incluidos en otros sectores
Aislados de los otros sectores	14,722	9,658
No aislados de otros sectores		No estimados
		80,000

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Gráfico 1. ESQUEMA DE EVALUACION ECONOMICA DEL DAÑO AMBIENTAL



Ejemplo 2: Valoración daños a los servicios ambientales de bosques

Este ejemplo se centra en la valoración de servicios ambientales de bosques como uno más de los posibles efectos de un evento extremo. Por este motivo se ha simplificado como si este daño hubiera sido el único y se ha eliminado el análisis de la vinculación con otros sectores.

Un evento extremo ha afectado a una región de un país de la siguiente forma:

- Bosque primario: 3,200 hectáreas destruidas. La mayor parte de la superficie es irrecuperable o recuperable a muy largo plazo.
- Bosque secundario: 6,100 hectáreas destruidas. La mayor parte de la superficie es irrecuperable o recuperable a muy largo plazo.
- Plantaciones de café sombra: 7,200 hectáreas afectadas, de las cuales se consideran irrecuperables un 60% (4,320 hectáreas). El resto (2,880 hectáreas) se pueden recuperar en un plazo de cinco años.

El gobierno del país ha puesto en marcha un sistema de pagos por servicios ambientales que reciben los propietarios que conservan los bosques. Este pago se produce durante 20 años. Los servicios ambientales y valores monetarios anuales considerados son²⁸:

Cuadro 1 Valor de los servicios ambientales de los bosques

Servicio ambiental	Bosque primario (US\$/ha/año)	Bosque secundario (US\$/ha/año)
Fijación de carbono	38	29
Protección de aguas	5	3
Protección biodiversidad	10	6
Recreación (belleza paisaje)	5	3
Total	58	41

Las plantaciones de café sombra son sistemas agroforestales que combinan la producción agrícola con el mantenimiento de la capacidad de proveer servicios ambientales propia de los bosques. Un estudio de valoración ambiental de la zona ha considerado la provisión de un bien (leña) y tres servicios ambientales: i) protección de la producción de agua y control de inundaciones; ii) estabilización y mantenimiento de suelos; iii) mantenimiento de la biodiversidad. El estudio no considera el servicio ambiental de fijación de carbono por la utilización como combustible de la leña resultante de las podas anuales.

Se estima una producción de madera por hectárea de 14 m³/ha/año, con un valor por m³ de US\$4 (US\$56/ha/año). El valor de los otros tres servicios ambientales es de US\$21 ha/año. Por tanto el valor total es de US\$77/ha/año.

²⁸ El Banco Mundial utiliza la cifra de US\$20 por tonelada de carbón emitida como estimación del daño causado por las emisiones de dióxido de carbono. Este monto representa el valor presente del daño a los activos económicos y la disminución en el bienestar humano por el tiempo en que la unidad de contaminación se encuentra en la atmósfera. Todavía no existe acuerdo acerca de la capacidad de secuestro de carbono por cada tipo de bioma.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Cuadro 2 Estimación de daños ambientales

