



2011

*Manual para la valoración social de: impactos
y daños ambientales de actividades agrícolas*

Deisy Coromoto Rebolledo López
Venezuela-Caracas 2011

Tabla de contenido

	Páginas
Tabla de contenido	1
Tabla de figuras	3
Tabla de cuadros	4
Introducción	5
1. Algunas definiciones de interés	7
1.1. Patrimonio natural, ambiental o ecológico.	
1.2. Recursos naturales y procesos ecológicos.	
1.3. Efectos, impacto, daños y pasivos ambientales.	
1.4. Actividad susceptible de degradar el ambiente.	
1.5. Sitios contaminados.	
1.6. Riesgo construido.	
1.7. Riesgo tecnológico.	
1.8. Actividades agrícolas.	
1.9. Factores de riesgo de la agricultura.	
1.10. Grupos de riesgo de las actividades agrícolas.	
1.11. Escala de vida del ser humano.	
2. Instrumentos de control ambiental	15
2.1. Contabilidad ambiental.	
2.2. Estudio de impacto ambiental y sociocultural.	
2.3. Alcance y contenido el estudio de impacto ambiental.	
2.4. Métodos para predecir y evaluar impactos ambientales.	
2.5. Tipos de medidas para impactos ambientales.	
2.6. Auditoria de daños ambientales.	
2.7. Metodología para la evaluación de daños ambientales.	
2.8. Tipos de medidas para daños ambientales.	
2.9. Plan de Adecuación Ambiental para daños ambientales.	
2.10. Evaluación de riesgos ambientales.	
2.11. Gestión integral de riesgos socio-naturales y tecnológicos	
2.12. Garantía.	
2.13. Otros instrumentos de control ambiental.	
3. Valoración social de impactos y de daños ambientales	22
3.1. Valor económico social o total.	
3.2. Valoración económica de impactos, daños y pasivos ambientales.	
3.3. Metodología para la cuantificación social de impactos, daños y pasivos ambientales.	
3.4. Clasificación de técnicas, métodos y análisis para la valoración social de de impactos, daños y pasivos ambientales.	
3.5. Técnica, métodos y análisis para la valoración económica de de impactos, daños y pasivos ambientales.	
3.6. Precio de mercado.	
3.7. Cambio de productividad.	
3.8. Costo de oportunidad.	
3.9. Gastos preventivos y mitigación.	
3.10. Pérdida de ganancia o de ingreso.	
3.11. Costo de reposición o de reemplazo.	
3.12. Proyecto sombra.	
3.13. Costo de reubicación.	
3.14. Bienes y servicios comercializados como sustitutos ambientales.	

3.15. Técnicas para el cálculo de fijación o secuestro de carbono (CO ₂).	
3.16. Capital humano.	
3.17. Costo de enfermedad.	
3.18. Precios hedónicos.	
3.19. Costo de viaje.	
3.20. Valoración contingente.	
3.21. Método Delphi.	
3.22. Transferencia de beneficios.	
3.23. Análisis beneficio-costos.	
3.24. Análisis costo efectividad, eficaz o eficiente.	
3.25. Análisis multicriterio.	
3.26. Análisis beneficio riesgo.	
3.27. Análisis de la decisión.	
3.28. Valoración de impactos ambientales.	
3.29. Contabilidad de los recursos naturales.	
3.30. Huella ecológica.	
4. Sector agrícola	78
4.1. Actividades agrícolas.	
4.2. Características de las actividades agrícolas.	
4.3. Criterios para el análisis de las actividades agrícolas.	
4.4. Efectos ambientales de las actividades agrícolas.	
4.5. Clima.	
4.6. Atmosfera y aire.	
4.7. Suelo.	
4.8. Hidrografía y agua.	
4.9. Diversidad biológica.	
4.10. Paisaje.	
4.11. Salud.	
4.12. Sociocultural	
5. Soluciones	104
5.1. Categorías de soluciones para efectos ambientales.	
5.2. Administración.	
5.3. Legales	
5.4. Técnicas.	
5.5. Educativas.	
5.6. Guía para la valoración económica de impactos y daños ambientales	
5.7. Fase I: descripción del proyecto.	
5.8. Fase II: Caracterización ambiental.	
5.9. Fase III: Identificación de efectos ambientales –impactos y daños ambientales- y su evaluación.	
5.10. Identificación de las medidas.	
5.11. Valoración económica de impactos o de daños ambientales.	
6. Conclusiones y recomendaciones	123
7. Referencias bibliográfica	125

Índice de figuras

	Páginas
Figura 1. Recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas	11
Figura 2. Valor económico total o social y sus componentes	26
Figura 3. Componentes del valor económico total o social y su relación con las técnicas y métodos de valoración social o económica	33
Figura 4. Técnicas y métodos orientados a la cuantificación económica de la calidad y la cantidad de recursos naturales o procesos ecológicos	34
Figura 5. Relación entre actividades agrícolas vegetal y el ambiente	81
Figura 6. Fases a cubrir en la valoración de impactos o de daños ambientales	111
Figura 7. Relación de la deforestación, los recursos naturales y los procesos ecológicos	112
Figura 8. Relación de movimiento de tierra, siembra, deshierbe mecánico, los recursos naturales y los procesos ecológicos	113
Figura 9. Relación entre la fertilización, deshierbe mecánico la aplicación de biocidas, los recursos naturales y los procesos ecológicos	114
Figura 10. Relación entre el riego, los recursos naturales y los procesos ecológicos	115

Índice de cuadros

	Páginas
Cuadro 1. Funciones, componentes, elementos, recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas	9
Cuadro 2. Efectos, componentes y funciones ambientales afectados por la deforestación	117
Cuadro 3. Efectos, componentes y funciones ambientales afectados por movimiento de tierra	118
Cuadro 4. Efectos, componentes y funciones ambientales afectadas por agroquímicos	119
Cuadro 5. Efectos, componentes y funciones ambientales afectados por el riego	120
Cuadro 6. Relación entre los recursos naturales, los efectos ambientales y las técnicas y métodos de valoración social o económica	121

Introducción

Desde el inicio de las manifestaciones gráficas del hombre –pinturas rupestres– éste ha mostrado sus relaciones con la naturaleza; ya sea la caza, la pesca, la labranza de la tierra y, hoy día estas relaciones siguen manifestándose; claro está, con una mayor intensidad porque las comunidades han puesto y siguen poniendo todo su conocimiento en hacer todas sus tareas de una manera más sencillas y placenteras y, sobre todo las que debe realizar para su manutención como ser vivo –alimentarse todos los días– y por ende las actividades agrícolas.

Los productos de estas actividades requieren alimentar a la población mundial –próxima a los 7.000 millones¹– ubicadas en diversos ecosistemas, culturas y tecnologías; sin embargo, siguen en uso los mismos insumos naturales. Así en cada rincón de La Tierra se demandan espacios naturales (ecosistemas acuáticos como: océano, mar, costa, marino-costeros, lagos o continentales como bosques, sabanas, manglares; entre otros); suelo, nutrientes, agua; así como especies exóticas y transgénicas.

Los países al tener que alimentar a tantas personas requieren aumentar su productividad y con ello los insumos; trayendo como consecuencia ampliación de las fronteras agrícolas y de las áreas oceánicas para aprovechar mayor cantidad de productos del mar. En las áreas continentales la producción de rubros vegetales o ganaderos requieren importaciones de insumos a las tierras como son fertilizantes y así reponer los extraídos; plaguicidas para garantizar que los monocultivos -o cultivos sin defensa natural- puedan desarrollarse sin mermar, por ataques de plagas y enfermedades.

Las actividades agrícolas por su naturaleza demandan ecosistemas naturales en detrimento de la pérdida de sus características y atributos –disminuye la diversidad biológica original–; o aumento en el uso intensivo de las áreas ya afectadas. La cantidad de ecosistemas naturales cada día disminuyen y sobre todo en países con aumento de las fronteras agrícolas como los de América Latina; y en la búsqueda del aumento de la productividad y de sus rendimientos, aplican un uso más intensivo de esas tierras y esto requiere aumento de la cantidad de enmiendas agrícolas; tales como: suelos, especies mejoradas, transgénicas, agua superficial y subterránea, fertilizantes, agroquímicos, entre otros.

La ampliación de la frontera agrícola y las enmiendas están deteriorando cada día más a los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas, a su vez ponen en peligro la sustentabilidad de la humanidad, es por ello que la FAO en su interés de apoyar la gestión ambiental del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente de Venezuela ha llevado a cabo esta Consultoría Nacional en Valoración de Impactos Ambientales para Pequeños Productores Agrícolas cuyo objetivo es la elaboración de un manual sobre la valoración económica de impacto ambiental de las actividades agrícolas y así contribuir tanto con la valoración del daño

¹ http://contenidos.educarex.es/sama/2010/csociales_geografia_historia/terceroeso/poblacion.html

provocado como con la ejecución del artículo 117² de la Ley Orgánica del Ambiente, República Bolivariana de Venezuela (2006).

Este objetivo se ha abordado mediante la revisión de referencias bibliográficas internacionales y nacionales para la creación de un breve marco teórico y conceptual que sustente la identificación de las actividades agrícolas, las relacione con los componentes y procesos ecológicos de los ecosistemas afectados por ésta; los aspectos relevantes para la identificación, caracterización y selección del instrumento de control ambiental más pertinente; la identificación de los componentes del valor económico social o total junto a las técnicas, métodos y análisis económicos para la cuantificación monetaria de los efectos ambientales (impacto o daño ambiental) que le brinden a los técnicos interesados una ayuda para cumplir con el artículo 117 de la Ley Orgánica del Ambiente.

Este Manual comprende cinco acápites: en el primero, segundo y tercero se exponen aspectos teóricos y conceptuales; en el primero, aspectos ambientales como reseña de algunos términos de interés para el buen entendimiento de lo expuesto en los próximos, el segundo identifica y caracteriza varios instrumentos de control ambiental y en el tercero expone la teoría de la valoración social de los componentes y procesos de los ecosistemas con especificación de las técnicas, métodos y herramientas de análisis económico para la cuantificación monetaria de los efectos ambientales generados por las actividades antrópicas; el cuarto la actividad agrícola con sus características específicas y propuesta para la solución de las afectaciones ambientales y en el quinto una lista de propuestas como soluciones administrativas, legales, técnicas y educativas que deberían de efectuarse a fin de solventar los impactos y daños ambientales de las actividades agrícolas; y en éste una guía referencial para el abordaje de la valoración económica de impactos y daños ambientales generados por actividades agrícolas; finalmente unas conclusiones y recomendaciones.

Las limitaciones para el desarrollo de este Manual han sido las características implícitas de las actividades agrícolas -su relación con los recursos naturales y con los procesos ecológicos de los ecosistemas- y el condicionamiento en el uso de los términos económicos por parte de la Autoridad Ambiental Nacional.

La Consultora aspira que éste cubra las expectativas; en caso contrario está plenamente dispuesta a incorporar las sugerencias, correcciones e incorporar las omisiones en las que pueda haber incurrido. Muchas GRACIAS por haberme permitido participar en un proyecto como éste.

Deisy Coromoto Rebolledo López
Proyecto TCP/VEN/3301

² Artículo 117. Para la imposición de las multas y medidas correspondientes, la autoridad competente deberá realizar una valoración que comprenda los aspectos técnicos, económicos, jurídicos, socioculturales y ecológicos del daño provocado.

1. Algunas definiciones de interés

Este apartado persigue unificar términos que se requieren para una mejor comprensión de este Manual; y en especial porque al abordar la temática ambiental esta interesa a muchas personas y en especial a profesionales de distintas áreas del conocimiento y pueden interpretarse inadecuadamente lo que se aspira exponer en éste.

1.1. Patrimonio natural, ambiental o ecológico

El patrimonio natural, ambiental o ecológico es el conjunto de recursos naturales y productos de los procesos ecológicos de la naturaleza que constituyen la fuente de diversidad biológica y geológica, que tienen un valor relevante ecológico, paisajístico, científico, histórico, económico, social o cultural³. Está conformado por los recursos naturales de interés científico, histórico, social y ecológico de un país o nación. Estos son las formaciones geológicas y fisiológicas de las zonas estrictamente delimitadas de un país y constituyen el hábitat de las especies animales y vegetales; que tienen un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia de la conservación. La custodia, protección, conservación y preservación del patrimonio son responsabilidad de la Nación⁴.

1.2. Recursos naturales y procesos ecológicos

Los recursos naturales y sus procesos ecológicos –funciones ecológicas⁵– están constituidos por componentes, elementos, recursos de los ecosistemas también llamados bienes y servicios ambientales⁶. Éstos son usufructuados por el hombre porque son apropiables o apropiados con fines de uso antrópico. Los ecosistemas son proveedores naturales de recursos y procesos o funciones ecológicas para el mantenimiento esencial del soporte de la vida humana y de los ecosistemas, mantenimiento de especies cosechadas y cosechables comercialmente, provisión de productos naturales extraíbles y proveen oportunidades para el desarrollo cognoscitivo, de Groot *et al.* (2002).

Los ecosistemas ofertan o brindan directamente componentes, elementos y recursos naturales o bienes que son consumidos sin la necesidad de ser transformados para su aprovechamiento directo; como ejemplo: metros cúbicos de maderas para la construcción de viviendas, muebles, entre otros; y no maderera como especies de flora: plantas medicinales u ornamentales y fauna: mascotas o piezas de cacería; además, de los procesos ecológicos como los flujos hidrológicos, retención de sedimentos, ciclo de nutrientes en el suelo (Burneo, 2003), lugares de recreación, protección de cuencas, fijación o captura de carbono, entre otros.

Los ecosistemas a través de sus procesos prestan servicios de receptores y procesadores de emisiones atmosféricas, desechos sólidos y efluentes líquidos. Las emisiones son generadas tanto por individuos mediante sus funciones

³ http://www.derecho.com/c/Patrimonio_natural,

<http://www.rena.edu.ve/SegundaEtapa/ESTETICA/patrimonio.html>

⁴ <http://loreidis187.obolog.com/importancia-patrimonio-natural-historico-150398>

⁵ Funciones ecológicas son los componentes, elementos y recursos naturales y procesos ecológicos aprovechables o valorados directamente por el hombre; hay otros que sólo tienen un interés para los ecosistemas y sus especies.

⁶ Los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas en este Manual se refieren a los bienes y servicios ambientales; por solicitud de la Consultoría Legal del Ministerio del Poder Popular del Ambiente-Venezuela.

biológicas básicas para sus sustentos como por la sociedad; comportándose como demandantes de recursos básicos para el desarrollo de sus funciones fisiológicas, sus actividades productivas y de ocio. Las emisiones a la atmósfera, los efluentes líquidos y los residuos sólidos son liberados directamente a los ecosistemas o son procesados por éste para su reciclaje volviendo al proceso productivo a los consumidores, como un residual al ambiente y en muchos casos como desechos nuevamente.

Freeman (1993) identificó sólo tres funciones de los ecosistemas vinculadas con la economía; estas fueron: 1) proveedores de insumos, 2) suministradores de bienes ambientales y 3) vertedero del sistema económico. Éste generalmente es el enfoque que emplea para la valoración monetaria de los ecosistemas. Estas tres funciones han permitido el desarrollo y uso de una gran cantidad de métodos y técnicas. No obstante, otros enfoques; más ecológicos, han aumentado esa percepción; así está el trabajo de England (1995) el cual identificó 37 funciones ecológicas y Costanza *et al.* (1997) que reconocieron 17 bienes y servicios de los ecosistemas; y de Groot *et al.* (2000) con más de 20.

El enfoque de Freeman (1993) aún hoy día es el más empleado para la cuantificación económica de los impactos y daños ambientales en la toma de decisiones vinculadas con el diseño y puesta en marcha de planes, políticas, programas, proyectos y acciones de inversiones que impliquen actividades susceptibles de degradar el ambiente. Esto explica quizás, entre otros; la no inclusión de todas las funciones de los ecosistemas con el consecuente deterioro de la calidad ambiental y de la calidad de vida de la sociedad; y además, con el agravante de hacerlo tanto para proyectos de corto como de largo plazo.

El enfoque de Freeman ha prevalecido desde la revolución industrial y agrícola – Revolución verde-, siglo XVIII y aunque la sociedad ha evolucionado con su conocimiento del ambiente y se ha llamado a su atención desde 1968 con el Club de Roma, Copenhague 2009, el año de la diversidad biológica 2010 y el de los bosques 2011, el 2012 como el año del agua y aún se siguen observando la ausencia en el uso de estos términos en la gestión ambiental y en la toma de decisiones con implicaciones ambientales.

En el Cuadro 1 se exponen las cuatro funciones –regulación, hábitat-producción e información- identificadas por de Groot *et al.* (2002) desglosadas en 23 recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas, directamente aprovechables por la sociedad.

Cuadro 1. Funciones, componentes, elementos, recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas

Funciones	Componentes y procesos de los ecosistemas	Ejemplos de recursos naturales y procesos ecológicos
1) Funciones reguladoras	Mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y del soporte de la vida de los ecosistemas	
1. Regulación de gases	Papel de los ecosistemas en los ciclos biogeoquímicos	1.1 Protección de la capa de Ozono (prevención de enfermedades) 1.2 Mantenimiento de calidad del aire 1.3 Mantenimiento de las condiciones climáticas.
2. Regulación climática	Mantenimiento de la cobertura de la tierra y los procesos biológicos relacionados con el clima	Mantenimiento de microclima favorable para la vida en La Tierra.
3. Prevención de alteraciones en las cuencas	Mantenimiento de la estructura del suelo bajo alteraciones de sus condiciones de humedad	3.1 Protección ante tormentas. 3.2 Prevención de crecientes 3.3 Mantenimiento de hábitat acuático 3.4 Mantenimiento de la calidad del agua de la cuenca
4. Regulación de agua	Papel de la cobertura en la regulación de drenajes y en la descarga de los ríos	Mantenimiento del drenaje y de riego natural Medios para el transporte
5. Oferta de agua	Filtrado, retención y almacenaje de agua.	Provisión de agua para el consumo
6. Retención del suelo	Papel de la matriz de raíces de la vegetación y la biota del suelo en la retención del suelo	6.1 Mantenimiento de tierras arables. 6.2 Prevención de daño por la erosión/arrastre de sedimento
7. Formación de suelos	Desgaste de la roca, acumulación de materia orgánica	7.1 Mantenimiento y productividad de tierra arable. 7.2 Mantenimiento de la productividad natural del suelo.
8. Disponibilidad de nutrimentos	Papel de la biota en el almacenaje y reciclaje de nutrimentos.	Mantenimiento de suelos saludables y de la productividad de los ecosistemas
9. Tratamiento de desechos	Papel de la vegetación y de los animales en remover o descomponer	9.1 Control de la contaminación /desintoxicación 9.2 Filtrado de partículas de polvo. 9.3 Disminución de contaminación sónica.
10. Polinización	Papel de la biota en dispersar los gametos florales	10.1 Polinización de especies de plantas silvestres. 10.2 Polinización de cultivos
11. Control biológico	Control de las poblaciones a través de las relaciones tróficas	11.1 Control de plagas y enfermedades. 11.2 Reducción de daños a cultivos.
2) Funciones de hábitat	Provee espacios para el establecimiento de especies de fauna y flora de vida silvestre	Mantenimiento de la diversidad biológica y genética (y es la base de otras funciones).
12. Funciones de refugio	Espacios apropiados para vivir para las plantas y animales	Mantenimiento de especies cosechadas comercialmente.
13. Funciones de alojamiento para la reproducción.	Espacios apropiados para la reproducción	13.1 Cacería, áreas de pesca. 13.2 Agricultura y acuicultura de subsistencia

Fuente: elaboración propia a partir de Groot *et al.* (2002).

Cuadro 1. Funciones, componentes, elementos, recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas cont ...