DAÑOS AMBIENTALES DIRECTOS	US\$000
<p>1. Pérdida de servicios ambientales de bosques primarios</p> <p>El enfoque utilizado para valorar la pérdida de las 3,200 hectáreas de bosque es a partir de la disposición a pagar por parte del gobierno por la conservación de bosques (es decir, existe un mercado de servicios ambientales).</p> <p>Mediante la utilización de una tasa de actualización de 7% (la que utiliza el gobierno para la evaluación de sus proyectos de inversión) se llevan los ingresos por conservación de los 20 años siguientes a valor presente utilizando la fórmula de abajo.</p> $VP = + \sum_{t=0}^{20} \frac{58}{(1.07)^t}$ <p>El valor presente de los flujos futuros de ingresos es de US\$672/ha. Considerando 3,200 ha.</p>	2,150
<p>2. Pérdida de servicios ambientales de bosques secundarios</p> <p>Se calcula igual que en el caso anterior, cambiando el valor del pago anual por hectárea según la fórmula de abajo.</p> $VP = + \sum_{t=0}^{20} \frac{41}{(1.07)^t}$ <p>El valor presente de los flujos futuros de ingresos es de US\$475/ha. Considerando 6,100 ha.</p>	2,897
<p>3. Pérdida de servicios ambientales de plantaciones de café sombra</p> <p>En este caso, se considera que el valor de la tierra ya ha sido incluida en la evaluación del sector agropecuario, aunque debe ser considerada en una estimación del daño ambiental ampliada. El valor de los servicios ambientales considerados se calcula igual que en los casos anteriores para la superficie no recuperable (4,320 ha). Se utiliza la misma fórmula que en los casos anteriores, sustituyendo el valor del beneficio anual por hectárea.</p> $VP = + \sum_{t=0}^{20} \frac{77}{(1.07)^t}$ <p>El valor presente de los flujos futuros de ingresos es de US\$893/ha. Considerando 4,320 ha.</p>	3,858
TOTAL DAÑOS AMBIENTALES DIRECTOS	8,905
DAÑOS AMBIENTALES INDIRECTOS	
<p>4. Pérdida de servicios ambientales de plantaciones de café sombra durante su periodo de recuperación</p> <p>En el periodo de recuperación de las 2,880 hectáreas de plantaciones recuperables (se considera que la inversión necesaria se incluye como daño directo en el sector agropecuario, aunque debe ser incluida en una estimación ampliada del daño ambiental) hay una pérdida de servicios ambientales. A efectos de cálculo se considera que la producción de leña y de servicios ambientales se recuperan linealmente a lo largo de cinco años. Así,</p> $VDI = 2,880 * [77 + 77 * 0.8 / (1.07) + 77 * 0.6 / (1.07)^2 + 77 * 0.4 / (1.07)^3 + 77 * 0.2 / (1.07)^4]$	610
TOTAL DAÑOS AMBIENTALES INDIRECTOS	610
DAÑOS AMBIENTALES TOTALES	9,515

ANEXO XIV

EL SISTEMA DE ZONAS DE VIDA

Desde hace muchos años se reconoce la relación del clima con la vegetación; de ahí que varios investigadores hayan tratado de crear un sistema de clasificación ecológica mundial, para ubicar geográficamente los diferentes hábitat y biomas naturales. Los factores físicos ambientales (suelos, nutrientes, patrones de clima, iluminación, estacionalidad, humedad), invariables o cíclicos y característicos de una región, son determinantes en el desarrollo o la presencia de los ecosistemas naturales que identifican biológicamente a esa zona. Sobre la base de estos parámetros ambientales, o de este determinismo ambiental, es que parte el método para el establecimiento de las zonas de vida de L. Holdridge. Con este sistema se reconocen las unidades naturales discretas de tal forma que pueden ser diferenciadas fácilmente en el campo, ya sea por la vegetación natural original o donde ésta haya sido alterada fuertemente. Por basarse en parámetros universales que se pueden medir con facilidad en cualquier región, con la misma exactitud y llevados al modelo con el mismo formato, es que es posible su aplicación en cualquier parte del planeta.

Las ventajas que se obtienen de la aplicación del sistema son:

1. Expresión cartográfica útil de las diferentes categorías o formaciones vegetales que componen una comarca, región, país o continente, en sus variaciones latitudinales, altitudinales, con las diferentes influencias climáticas, edáficas, hidrográficas, etc.
2. Determinación de la calidad y potencial de servicios del ecosistema de determinadas zonas (*e. g.* producción de agua, captura de dióxido de carbono).
3. Pronóstico del posible impacto ambiental y la degradación del ambiente, por efecto de algún desarrollo o por determinados eventos naturales de gran fuerza.
4. Selección de los lugares que brindan mejores oportunidades para actividades específicas en materia agrícola, forestal y pecuaria (planificación del uso de la tierra).
5. Identificación de las comunidades naturales existentes resaltando su importancia relativa para su conservación.
6. Predicción de escenarios biogeográficos producidos por cambios climáticos y de temperatura global.

Los principales elementos de análisis del Sistema de Zonas de Vida (Holdridge, 1979) son: 1) la expresión del factor calor por medio de la biotemperatura, 2) el uso de una progresión logarítmica en los incrementos del calor y la precipitación para expresar cambios significativos en las unidades de vegetación natural, 3) la determinación de la relación directa entre la biotemperatura y la evapotranspiración potencial (humedad) y la relación entre la humedad y la evapotranspiración real y 4) la relación directa entre la evapotranspiración real y la productividad biológica (Tosi, 1997), íntimamente relacionada con los servicios ambientales.