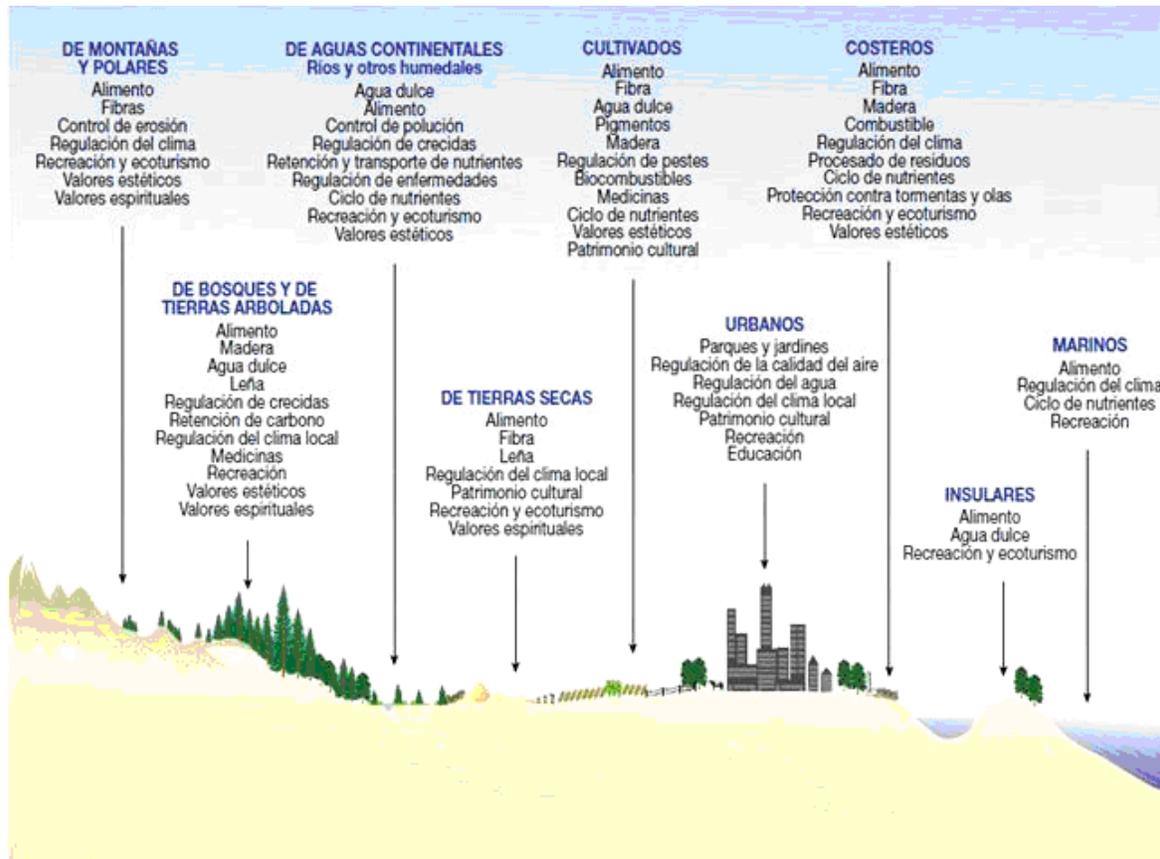
Funciones	Componentes y procesos de los ecosistemas	Ejemplos de recursos naturales y procesos ecológicos
3) Función de producción		
14. Alimento.	Conversión de la energía solar dentro de las plantas y animales.	14.1 Fuente de energía para el mantenimiento de las especies. 14.2 Fuente de energía para desarrollar actividades 14.3 Forraje
15. Materia prima.	Conversión de la energía solar en biomasa para la construcción y otros usos humanos.	15.1 Resinas para la industria. 15.2 Material de construcción.
16. Recursos genéticos.	Material genético para plantas y animales silvestres.	16.1 Mejora de la resistencia de cultivos ante patógenos. 16.2 Para aumentar la producción
17. Recursos medicinales.	Sustancias bioquímicas extraídas de las especies como principios activos para el desarrollo de medicamentos. Especies o subproductos para el consumo directo como medicamento.	17.1 Drogas y farmacéuticos 17.2 Identificación de los principios activos naturales para el desarrollo de modelos para la elaboración de los productos químicos. 17.3 Investigaciones y ensayos con animales para probar medicamentos.
18. Recursos ornamentales.	Variedad de biotas con potencial para ser usados como elementos ornamentales.	18.1 Recursos para la moda. 18.2 Artesanía, joyas, mascotas, cultos, decoraciones y recursos.
4) Función de información		
Provee oportunidades para el desarrollo cognitivo		
19. Bellezas escénicas.	Características atractivas del paisaje.	Disfrute de escenarios.
20. Turismo y recreación	Variedad de paisajes con uso potencial para el recreo.	20.1 Viajes eco-turistas 20.2 Deportes al aire libre.
21. Información artística y cultural.	Variedad de la naturaleza con valores culturales y artísticos.	Uso de la naturaleza como motivos en libros, películas, pinturas, folclore, símbolos nacionales, arquitectura, entre otros.
22. Información histórica y espiritual.	Variedad de la naturaleza con valores históricos y espirituales.	Uso de la naturaleza para propuestas históricas y espirituales.
23. Investigación científica y educación.	Variedad de la naturaleza con valores científicos y educacionales.	Uso de la naturaleza para excursiones colegiales y para investigaciones científicas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Groot *et al.* (2002).

1.3. Efectos, impacto, daños y pasivos ambientales

El efecto ambiental es la alteración a los ecosistemas, sus recursos naturales y procesos ecológicos; producidos por el hombre que ocasione pérdida, disminución, degradación, deterioro, detrimento, menoscabo o perjuicio –pérdida de la calidad y cantidad de los ecosistemas y sus componentes-, República Bolivariana de Venezuela (2006); aunque fuera de este instrumento legal se definen también los efectos positivos que pueden producirse por la puesta en marcha o ejecución de políticas, planes, programas, proyectos y acciones.

El impacto ambiental es la valoración positiva o negativa del efecto ambiental producido *ex ante* -impacto ambiental potencial- de la ejecución de una política, programa, proyecto, obra o actividad humana, Garmendia *et al.* (2006).



Fuente: World Resources Institute (2005)

Figura 1. Recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas

El daño ambiental es el impacto ambiental *ex post* de toda alteración que ocasione pérdida, disminución, degradación, deterioro, detrimento, menoscabo o perjuicio a los ecosistemas, sus componentes, recursos, procesos y funciones ecológicas producida por el hombre, República de Venezuela (2006). Los daños ambientales no reparados son aquellos cuyos responsables o infractores no hayan cumplido con su reparación -restauración, reducción, mitigación, corrección y compensación- por lo cual mantienen una deuda con la sociedad y se conforman como pasivos ambientales.

Los pasivos ambientales son los daños ambientales no reparados causados por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras y como éstos no han cumplido con la reparación del daño ambiental mantienen una deuda económica o monetaria con la sociedad. Es decir, éstos son producidos por actividades antrópicas, cuyos responsables⁷ no han cumplido con la reparación ni con el pago por ésta. La característica principal de estos es que deben ser reparados y por ende hay que hacer una inversión monetaria o

⁷ Responsable del efecto, impacto, daño o pasivo ambiental es o son las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, que causo el daño directa o indirectamente y debe proceder a cubrir la inversión requerida para la reparación éste; y así saldar su deuda con la sociedad.

económica y si no se pagan; los responsables mantienen una deuda con la sociedad.

1.4. Actividad susceptible de degradar el ambiente

Las actividades susceptibles de degradar el ambiente son todas aquellas realizadas por el hombre que impliquen afectación a los ecosistemas, sus recursos y procesos ecológicos de manera desfavorable causan pérdida de la calidad de éstos como de su cantidad; y de acuerdo al artículo 129 de la Constitución República Bolivariana de Venezuela (República Bolivariana de Venezuela, 1999) “*Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural*⁸....”

1.5. Sitios contaminados

Los sitios contaminados son las alteraciones de espacios, zonas, lugares y ecosistemas; debido a la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron reparados oportunamente y por lo tanto produjo o produce dispersión de sustancias degradantes a los espacios y ecosistemas, sus recursos naturales y a sus procesos ecológicos; la salud de las comunidades y los bienes materiales. Estos pueden causar daños ambientales simples, acumulados y sinérgicos; al ecosistemas, sus componentes, recursos, elementos y procesos ecológicos donde se encuentre, a los de sus áreas de influencias directa e indirecta; y causar amenazas⁹.

1.6. Riesgo construido

El riesgo construido es la probabilidad de ocurrencia de potenciar o generar accidentes o desastres por la acción humana privado, pública o por el Estado y pueden generar daños sobre la población y la calidad de espacios y ecosistemas; la salud de las comunidades y los bienes materiales, República Bolivariana de Venezuela (2009).

1.7. Riesgo tecnológico

El riesgo tecnológico es la probabilidad de ocurrencia de accidentes potenciados; generado por la actividad humana relacionado con el acceso o uso de la tecnología, percibidos como eventos controlables por el hombre o que son fruto de su actividad que pueden causar daños sobre las personas y la calidad de los ecosistemas; la salud de las comunidades y los bienes materiales, República Bolivariana de Venezuela (2009).

1.8. Actividades agrícolas

Las actividades agrícolas se refieren a la producción primaria y comercio agrícola, vegetal, pecuario, acuícola, pesquero y forestal. Las actividades agrícolas vegetal, pecuaria y forestal aprovechan directamente los recursos naturales y los procesos ecológicos de los ecosistemas terrestres para la obtención de sus productos con afectaciones directas e indirectas tanto a estos ecosistemas como a los acuáticos:

⁸ En este Manual lo sociocultural se referirá a los procesos o realidades construidas por el hombre que puede tener que ver con la manera de actuación entre las personas, el ambiente y con los aspectos sociales; específicamente lo demográfico, lo económico, lo histórico, lo legal, lo cultural y todo aquel proceso del hombre como individuo y ente de la sociedad.

⁹ Amenaza es la probabilidad de ocurrencia de daños en los espacios y ecosistemas, sus recursos naturales y procesos ecológicos, por efecto de un hecho, una acción u omisión de cualquier naturaleza, República Bolivariana de Venezuela (2009).

tanto a los cuerpos de aguas continentales –fluviales y lacustres- como marinos. Las acuícolas y pesquera aprovechan directamente cuerpos de aguas continentales, marino-costeros y marinos.

1.9. Factores de riesgo de actividades agrícolas

Los factores de riesgo de actividades agrícolas se asocian a lo ocupacional, saneamiento ambiental, tipo de vivienda y sociocultural implícitas a estas actividades, Sandia *et al.* (S/F). Las dos primeras sólo se asocian a las actividades agrícolas vegetal y pecuaria y las dos restantes a todas; y a continuación se exponen:

- a. Ocupacional: muy importante y se han identificado nueve:
 - √ Uso inadecuado de plaguicidas.
 - √ Transporte y almacenaje de plaguicidas.
 - √ Deficiente protección de la persona en el manejo de plaguicidas.
 - √ Uso inadecuado de maquinarias y de equipos agrícolas.
 - √ Participación de niños y jóvenes en la actividad agrícolas.
 - √ Contacto permanente con tierra.
 - √ Esfuerzo físico y corporales en el trabajo.
 - √ Uso de agua residual para el riego.
 - √ Uso de fertilizantes orgánicos
- b. Asociado con el saneamiento ambiental: estos se asocian a una serie de enfermedades infecciosas y parasitarias como la diarrea, amibiasis, hepatitis y dengue; así como enfermedades de la piel, entre otras; se han identificado cinco:
 - √ Calidad de agua de consumo.
 - √ Disposición de excretas.
 - √ Disposición de aguas servidas.
 - √ Manejo de desechos.
 - √ Generación de polvo y humo.
- c. Asociado con el tipo de vivienda: las patologías de los residentes de las áreas rurales están íntimamente relacionadas con las infraestructuras, diseño, seguridad, higiene y sanidad ambiental de la vivienda. Los efectos más directamente asociados son: las enfermedades infecciosas y parasitarias, fundamentalmente de tipo gastrointestinales; así como afecciones del aparato respiratorio; como el asma, bronquitis y faringoamigdalitis; se han identificado tres riesgos:
 - √ Vivienda inadecuada.
 - √ Hacinamientos y ambientes poco ventilados.
 - √ Higiene del hogar.
- d. Asociado con aspectos socioeconómicos: la salud de las poblaciones rurales está asociada a ciertos aspectos socioculturales y entre estos se han identificado:
 - √ Altos niveles de pobreza.
 - √ Bajo nivel educativo de los pobladores rurales.
 - √ Desadaptación y bajo estímulo laboral.
 - √ Bajo nivel de integración comunitaria y gremial.
 - √ Migración.

e. Asociado con aspectos relacionados con susceptibilidad individual: se han identificado cuatro aspectos ante algunas enfermedades:

- √ Edad.
- √ Desnutrición.
- √ Estado de salud.
- √ Obesidad.

1.10. Grupos de riesgo de las actividades agrícolas

Sandia *et al.* (S/F) identifica cuatro grupos:

- √ Obreros agrícolas.
- √ Pequeños y medianos productores.
- √ Personal técnico y población en general.
- √ Grandes propietarios.

1.11. Escala de vida del ser humano

Las actividades susceptibles de degradar el ambiente una vez realizadas pueden deteriorar a los recursos naturales y a los procesos ecológicos de los ecosistemas a tal punto que para su recuperación total; es decir, para volver a su estado original requerirían tiempos mayores a la vida humana por este motivo se ha procedido a precisar este término. En este Manual la escala de vida del ser humano se referirá a 100 años.

2. Instrumentos de control ambiental

La Ley Orgánica del Ambiente (República Bolivariana de Venezuela, 2006) define los controles ambientales como un grupo de actividades realizadas por el Estado con la sociedad, mediante sus órganos y entes competentes, sobre actividades y sus efectos capaces de degradar el ambiente.

Los instrumentos de control ambiental son las autorizaciones, aprobaciones, permisos, licencias, concesiones, asignaciones, contratos, planes de manejo, auditorías ambientales, registros y los demás que establezca la Ley Orgánica del Ambiente con el fin de hacer un seguimiento a la utilización y aprovechamiento del ambiente y de sus recursos naturales, República Bolivariana de Venezuela (2006).

2.1. Contabilidad ambiental

La contabilidad ambiental es la cuenta de la superficie de espacios y ecosistemas libres o no de daños ambientales; acompañados de parámetros e indicadores de cantidad y calidad ambiental; tanto física como económicamente; y permite la cuantificación del patrimonio natural. En la normativa nacional ambiental vigente del país no existe como instrumento de control; no obstante, es de mucho interés y debería de ser asumida lo más pronto posible.

2.2. Estudio de impacto ambiental y sociocultural

El estudio de impacto ambiental está orientado a predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y sociocultural y proponer las correspondientes medidas preventivas, mitigantes, correctivas, Garmendia *et al.* (2006) y compensatorias; a los fines de verificar el cumplimiento de las disposiciones ambientales contenidas en la normativa legal vigente en Venezuela y la determinación de parámetros ambientales que conforme a éstas deban establecerse para diseñar y ejecutar cada política, programa o proyecto, Decreto 1.257, República de Venezuela (1996) y en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) es un requisito para todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas.

Conesa (1983) citado por Sandia *et al.* (S/F) expresa que la evaluación de impactos ambientales es un proceso de orden técnico, legal y administrativo de carácter interdisciplinario que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividades antrópicas produciría en caso de ser ejecutado; es decir, es una evaluación *ex ante* al proyecto o a la actividad. El objetivo de éste es identificar, predecir, prevenir, mitigar, corregir y valorar los efectos ambientales que las acciones del proyecto o actividad económica puedan causarle al patrimonio ecológico y a la sociedad.

Las evaluaciones ambientales identificarán, describirán, evaluarán de forma apropiada y en función de cada caso en particular los impactos directos e indirectos del proyecto y sus actividades. Además, deben determinar cómo se relacionan entre sí los impactos del proyecto estudiado; en unión de su relación con otros proyectos que estén o puedan afectar al mismo entorno; porque la

ocurrencia de estas relaciones pueden generar impactos simples, acumulativos y sinérgicos, Garmendia *et al.* (2006).

GTZ/IICA (1995) expresa a los estudios de evaluación ambiental como un proceso de toma de decisión sobre un proyecto o acción determinada para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de su ejecución, y para proponer su rediseño o las medidas necesarias para prevenir, mitigar y controlarlos. Sin embargo, expresa que una vez puesta en marcha la ejecución de un proyecto pueden presentarse impactos relevantes difíciles de prevenir, no mitigables, no corregibles lo cuales debería de ser compensables.

2.3. Alcance y contenido el estudio de impacto ambiental

La revisión del Decreto 1.257, República de Venezuela (1996) permitió la identificación de los alcances y contenidos de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y estos son:

- a. Descripción preliminar del programa o proyecto: incluye información de las opciones relativas al diseño, localización y procesos tecnológicos a ser consideradas durante el proceso de formulación del programa o proyecto propuesto (justificar cuando no existan opciones).
- b. Definición del área de influencia directa e indirecta del programa o proyecto: incluye información de las características generales del medio fisiconatural y sociocultural a ser afectado y relevantes, a los fines de la identificación de impactos.
- c. Identificación de impactos potenciales asociados a las opciones consideradas para el desarrollo del programa o proyecto propuesto para cada actividad: con potencial de generación de impactos sobre los diferentes recursos naturales y procesos ecológicos y sobre los aspectos socioculturales; y su comparación de la situación con y sin proyecto. El promotor debe indicar la metodología utilizada para la identificación preliminar de impactos.
- d. Propuesta sobre los alcances del Estudio en relación con los siguientes aspectos:
 - √ Información básica para la realización del estudio, incluye identificación y justificación de los estudios de línea base necesarios para la evaluación de impactos y el diseño del programa de seguimiento. Lo ideal es la disposición de gran cantidad de información de calidad de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas del área del proyecto y de las diversas actividades del proyecto a ejecutar.
 - √ Metodología para la evaluación de impactos, señala actividades a realizar, etapas a cumplir, así como las metas a alcanzar en cada una de las etapas.
 - √ Descripción de las medidas de preventivas, mitigantes y correctivas de los impactos potenciales previstos para las opciones consideradas.
 - √ Evaluación social, ecológica y económica de los impactos.
 - √ Análisis de las opciones relativas al diseño, localización y tecnología, consideradas durante el proceso de formulación del proyecto. Justificación de las alternativas seleccionadas.
 - √ Rediseñar el proyecto con tecnologías alternativas que minimicen los impactos ambientales negativos, cuando así lo requiera el proyecto.
 - √ Programa de Seguimiento.

- √ Lineamientos del Plan de Supervisión Ambiental; elaborados, atendiendo a los criterios establecidos en el artículo 28 del Decreto 1257 (República de Venezuela, 1996).
- √ Documento síntesis del Estudio de Impacto Ambiental.
- e. Plan de trabajo: Se incluirá el programa de realización de talleres y presentación de informes de avance, así como el tiempo estimado de ejecución del Estudio.
- f. Equipo de trabajo: Se señalará la consultora que elaborará el Estudio de Impacto Ambiental, la composición del equipo interdisciplinario que intervendrá en su elaboración y las áreas en que harán sus aportes.
- g. La propuesta de términos de referencia se ajustará a cada caso en particular y será aprobada o negada por la Autoridad Ambiental Nacional, en un plazo que no excederá de cuarenta y cinco (45) días continuos a partir de su presentación. En todo caso, la decisión que se tome deberá ser expresa y justificada, conforme a lo establecido en la Ley Orgánica de Procedimientos Administrativos, República de Venezuela (1981).

En Venezuela de igual manera que en América Latina los Estudio de Impacto Ambiental generalmente se realizan para proyectos ya definidos y solo con la finalidad de controlar o corregir las actividades que crean riesgos ambientales y tecnológicos susceptibles a causar daños ambientales; es decir, los Estudio de Impacto Ambiental sólo proponen la forma de minimizar los impactos ambientales hasta alcanzar niveles compatibles con las regulaciones existentes, GTZ/IICA (1995); no hay la posibilidad de cambiar el proyecto.

2.4. Métodos para predecir y evaluar impactos ambientales

Los métodos para la predicción y evaluación de impactos ambientales se aplican una vez evaluados los efectos ambientales de las actividades del proyecto como impactos ambientales. Estas evaluaciones a nivel mundial carecen de métodos aceptados universalmente. GTZ/IICA (1995) identifican que la selección del método o de los métodos está condicionado a:

- √ Características del proyecto.
- √ Disponibilidad de información existente de los medios físicos, biológicos y socioeconómicos.
- √ Exigencias del país.

Los métodos de mayor uso a nivel nacional e internacional son:

- √ Lista de chequeo o de inventario de efectos ambientales del proyecto; listas de factores ambientales; además, de indicadores, GTZ/IICA (1995), Garmendia *et al.* (2006).
- √ Sobreposición de mapas también llamado de *McHard* y con el mismo principio pero con un número mayor de información el de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el método Galleta, GTZ/IICA (1995), Garmendia *et al.* (2006).
- √ Matriciales (Matriz de Leopold), GTZ/IICA (1995), Garmendia *et al.* (2006).
- √ Indicadores, GTZ/IICA (1995).
- √ Modelaje, GTZ/IICA (1995).
- √ Ponderación (Método *Delphi*), Garmendia *et al.* (2006).
- √ Diagrama de redes o método de Sorensen, Garmendia *et al.* (2006).

- √ Método Batelle-Columbus, Garmendia *et al.* (2006).
- √ Análisis energético McAllister, Garmendia *et al.* (2006).
- √ Focalización o *scoping*, Garmendia *et al.* (2006).
- √ Huella ecológica¹⁰, Domérnech (2007).

2.5. Tipos de medidas para impactos ambientales

Las medidas ambientales de acuerdo al artículo tres de la Ley Orgánica del Ambiente, República Bolivariana de Venezuela (2006) son todas aquellas acciones y actos dirigidos a prevenir, corregir, restablecer, mitigar, minimizar, compensar, impedir, limitar, restringir o suspender; entre otras, aquellos efectos y actividades capaces de degradar el ambiente. Sin embargo, en la mayoría de las referencias bibliográficas consultadas son todas aquellas acciones de diseño, tecnológicas, legales, promocionales, educativas y administrativas, que tiendan a prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales, GTZ/IICA (1995), Decreto 1.257, República de Venezuela (1996). A continuación algunas reseñas de cada una de estas:

a. Preventivas o protectoras

Es la medida o medidas orientadas a la realización de actividades, acciones que eviten que el impacto ocurra; mediante el diseño específico, mejorando la tecnología, mejorando el trazado, las que afecten menos a la fauna, entre otras.

b. Reductivas o mitigantes

Estas medidas están destinadas a lograr que el ecosistema o espacio donde se este ejecutando el proyecto; se mantenga en una condición satisfactoria o de equilibrio razonable, independiente del momento en que aparezca el impacto, GTZ/IICA (1995).

c. Correctivas

Las medidas correctivas son acciones orientadas a la recuperación o enmienda de las cualidades y características de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas afectados por las actividades susceptibles de degradar el ambiente. Se efectúa una vez ocurrido el impacto.

d. Compensatorias

Son acciones orientadas a dar un pago o una cosa fungible de la misma especie o calidad por un daño ambiental causado al ecosistema o algunos de sus componentes o procesos y que no puede ser mitigado o corregido; y aunque la persona que lo causo no tenga consentimiento debe pagarlo.

2.6. Auditoria de daños ambientales

La auditoria de daños ambientales es posterior a las actividades susceptibles de degradar el ambiente. Es un instrumento que comprende la evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva que se realiza sobre la actividad sujeta a regulación y para la verificación del cumplimiento de las disposiciones establecidas en el marco legal ambiental nacional, República Bolivariana de Venezuela (2006). Además, permite la identificación del daño ambiental que aún no ha sido reparado y que afecta directamente a los espacios, ecosistemas y sus componentes, elementos, recursos naturales y procesos ecológicos; y de forma

¹⁰ Huella ecológica es un método que permite la cuantificación del consumo de recursos naturales de la población de un territorio a superficie de naturaleza. Es un indicador integrado que sirve para comparar esas superficies aprovechadas por la actividad susceptible de degradar el ambiente con la capacidad de carga real del ecosistema antes de la afectación; además, es sinónimo de deuda ecológica; fue desarrollado por Wackernagel y Rees (1996) citado por Domérnech (2007).

directa o indirecta a los miembros de la sociedad y; así proponer la medida ambiental pertinente.

2.7. Metodología para la evaluación de daños ambientales

Esta metodología permite efectuar sistemáticamente la evaluación y cuantificación de los daños ambientales; de acuerdo a Gómez-Orea (2004) y con la incorporación de algunos elementos del Decreto No. 1257:

- a. Identificación de las actividades antrópicas que dio origen al efecto ambiental.
- b. Caracterización de los recursos naturales y procesos ecológicos afectados por actividades antrópicas.
- c. Delimitación definitiva del sitio contaminado y su área influencia.
- d. Diagnóstico del problema o proceso del impacto, daño ambiental o degradación.
- e. Análisis interno de los ecosistemas alterados.
- f. Síntesis de información del ambiente y sus respectivos medios: biológico, físico y sociocultural.
- g. Análisis del entorno y áreas de influencia.
- h. Diseño de los modelos, imagen objetivo final o plan maestro del espacio recuperado.
- i. Acciones o medidas para alcanzar la recuperación.
- j. Programas de las actuaciones.
- k. Elaboración de anteproyectos para reparación del daño ambiental.
- l. Elaboración de proyectos para las reparaciones.
- m. Evaluación económica de los daños ambientales.
- n. Presupuesto y financiamiento para la reparación del daño ambiental.
- o. Ejecución de la obra.

2.8. Tipos de medidas para daños ambientales

Las medidas para daños ambientales son todas aquellas acciones de diseño, tecnología, legal, promocional y administrativa, para toda actividad que permita la reparación -restablecimiento, reducciones o mitigaciones, correcciones y compensaciones- para resarcir el daño.

Los responsables de los daños ambientales deberán cubrir los costos monetarios por el diseño y ejecución de las medidas que permitan ejercer las reparaciones – restablecimiento, reducciones o mitigaciones, correcciones y compensaciones- por los daños ambientales causados. Las medidas y sus características generales:

a. Restablecimiento

Es la medida o medidas orientadas a la realización de actividades, acciones y obras de ingeniería que permitan la recuperación del área o sitio afectado a sus condiciones previas a la ejecución de las actividades susceptibles de degradar los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas. Una vez aplicada esta medida se aspira que en un tiempo humano el sitio afectado vuelva a sus condiciones originales; el tiempo de esta medida es la escala de vida del ser humano.

b. Reducción o mitigación

Las medidas de reducción o mitigación son acciones ejecutadas por el responsable y orientadas al logro de que los recursos naturales y los procesos

ecológicos de los ecosistemas se mantengan en condiciones satisfactorias o de equilibrio razonable; mitiga.

e. Corrección

Las medidas de corrección es toda acción orientada a enmendar lo que le causa alteraciones desfavorables a los recursos naturales y a los procesos de los ecosistemas generados por el daño ambiental y deben ser ejecutadas por el responsable de éstas.

f. Compensación

La compensación del daño ambiental es toda acción efectuada por el responsable del daño ambiental orientada a la indemnización social, ambiental o económica causada por éste; irreparable, cuya restauración, reducción, mitigación o corrección no puede ser ejecutada en la escala de vida del ser humano. El responsable en coordinación con las Autoridades Ambientales Nacional elegirá las acciones compensatorias y el lugar donde se ejecutaran. Estas pueden ser realizadas en el lugar donde se generó el daño ambiental o en otro lugar; previamente elegido por los anteriores.

2.9. Plan de Adecuación Ambiental para daños ambientales

El Plan de Adecuación Ambiental para daños ambientales es un compromiso formal que el responsable del daño ambiental debe presentarle a la Autoridad Ambiental Nacional contentivo de acciones o medidas para alcanzar la recuperación de espacios y ecosistemas, ajustado al artículo 99 de la Ley Orgánica del Ambiente. Además, en éste se deben:

- a. Definir líneas de acción a seguir.
- b. Designar funciones y responsabilidades.
- c. Identificar soluciones técnicas.
- d. Establecer su cronograma de acciones.
- e. Establecer inversión económica de acuerdo a la magnitud del daño.
- f. Debe estar ajustado a derecho, sometido a la proporcionalidad y adoptados en aras del interés público.

2.10. Evaluación de riesgos ambientales

La evaluación de riesgos ambientales es el proceso metodológico mediante el cual se determina si existe una amenaza potencial para el ser humano y al ambiente como consecuencia de la exposición a todos los productos tóxicos presentes en un sitio contaminado, incluyendo aquellos compuestos tóxicos productos de actividades industriales ajenas al sitio o cualquier otra fuente de contaminación y en él se define un rango o magnitud para el riesgo.

2.11. Gestión integral de riesgos socio-naturales y tecnológicos

La gestión integral de riesgos socio-naturales y tecnológicos es un proceso metodológico orientado a la formulación de planes y a la ejecución de acciones de manera consciente, concertada y planificada, entre los órganos y los entes del Estado y los particulares, para la prevención, mitigación o reducción del riesgo en una localidad o en una región, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, tecnológicas y económicas, República Bolivariana de Venezuela (2009).

2.12. Garantía

La Ley Orgánica del Ambiente (República Bolivariana de Venezuela, 2006) en su artículo 86 expresa el concepto de garantías ambientales como fianzas de fiel cumplimiento solidarias, en favor y satisfacción de la Autoridad Nacional Ambiental. Expresa que éstas deberán ser otorgadas por empresas de seguros o instituciones bancarias de reconocida solvencia y por las pólizas de seguros de cobertura de responsabilidades civiles e indemnizaciones frente a posibles siniestros ambientales; así como por los fondos especiales establecidos en materias específicas.

En el artículo 95 de la Ley Orgánica del Ambiente (República Bolivariana de Venezuela, 2006) se enuncia que las garantías ambientales no quedarán liberadas hasta tanto se verifique el cabal cumplimiento y efectividad de las medidas ambientales con el otorgamiento de la constancia ambiental. En las pólizas y documentos de garantías respectivos se establecerán como condición estas exigencias.

2.13. Otros instrumentos de control ambiental

La misma Ley (República Bolivariana de Venezuela, 2006) identifica en su artículo 93 otros controles ambientales; tales como: guardería ambiental, auditoría ambiental –identificada anteriormente-, supervisión ambiental y policía ambiental; aunque no están claramente definidos en esta Ley se aspira que lo sean en su reglamento. Éste se encuentra actualmente en preparación por la Consultoría Jurídica del MINAMB.

3. Valoración social de impactos y de daños ambientales

Una vez identificado los efectos ambientales generados por las actividades agrícolas (deforestación, movimiento de tierra, siembra, control de malezas mecánicas, fertilización, control de hierbas química, herbicidas, suministro de alimentos concentrado –pecuario y acuícola- y riego) sobre el clima, la atmósfera y el aire, la hidrografía y el agua; el suelo, la diversidad biológica, paisaje, la salud y lo sociocultural; el siguiente paso es la evaluación de los efectos ambientales en impactos bajos, medio y alto mediante la aplicación de cualquiera de los métodos expuestos en el acápite 2.7 –temática que escapa de este Manual- y luego se procede a la identificación de los componente del valor económico social o total afectados, para finalmente seleccionar la técnica, método o análisis económico a llevar a cabo.

La valoración es una tarea difícil porque los recursos naturales y los procesos ecológicos de los ecosistemas son multiatributos; imposibles de separar y en unión a que muchos carecen de precios en el mercado. En función de esas dificultades se ha creído importante exponer el mayor número de métodos, técnicas y análisis que permitan mostrarles a los técnicos interesados una gama de opciones para la valoración de impactos y daños ambientales. Esto a su vez, les permitirá tener a mano donde elegir; de acuerdo a las actividades susceptibles de degradar el ambiente, la disponibilidad de información básica, los ecosistemas donde se efectuarán las actividades –los recursos naturales y procesos ecológicos- y sus áreas de influencia, el tiempo y el dinero disponible; para su mejor decisión.

3.1. Valor económico social o total

El concepto del valor económico total o social se fundamenta en la economía neoclásica del bienestar social cuya premisa básica es que la propuesta del desarrollo de una actividad económica aumenta el bienestar, utilidad o felicidad de los individuos y por ende el de la sociedad; además, se asume que los individuos son los mejores jueces para elegir las decisiones que les suministran el mayor nivel de felicidad. Este bienestar no sólo depende de los consumos de recursos privados y públicos ofrecidos por los entes privados y el Estado, también dependen de las cantidades y calidades de los recursos naturales y de los procesos ecológicos de los ecosistemas, Freeman (1993).

El valor económico social o total de recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas se compone del valor de uso y del valor intrínseco o altruista, expresado algebraicamente como:

$$\text{Valor económico social o total} = \text{valor de uso} + \text{valor intrínseco}$$

Valor de uso

El valor de uso es el valor monetario que la sociedad identifica para los recursos naturales y los productos de los procesos ecológicos que son aprovechados o aprovechables directamente por ellos, para ellos y sus generaciones futuras (legado); en el presente (extractivo, no extractivo e indirecto) y el futuro ya sea con

el conocimiento actual (opcional) o con las incertidumbres de usos potenciales porque aún no existe el conocimiento ni la tecnología (cuasi-opcional).

Valor de uso = Valor de uso [extractivo + no extractivo + opcional + legado + cuasi-opción + indirecto]

a. Valor de uso extractivo o consuntivo

El valor de uso extractivo o consuntivo es un valor social; está supeditado al aprovechamiento de los recursos naturales y los productos de los procesos ecológicos de los ecosistemas de manera directa e individual porque están sujetos a sus características de excluyentes y rivales, al ser consumidos. Así se tiene que el valor del uso extractivo es el aprovechamiento de la fauna por un cazador de aves o mamíferos; un pescador; los minerales de una mina, la madera de un bosque por un leñador, Pearce y Turner (1995); ejemplos, las piezas de cacería, el aprovechamiento de agua, madera; es decir, si a un individuo, consejo comunal u otro tipo de sociedad se le da una concesión para el aprovechamiento de madera –rolas– en una parcela “X” de un ecosistema bosque; éste, extraerá todo el material vegetal autorizado por lo cual ese material vegetal –rolas– no podrán ser aprovechados por otro individuo, comunidad o sociedad.

b. Valor de uso no extractivo

El valor de uso no extractivo valora socialmente la actividad realizada en un ecosistema por las cualidades de sus recursos naturales y los productos de los procesos ecológicos de los ecosistemas de manera directa e individual sin la extracción de ninguno de sus componentes. Este valor social monetario está comprendido por las actividades de solaz, contemplación, recreo, ocio de un senderista, ornitólogo u otro; en un área protegida (Pearce y Turner, 1995) o natural. Éste se refiere a lo valorado por usuarios que les gustan contemplar el paisaje al aire libre o los que lo logran mediante la observación de fotografía y video; así cada uno de ellos utilizarán el ecosistema y extraerán beneficios hedónicos de él de acuerdo a su necesidad, gustos y preferencias; y estos espacios naturales bajo esta actividad mantendrán sus características y propiedades.

c. Valor de uso opcional

El valor de uso de opción es un concepto más complejo que los dos anteriores. Este valora el ecosistema, sus recursos naturales y procesos ecológicos aunque no se estén usando; intenta expresar su beneficio potencial. El valor de usos opcional trata de la expresión de una preferencia, una disposición a pagar monetariamente por la conservación de un recurso o el producto de los procesos ecológicos frente a alguna probabilidad de que el mismo individuo que lo está valorando con el conocimiento actual se convierta en un momento futuro en usuario del mismo componente del ecosistema evaluado, Pearce y Turner (1995).

d. Valor de uso de legado

El valor de uso de legado es el valor social que los individuos están dispuestos a pagar monetariamente para que un recurso natural o el producto de un proceso ecológico de los ecosistemas se mantenga sin ser usado hoy para que sus generaciones futuras puedan usarlo de igual manera que él; es muy parecido al anterior y su premisa es que es valorado con el conocimiento actual y para las

generaciones futuras como un legado; por ello Pearce y Turner (1995) lo han identificado como parte del valor de uso opcional y no como un valor distinto.

e. Valor de uso cuasi-opcional

El valor de uso cuasi-opcional es el valor social que los individuos están dispuestos a pagar monetariamente para que los recursos naturales y los productos de los procesos ecológicos y ecosistemas se preserven y así puedan ser usados por ellos y sus generaciones futuras; la premisa es que en el momento que lo están valorando desconocen los usos futuros y la posibilidades de su aprovechamiento por tecnologías futuras que aún no se han inventado.

f. Valor de uso indirecto

El valor de uso indirecto (Bishop, 1999) es el valor social que los individuos están dispuestos a pagar monetariamente; comprendido por los procesos ecológicos que le ofrecen sus productos a la humanidad como el secuestro o captura de carbono por las especies vegetales de bosques u otras formaciones vegetales; además, de la regulación del ciclo de nutrientes por el suelo, disminución de los procesos erosivos, mantenimiento de las condiciones microclimáticas y regulación de las inundaciones o ciclos hidrológico (Burneo, 2003), entre otras.

Valor intrínseco, altruista o de existencia

Los otros componentes del valor económico social o total son los intrínsecos o altruistas en cuyos casos se plantean mayores cantidades de problemas porque sugieren valores que están en la naturaleza real de los ecosistemas y disociados del uso de hecho o incluso de la opción de ser usados por los individuos, comunidades o sociedades. El concepto de valor intrínseco consiste en que sus valores residen en algo que no está relacionado en absoluto con su aprovechamiento por los seres humanos, Pearce y Turner (1995).

Es decir, en ausencia de los seres humanos los animales, los hábitats, la vegetación, entre otros seguirán teniendo un valor intrínseco y las personas bajo estas condiciones aún están dispuestos a expresar un valor monetario e indicar sus preferencias y en cuyo caso incluyen sus simpatías o satisfacción social, el respecto al bienestar de los seres no humanos, entre otras preferencias, Pearce y Turner (1995).

Siguiendo lo expresado por Pearce y Turner (1995) sólo se reconocerá como valor de existencia a un recurso del ecosistema al que no esté relacionado con ningún uso, ni actual ni potencial. Identificándolo cuando las personas; por ejemplo, valoran monetariamente especies silvestres como osos hormigueros, cóndores del Parque Nacional Sierra Nevada; puma y jaguar del Parque Nacional Henri Pittier; aunque dispongan de muy pocas oportunidades de verlas. Estos valores también han sido muy relacionados con el altruismo del que los valora.

Freeman (1993) señala que aunque éste es un concepto con enfoque antropocéntrico no evita lo concerniente al estado de bienestar y sobrevivencia de otras especies. Porque los miembros de la sociedad pueden valorarla no sólo al proveerles bienes de consumo para la alimentación, vestido, recreación; éstos también se afectan cuando se alteran valores éticos y altruistas de los ecosistemas y por ende, decrecen sus niveles de bienestar.

La unión de estos valores permite la expresión del valor económico social o total de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas, expuestos gráficamente en la Figura 2; la flecha –horizontal- dirigida a la izquierda expresa que en ese sentido aumenta la dificultad de valor a los componentes. La fórmula esquemática para la valoración económica social o total es:

$$\text{Valor económico social o total} = \text{valor de uso [extractivo + no extractivo + opcional + legado + cuasi-opción + indirecto]} + \text{valor altruista [existencia]}$$

Es importante informar que hay otras clasificaciones dentro de los componentes del valor económico social o total así Brookshire y Smith (1987) identificaron una categoría denominada valores sin uso y agruparon en ésta a los valores de opción, de existencia y de legado; y otros autores también le han llamado altruista.

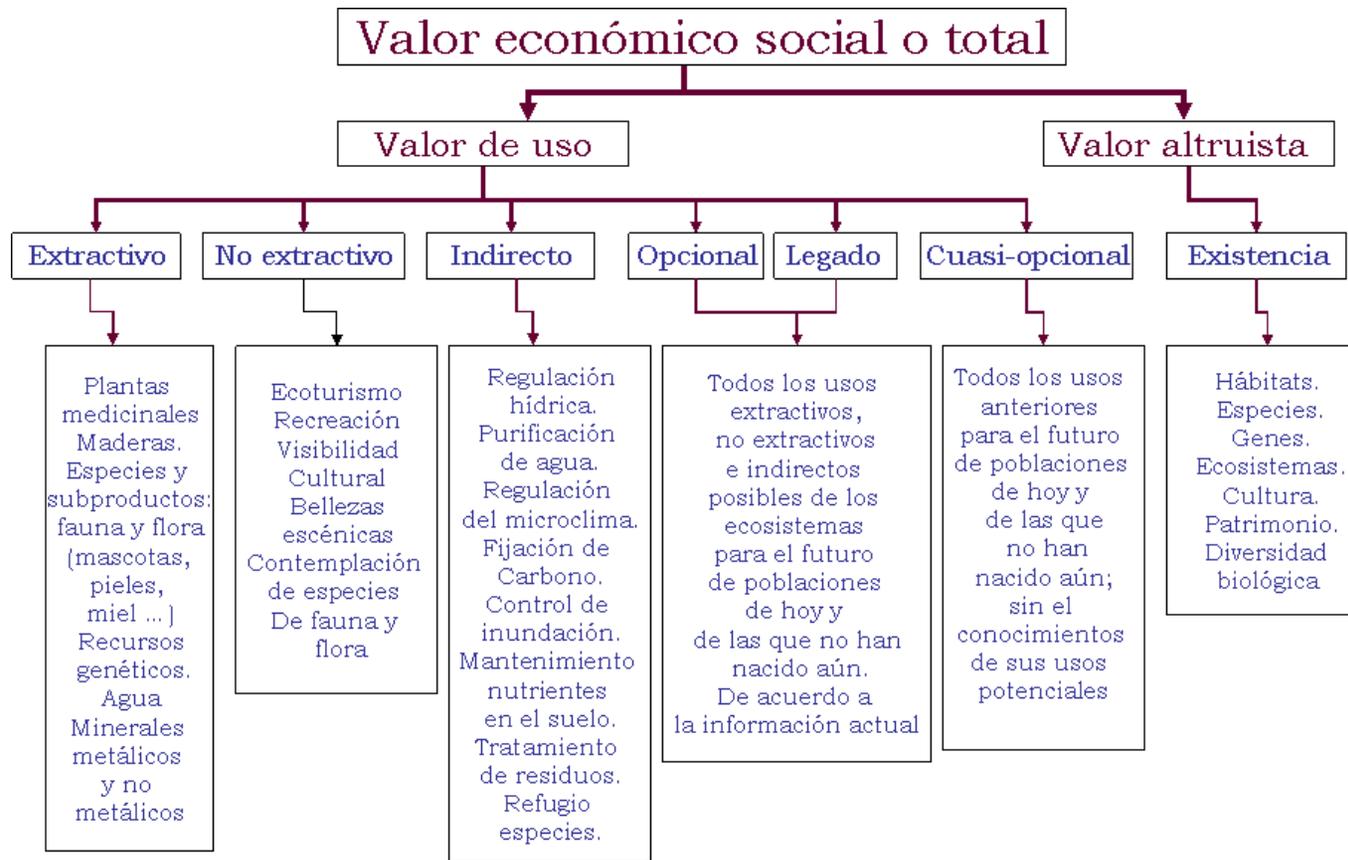
Es muy importante que cuando los técnicos procedan a la identificación de los valores económicos sociales o totales tengan en cuenta que éstos pueden en muchos casos ser rivales y excluyentes. El aprovechamiento de algunos de los recursos o procesos de los ecosistemas anulan algunos de los componentes del valor económico social o total de los ecosistemas; por ejemplo, la extracción de madera de una reserva forestal como en Imataca, estado Bolívar-Venezuela causa la pérdida de valores sociales no extractivo, opcional, legado, indirecto, cuasi-opcional y altruista.

Los árboles convertidos en rolas ya no podrán:

- √ Aprovechar el CO₂ de la atmósfera en sus procesos de fotosíntesis.
- √ Estabilizar el suelo, por sus raíces.
- √ Contribuir a que el agua de lluvia se filtre más lento en el suelo y así recargar los cursos de agua superficial y los acuíferos, entre otros procesos ecológicos de interés.

Además, el bosque habrá disminuido su calidad paisajística por lo cual no ofrecerá atributos para el solaz, ocio, esparcimiento; y perderá los valores de opción, de legado, cuasi-opción y altruista, intrínseco o de existencia; porque solo se aprovechó el de uso directo o consuntivo; y es excluyente y rival.