El sistema de Zonas de Vida expresa, en resumen, la relación entre el ambiente físico y el conjunto de la biota terrestre organizada en unidades con tres niveles jerárquicos, a saber:

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Nivel 1: Bioclima o Zona de Vida

Nivel 2: Asociación vegetal o ecosistema

Nivel 3: Estado sucesional (cubierta vegetal presente)

Por tanto, el sistema se basa en que ciertos grupos de ecosistemas o asociaciones vegetales, presentan una correspondencia clara con determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad, de tal forma que pueden definirse divisiones balanceadas de estos parámetros climáticos para agruparlas, eliminando la subjetividad al hacerlo. A estas agrupaciones de asociaciones, Holdridge las denominó **zonas de vida**. De esta manera, las zonas de vida son conjuntos naturales de asociaciones (segundo orden en su sistema jerárquico), sin importar que cada grupo incluya una cadena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales, que pueden variar desde pantanos hasta cimas divisorias de aguas. Al mismo tiempo, las zonas de vida comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, es decir, calor, precipitación y humedad. Reconoce que se pueden diferenciar estas asociaciones según los pisos altitudinales que se pueden encontrar en el relieve de una región. De esta categorización resulta una multiplicidad, consistente con la realidad, de ecosistemas potenciales o asociaciones vegetales dentro de cada una de las 120 Zonas de Vida o bioclimas que podrían cubrir la superficie del planeta. Las asociaciones vegetales han sido modeladas en diez categorías generales, a saber:

- Una asociación climática

- Tres asociaciones atmosféricas

 - Asociaciones por temperatura (cálida, fría)

 - Asociaciones de humedad (seca, húmeda)

- Cinco asociaciones edáficas

 - Asociaciones de humedad (seca, seca-húmeda, húmeda)

 - Asociaciones de fertilidad (fértil, estéril)

- Asociación hídrica

Más aún, cada uno de esos sistemas incluye un variadísimo ámbito de posibles etapas sucesionales, hasta llegar a un estado de clímax, o según las perturbaciones, disturbios por fenómenos naturales o intervenciones antropogénicas. De esta manera, considerando todos los niveles, la vegetación de cada una de los estados sucesionales que se pueden encontrar bajo un conjunto de condiciones se describen en términos fisionómicos y no florísticos.

Validación del sistema

El **Sistema de Zonas de Vida** se ha validado por medio de mapas de grandes áreas del trópico y subtropical, en las que, partiendo de pocos datos meteorológicos y estableciendo la relación del clima con la vegetación y el patrón de uso de la tierra, se han hecho mapas de áreas semejantes. Así, todos los países de América Central, Bolivia, Colombia, República Dominicana, Ecuador, Haití, Jamaica, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Santa Lucía y Venezuela, cuentan con mapas ecológicos con el Sistema de Zonas de Vida. También lo tienen Australia, Brasil, México, Mozambique, Nigeria, Tailandia, Timor,

Papúa Nueva Guinea y Estados Unidos de América, estos últimos en un nivel preliminar, de macroescala o parcial. En la mayoría de países, cada mapa está acompañado de una memoria descriptiva y explicativa.

Determinación de la zona de vida con datos climáticos

Según este sistema, las zonas de vida se definen con base en los valores promedio anuales de calor (biotemperatura), precipitación, humedad y la altura sobre el nivel del mar. Las definiciones son:

Biotemperatura: la temperatura promedio anual en grados centígrados que es útil para el crecimiento de las plantas. Esta se estima que oscila en un ámbito entre 0 y 30°C.

Precipitación: el valor usado es el promedio anual de agua, en milímetros, que cae en forma de lluvia, nieve o granizo.

Humedad: está determinada por la relación entre temperatura y precipitación, independientemente de otras fuentes de humedad. La medida que funciona adecuadamente se llama relación de evapotranspiración potencial (en mm), la cual se obtiene multiplicando el factor 58,93 por la biotemperatura.

El segundo y el tercer nivel del Sistema de Zonas de Vida

Holdridge concibió las zonas de vida definidas con base en parámetros de aplicación mundial, como lo son la biotemperatura, la precipitación y la humedad. Sin embargo, en el nivel del paisaje local, la influencia de otros factores ambientales juegan un papel importante en la determinación de los ecosistemas presentes. Estas condiciones dan marco a las asociaciones que constituyen el segundo nivel del sistema e incluyen, por ejemplo, el tipo de suelo, el patrón de distribución de la precipitación, los regímenes de humedad del suelo, la ocurrencia de vientos fuertes cargados de humedad o no y la presencia de neblina frecuente. El efecto de uno, o varios, de estos parámetros hace que el sitio parezca como si estuviera más a la izquierda o la derecha, arriba o abajo de donde está el punto en el diagrama de zonas de vida.