Las aplicaciones del concepto de valor económico social permiten la cuantificación de cambios en los recursos naturales y procesos ecológicos de ecosistemas que; por ello, afectan el bienestar o felicidad de los seres humanos y de las comunidades. La identificación del uso o afectación de éstos es muy importante porque es lo que le va a indicar al técnico los valores de análisis y lo orientarán a la escogencia de las técnicas o métodos de valoración económica que se ajusten mejor a su realidad de tiempo y dinero. Esto contribuirá a proceder a la valoración social y monetaria de los ecosistemas que serán o estén afectados por impactos o daños ambientales generados por actividades susceptibles de degradar el ambiente.



Incrementa dificultad para la valoración



Figura 2. Valor económico total o social y sus componentes



3.2. Valoración económica de impactos, daños y pasivos ambientales

La valoración económica de los impactos, daños y pasivos ambientales es la medición económica de beneficios ambientales perdidos o costos ambientales²¹ ya sea para ejecutar las medidas en los estudios de impactos ambientales o para reparar los daños y pasivos ambientales; generados por el uso y el aprovechamiento de recursos naturales y de procesos ecológicos de los ecosistemas. Éstos se refieren a los costos o inversión económica o monetaria para la aplicación de medidas de prevención, mitigación, correctivas y compensatorias.

El objetivo de la valoración es determinar el monto de dinero que la sociedad va a reclamarle al responsable para la aplicación de medidas. Es la cuantificación social y monetaria de la pérdida, disminución, degradación, deterioro, detrimento, menoscabo o perjuicio al conjunto de los sistema de elementos de naturaleza física, química, biológica o socio cultural en un espacio y tiempo determinado, República Bolivariana de Venezuela (2006) y Gómez-Orea (2004).

3.3. Metodología para la valoración social de impactos, daños y pasivos ambientales

La valoración de los impactos y de los daños ambientales podría efectuarse de acuerdo a la cuantificación física y económica; y de acuerdo a los siguientes dos enfoques:

- √ Enfoque I: aplica la teoría del valor económico social o total. Esta se fundamenta en la relación de las funciones que cumplen los ecosistemas para la sociedad; por ejemplo, ecológica: deterioro de la diversidad biológica, productiva: disminución de la capacidad de fijación de energía solar; científico-cultural: disminución de áreas de interés para la investigación y educación y aprendizaje; conservadora: estabilidad del terreno-expuesto. En el Cuadro 1 en unión a la Figura 1 -acápite 1.2- se presenta detalles de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas; así como sus atributos. La pérdida de las cualidades y características de los recursos naturales y de los procesos ecológicos de los ecosistemas, bajo este enfoque se aplica la teoría del valor económico social o total.
- √ Enfoque II: aplica medidas convencionales expuestas en los Estudios de Impactos Ambientales. En función del costo de las medidas que permitan prevenirlos, mitigarlos y corregirlos; como lo proponen los convencionales Estudios de Impactos Ambientales; los cuales no tienen en cuenta lo expresado en el párrafo anterior.

a. Enfoque I: Uso de la teoría del valor económico social o total

Este enfoque es a través de la identificación, caracterización y valoración del componente del valor económico social o total que se ha perdido por la actividad agrícola evaluada como actividad susceptible de degradar el ambiente. La aplicación de este enfoque requiere la identificación del mayor valor económico

²¹ Costos ambientales son inversiones o pagos que debe cubrir el individuo, la comunidad o cualquier tipo de sociedad por el uso o daño de los ecosistemas, recursos naturales o por productos de los procesos de los ecosistemas, y éste debe hacerlo en forma de inversión económica para proceder ya sea: a la ejecución de medidas de prevención, mitigación y corrección en los casos de los impactos ambientales o en obras o actividades de reparación –restauración, compensación- en los casos de daños ambientales.

perdido identificado entre los valores cuantificables para usarlo en el cálculo del valor económico social. Por ejemplo, si se está evaluando un proyecto agrícola que implica la deforestación de un bosque se procederá a:

- √ Identificación de todos los componentes de valor económico social; es decir: los valores de uso (extractivo o consuntivo + no extractivo o no consuntivo + indirecto + legado + opcional + cuasi-opcional) + valor altruista (existencia).
- √ Identificación de los beneficios ambientales alterados por la actividad susceptible de degradar el ambiente.
- √ Relacionar los valores de los componentes ambientales de los atributos de los ecosistemas y los beneficios ambientales alterados o perdidos por las actividades susceptibles de degradar el ambiente.
- √ Identificación de los datos disponibles para proceder a la identificación del método más ajustado al ecosistema afectado, al tiempo y dinero disponible.
- √ Selección de la(s) técnica(s) o método(s) de valoración a usar teniendo en cuenta el ecosistema, la disponibilidad de información existente, el tiempo y dinero disponible.
- √ Las estimaciones de los componentes del valor y la selección de los más pertinentes para proceder a la cuantificación de cada uno de éstos y así luego proceder a la estimación del valor económico social o total.
- √ Expresar el valor económico de los recursos naturales y procesos ecológicos perdidos.
- √ Explicar las limitaciones de cada uno de los cálculos de las estimaciones anteriores.

b. Enfoque II: Uso del valor económico de la inversión para la reparación del daño

Este enfoque orienta al técnico a la valoración de los impactos y daños ambientales mediante la cuantificación económica de los costos económicos o inversión monetaria requeridos para poder recuperar las características y cualidades de los atributos de los ecosistemas afectados por las actividades. Éste está orientado a la cuantificación económica de la inversión para la implementación de las medidas y para la reparación de los daños ambientales.

Los costos ambientales o pérdida de los beneficios sociales de los atributos de los ecosistemas representan la suma de las inversiones por la aplicación de las medidas y por los costos del daño ambiental, evaluado a través de los métodos expuestos mas adelante y su evaluación debería de extenderse a todas las áreas directa e indirectamente afectadas por actividades susceptibles de degradar al ambiente y en el tiempo en que duran los impactos y en caso de pérdidas irreversibles, efectuar planes de compensación²², GTZ/IICA (1995).

En los párrafos siguientes se hará una identificación de tres categorizaciones o clasificaciones que agrupan métodos y técnicas de valoraciones de los efectos ambientales, y luego se caracterizaran tanto por sus fundamentos teóricos, sus

²² Planes de compensación es un compromiso formal que el responsable del daño ambiental irreparable, debe presentar ante la Autoridad Ambiental Nacional. Éste expresa los términos ambientales, técnicos, sociales, culturales y económicos que permitirán la manera de resarcir las perturbaciones a los espacios, ecosistemas, sus componentes, elementos, recursos naturales y procesos ecológicos. Además, en éste se definen líneas de acción a seguir; actividades, responsabilidades, soluciones técnicas y sociales; su cronograma de acciones e inversión económica de acuerdo a la magnitud del daño ambiental. Debe estar ajustado a derecho, sometido a la proporcionalidad y adoptados en aras del interés público.

aplicaciones, ventajas y desventajas. Es importante expresar que éstas pueden ser usadas indistintamente al enfoque, el instrumento de control ambiental que se esté utilizando; y de acuerdo al valor social que se desee valorar, el ecosistema, recurso o procesos ecológicos del área afectada, del tiempo y dinero disponible.

3.4. Clasificación de técnicas, métodos y análisis para la valoración económica de impactos, daños y pasivos ambientales

Los métodos, técnicas o análisis para la valoración económica de los beneficios ambientales de los ecosistemas y sus atributos o de sus costos por sus pérdidas han sido clasificadas de acuerdo a las diversas características y se identifican en tres categorías:

- a. Técnicas y métodos en función de los mercados: convencionales, implícitos y artificiales (Böjo, Måler y Unemo, 1992).
 - √ Mercados convencionales se refieren a los métodos que emplean valores monetarios para la valoración de los recursos extraídos directamente de los ecosistemas y con precios en el mercado. Dentro de los cuales se han identificado las técnicas de cambio de producción, costo de reemplazo, gastos preventivos, costo de enfermedad y del capital humano.
 - √ Mercados implícitos o relacionados: se fundamentan en la idea básica que hay un enlace directo entre el bien de consumo vendido en el mercado y el consumo del recursos naturales –bienes- sin precio en el mercado o generados por ecosistemas, en el cual se incluye el valor ambiental. De tal manera que los cambios de calidad ambiental como los acaecidos por mejoras de la calidad de ecosistemas y sus recursos naturales y procesos ecológicos también son reflejados en los precios del bien como el de las tierras y casas. Los métodos son el costo de viaje y los precios hedónicos al trabajo y a la propiedad (casa o terreno).
 - √ Mercados artificiales: éste se fundamenta en que en situaciones en las cuales no siempre se pueden hacer inferencia del comportamiento del consumidor para obtener su disposición a pagar, como se ha expuesto anteriormente; la manera de obtener esas medidas de las preferencias del consumidor es a través de la construcción de mercados artificiales o creando situaciones hipotéticas; como el método de valoración contingente y el método Delphi.
- b. Técnicas y métodos de acuerdo a la manera de obtener la información en el mercado y quién aporta la información (Freeman, 1993): Éste agrupa a los métodos en directos y en indirectos para la cuantificación del valor económico de los ecosistemas y sus componentes; y expuestos a continuación:
 - √ Directos: permiten la obtención de las valoraciones de recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas a través de las respuestas que dan las personas a preguntas hipotéticas. Se han identificado dos categorías, los que se obtienen a través de observaciones directas -precios de mercados competitivos y mercados simulados- y los directamente hipotéticos (juego de precios y cuestionarios sobre disposición a pagar).
 - √ Indirectos: son obtenidos a través de observaciones indirectas. El valor monetario es producto directo del mercado o es inferido indirectamente a través de un modelo del comportamiento individual o de su selección. Se han identificado los de observación indirecta -costo de viaje, valores hedónicos de la propiedad, gastos evitados y referéndum- y los

indirectamente hipotéticos (clasificación u ordenación contingente (*contingent ranking*), actividad contingente y referéndum contingente).

c. Técnicas y métodos a partir del beneficio y del costo de la valoración de la calidad ambiental, Hufschmidt *et al.* (1983); éstos identificaron los métodos y las técnicas en dos categorías: las basadas a partir del beneficio y a partir de los costos de la valoración de los recursos naturales y procesos ecológicos:

√ Los métodos y las técnicas están basadas a partir del beneficio de la valoración de la calidad ambiental, mide las mejoras de los sistemas naturales y de la calidad ambiental. Estos se emplean a partir del cálculo del valor del beneficio y si se pierden o deterioran los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas son simétricamente extendidos para estimar los costos. Estos son:

- Los basados en los precios del mercado directamente o relacionados con la productividad: usan los precios de mercado directos o indirectamente (precio de mercado o de la productividad, capital humano o salario predeterminado, costo de oportunidad).
- Las que usan los precios de recursos naturales de mercados sustitutos como los que usan mercados de recursos de ecosistemas que ofrecen los mismos beneficios del que se este valorando; o complementarios que emplean mercados de bienes o servicios requeridos para poder realizar las actividades ambientales que se estén valorando. Éstos son: mercados de recursos que son sustitutos ambientales, valores de la propiedad, diferencial salarial y costo de viaje.
- Los que usan técnicas de encuestas, emplean cuestionarios y juegos para ayudar a determinar las preferencias de las personas para lo cual se valoran los recursos (valoración contingente y el método *Delphi*).

√ Técnicas, métodos y análisis basadas en el costo de la valoración de la calidad ambiental de recursos naturales y de los ecosistemas. El valor del beneficio ambiental cualitativo obtenido es revelado en la disposición a pagar los costos defensivos ante el deterioro de la calidad ambiental. Como ejemplos de estas situaciones se tienen la formulación y el costo para el establecimiento de estándares arbitrarios en industrias generadoras de emisiones a la atmósfera y/o descargas de efluentes como reflejos del costo del recurso aire o del agua, costos de programas y proyectos para la protección o el mejoramiento de la calidad ambiental, costo de reemplazar el servicio ambiental destruido, entre otros. Entre estas técnicas se identifican: los gastos preventivos, costo de reemplazo, aproximación al proyecto sombra y análisis costo-efectividad, eficaz o efectivo.

3.5. Técnica, métodos y análisis para la valoración económica de impactos, daños y pasivos ambientales

En la valoración económica de efectos ambientales se requiere la utilización de técnicas y métodos para la valoración monetaria de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas; así como, de herramientas de análisis.

a. *Técnicas para la cuantificación económica de impactos, daños y pasivos ambientales*

- √ Precio de mercado.
- √ Cambio de productividad.

- √ Costo de oportunidad.
- √ Gastos preventivos y mitigación.
- √ Pérdida de ganancia o de ingreso.
- √ Costo de reposición o de reemplazo.
- √ Proyecto sombra.
- √ Costo de reposición, bienes y servicios comercializados como sustitutos ambientales.
- √ Costo de enfermedad.
- √ Capital humano.
- √ Cálculo del secuestro o fijación de carbono.

b. Métodos para la cuantificación económica de impactos, daños y pasivos ambientales

- √ Precios hedónicos en sus dos modalidades: de propiedad y del salario.
- √ Costo de viaje.
- √ Valoración contingente.
- √ Método *Delphi*.
- √ Transferencia de beneficios.

c. Análisis para la cuantificación económica de impactos, daños y pasivos ambientales

Existen metodologías que utilizan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los métodos y las técnicas anteriormente identificadas cuyas aplicaciones permiten estudiar planes, proyectos o programas donde se involucra las afectaciones de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas. Estos análisis cuantifican simultáneamente los valores monetarios de beneficios y costos sociales²³ de las afectaciones potenciales a los ecosistemas.

Pearce y Markandya (1989) han identificado que algunos procesos de análisis tienen relación con el balance de las ventajas y desventajas de una acción política para la toma de decisión relacionada con los ecosistemas. La vía para la comparación de éstas son una variedad de balances entre una decisión y otra – análisis costo beneficio, costo efectividad, entre otros- y estas pueden efectuarse siguiendo las siguientes actividades:

- ✓ Definición objetiva de las ganancias y pérdidas del conjunto de acciones de afectación ambiental a los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas; realizados para la toma de decisión de planes, proyectos, programas, entre otros.
- ✓ Lista de ganancias y pérdidas.
- ✓ Medición de todas las ganancias y pérdidas en las mismas unidades físicas y económicas.
- ✓ Asignarle pesos a las ganancias y pérdidas para contribuir a la toma de decisión.

Pearce y Markandya (1989) han reconocido que estos análisis podrían ser:

- √ Análisis beneficio-costos.

²³ Costo social: son los costos o inversiones monetarias en que la sociedad debe incurrir por la disminución de las cualidades y cantidades de los recursos naturales; por ejemplo, la cantidad de dinero que debe invertir para colocar un filtro en su casa que le garantice consumir un agua libre de sedimentos generados por actividades agrícolas aguas arriba de su domicilio. Inversiones externas a los propietarios de los sistemas o unidades de producción.

- √ Análisis costo efectividad, eficaz o eficiente.
- √ Análisis multicriterio.
- √ Análisis beneficio riesgo de la decisión.
- √ Valoración de impactos ambientales.
- √ Contabilidad de los recursos naturales como patrimonio natural; además, se han incluido otra como la huella ecológica.

En la Figura 3 se expone un esquema para la identificación de las técnicas y métodos que deben usarse de acuerdo al componente del valor económico social o total que se requiera valorar; y en la Figura 4 uno propuesto por Dixon *et al.* (1994) –modificado– que permite identificar las técnicas o métodos de valoración de los efectos ambientales ajustados a los atributos ambientales que se pierden y a la información disponible.

Nótese, que el método de transferencia de beneficios es utilizable tanto para cualquier componente del valor como para la valoración monetaria de la cantidad y la calidad ambiental de los recursos naturales o procesos ecológicos mermados o mejorados por las actividades antrópicas; además, otra manera de obtener estas estimaciones es a través de la conceptualización de modelos específicos a ideados de acuerdo a la actividad, los recursos naturales o procesos ecológicos afectados y a la calidad y cantidad de información que exista. En los párrafos siguientes para algunas técnicas, métodos y análisis se exponen en:

- √ Fundamentos económicos.
- √ Aplicaciones.
- √ Ventajas.
- √ Desventajas.

Es importante señalar que existen otras técnicas, métodos y análisis para la cuantificación monetaria de los impactos y daños ambientales a los recursos naturales y a los procesos ecológicos de los ecosistemas que no serán expuestos en este Manual; y entre ellos están: los análisis de ciclos de vida (*Life cycle assessment*), el costo del ciclo de vida (*Life Cycle Costing*), entre otros.

3.6. Precios de mercado

El uso de los precios de mercado permite la cuantificación monetaria de recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas con valoraciones directamente de los mercados. Expone la cuantificación económica directa de lo que realmente los consumidores, productores, empresas, y Estado, pagan por ellos. Estos precios son productos del juego o ley de la demanda y de la oferta si el mercado es perfecto o de acuerdo a precios con variaciones cuando hay fallas del mercado²⁴ o mercados imperfectos.

²⁴ Falla de mercado situaciones en que el juego de la oferta y la demanda no ayudan a garantizar el uso eficiente de los recursos sean naturales o no; por lo cual hay otra forma de organizar la producción o la asignación de recursos y de bienes. Estas pueden ser: monopolios, oligopolios, subsidios, desequilibrios sociales que comprometen la continuidad de un determinado sistema económico, entre otros.

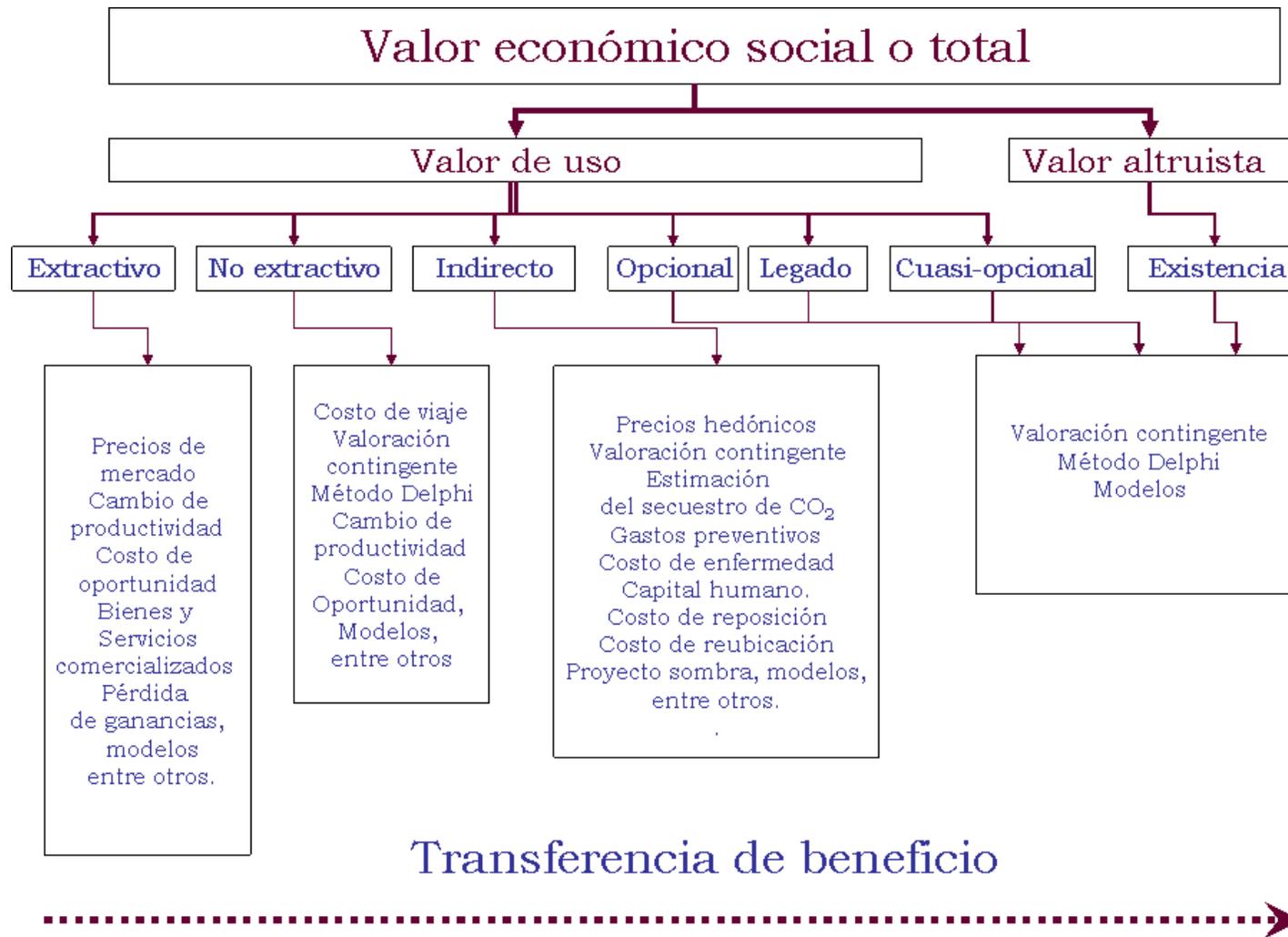


Figura 3. Componentes del valor económico total o social y su relación con las técnicas y métodos de valoración social o económica

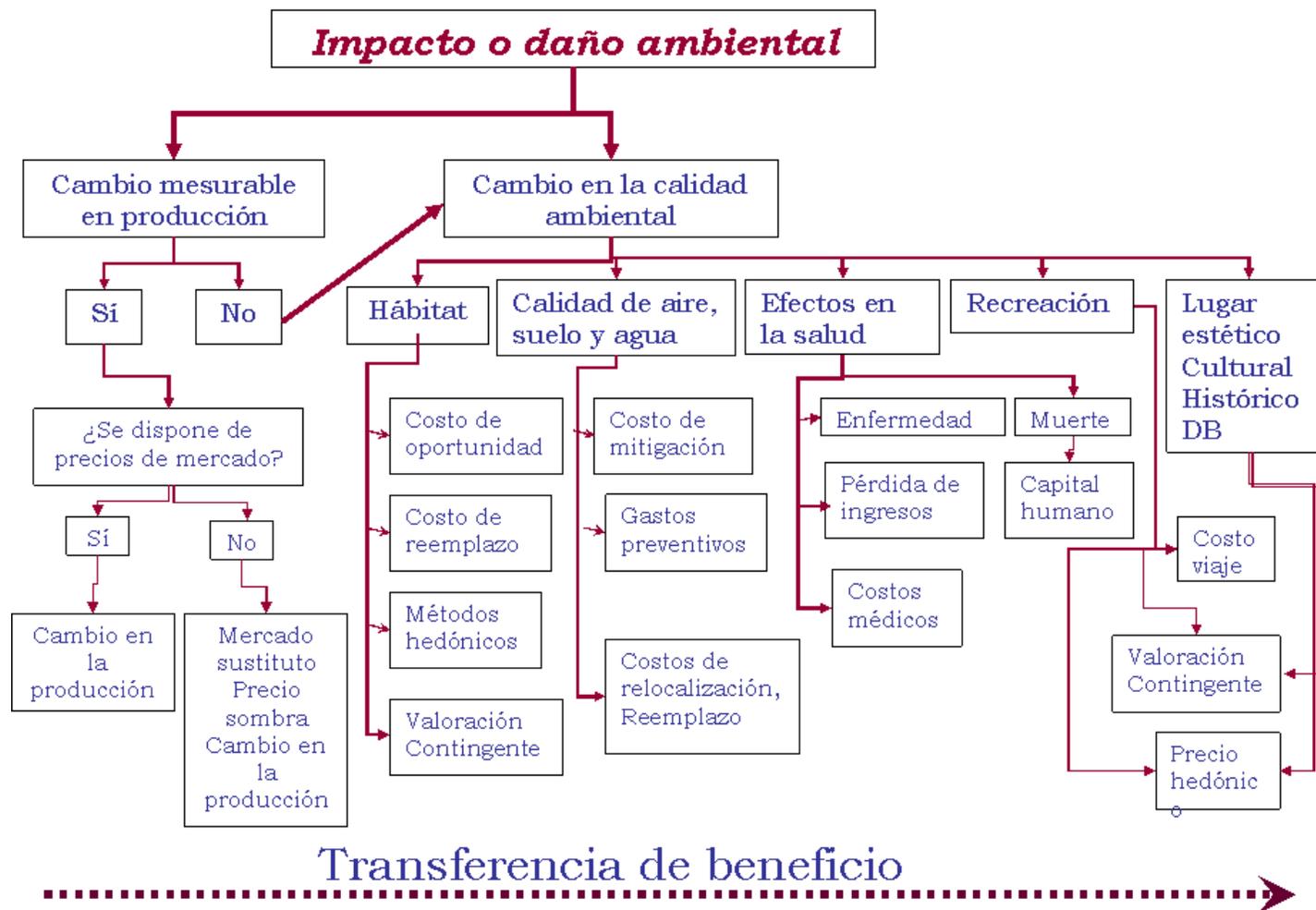


Figura 4. Técnicas y métodos orientados a la cuantificación económica de la calidad y la cantidad de recursos naturales o procesos ecológicos

Aplicaciones

Para la mayoría de los recursos naturales con valores de uso extractivo porque estos generalmente tienen muy bien establecidos sus derechos de propiedad y precios en el mercado. Los recursos naturales como frutas silvestres, miel, piel, especies de la fauna como las mascotas, leña, madera, petróleo, entre otros.

Ventajas

- √ Utilizan información del mercado.
- √ Es útil para todas las alteraciones donde se afecten recursos naturales como bienes de consumo con precios de mercado.

Desventajas

- √ La presencia de fallas de mercado puede estar dando falsas señales del precio real del recurso a valorar porque distorsionan la ley de la oferta y de la demanda; por ejemplo, el precio de la madera en rola no refleja el costo social por la pérdida de los beneficios o servicios ambientales de la regulación de gases, clima, o prevención de desastres e inundaciones por la activación de los procesos erosivos; los precios de los combustibles y de energía hidroeléctrica subsidiados, del agua, estímulos a la deforestación de áreas naturales para la siembra de rubros con precios de mercado subsidiados, entre otros.

3.7. Cambio de productividad

El cambio de productividad es una técnica que emplea precios del mercado para la valoración de la afectación del ambiente y sus componentes (Dixon *et al* 1994). Utiliza la conducta manifiesta o evidente de los consumidores en los mercados reales relacionándolas con los recursos de los ecosistemas que son afectados por alteraciones al ambiente, porque las personas establecen compromisos o realizan transacciones entre la afectación al ambiente, otros bienes y sus ingresos.

Estos cambios en la calidad ambiental y cantidad de recursos generan cambios en los costos de producción y en la productividad lo cual a su vez conducen a los cambios en los niveles de precios y de consumo de los recursos que se encuentran en el mercado (Hufschmidt *et al* 1983) y afecta a los ingresos. El valor neto de la producción perdida se convierte en una medida del valor de los recursos de los ecosistemas, de Alba y Reyes (1997).

Para el análisis del ecosistema bajo estudio se incluyen todas las alteraciones positivas o negativas a los ecosistemas que normalmente han sido ignoradas en los análisis económicos convencionales y que son útiles para dar la visión verdadera de las afectaciones a estos. Además, estudian las situaciones sin y con afectaciones para disponer de un patrón de comparación, Dixon *et al.* (1994).

Burneo (2003) ha identificado una serie de condiciones para la aplicación de este método:

- √ Determinación de los efectos físicos producidos por los cambios en el ecosistema. Esto se logra mediante investigaciones de campo, experimentación en laboratorio o técnicas estadísticas. Es necesario disponer o llevar a cabo investigaciones adicionales para el establecimiento de las relaciones entre algunos cambios ambientales del ecosistema -como

la deforestación- y un efecto que puede ser asociado con un valor monetario; por ejemplo, con la disminución de especies de peces en el río aguas abajo de la deforestación o con las inundaciones de tierras agrícolas de alta productividad.

- √ Valoración de los cambios resultantes en la producción o consumo de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas a través de precios de mercado. Para realizarlo se requiere un amplio conocimiento de la ecología del ecosistema que es o será afectado.
- √ Disposición de suficiente información que permita el establecimiento de las relaciones entre los recursos ambientales y la(s) actividad(es) económica(s) que se sostiene(n) en él.
- √ Conocimiento de las condiciones del mercado de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas a relacionar y sus fallas de mercado.

Aplicaciones

- √ Puede emplearse para la valoración de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas con usos extractivos y no extractivos y los valores indirectos de los procesos ecológicos.
- √ Permite derivar indirectamente el valor monetario de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas afectados por las actividades susceptibles de degradar el ambiente.
- √ Ampliamente usado cuando los proyectos de desarrollo afectan la producción y/o productividad de un ecosistema en forma positiva o negativa (Dixon *et al.* 1994; Burneo, 2003). Ejemplo de esta aplicación son la cuantificación monetaria de:
 - Las pérdidas de los bosques por el uso agrícola generadoras de la degradación de algunos beneficios sociales como la conservación de cuencas hidrográficas para: la capacidad de recuperación biológica del suelo por remoción de la capa vegetal, el almacenamiento de agua, el control de las inundaciones o la protección del suelo ante el viento, alteraciones de hábitats naturales por sedimentación de cuerpos de agua, pérdida o ganancia de hábitat para especies o comunidades acuáticas de interés económico y/o alteración de la capacidad de recuperación del hábitat, GTZ/IICA (1995), de Alba y Reyes (1997), Burneo (2003).
 - El deterioro de la calidad del aire que afecta la productividad laboral porque aumenta las enfermedades y los riesgos de muertes de los miembros de la sociedad, Hufschmidt *et al.* (1983).
 - Mide si una política incentiva el desarrollo ganadero en una región; si ésta está favoreciendo la deforestación de los terrenos cubiertos de bosques. La estimación económica de esta afectación requerirá la estimación del valor de la pérdida de los bosques; por lo cual, se necesitará la cuantificación de la producción actual y la potencial de su madera y, para ello se emplea su precio. Sin embargo, esta afectación también inducirá al deterioro y pérdida de los suelos por procesos erosivos y con la consecuente disminución de la fertilidad natural. En este caso el valor del suelo perdido es el valor de la fertilización, GTZ/IICA (1995).

- La siembra de cultivos aguas arriba de las represas trae como consecuencia arrastres de sedimentos al vaso de ésta, disminuyen el volumen anual útil del embalse y por ende, colmatación y pérdida de productividad del sistema, GTZ/IICA (1995).
 - En proyectos silvoagropecuarios que apliquen agroquímicos afectan aguas abajo la calidad de las aguas de un río y por ende, a las especies que allí se desarrollan. Si existen en el río variedades de peces que se comercialicen y variedades que no; es posible aproximar el valor de las variedades no comercializadas con el de las variedades similares que se encuentren en el mercado (variedades sustitutas), GTZ/IICA (1995).
- √ Empleado para estimar el valor de uso indirecto de las funciones ecológicas de los ecosistemas a través de su contribución al mercado conocido como la función de producción Burneo (2003); Hufschmidt *et al.* (1983), ejemplos:
- Capacidad de producción de agua de cuencas hidrográficas.
 - Evaluación de los suelos como una función agrícola. Valoración de los factores que afectan la productividad del suelo como el régimen de humedad, profundidad efectiva, saturación de bases, materia orgánica, reservas minerales, drenajes, texturas y estructuras, salinidad, naturaleza de la arcilla, Gascó (1993).
 - Mejora en la calidad del agua de riego para la reducción de salinidad del suelo y aumento de la productividad del cultivo, Hufschmidt *et al.* (1983).
- √ Mide las pérdidas directas al consumo de algunos beneficios sociales de los ecosistemas, Burneo (2003).
- Pérdida en la capacidad recreativa y potencial turística en la zona de estuarios (pesca artesanal).
 - Valoración de las actividades de esparcimiento de un parque.

Ventajas

- √ Usa precios de mercado.
- √ Ampliamente usado en diversos cambios de la calidad y cantidad de beneficios sociales de los ecosistemas, Dixon *et al.* (1994).
- √ Su aplicación puede ser sencilla si se dispone de información *ex ante* y *ex post* de la afectación al ecosistema.
- √ Considerada como una de las técnicas más simples y poderosas cuando la afectación a los beneficios sociales de los ecosistemas ya han sido ampliamente identificados.

Desventajas

- √ Posee dificultad para:
 - La identificación de la productividad del ecosistema y sus recursos cuando no ha sido afectado para la disposición del patrón de comparación.
 - El establecimiento de las relaciones cuantitativas de los efectos físicos de las alteraciones al ecosistema con los precios del mercado para hacer la valoración monetaria.

- La identificación de los cambios de la productividad del ecosistema afectado directamente y en su área de influencia.
- La identificación de los costos y beneficios en los ecosistemas para proceder a los cálculos del cambio de productividad.
- Requerimiento de información detallada de las causas y efectos de la afectación a la calidad y/o cantidad del ecosistema y sus recursos.

3.8. Costo de oportunidad

El costo de oportunidad es una técnica especialmente útil para áreas con recursos únicos que podrían ser irremediablemente perdidos si el área no es protegida. Esto indica a cuales recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas valorados habría que renunciar para proteger el área de interés. Para su empleo siempre se supone que el área a ser afectada tiene por lo menos dos opciones antes de su alteración:

- ✓ La primera opción es seguir en su situación natural actual.
- ✓ La segunda que tenga un uso alternativo.

Esta técnica involucra una serie de metas y analiza diferentes alternativas de uso para saber si es posible alcanzarlas o en caso contrario contabilizarla como una pérdida; se elige en última instancia la alternativa del mínimo costo. Ésta más que medir los beneficios de alguna acción, mide el ingreso o beneficio sacrificado de algún uso alternativo. Debe ser entendido como la mejor alternativa que se deja de lado; es decir, se pierde al momento de la toma de la decisión o de la realización de la actividad específica, Burneo (2003). Sin embargo, hay que expresar que generalmente la decisión final es política, quien toma la decisión tiene que ponderar los beneficios que serían recibidos en el corto plazo en contra de las pérdidas a las futuras generaciones, quienes podrían haber querido preservar ecosistemas, Moreno (1992).

Aplicaciones

- ✓ Cuantifica el valor de uso extractivo, no extractivo e indirecto de los ecosistemas.
- ✓ Valora los usos alternativos del ecosistema:
 - Ingresos dejados de percibir por las actividades forestales o agropecuarias por la declaración de un parque nacional o área protegida.
 - Al tomar una decisión privada como no talar y preservar ese bosque para usos diferentes (Burneo, 2003) como la recreación.
 - Para salvar tierras forestales indígenas -en Nueva Zelanda- por conflicto ante alternativas como el corte para el aclareo o selectivo, transporte y preservación completa, Hufschmidt *et al.* (1983).
- ✓ Puede valorar la pérdida o ganancia de hábitat para especies o comunidades acuáticas y cambios de su capacidad de recuperación o cuando la alteración a los beneficios sociales del ecosistema son destruidos y no pueden ser reestablecidos, Hufschmidt *et al.* (1983).
 - Cuantificación del valor de consumo a través del aumento o disminución de la fauna piscícola potencialmente comerciable en el área a ser evaluada y que es afectada por la alteración del hábitat, Dixon *et al.* (1994).

- Para la valoración de la alternativa de un cambio de uso ante un conflicto en un lago por un proyecto hidroeléctrico versus otro con uso turístico, vida silvestre y valores escénico -Nueva Zelanda y en Estados Unidos -Gran Cañón de Colorado-, Hufschmidt *et al.* (1983).
- ✓ Puede ser utilizada para decidir donde deben ser ubicados proyectos importantes de grandes deforestaciones para la construcción de infraestructura o instalaciones industriales porque ayuda a clarificar los costos adicionales de preservar un área y no otra.

Ventajas

- ✓ Es una técnica relativamente rápida, directa y, provee información valiosa a los tomadores de decisión y al público en general. Es un poderoso instrumento para decidir la realización de obras de infraestructuras públicas.
- ✓ Es posible cuantificar los costos extras involucrados en la elección de una mejor solución ambiental aunque sea más cara financieramente.
- ✓ Es una herramienta eficaz para la ilustración de las diferencias en el costo real de alternativas que pueden tener impactos muy disímiles en el ambiente.

Desventajas

- ✓ Requiere de información detallada de las causas y efectos de la afectación a la calidad y/o cantidad de los ecosistemas.
- ✓ Tiene dificultad para ser empleada y no es recomendada cuando la alteración del ecosistema no puede ser reestablecido. En especial por las bajas tasas de descuentos de los beneficios para las generaciones futuras o las tasas son insuficientes para resolver la dificultad; en especial cuando se desconocen las preferencias futuras, Hufschmidt *et al.* (1983).

3.9. Gastos preventivos y de mitigación

Los gastos preventivos y de mitigación es una técnica que estima la mínima valoración por la cantidad o calidad de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas obtenidos a partir de los datos mostrados por las disposiciones a pagar de los individuos por los costos para erradicar o reducir efectos adversos sobre éstos. También ha sido conocida como técnica de gastos defensivos.

Esta técnica se basa en la observación de decisiones de los consumidores en mercados relacionados con los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas a valorar. Es decir, se derivan de la observación del comportamiento efectivo del individuo y no con base a preguntas y respuestas hipotéticas. Se fundamentan en lo complementario o lo sustituible entre calidad ambiental y bienes del mercado.

Esta técnica permite obtener el valor de un daño ambiental a través de los gastos realizados efectivamente por los agentes económicos, sociales o miembros de las comunidades para prevenir efectos ambientales indeseables. Los costos en que se incurre voluntariamente para aliviar el daño ambiental indican la valoración mínima de los agentes económicos para mitigarlo (Moreno, 1992). Cuanta mayor cantidad de costos evitados se identifiquen mayores son los beneficios sociales generados por la inversión en prevención y en mitigación, Burneo (2003).

El individuo afectado continuaría incurriendo en gastos adicionales hasta el punto de que estos sean justamente iguales al valor de la disminución adicional en daños a los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas, o hasta donde la restricción de ingreso o presupuesto llega a ser limitante.

Los supuestos implícitos en este análisis son:

- ✓ Los afectados tienen voluntad para pagar y cuentan con los recursos económicos para hacerlo, GTZ/IICA (1995).
- ✓ Se dispone de datos confiables sobre los costos de mitigación.
- ✓ No hay beneficios secundarios asociados con los gastos, es una relación directa entre el gasto incurrido para subsanar el daño y el beneficio ambiental logrado.

Aplicaciones

- ✓ Ampliamente empleado para la obtención de valores indirectos en especial las funciones de los ecosistemas que les brindan beneficios a la sociedad.
- ✓ En la construcción de obras de conservación y/o medidas preventivas contra desastres naturales e incendios forestales mide el beneficio de protección del suelo, Burneo (2003).
- ✓ Valora propiedades ante cambios de la calidad ambiental, Hufschmidt *et al.* (1983).
 - Valora servicios de purificación del agua de las cuencas hidrográficas mediante la instalación de dispositivos que permitan el filtrado del agua, hervirla o comprar aguas embotelladas, Dixon *et al.* (1994).
 - Las inversiones de pobladores cercanos a vías de tierra al instalar en sus viviendas dispositivos para evitar que entre mayor cantidad de gases de la combustión, emisiones de partículas en suspensión – polvo- y ruido que afecten su salud o bienestar. Los pobladores de las áreas afectadas harán inversiones para evitar esto y; de pronto, hasta puede inducirlos a mudarse; lo cual se relacionaría con el método de costos de reubicación, GTZ/IICA (1995).
 - Siembra y mantenimiento de barreras vivas en terrazas a fin de evitar la erosión de los suelos, GTZ/IICA (1995).
 - En la cuantificación de aspectos de calidad ambiental por alteraciones ambientales ante el desarrollo de proyectos agrícolas que afectan tierras bajas por actividades agrícolas en tierras altas, Dixon *et al.* (1994).
 - Mide el uso directo extractivo al realizarse pagos para consumir aguas de otras fuentes lo cual permite evita la ingesta de patógenos.

Ventajas

- ✓ Utilizan precios del mercado, sean precios de los beneficios sociales de los ecosistemas analizados. Si los precios de mercado están ausentes entonces se emplean precios directamente o indirectamente relacionados.
- ✓ Constituyen una buena aproximación al valor de la calidad ambiental porque los daños ambientales son generalmente difíciles de evaluar (por su magnitud, extensión y percepción social) por la carencia de la información sobre los gastos en que se debe incurrir para proteger o defender los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas, Dixon *et al.* (1994).

- ✓ Es de muy fácil aplicación y puede evaluar los efectos positivos de la inversión pública dirigida a proteger o defender los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, Dixon *et al.* (1994).

Desventajas

- ✓ Cuando ocurren cambios en la calidad ambiental del suelo por la presencia de sales ante el riego con aguas salinas los productores toman medidas defensivas como la siembra de cultivos más resistentes a las sales. Lo que hace difícil determinar si el aumento de la calidad ambiental y la cantidad del bien se deben únicamente a las medidas de prevención adoptadas.
- ✓ Los precios en el tiempo no se mantienen constantes, por lo tanto su cambio no necesariamente refleja únicamente las mejoras ambientales producidas por las medidas preventivas. Es decir, la combinación inicial de los precios ha cambiado y por lo tanto son situaciones distintas para compararlas, Burneo (2003).
- ✓ Quizás no se aplica muy bien en países no industrializados probablemente por la inflación diaria de los productos con precios en el mercado. Pudiéndose subestimar los costos ambientales y los beneficios recibidos.
- ✓ Limitado para ser utilizado en países no industrializados, debido a que en éstos los mercados de bienes privados relacionados con los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas son muy pequeños. Aunque, su uso en los países no industrializados ha sido más comúnmente restringida por el bajo ingreso de la población que por la demanda de bienes relacionados. Los habitantes afectados pueden estar plenamente enterados del efecto desfavorable pero sus restricciones presupuestarias no les permiten hacer inversiones para subsanarlas.
- ✓ Requiere datos sobre transacciones efectivas, lo cual hace que sea mucho más inflexible y aplicable a un gran número de problemas de valorización de los beneficios sociales de los ecosistemas.

3.10. Pérdida de ganancias o de ingresos

La técnica de pérdida de ganancias o de ingresos es útil cuando se puede establecer la relación causa-efecto. Se basa en estimar la pérdida de ingresos que tiene la sociedad por causa de algún daño ambiental a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas. Con esta técnica se evalúan cambios en la productividad del grupo de la población afectados por las alterados tanto en la cantidad como en la calidad de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.