La composición florística, la estructura y la fisonomía de la vegetación de una región, o país en general disminuyen en variedad conforme se asciende a las formaciones de mayor altura en una misma latitud; por ejemplo, si se compara el bosque húmedo Tropical con el subalpino cerca del ecuador terrestre. También se observa un fenómeno similar, conforme disminuye la precipitación y aumenta su estacionalidad, dentro de un piso latitudinal; por ejemplo, si se comparan el bosque seco Tropical Basal con el bosque muy húmedo Tropical del mismo piso.

Dentro de una zona de vida o formación, los factores limitantes condicionan o posibilitan el desarrollo de diversas asociaciones: manglares, zonas costaneras rocosas, lagunas, bosque anegable, laderas secas, colinas ventosas, y una variedad más de sistemas.

Se reconocen cuatro clases básicas de asociaciones (con posibles combinaciones entre sí): las climáticas, las edáficas, las atmosféricas y las hídricas. Las asociaciones

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

climáticas ocurren cuando tanto la precipitación y su distribución mensual como la biotemperatura son normales para la zona de vida, no hay aberraciones atmosféricas como vientos fuertes, neblinas frecuentes y el suelo es la categoría zonal. Las asociaciones edáficas se presentan cuando las condiciones del suelo son más favorables (o menos favorables) que el suelo normal (suelo zonal) para la zona de vida donde esta ocurre. Las asociaciones atmosféricas son aquellas en donde el clima se aparta de lo normal para el sitio. Las asociaciones hídricas que se hay en terrenos cenagosos, donde el suelo está cubierto de agua durante todo el año o parte de este. La categoría incluye áreas con aguas dulces, salobres y marinas, pero lógicamente excluye todas las áreas de aguas profundas.

En general, las asociaciones tienen el efecto de hacer parecer la fisonomía de la vegetación, más húmeda o más seca de lo normal para la zona de vida. Por ejemplo, una asociación edáfica fértil con suplemento adicional de agua del Bosque Húmedo Tropical (bosque de galería) tiene una área basal similar al Bosque muy Húmedo Tropical; por otra parte se da el caso de un sitio que aunque sea clasificado como Bosque Seco Tropical, da la impresión de ser un Bosque muy Seco Tropical; la causa: allí hay un clima monzónico, con un suelo vertisol que es muy húmedo en la época de lluvias y se seca y agrieta en el estío.

El tercer nivel del sistema contempla los cambios temporales de los ecosistemas, ya sean producto de la sucesión natural o los introducidos por el hombre o los animales. El Sistema de Zonas de Vida cataloga dichos cambios como del estado sucesional, que debido a su corta duración se trata como el uso de la tierra.

Debe tenerse cuidado con las diferencias aparentes que pueden ocurrir entre la vegetación existente en el terreno con el nombre de la zona de vida. Sucede en algunos casos que el nombre de la zona de vida corresponde a la vegetación original de la asociación climática del lugar y lo que se encuentra allí en el momento del levantamiento de campo puede ser algún estado sucesional o una asociación diferente a la climática. La duda aparente sobreviene porque no se está aplicando el nivel apropiado del sistema. Dondequiera la vegetación ha estado alterada por las actividades humanas, por ejemplo, la nomenclatura de la zona de vida se considera como predictiva de la vegetación potencial (o ideal) si ese territorio conservara su hábitat original, como si a esas tierras de les permitiera recuperar su estado de climax por el proceso de sucesión ecológica natural.

Bibliografía

- Fournier, L.A. 1972. "Algunas observaciones sobre la nomenclatura de los pisos altitudinales en el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge". *Turrialb* 22(4) 468-469.
- Grenke, W., W.H. Hatheway, T. Liang y J. Tosi. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study. Pergamon Press, Oxford.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

Holdridge, L.R. 1979. Ecología Basada en Zonas de Vida. 1a. ed. San José, Costa Rica: Editorial IICA.

Jiménez-Saa, H. 1993. Anatomía del Sistema de Ecología Basada en Zonas de Vida de L.R. Holdridge (inédito). Curso Internacional de Ecología Basada en Zonas de Vida, San José, Costa Rica, 22 de febrero al 13 de marzo de 1993. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

Tosi, J. 1997. An ecological model for the prediction of carbon offsets by terrestrial biota. Occasional Papers, N° 17. San Jose: Tropical Science Center.

QUINTA PARTE: EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS

DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION MUNDIAL DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

Cortesía: CENTRO CIENTIFICO TROPICAL, San José, Costa Rica