Aplicaciones

- ✓ Ampliamente empleado para la cuantificación de valores indirectos.
- ✓ Para la valoración del servicio de protección de las cuencas hidrográficas ante las afectaciones de la vegetación natural. La deforestación puede activar los procesos erosivos arrastrando sedimentos y depositándolos en tierra ubicadas en las partes bajas y dedicadas a la producción agrícola y por ende afectan el ingreso del productor.
- ✓ Para la valoración de los sedimentos que se deposita río abajo y reducen la capacidad de su cauce y además aumentan el riesgo a la inundación de las áreas vecinas. Esta afectación puede generar una merma en la capacidad del río para la irrigación y además al desbordarse ocasionar un cambio en el

uso de la tierra inundada por depósitos de sedimentos sueltos; poco o no estructurados y con pocas cualidades agrícolas causando deterioro en su capacidad productiva, Moreno (1992).

Ventajas y desventajas

Iguales que las técnicas de prevención y mitigación, expuesta anteriormente.

Costo de reposición o reemplazo

La técnica del costo de reposición o reemplazo se basa en la medición de los costos en que se incurre al reemplazar activos productivos dañados por la alteración del recursos naturales y los procesos de los ecosistemas. Pueden ser medidos y ser interpretados como:

- ✓ La estimación de los beneficios que fluyen mediante la aplicación de medidas adoptadas para prevenir que el impacto ambiental ocurra, Burneo (2003).
- ✓ La medición de los costos de reposición o restauración de un activo físico o de un recurso natural, Burneo (2003).

Esta estimación no es una medida exacta del beneficio de evitar el daño puesto que el costo del daño sea más alto o más bajo que el costo de reemplazo. Sin embargo, este tipo de estimaciones constituyen un método apropiado si se justifica la restauración del daño o si se conoce que éste ciertamente ocurrirá. Es un método muy parecido al costo de reubicación -a caracterizado más adelante- porque se fundamenta como un estimador de los costos de la contaminación o destrucción de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.

Algunos preceptos para el empleo de este método:

- ✓ La magnitud del daño es mensurable.
- ✓ Los costos de reposición son calculados y no deben ser mayores que el valor de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas destruidos y en consecuencia económicamente eficientes para realizar la reposición. Si esto no es cierto, entonces no tienen sentido reemplazar los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas destruidos.
- ✓ No hay beneficios secundarios asociados con los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas destruidos.
- ✓ Es un valor de referencia o una aproximación del costo ambiental⁵⁰, y su aplicación debería de limitarse a aquellos casos donde esta reposición realmente puede presentarse, GTZ/IICA (1995).

Aplicaciones

- ✓ Ampliamente empleado para la cuantificación de los valores indirectos.
- ✓ En la valoración de sitios de recepción de desechos sólidos.
- ✓ Para la valoración de los beneficios sociales de protección de cuencas hidrográficas como los la protección del suelo por la siembra de vegetación para evitar la erosión de taludes de corte en sitios de deforestación y

⁵⁰ Costos ambientales es el pago que debe cubrir el individuo, la comunidad o cualquier tipo de sociedad por el uso o daño de los componentes, elementos, recursos o afectación de procesos de ecosistemas, y este pago debe hacerlo en forma de inversión económica para proceder ya sea para la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y corrección en los casos de los impactos ambientales y en obras de reparación -restauración, compensación- en los casos de los daños ambientales.

desmante; por ejemplo, la deforestación para el aprovechamiento de la tierra en cultivos; estos bosques deforestados no pueden reponerse en iguales condiciones a la existente. Sin embargo, es posible establecer un área equivalente como plantaciones forestales mixtas con especies nativas y elegidas de acuerdo a un diseño de plantaciones que permita el establecimiento de otras especies de la zona. Así el costo de establecimiento y mantenimiento es el costo de reposición de la plantación y en este se espera que se establezcan, además, otras especies de la flora y de la fauna autóctona, GTZ/IICA (1995).

Ventajas

- ✓ Utilizan precios del mercado, sean precios de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas analizados.
- ✓ Si los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas reemplazados son sustitutos perfectos⁵¹ del recurso dañado esto expresa que se dispone de una alta estimación del costo económico del daño ambiental.
- ✓ Es una buena aproximación de los costos ambientales por la alteración de los valores de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.

Desventajas

- ✓ No mide realmente los beneficios sociales de la protección ambiental *per se*.
- ✓ Suministra información sesgada cuando el activo reubicado no compensa completamente los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas perdidos porque éste no establece un verdadero valor de los costos del daño ambiental ocurrido y estimado.

3.11. Proyecto Sombra

Implica diseñar y determinar los costos de un proyecto equivalente o “sombra” que ofrezca un recurso o proceso ecológico de los ecosistemas como un sustituto para compensar su pérdida. Es muy útil cuando se requiere mantener las condiciones de los recursos ambientales intactas frente a eventuales riesgos, ante su pérdida por la construcción de un proyecto que altere el ecosistema, Dixon *et al.* (1994).

La técnica de Proyecto Sombra es una variación de la técnica de los costos de reposición, así se tiene que la afectación al ambiente causa la pérdida de algún recurso o proceso ecológico de los ecosistemas y entonces el costo de esta pérdida se estima a través del pago al que hay que incurrir para la realización de un proyecto hipotético –nunca se construirá sólo es para compararlo– que proveería un sustituto del recurso o proceso ecológico de los ecosistemas perdidos.

Algunos supuestos implícitos para la aplicación de este método (Dixon *et al.* 1994) son:

- ✓ Los bienes y servicios dañados son escasos y altamente valorados.
- ✓ El proyecto propuesto o sombra provee la misma cantidad y calidad de recurso o proceso ecológico que el ecosistema.

⁵¹ Sustituto perfecto son recursos que pueden ser usados exactamente de la misma forma y con el mismo resultado; es decir, si dos recursos son sustitutos perfectos; entonces, ambos darán las mismas satisfacciones tanto a los individuos como a la sociedad porque estos al consumir uno u otro les será indiferente. Esto tiene una explicación económica que escapa del alcance de este Manual.

- ✓ El nivel original de recurso o proceso ecológico de los ecosistemas es deseable y debería mantenerse.
- ✓ Los costos del proyecto sombra no exceden los valores de los recursos y procesos ecológicos productivos perdidos en el ecosistema.
- ✓ Se puede localizar cerca del proyecto o en otras áreas, GTZ/IICA (1995).

Aplicaciones

- ✓ Ampliamente empleado para la valoración de servicios con valores indirectos.
- ✓ Cuantificación de beneficios del proyecto propuesto para evitar las pérdidas.
- ✓ Estimación del costo del proyecto sombra de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas amenazados.
- ✓ Valoración de las bellezas escénicas de un área de recreo o ecosistema bajo la producción de especies para la pesca porque cuando son destruidos o desmejorados sus beneficios sociales pueden proveerse por medio de proyectos alternativos que brinden los mismos recursos o procesos ecológicos de los ecosistemas naturales afectados, (Hufschmidt *et al.* 1983).
- ✓ La plantación de un bosque en compensación a las emisiones de dióxido de carbono de una planta de generación térmica en la cual los costos ambientales de la planta serían costos ambientales que equivaldrían a la plantación de los bosques para el servicio de captura o secuestro de carbono; Burneo (2003), GTZ/IICA (1995).

Ventajas

- ✓ Emplea precios de mercados tangibles.
- ✓ Es muy útil cuando se requiere mantener las condiciones de los recursos ambientales intactas frente a eventuales riesgos.

Desventajas

- ✓ El alto costo para la elaboración del proyecto alternativo o sombra.
- ✓ Subestima los beneficios recibidos de los ecosistemas.

3.12. Costo de reubicación

Es la estimación del valor del daño ambiental y utiliza los costos de la localizar o construcción de un sistema creado por el hombre que ofrezca los beneficios sociales del ecosistema natural dañado, Dixon *et al.* (1994). El costo de reubicación es considerada una variación de la técnica del costo de reposición al igual que el Proyecto Sombra.

Aplicaciones

- ✓ En la valoración de la calidad del agua mediante el costo de la reubicación de la toma de agua potable de una ciudad debido a que la misma ha sido contaminada. Esta ofrece un recurso de mayor calidad porque disminuye los riesgos a la salud.
- ✓ Para la valoración económica de los beneficios sociales de los bosques en cuanto no se pueda evitar su deforestación para el desarrollo de un proyecto determinado, en la cuantificación del costo de la reforestación de otra área que sea equivalente a la afectada.

Ventajas

- ✓ Utiliza información del mercado.
- ✓ Si el beneficio social del ecosistema remplazado es un sustituto perfecto para el recurso dañado se dispone de una alta estimación del costo económico del daño ambiental.

Desventajas

- ✓ Subestima los beneficios sociales recibidos de los ecosistemas.

3.13. Bienes y servicios comercializados como sustitutos ambientales

La técnica de los bienes y servicios comercializados como sustitutos ambientales es empleada para la cuantificación de los beneficios sociales de los ecosistemas con precios de mercados que pueden ser provistos tanto pública como privadamente; además, constituirse en sustitutos para los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas evaluados. Para su aplicación hay que tener particular cuidado en las especificaciones de la situación y en la identificación de los cambios de los recursos o procesos ecológicos de los ecosistemas que se estén evaluando.

El valor obtenido mediante la aplicación de esta técnica debe ser considerado como la estimación mínima de los beneficios de los recursos o procesos ecológicos de los ecosistemas evaluados porque el bien o servicio comercializado con el cual se está haciendo la comparación sólo reemplaza parte del valor evaluado.

Aplicaciones

- ✓ Puede cuantificar los valores de uso extractivo, no extractivo e indirecto de algunos recursos naturales y procesos de los ecosistemas.
- ✓ Para valorar los beneficios de las tierras costeras como manglares en su servicio de criaderos de peces, fuente de alevines y de larvas de camarones porque son ecosistemas que pueden ser reemplazados por sistema de producción artificial mediante la construcción de tanques o lagunas en la práctica de la acuicultura y en la destrucción de áreas naturales para la cría de especies marinas.
- ✓ Para la valoración de parques privados que sustituyen a las áreas naturales protegidas con beneficios sociales de recreación. Clubes con piscinas de natación privadas que pueden sustituir a lagos y corrientes de agua limpia. Este ha sido su principal uso, para la valoración de actividades recreativas.
- ✓ Para la valoración de los sitios construidos como las pistas de hielo artificiales para carreras de esquí, las edificaciones en Japón que sustituyen los usos no extractivos de las pistas naturales al aire libre, las piscinas con olas en los cruceros, entre otros
- ✓ Para la valoración de la construcción de zoológicos para la contemplación de la fauna silvestre como reemplazos de safari de ecosistemas africanos.

Ventajas

- ✓ Utiliza información del mercado.
- ✓ Ampliamente utilizado para los casos de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas con características y cualidades muy parecidas a los ofertados por los bienes y servicios comercializados.

Desventajas

- ✓ Dificultad analítica en determinar en qué grado los bienes y servicios comercializados son sustitutos ambientales aceptados, o sustituto perfectos; por ejemplo, la emoción de ir a un safari en África experimenta la majestad del paisaje y este es un valor de mayor bienestar que no puede ser remplazado por la observación de animales en un zoológico.
- ✓ Uso limitado para beneficios sociales de los ecosistemas que ofrezcan cualidades muy diferentes a los comercializados.
- ✓ Se requiere una evaluación completa en el marco del valor económico social o total para la cuantificación correcta del valor de un ecosistema sano y funcional.

3.14. Técnicas para el cálculo de la fijación o secuestro de carbono (CO₂)

El secuestro de carbono es un beneficio social de los ecosistemas que se le ha dado gran importancia en el mundo y consiste en la cuantificación de la producción de oxígeno por la vegetación. Esto es mediante el proceso de fotosíntesis -captura de dióxido de carbono (CO₂) absorbido para ser fijada como biomasa orgánica- lo cual reduce la disponibilidad de éste en la atmósfera y así disminuir el efecto invernadero, Villalobos y Pratt (1999).

Existen diferentes maneras de realizar el cálculo del secuestro de carbono por la vegetación y cada una está ajustada al tipo de vegetación que se desee valorar si es primaria, secundaria o ha sido plantada para este objetivo y al ecosistema involucrado. En este Manual se expondrá la siguiente técnica; sin embargo, se invita a los técnicos interesados en proceder a la búsqueda de otros métodos si este no cubre sus requerimientos.

Para el cálculo de la cantidad de carbono capturado y reducido de la atmósfera se ha ideado una fórmula para proyectos de siembra de especies con este fin:

$$\Delta X_t = C_c * A_t \{ [B_i + (G_t * t)] * [(1 - D_a)^t] \} * (1 + r)^{-t}$$

Donde:

ΔX_t = cambio en función del tiempo de la cantidad de carbono entre los escenarios con y sin proyecto.

C_c = contenido de carbono en la biomasa

A_t = área -en hectárea- de acuerdo al tipo de vegetación existente.

B_i = biomasa inicial (toneladas/hectáreas).

T = tiempo, período de evaluación en años para los bosques primarios o años para alcanzar el desarrollo pleno para los bosques en crecimiento si es más corto que el período de evaluación.

r = tasa de descuento anual.

D_a = tasa de deforestación anual prevista.

Otra técnica para estimar el CO₂ ha sido desarrollada por Husch (2001) el cual estima el contenido de carbono. Esta calcula el volumen de madera o biomasa en peso (t/m³) con la inclusión de los otros componentes de la vegetación como son las raíces y ramas y utiliza un factor expansivo que varía de 1,3 a 2,5 - dependiendo de la especie, la edad, el diámetro a la altura del pecho de las

especies vegetales y la cantidad de necromasas⁵²- para finalmente determinar el peso seco del carbono de la biomasa total.

Aplicaciones

- ✓ Para la cuantificación del servicio de captura de carbono de los ecosistemas.
- ✓ Para la valoración de la captura de carbono en proyectos de conservación, aforestación⁵³, reforestación, resiembra, mantenimiento, entre otros.
- ✓ Para la formulación de estudios de eficacia del aprovechamiento de bosques para la captura de carbono en función de sus costos.
- ✓ Para el monitoreo del CO₂ en los ecosistemas terrestres, marino-costeros (humedales), del Valle y Orrego (2000).
- ✓ Para la cuantificación de la captura de carbono por un área particular mediante el establecimiento de las bases para la negociación de Certificados de Reducción de Emisiones (CRE) en cumplimiento con el Protocolo de Kioto.

Ventajas

- ✓ Permite la cuantificación económica de este beneficio social del bosque o cualquier otra unidad de formación vegetal natural o no.
- ✓ Medida equivalente para la cuantificación de las deforestaciones.

Desventajas

- ✓ La dificultad de proceder en campo a la cuantificación de los componentes del ecosistema que capturan y generan carbono.
- ✓ El elevado costo para la cuantificación de la captura de carbono de los ecosistemas.
- ✓ La escasez de información básica para el cálculo.
- ✓ El desconocimiento de algunas funciones de los ecosistemas pueden estar induciendo a subvalorar o sobre-valorar la captura de carbono.

3.15. Capital humano

La técnica de capital humano se fundamenta en reconocer que los cambios en la calidad del ecosistema pueden tener efectos significativos sobre la salud humana y que estos pueden ocasionar la muerte. Se han identificado tres alteraciones a la salud vinculados con la calidad de los ecosistemas el capital humano o predeterminación del salario que se dejó de ganar por las muertes prematuras; estas son: costo del tratamiento, ausentismos por enfermedades y el incremento de gastos médicos, Hufschmidt *et al.* (1983); Dixon *et al.* (1994).

El uso de esta técnica es muy cuestionado, sin embargo, la sociedad constantemente valora la vida humana mediante la protección ante enfermedades a través de las decisiones del Estado y sus vinculaciones con la calidad ambiental, Hufschmidt *et al.* (1983).

El cálculo del costo de las enfermedades o muerte es sólo una parte del proceso de valoración porque luego se debe determinar la función del daño relacionando con la alteración del ecosistema y del deterioro de la salud o la causa de la

⁵² Necromasa: biomasa muerta.

⁵³ Aforestación siembra de especies forestales en espacios donde históricamente no ha habido bosques.

muerte (Hufschmidt *et al.* 1983). Esta función relaciona el nivel de contaminación con el grado de alteraciones en la salud y es conocida con el nombre de función dosis-respuesta⁵⁴. Dixon *et al.* (1994) proveen una estimación de la producción perdida por los miembros de la sociedad asociada con una particular situación ambiental.

Se ha sugerido que la medida apropiada para efectuar la estimación es el riesgo y no el valor de salvar la vida, pudiéndose valorar la disposición a pagar para evitarlo o por la compensación para aceptarlo (Hufschmidt *et al.* 1983).

Aplicaciones

- ✓ Se ha usado para la valoración de enfermedades graves o cuando se involucra la muerte, aunque esta aplicación ha contado con fuertes objeciones, Moreno (1992); Dixon *et al.* (1994).

Ventajas

- ✓ Utilizan informaciones que están disponible en el mercado: costos de tratamiento por la compra de medicamentos o pagos de los tratamientos.
- ✓ Utilizan la conducta revelada que involucra exámenes de mercados reales de los servicios de la calidad ambiental que afectan la salud de las comunidades.
- ✓ Muy versátil porque pueden ser aplicadas para valorar la calidad del aire, agua, especies contaminadas y suelo, entre otras.
- ✓ Ampliamente utilizado para los casos de daños al ambiente que causen aumento en la morbilidad de sus trabajadores y comunidades ubicadas en las áreas de influencias, y en especial cuando la actividad tienen riesgos muy altos y pueden causar la muerte.

Desventajas

- ✓ Técnica, moral y éticamente cuestionada. Presencia de problemas éticos porque se está valorando la vida y para algunos investigadores ésta no tiene precio. Gran cantidad de investigadores no la han apoyado aunque a menudo es utilizada para establecer valores *ex post* en casos judiciales relacionados con la muerte de una persona vinculada por alteraciones de los ecosistemas.
- ✓ El enfoque de la aplicación de este método ignora las posibilidades bajo la cual los miembros de la sociedad pueden hacer cuidados preventivos de salud. Los costos pagados por la sociedad para evitar enfermarse pueden ser mayores que los estimados por este método porque no se reconoce que los individuos ejercen acciones defensivas que generan costos, cuando incurren en pagos adicionales para la disminución de los riesgos de la salud por medio de inmunizaciones, instalaciones de sistemas de aire especial o de hervido o filtración de agua.
- ✓ Estas técnicas requieren de muchos datos y sólo puede ser aplicadas después de una relación o función –función dosis-respuesta- sofisticada establecida entre la contaminación ambiental y el daño a la vida o a la salud.

⁵⁴ Función dosis-respuesta: es una ecuación que relaciona la presencia de contaminantes ya sea en el agua, aire, suelo o alimentos y las enfermedades o muertes de pobladores en una comunidad; afectadas o relacionadas a estos.

- ✓ Excluyen en el cálculo los costos por las pérdidas no comerciales asociadas con la enfermedad como el dolor y el sufrimiento del individuo y otras personas cercanas a él y también las restricciones de realizar actividades que no constituyen un trabajo. Aunque éstas deterioran los niveles de bienestar de los involucrados.

3.16. Costo de enfermedad

La técnica del costo de enfermedad; es una variación de la técnica capital humano y se fundamenta en que la calidad de los recursos y procesos ecológicos tienen un efecto sobre la salud humana. Es posible aplicarla cuando se establece la relación causa-efecto o función dosis-respuesta y la alteración ambiental aumenta la morbilidad de la sociedad. El valor económico es la pérdida de tiempo laboral de las personas afectadas porque se puede calcular y se tiene información sobre el costo de los medicamentos y de los tratamientos a las personas, inclusive se incorpora el costo que hay por inasistencia del trabajador, GTZ/IICA (1995).

Requerimientos para la aplicación de esta técnica:

- ✓ Cuando se puede establecer e identificar una relación directa de causa-efecto –función dosis-respuesta- de la alteración de la calidad de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas y la causa de la enfermedad.
- ✓ La enfermedad no amenace la vida y que no tenga efectos crónicos.
- ✓ Se dispone de una correcta estimación del valor económico de los ingresos y del cuidado médico.
- ✓ Se sugiere su uso cuando la enfermedad es relativamente corta, sencilla y el impacto negativo es a corto plazo, Dixon *et al.* (1994).

Aplicaciones

- ✓ Esta técnica es muy útil para la evaluación de las afectaciones de beneficios sociales de los ecosistemas relacionados con la salud, la calidad de aire y del agua o por el consumo directo de especies de la fauna con problemas de contaminación. Se sugiere su uso cuando la enfermedad es relativamente corta, sencilla y el impacto negativo es a corto plazo, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ En casos de impactos que afecten la calidad del aire y del agua. Esta técnica es muy útil para la evaluación de las afectaciones de beneficios sociales de los ecosistemas relacionados con la salud, la calidad de aire y del agua o por el consumo directo de especies de la fauna con problemas de contaminación.
 - Para la cuantificación del costo de morbilidad relacionada con la contaminación y las enfermedades menores como afecciones respiratorias, gripes, neumonía, pulmonía, bronconeumonía, Dixon *et al.* (1994).
 - Para evaluar enfermedades de origen hídrico como enfermedades causadas a los bañistas por estar nadando en aguas contaminadas, permite la valoración económica de los problemas en la piel como salpullidos, sarnas, herpes, entre otras, Dixon *et al.* (1994).
 - Empleado para valorar los hábitats propicios para la creación de riesgos de enfermedades, en la construcción de embalses como hábitat ideales para la proliferación de insectos portadores de enfermedades como dengue y bilharzia, Dixon *et al.* (1994).

- Para la evaluación de enfermedades causadas por el consumo de alimentos regados con aguas contaminadas. Para la valoración de la contaminación de pescados criados en zonas de descarga de cloacas que generan morbilidad al ser consumido por comunidades, Moreno (1992); Dixon *et al.* (1994).
- Intoxicados por pesticidas (GTZ/IICA, 1995) y los obreros se ausentan de sus labores por mas de tres días con demandas de medicamentos, días sin trabajar y atención médica, GTZ/IICA (1995).
- ✓ Para la cuantificación de los valores de uso recreativos e indirectos en combinación con los servicios de la calidad del agua para la realización de actividades de recreo, de consumo de calidad de agua (Ibáñez, Gracia y McConnell, 2000) y del aire.
- ✓ En condiciones: laborables inseguras, y no salubres y en caso de seguridad industrial, GTZ/IICA (1995).
- ✓ Para las mejoras de la calidad del aire; en Estados Unidos se han relacionado con el número total de personas expuestas al aire contaminado versus los realmente afectados por la presencia de componentes contaminantes en la atmósfera, Hufschmidt *et al.* (1983). Además, en lugares de exposición a sustancias altamente contaminantes como la radiación, manipulación de mercurio o cianuro.
- ✓ Para la valoración de medidas ambientales impuestas por el Estado a los contaminadores para que contribuyan a la mejora de la calidad del agua de una cuenca hidrográfica, Dixon *et al.* (1994).

Ventajas y desventajas

- ✓ Las mismas que las identificadas para la técnica capital humano.

3.17. Precio hedónico

Este método se fundamenta en la complementariedad existente entre algunos recursos naturales de los ecosistemas y determinados bienes privados. En los bienes del mercado se busca descubrir todos los atributos que permitan explicar su precio y discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos; además, atribuirle a cada característica y atributo su participación ponderada en su precio, Azqueta (1994).

El primer objetivo de este método es establecer una relación del precio del bien del mercado privado con sus características y atributos, cuya función generalmente es una regresión, Hufschmidt *et al* (1983); Azqueta (1994):

$$P = f(I, V, A)$$

Donde:

P = Precio observado del bien de mercado.

I = Características de la infraestructura

V = Características de los vecinos.

A = Características ambiental.

Los beneficios ambientales que contienen el bien de mercado privado valorado están conformados por características y cualidades y su precio es un reflejo de sus diferencias. De esta manera se puede considerar que cada transacción es la venta global de un grupo de características y atributos porque sus precios son un agregado de los precios parciales de cada uno de ellos, Gómez-Gómez (1994).

Cuando se hace una transacción en el mercado de un bien de mercado; por ejemplo, un vehículo cada atributo adicional de ese automóvil tiene un precio asociado a él. Así se tiene que la adquisición de una finca con características y atributos ambientales -calidad del suelo, presencia de cursos de aguas superficiales- y no ambientales -canales de riesgo, galpones- y estos están asociados con su precio, Dixon *et al.* (1994).

Es muy difícil la identificación de cuál porción del precio pagado corresponde a los atributos ambientales, aunque se provea de una medida de los valores que los consumidores asignen a cada uno de esos atributos sin precio en el mercado (Dixon *et al.* 1994). Para las aplicaciones de este método existen dos enfoques:

- a. Precio hedónico de la propiedad; sea esta un terreno o una vivienda.
- b. Precio hedónico del salario, el referido a las diferencias salariales.

3.18. Precio hedónico de la propiedad

Es un método muy práctico para mostrar los daños ambientales sobre los valores de la propiedad. Siendo efectivo para cuantificar la afectación ambiental generada por la contaminación al aire, del ruido de las zonas residenciales o su alta calidad y de áreas residenciales vecinas, áreas verdes, entre otras. De muy pobre efectividad cuando la contaminación que afecta a los individuos es de muy difícil medición o cuantificación, Pearce y Markandya (1989).

Este método reúne información del precio y de las características de un cierto número de propiedades y atributos. El supuesto básico es que los compradores de la propiedad revelarán su actitud ante un conjunto de atributos: estructurales, ambientales y estéticos, los cuales expresan la disposición a pagar del comprador.

Los dueños deben estar en conocimiento de las diferencias de las características de sus propiedades para proceder a su evaluación. Si es lo contrario, asumir este conocimiento puede estar conduciendo a un error cuando hay niveles de riesgos planteados por químicos en la atmósfera o con aire contaminado inodoro o incoloro en la propiedad que se este valorando, Mitchell y Carson (1989).

El fundamento es que se separa el componente ambiental y se compara el precio del mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales; por ejemplo, el valor adicional de una propiedad por encontrarse en el área de influencia del bosque o en un lugar con un paisaje excepcional, de Alba y Reyes (1997).

Las aplicaciones del enfoque del valor de la propiedad deben ser analizados cuidadosamente y todas las suposiciones hacerse explícitas y cuando no se pueda hacer una evaluación precisa se debe obtener la magnitud ordinal del valor

señalado por el atributo ambiental valorado y ordenarlo por importancia, Dixon *et al.* (1994).

Algunos pasos a seguir para la aplicación de este método:

- ✓ Se estima la función de precio hedónico con base a la información sobre los precios de diferentes propiedades y sus atributos como las características de los inmuebles, del vecindario, ambientales y otros. Es una regresión donde la variable dependiente es el precio de la propiedad y las independientes los precios asociados a las características de la infraestructura, vecindarios, ambientales y otros de acuerdo al caso de estudio.
- ✓ Después de identificar, separar y cuantificar económicamente cada propiedad y sus variables excepto la calidad ambiental, la diferencia del precio residual se atribuye teóricamente a las diferencias en calidad ambiental.
- ✓ Se calcula la demanda por el atributo analizado.
- ✓ Se calcula el beneficio económico.

Los supuestos para valorar una propiedad según Hufschmidt *et al.* (1983) son:

- ✓ Que el área donde se encuentren las propiedades puedan ser tratadas como un mercado para los consumidores. Los consumidores deben estar informados acerca de todas las alternativas y a su vez libres para proceder a la selección de la ubicación de la propiedad en cualquier lugar del mercado.
- ✓ Que el mercado de la propiedad esté en equilibrio o muy cerca de él. Es decir, que todos los compradores hayan hecho la selección de su propiedad maximizando su utilidad, dado el stock de propiedades y sus características.

Aplicaciones

- ✓ Puede cuantificar en el área donde se encuentre la propiedad los valores indirectos de la calidad del agua y del aire.
- ✓ Generalmente es empleado para la valoración de bienes de propiedad comparando los atributos en presencia versus ausencia de cualidades ambientales particulares.
- ✓ Para la cuantificación de la variación del valor de la tierra por la pérdida de la capacidad productiva del suelo, por la remoción de la capa vegetal y de la materia orgánica.
- ✓ Para la cuantificación de la pérdida de calidad de la propiedad por:
 - Malos olores y mal aspecto de áreas vecinas a las propiedades.
 - Incremento de ruido.
 - Obstrucción de vista panorámica por la construcción de edificaciones.
 - Aumento en el racionamiento del agua por el incremento de su costo de abastecimiento para el consumo.
- ✓ Para la valoración de propiedades localizadas en áreas con mayor o menor probabilidad de ser inundadas.
- ✓ Para la valoración de fincas donde se han efectuado la construcción de nuevas vías o la mejora de estas, GTZ/IICA (1995).

Ventajas

- ✓ Utiliza precios reales del mercado de tierras con atributos ambientales que varían como una medida para determinar el valor de un atributo que generalmente no tiene precio en el mercado.
- ✓ Se basa en preferencias expresadas o reveladas por los consumidores.
- ✓ Mide los precios de las propiedades según el mejoramiento o el deterioro de la calidad ambiental circundante cuyos valores no son expresados explícitamente en el mercado.

Desventajas

- ✓ De uso limitado para los países no industrializados; por ejemplo, cuando la demanda de vivienda tenga déficit.
- ✓ Se requiere conocimientos de una buena cantidad de características físicas y muchas suposiciones por parte del investigador (Dixon *et al.* 1994) para definir la fórmula que exprese mejor el valor de la propiedad de interés.
- ✓ Se necesitan muchos datos de las propiedades que se quieren valorar tales como los precios de venta de unidades individuales de propiedades (Dixon *et al.* 1994). Además existe dificultad para la obtención de los datos requeridos para los cálculos, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ La forma funcional (lineal, logarítmica, semi-logarítmica) de la ecuación del precio hedónico real o verdadera es desconocida y el investigador se enfrenta con numerosas cantidades de fórmulas estimables y con diferentes implicaciones para cada una de ellas, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ Las expectativas acerca de los cambios en la calidad del bien a valorar y otras características de importancia son generalmente desconocidas, pero presumiblemente entran dentro de la determinación del precio, especialmente en los valores de propiedad, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ Es difícil, casi imposible valorar cambios en bienes sustitutos que se den simultáneamente, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ No se debe transferir valores obtenidos de una propiedad o tierra a otra, Mitchell y Carson (1989).

a. Precios hedónicos del salario

Es similar a los enfoques de valor de la propiedad. El método de salario diferencial, establece que los niveles de salario para tareas similares pero en áreas disímiles se deben a las distintas condiciones de vida y de trabajo, después de que las otras variables son controladas. Este método se basa en los criterios de determinación del costo del trabajo en un mercado competitivo; y en la observación de decisiones de los consumidores con respecto a mercados laborales relacionados con los recursos naturales que se quieren valorar. Es decir, se derivan de la observación del comportamiento efectivo del individuo y no con base a preguntas y respuestas hipotéticas. Se fundamentan en lo complementario o los sustituibles entre calidad ambiental y el mercado laboral.

La esencia de esta teoría se remonta al siglo XVIII y a la obra de Adam Smith “*The wealth of nations*” en la cual reconoció que si los trabajadores fueran homogéneos en sus capacidades, móviles y tuvieran información adecuada sobre las características, la demanda y la oferta del trabajo; estos solicitarían remuneraciones salariales para compensar las características no deseadas y no pecuniarias de éstos. La diferencia salarial solicitada por el trabajador sería la cantidad de dinero que le llevaría a ser indiferente a enfrentarse al riesgo de vida

o salud inherente a su trabajo y sufrir una pérdida en su ingreso igual a esa cantidad, Dixon *et al.* (1994).

De acuerdo con esos criterios será necesario un salario alto para atraer a trabajadores que requieran establecerse en áreas contaminadas o realizar trabajos peligrosos, por riesgo a enfermedades o muerte; así como hay trabajadores dispuestos a ganar menos dinero si el lugar de trabajo es muy confortable y le brinda alta calidad ambiental. Hufschmidt *et al.* (1983) encontraron que los trabajadores están dispuestos a aceptar una cantidad adicional de dinero anual por desempeñar trabajos que aumenten sus riesgos de muerte en 0,001.

Esta técnica tiene problemas cuando el trabajador le gusta el riesgo y cuando elige un empleo por los efectos de información incompleta. En ausencia de información idónea o incompleta los trabajadores pueden incomprender el riesgo y si esto sucede ellos están comportándose de acuerdo a la valoración subjetiva y los resultados serían una medida sesgada del valor de los riesgos reales que están asumiendo, Hufschmidt *et al.* (1983); Dixon *et al.* (1994).

Algunas condiciones para la aplicación de este método, Hufschmidt *et al.* (1983); Moreno (1992):

- ✓ Competitividad perfecta del mercado laboral (ausencia de discriminación, monopsonio, poder de mercados unidos, desempleados involuntarios y barreras para la movilización).
- ✓ Movilidad laboral con información perfecta, Hufschmidt *et al.* (1983).
- ✓ Extensión de flujo de información para todos los trabajadores -todos los trabajadores tienen conocimiento de todos los riesgos y atributos ante el desempeño del trabajo que están realizando- cuando lo asumen.
- ✓ Su estimación es mediante la aplicación de una ecuación de regresión que relaciona los salarios de los trabajadores con un grupo de variables aleatorias incluidas: características personales, del trabajo y del riesgo a la salud o muerte asociada con el trabajo. El coeficiente de la variable de riesgo del trabajo da como resultado la relación entre salario-riesgo que es utilizada para estimar el valor implícito de una vida estadística o el valor reducido de morbilidad, Dixon *et al.* (1994).

Aplicaciones

- ✓ Puede cuantificar los valores indirectos de la calidad ambiental del lugar de trabajo o del oficio desempeñado por el trabajador.
- ✓ Para relacionar las diferenciales salariales de los trabajadores y los beneficios de la calidad del aire de varias ciudades asociados con la reducción del 45% de los niveles de partículas en suspensión, dióxido de sulfuro y de nitrógeno; y esta fue la primera vez que se empleo y lo hicieron Meyer y Leone (1977) citado por Hufschmidt *et al.* (1983).
- ✓ Para la comparación de la oferta laboral de áreas interurbanas y distintos niveles de confort ambiental. Este cálculo se ha hecho en función de la disposición a pagar de los trabajadores por el cambio de la calidad de los niveles de belleza escénica de esas áreas interurbanas, Hufschmidt *et al.* (1983).

- ✓ Se han estimado disposiciones a pagar de los trabajadores por el intercambio de ingreso por seguridad a través del uso de datos de riesgos y pagos diferenciales.
- ✓ Para el cálculo de la magnitud del riesgo en el trabajo se ha medido el riesgo de mortalidad anual para una persona y para medir el servicio del sustento a la vida por la calidad ambiental relacionada con la contaminación del aire. Ampliamente usado en Gran Bretaña y Estados Unidos, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ En Costa Rica los trabajadores que realizan actividades de corta y carga de banano en jornadas superiores a las 12 horas –superiores a las jornadas de otros rubros- reciben por día de trabajo \$ 20,00 mientras que los otros reciben \$ 8,00. Esto se debe a que los primeros están expuestos al contacto con agroquímicos, algunos de los cuales se ha comprobado que tienen efectos perjudiciales sobre la salud –vías respiratorias, enfermedades de la piel, afectación de la vista- mientras que los segundo no lo están.

Ventajas

- ✓ Utiliza precios reales con atributos ambientales que varían como una medida para determinar el valor del atributo que generalmente no tiene precio en el mercado.
- ✓ Se basa en preferencias expresadas o reveladas por los consumidores.

Desventajas

- ✓ Requiere datos sobre transacciones efectivas, lo cual hace que sea mucho más inflexible y aplicable a un mayor número de problemas de valorización económica ambiental.
- ✓ Tiene un uso muy limitado. Es aplicable solamente si el mercado laboral es muy competitivo o perfectamente competitivo.
- ✓ Es de difícil aplicación en países no industrializados entre otros casos por la alta tasa de desempleo y subempleo (Dixon *et al.* 1994), situaciones que distorsionan los salarios.
- ✓ Esta técnica no debe ser utilizada si los salarios son establecidos centralizadamente por el Estado mediante la proclama de decretos que expresen los salarios o son distorsionados de cualquier otra manera o en lugares con situaciones de desempleo.
- ✓ Existe dificultad en aislar el impacto exclusivo del riesgo sobre los salarios por la presencia de otras características del trabajo que influyen en ellos y si éstas son omitidas se genera sesgo en las estimaciones, Dixon *et al.* (1994).

3.19. Costo de viaje

Es el método de valorización más antiguo y ha prevalecido en la estimación de los beneficios ambientales relacionados a las actividades de recreo. Éste surgió como una recomendación de Harold Hotelling (1949) para la evaluación de los beneficios económicos de parques nacionales en Estados Unidos y así compararlos con usos alternativos (Niklitschek, 1992); luego fue perfeccionada por Clawson y Knetsch (1966) citado por Freeman (1993) y Azqueta (1994).

Este método permite la valoración de beneficios sociales de ecosistemas que no tienen precios en el mercado y su típica aplicación es en la valoración de actividades de recreación al aire libre; ideal para la valoración de los usos no extractivos e indirectos de ecosistemas.

La valoración de los beneficios sociales obtenida a partir de este método se deriva de la observación del comportamiento efectivo del individuo y no con base a preguntas y respuestas hipotéticas. Se aprovecha lo complementario o lo sustituible entre calidad ambiental y bienes del mercado. En los casos de las áreas protegidas las personas disfrutan de éstas al consumir sus beneficios pero al hacerlo requieren además consumir algunos bienes privados; por ejemplo, desplazarse en sus vehículos -bienes complementarios- e incurrir en algunos gastos para poder lograrlo, Azqueta (1994).

En el desarrollo de los métodos del costo de viaje debería de cumplirse los siguientes pasos:

- ✓ Aplicación de una encuesta a los visitantes en el sitio determinado y así conocer los gastos efectuados para llegar ahí, incluyendo tiempo de viaje, consumo de dinero involucrado en llegar y salir, tarifas de entrada.
- ✓ Adicionalmente, la información sobre el lugar de origen del entrevistado y sus características socioeconómicas.
- ✓ Análisis de la información producto de la encuesta con el objeto de derivar una ecuación de la curva de demanda por el sitio; y elegir la variable dependiente de acuerdo a la características del lugar valorado y del modelo que se desee aplicar (costo de viaje individual en cualquiera de sus modalidades, costo de viaje hedónico o zonal).
- ✓ Se estima una función de la demanda de acuerdo a la forma funcional - lineal, logarítmica, semi logarítmica, doble logarítmica- más ajustada a los servicios recreativos.
- ✓ Luego con base a la curva de la demanda obtenida se determina el excedente del consumidor⁵⁵ relacionado con la existencia del componente del ecosistema. Sobre la base de la información recogida se determina el excedente o beneficio obtenido a través de los costos incurridos y éste se toma como una aproximación del valor que el individuo le otorga a los componentes del ecosistema valorado, Burneo (2003).
- ✓ Los resultados de la aplicación de estos métodos deberían corresponder al máximo costo que los visitantes estarían dispuesto a pagar para disfrutar el lugar de recreo respectivo ya sea la playa, el río, campos rurales u otras áreas natural o no.

⁵⁵ Excedente del consumidor: de acuerdo a la curva de la demanda es el monto en dinero que el consumidor está dispuesto a pagar pero no lo paga porque el mercado o el ente que está ofreciendo el bien, tiene precios más bajos.

Además, debe averiguarse en la encuesta los siguientes gastos en que incurre cada visitante o entrevistado (Azqueta, 1994; Burneo, 2003):

- ✓ Costos ineludibles derivados estrictamente del desplazamiento como gastos en gasolina por kilómetro más los costos de amortización y mantenimiento del vehículo, costo del pasaje en autobús o pasaje aéreo, costos de estacionamiento, entrada al sitio, entre otros.
- ✓ Costos discrecionales los que están relacionados con el sitio seleccionado; así se tienen que para ir al lugar se requiere comer por el camino, gastos de pernocta, entre otros.
- ✓ El tiempo y su valor económico se refiere a la elección de incluirlo o no y, el cómo debe hacerse. Para la incorporación de éste se debe tener en cuenta el concepto de costo de oportunidad del tiempo⁵⁶.
- ✓ El valor económico del trabajo en cuyo caso el tiempo tiene un costo de oportunidad que se expresa en términos de producción; en algunos estudios empíricos se ha utilizado el valor económico del salario recibido por la persona entrevistada, siendo este un reflejo de su productividad marginal y contribución a la producción total (Burneo, 2003).

Freeman (1993) identificó dos características muy importantes -desde la perspectiva económica- para el empleo de este método y son:

- ✓ La referida a que el valor económico de esos servicios dependen de las características del ecosistema. Los resultados estarán relacionados con:
 - La disposición a pagar un viaje a un espacio en particular está estimulado por las características de sus ecosistemas porque las actividades a su vez, están condicionadas a su calidad y a la cantidad de sus recursos: fauna, flora, agua, suelo, diversidad biológica, entre otros.
 - La calidad referida a presencia o ausencia de la contaminación y la cantidad a la tasa de extracción y de reposición natural -si aplica- en particular relacionándola con la extracción de especies de la fauna y de la flora con usos recreativos; por ejemplo: en la cacería y la pesca.
- ✓ La relacionada a que típicamente el acceso a los ecosistemas y sus recursos para la recreación no estén asignado por el mercado. El acceso para estos espacios o ecosistemas generalmente es abierto; es decir, no se paga por entrar y, si se paga es un precio simbólico porque éste no tiene ninguna relación con el costo para proveer el acceso a esas áreas.

Además, Freeman (1993) identificó dos enfoques para modelar las selecciones que hacen las personas para viajar en función del costo y del tiempo:

- ✓ Los períodos de asueto; se refiere a que hay períodos en el año en que las personas pueden hacer varios viajes y quizás a más de un lugar; sea éste, una estación climática en condiciones templadas -verano, otoño, invierno, primavera- y en el trópico de acuerdo a los períodos de lluvia o sequía.
- ✓ La segunda es que las personas deciden si visitaran un lugar en la estación o en el año y si es así cuál lugar será.

⁵⁶ Costo de oportunidad del tiempo: es el costo en dinero que el entrevistado dejó de ganar por haber decidido ir a un área recreativa; con la premisa de que si su decisión hubiera sido quedarse trabajando tendría un beneficio económico que lo perdió por irse de viaje a disfrutar el ocio o la recreación.

El método del costo de viaje puede ser desarrollado dentro de estos dos enfoques en la primera se ha identificado el llamado método del costo de viaje individual por medio del cual se calcula la demanda -demanda individual- de cada visitante entrevistado y la suma de estas demandas conforman la demanda total del lugar, además se puede desarrollar bajo varias consideraciones:

- ✓ Sí sólo hay un sitio disponible y la duración de todas las visitas de ese individuo a ese lugar en un año duran el mismo tiempo.
- ✓ Sí existen varios sitios disponibles con las mismas características deseables para ser visitado, lugares sustitutos.
- ✓ Sí el costo de oportunidad del tiempo varían entre los visitantes entrevistados.
- ✓ Sí el viaje realizado tienen como objetivo visitar diferentes lugares recreativos.
- ✓ Sí se toma en cuenta la congestión del lugar, a mayor congestión el lugar pierde la calidad y sus visitantes disminuyen sus niveles de bienestar.
- ✓ Sí la calidad del lugar valorado varía, porque cambia tanto la cantidad como la calidad de sus componentes ambientales.

El segundo enfoque para la aplicación de este método es cuando se utilizan modelos de selección discreta en el cual la función de bienestar se calcula a partir de la observación de las selecciones del lugar por los individuos entrevistados. Los individuos harán la selección del lugar a visitar en función del bienestar que les suministre, y elegirán el que les provea el mayor, (Freeman, 1993). Cuando la sustitución entre varios lugares de recreación es importante estos modelos de selección discreta son los más recomendados, Niklischek (1991).

Otras variaciones del método del costo de viaje es el modelo del costo de viaje hedónico aplicado en situaciones en las cuales el precio está relacionado con las características del lugar. Utilizado para valorar simultáneamente lugares con diferentes características para el desarrollo de la misma actividad de recreo (Freeman, 1993).

Además existe el método del costo de viaje zonal para el cual se localiza el área de recreación y se identifican las procedencias de los visitantes encuestados, tasas de visitantes, costos de viaje y varias características de los visitantes para cada zona de procedencia del entrevistado, Hufschmidt *et al.* (1983).

Algunos pasos para la formulación del modelo zonal (Burneo, 2003) son:

- ✓ Selección de la variable dependiente.
- ✓ División del entorno de influencia del sitio de recreo en zonas con círculos concéntricos, en el caso más simple o divisiones no regulares o en función de poblaciones cercanas. Donde cada zona esta definida por un número determinado de viajes.
- ✓ Definición de las muestras de visitantes al sitio.
- ✓ Obtención de las tasas de visitantes por cada zona definida por los círculos.
- ✓ Identificación de los viajes multipropósitos para ser excluidos del análisis.
- ✓ Estimación de los costos de viaje.
- ✓ Obtención de una regresión estadística.
- ✓ Construcción de la curva de demanda.

Aplicaciones

- ✓ Ampliamente empleado para la valoración de los valores de uso no extractivo; y en particular la recreación, esparcimiento y ocio.
- ✓ La aplicación tradicional ha sido para visitantes nacionales a un destino único, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Inicialmente, fue desarrollado para valorar los beneficios recibidos por el consumidor al usar un recurso natural en áreas naturales, protegidas; y rurales. Para actividades de recreo al aire libre en ecosistemas de lagos, ríos, playas, bosques, estuarios, sabanas, marino-costeros donde podían realizarse actividades recreativas y deportivas; como: pesca y cacería Adamowicz *et al.* (1989). Además para la observación de la fauna silvestre, navegación en botes, natación, canotajes; senderismo y acampada, entre otros, Niklischek (1991); y por lo cual eran valoradas, Hufschmidt *et al.* (1983); Freeman (1993).
- ✓ Las actividades de pesca con empleo de varios modelos econométricos, Bockstael *et al.* (1990).
- ✓ Ampliamente usado para valorar; además, de las áreas protegidas los centros turísticos, museos o especies carismáticas de la fauna (Burneo, 2003).
- ✓ Es muy útil para valorar los beneficios de la recreación en situaciones donde el lugar de interés es visitado por una gran cantidad de usuarios con fines recreativos específicos y se dispone de los datos adecuados de las características del lugar y de los usuarios, Pearce y Markandya (1989).
- ✓ Para estimar el beneficio adicional del consumidor debido a la diversificación y al mejoramiento de las instalaciones para el desarrollo de actividades de recreo en áreas protegidas.
- ✓ Evaluación de instalaciones para la observación de aves (Dixon *et al.* 1994).
- ✓ Para comparar los resultados del valor de uso con otros métodos en el parque Posets-Maladeta España, Pérez-Pérez *et al.* (1998).
- ✓ Aplicación para la comparación de beneficios de la preservación versus explotación de zonas silvestres, Gómez-Gómez (1994).
- ✓ En proyectos relacionados con la calidad de los ecosistemas afectados:
 - Para valorar los beneficios de áreas con distintas calidades ambientales, Niklischek (1991).
 - Para la valoración de las mejoras en la calidad de agua en la Bahía de Cartagena, Ibáñez, Gracia y McConnell (2000).
 - Utilizado para valorar el servicio de recreo amenazado o afectado por un proyecto (Dixon *et al.* 1994).
 - En el análisis beneficio-costos de la inversión en situaciones de análisis de la realización de las mejoras en la calidad del agua de un lago.
 - En cursos de agua ante la afectación de una empresa eléctrica a las actividades de pesca deportiva.
 - En proyectos relacionados con la preservación y conservación de áreas silvestres; por ejemplo: preservación versus explotación de áreas boscosas, (Bôjo, Måler y Unemo, 1992).

Ventajas

- ✓ Utilización de precios de mercado.

- ✓ Es más objetivo que la valoración basada en encuestas sobre disposición a pagar, Martínez (1995).

Desventajas

- ✓ Se presentan dificultades cuando otros componentes del área a valorar sean muy importantes, Bowker y Stoll (1988); Mitchell y Carson (1989).
- ✓ Sólo mide los beneficios recreativos del sitio que se está valorando -aunque existan otros beneficios- porque sólo permite obtener una mínima parte del valor económico social o total del ecosistema o lugar valorado.
- ✓ El valor obtenido asume que la calidad recreativa permanece constante aunque exista congestión debido al acceso libre, en cuyo caso existe disminución de la calidad ambiental, Bishop y Heberlein (1979).
- ✓ Dificultades relacionadas con el cálculo del costo del tiempo. Se debe decidir cómo interpretar el valor del tiempo dentro de la actividad recreativa y qué valor asignarle, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ Se necesita mucha información y esto demanda tiempo y dinero para su recolección y procesamiento (Burneo, 2003) situaciones que hacen prohibitivo su aplicación para países no industrializados. Aunque Gómez-Gómez (1994) ha identificado su uso en estos países.
- ✓ Es muy sensible a la selección de la forma funcional -lineal, logarítmica, semi logarítmica- porque en estas el investigador se enfrenta con una numerosa cantidad de formulas estimables y con diferentes implicaciones para cada una de ellas, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ Dificultad para la valoración de viajes con propósitos múltiples como viajes de vacaciones o paseos de recreo que involucran varias paradas en áreas diferentes con el objeto de recreación.

3.20. Valoración contingente

Es un método basado en preguntas hipotéticas a los agentes económicos - consumidores, productores, empresas- ampliamente usado para medir beneficios de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas sin precios en el mercado o el costo por sus pérdidas.

El primero que utilizó cuestionarios para estimar los beneficios de la recreación al aire libre fue Robert K. Davis (1963) en un área de bosque denso en Maine-Estados Unidos; no obstante, antes de él Ciriacy-Wantrup (1947) había sugerido el uso de métodos basados en entrevistas directas para medir el valor asociado con los recursos naturales, Mitchell y Carson (1989).

Básicamente ante la presencia de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas a valor o cambios de su calidad o cantidad se le pregunta directamente al entrevistado si ellos estarían dispuestos a pagar por el beneficio o qué cantidad de dinero estarían dispuestos a recibir por vía de compensación para tolerar sus costos de acuerdo a la situación que esté presente.

El proceso de preguntas puede ser a través de cuestionarios, entrevistas telefónicas, personales, correos ordinario y electrónico o por medio de técnicas experimentales. Para la aplicación de las técnicas experimentales a los entrevistados se les reúnen en laboratorios y se les exponen las situaciones hipotéticas bajo las cuales valoran los recursos y procesos de los ecosistemas

(Pearce y Markandya, 1989) y en muchos casos son compensados por someterse a este experimento.

Los cuestionarios están constituidos generalmente por cuatro partes:

- ✓ La presentación del entrevistador y explicación de la justificación del cuestionario.
- ✓ La exposición de las cualidades de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas a valorar; en muchos casos si no se hacen en el lugar pueden ofrecerles fotografías y hoy día hasta videos con el uso de las *tablet* o *mini laptop*.
- ✓ La pregunta directa de la disposición a pagar o disposición a aceptar con el detalle de exponer el ente responsable de la administración del dinero Fundación, ONG, Gobierno local, regional o nacional; a través de entradas, en recibos de agua o de energía, impuestos.
- ✓ Las vinculadas con la identificación del entrevistado; las características socioeconómicas.

Las encuestas son aplicadas de acuerdo al tamaño de la muestra y en función de la población involucrada con el ecosistema de interés. La decisión sobre el tamaño de la muestra debe comparar el beneficio de la mayor precisión alcanzada con muestras más grandes frente a los costos adicionales y la mayor precisión del muestreo para que sea representativo porque los costos de la aplicación del método se incrementan con la cantidad de entrevistas formuladas, Dixon *et al.* (1994).

Los que hacen política y todo aquel que desee emplear la valoración contingente deben estar enterados de las limitaciones inherentes en la estimación y en la práctica de éste; además, los investigadores que lo apliquen deben proveer muchos detalles de sus estudios para que las consideraciones de cada caso puedan ser tenidas en cuenta en la decisión sobre el recurso natural o proceso ecológico valorado económicamente, Tassman Institute (1991).

Existen diferentes tipos de preguntas para la formulación de la disposición a pagar o a aceptar en valoración contingente como las abiertas (*open end*) y las cerradas como las referéndum (*referendum questions*), dicotómica (*Dichotomous choice*), ofertas iterativas (*Iterative bidding*), tarjetas de pago (*payment cards*), subasta simple, entre otras.

Brooshire y Coursey (1987) afirman que las respuestas obtenidas van a depender de la forma como se formule la pregunta relacionada con la valoración económica del recurso natural y el proceso ecológico valorado; si es mediante la disposición a pagar o usando la disposición a aceptar; los resultados darán valores más exactos o no y de acuerdo a las características de los ecosistemas. Además, encontraron evidencia de que la disposición a pagar puede ser más exacta y más precisa que la disposición a aceptar.

Las respuestas obtenidas utilizan dos medidas del excedente del consumidor:

- ✓ La variación compensada la cual estima cuánto pago sería requerido para mantenerse en un cierto nivel inicial de satisfacción si el agente económico

fuera forzado a enfrentarse a nuevas circunstancias no favorables de la calidad o cantidad del recurso natural o proceso ecológico valorado.

- ✓ La variación equivalente, la cual mide el nivel de satisfacción o bienestar individual después del cambio y cuánto estaría dispuesto a pagar el entrevistado para evitar el retorno a la situación inicial (asumiendo que la nueva situación es preferida), o cuánto tendría que recibir en compensación para renunciar a retornar a la situación, asumiendo que la situación inicial no sea preferible, Moreno (1992).

El escenario de la máxima disposición a pagar, la forma de pago debe estar presentada de una forma completa y clara, con el relevante énfasis de recordarle al entrevistado que el tiene una restricción presupuestaria. El escenario de pago debe ser presentado y descrito convincentemente preferiblemente en un contexto de referéndum, con un contenido informativo máximo y debe evitarse la pregunta del pago de la forma abierta. Además, debe disminuir estas limitaciones informando mejor al entrevistado acerca de la alteración de los recursos naturales y procesos ecológicos valorados, y acerca de los sustitutos y alternativas disponibles, NOAA (1993).

Aplicaciones

- ✓ Ampliamente empleado para la estimación de valores de uso extractivo, no extractivo, indirecto, opción, cuasi-opción, de legado o de herencia y de existencia o altruistas; para todos.
- ✓ Propuesto inicialmente para la valoración de bienes públicos tales como el acceso a los parques, aire o agua limpia, especies en peligro o vistas panorámicas, áreas protegidas, deterioro del paisaje, pérdida de atractivo turístico, valoración de bellezas escénicas ambientales, actividades de recreo realizadas al aire libre, entre otros, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Para la estimación de la disponibilidad a pagar por la mejora de servicios sociales concretos como la provisión de agua potable, la disposición de aguas residuales o la disposición de desechos sólidos (Dixon *et al.* 1994) y de la mejora de la calidad del aire.
- ✓ De amplio uso para la valoración y la identificación de la disponibilidad a pagar de los agentes económicos para proteger o preservar beneficios muy difíciles de valorar como la diversidad biológica, la preservación de las áreas protegidas, las especies silvestres que carecen de precios de mercado. En estos casos por ser más complicado se requiere mayor habilidad del investigador que en los casos de beneficios sociales concretos de los ecosistemas, Dixon *et al.* (1994).

Ventajas

- ✓ Amplia aplicabilidad para los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas en muchas circunstancias, Pearce y Markandya (1989).
- ✓ Muy útil y quizás el único para valorar los bienes con valores indirecto, opcional, legado y cuasi-opcional, intrínseco o altruista o de existencia, Moreno (1992).
- ✓ Aplicable para la determinación de la valoración económica de los cambios de la calidad y cantidad de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, Dixon *et al.* (1994).

- ✓ Son poderosos por su versatilidad, flexibilidad y aplicabilidad para medir beneficios de la provisión o costos de su disminución o destrucción de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas; sin precio en el mercado, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ Potencialmente es capaz de medir directamente beneficios y costos ambientales para un amplio rango de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas ambientales, incluyendo a los que aún no se ofertan en el mercado, Mitchell y Carson (1989).
- ✓ Ayuda a la validación de las estimaciones de bienestar del consumidor obtenidas por el disfrute de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas por métodos de valoración económica más convencionales como el costo de viaje, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Las encuestas bien elaboradas proveen una cantidad de información con respecto a las preferencias relativas de las personas ante afectaciones de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, que permiten tomar decisiones de afectación al ambiente por parte del Estado con mayor conocimiento de su vinculación con las comunidades humanas con bienestar perturbado, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Puede ayudar a las decisiones relacionadas con políticas públicas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta las fortalezas y debilidades en la selección de la forma funcional de la regresión -lineal, logarítmica, semi-logarítmica o doblemente logarítmica- a emplearse de acuerdo a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas a valorar, Boyle y Bishop (1988).
- ✓ De amplio uso para la estimación de los beneficios por la disminución de la morbilidad y por los cambios de la disponibilidad de bellezas escénicas ambientales en áreas urbanas, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Aunque es limitada su utilidad en países no industrializados especialmente en áreas rurales, si se realiza cuidadosamente puede producir información útil para la toma de decisión en situaciones específicas, Moreno (1992).

Desventajas

- ✓ Su característica hipotética hace que investigaciones hipotéticas generen respuestas con las mismas características.
- ✓ Todos los problemas que implica trabajar con encuestas y entrevistas, Riera (1994):
 - Los sesgos del muestreo.
 - Planteamiento teórico (derecho de propiedad y disposición a pagar o a aceptar).
 - Actitud de los entrevistados (estrategia, complacencia con el promotor de la encuesta, con el entrevistador, interpretación de las medidas, restricciones presupuestarias).
 - Pistas implícitas para la valoración (importancia, ordenación o jerarquización de los bienes o servicios a valorar, tipo de pregunta abierta o cerradas en sus distintas modalidades).
 - Percepción del contexto (planteamiento inexacto del contexto, credibilidad, forma de provisión del bien, simbolismo o idealización y confundir las partes con el todo como si el bien o servicio valorado fuera todo el ecosistema).
- ✓ Son de alto grado de sofisticación y experiencia práctica. Requieren la utilización de procesamientos estadísticos sofisticados.

- ✓ En las encuestas es difícil de proveer una adecuada información al entrevistado acerca de las políticas, programas, planes o acciones para lo cual los valores están siendo elegidos y ciertamente ellos tienen que absorber y aceptar la información suministrada por el investigador como la base de sus respuestas.
- ✓ Los entrevistados pueden estar libremente expresando el ánimo público o satisfacción moral de dar y no el valor de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas valorados, Kahneman y Knetsch (1992).
- ✓ Su aplicación es muy costosa porque requiere de encuestadores en los lugares a valorar con experiencia, tiempo para el procesamiento de las encuestas, entre otros.

3.21. Método Delphi

Este método se basa en entrevistas directamente a especialistas o expertos que intentan valorar los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas. Originalmente desarrollado por Dalkey y Helmer (1963) consiste en reunir a un grupo de expertos a quienes se les pregunta individualmente el valor de varios grupos de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, Hufschmidt *et al.* (1983).

La secuencia de la aplicación del método es:

- ✓ Se interroga a cada uno en relación a los valores que le dan a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.
- ✓ Los valores asignados por los investigadores y científicos son presentados al grupo de expertos en forma de gráficos y tabulados.
- ✓ Los valores son anotados y explicados por los expertos.
- ✓ Luego cada uno de ellos individualmente ajusta sus valores para su discusión en grupo.
- ✓ Se evalúa la decisión que ha suministrado cada experto a fin de que haga una nueva estimación. De esta forma se obtiene en cada ronda un valor cada vez menos divergente, Hufschmidt *et al.* (1983).
- ✓ Idealmente cada ronda sucesiva debería conducir el valor más próximo hasta que coincidan en un valor medio, Dixon *et al.* (1994).

Se debe tener cuidado para evitar confrontaciones y no permitir que un sólo miembro del grupo, domine. Para evitar la influencia de un experto se debe proceder a las exposiciones escritas y desechar las orales. Además, hay que tener especial cuidado porque depende más de situaciones hipotéticas que de comportamientos observados en el mercado (Hufschmidt *et al.* 1983). Además, según estos investigadores el grado de exactitud dependerá de:

- ✓ La calidad del panel de expertos.
- ✓ Su habilidad para exponer los valores de la sociedad.
- ✓ La habilidad con la cual el proceso desarrollado sea llevado a cabo.

Aplicaciones

- ✓ Ampliamente empleado para la cuantificación de los valores de uso no extractivo, indirecto, opcional y altruista, intrínseco o de existencia.
- ✓ En evaluaciones del valor intrínseco del daño ambiental causado por la alteración de hábitats naturales por degradación; ejemplo, el que ocasiona la erosión y ante las pérdidas de hábitat natural por proyectos de inversión.

- ✓ Para la cuantificación de valores económicos de una serie de recursos diversos que incluyen la preservación de especies en peligro, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Para la determinación del tamaño mínimo del hábitat para la preservación de la diversidad genética, Dixon *et al.* (1994).

Ventajas

- ✓ Es una de las pocas formas de realizar estimaciones monetarias sobre ciertos efectos intangibles, el valor de opción y cuasi-opcional (Moreno, 1992) al igual que el método de valoración contingente.
- ✓ Útil en los casos en cuyos mercados de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas no existen, no están bien desarrollados, no hay mercado alternativo y no hay posibilidad de valorar los efectos ambientales mediante la utilización de técnicas de mercado o mercados sustitutos del bien o servicio del ecosistema a valorar, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Su naturaleza de no confrontación y su reinterpretación sistemática de un grupo de expertos puede ser muy útil para chequear los resultados obtenidos desde una encuesta más convencional como el método de valoración contingente, Hufschmidt *et al.* (1983).

Desventajas

- ✓ Ajustada a los límites de conocimiento de los expertos.
- ✓ Los valores obtenidos son de un grupo de la sociedad previamente elegido que representa un porcentaje muy pequeño de ella.

3.22. Transferencia de beneficios

Es un método que se fundamenta en la recopilación de información generada por estudios empíricos de valoraciones económicas sobre beneficios o costos de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas alterados por actividades antrópicas; es una extrapolación de resultados. El uso de esta técnica se ha proliferado porque las valoraciones económicas de los ecosistemas son muy costosas y requieren mucho tiempo para el procesamiento de datos, cálculos y obtención de resultados; en especial, cuando se refiere a los que no tienen precios en el mercado.

En la aplicación de este método se han utilizado resultados de los métodos de precios hedónicos, costos de viaje, captura de carbono en bosques, modelos de retención de suelo y valoración contingente, entre muchos otros; en especial en situaciones en las cuales no se requieren grandes niveles de exactitud para la valoración económica, Brookshire y Nelly (1992).

Algunos criterios para el uso de este método (Boyle y Bergstrom, 1992) son:

- ✓ Los valores de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas -sin precios en el mercado- deben ser idénticos a los que se han generado en el estudio empírico de donde se transferirán los valores.
- ✓ La población afectada por la alteración de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas debe tener las mismas características a la del ecosistema involucrado en el estudio.

Sugerencias para el uso futuro de este método (Brookshire y Nelly, 1992) son:

- ✓ Continuar desarrollando teorías sobre los métodos de valoración de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas que permitan su relación con el comportamiento del consumidor.
- ✓ Desarrollar criterios que permitan la estandarización de la descripción de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas que se valoran; tales como, detalles de sus características y de su ubicación geográfica.
- ✓ Seguir usando meta análisis, extrapolación de datos generados de otros estudios en ecosistemas similares y con poblaciones muy parecidas.
- ✓ Desarrollar un protocolo para la aplicación de este método.

Aplicaciones

- ✓ Es aplicable a todos los componentes del valor económico social o total; es decir, se puede obtener el valor de uso –extractivo y no extractivo-, indirecto, opcional, legado, cuasi-opcional y el valor de existencia, intrínseco o altruista. Este método puede valorar todos los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.
- ✓ En procedimientos legales y análisis de políticas del gobierno cuando no hay suficiente tiempo o dinero como para generar datos primarios específicos del caso de estudio.
- ✓ Para valorar actividades de esparcimiento en áreas recreativas al aire libre vinculadas con bosques y con el recurso agua, Walsh, Johnson y McKean (1992).
- ✓ En Estados Unidos lo emplea el *U.S. Forest Services* (1987) el cual desarrolló el *Resource Planning Act* para la obtención de valores de bosques nacionales en procesos de planificación a largo plazo y para mostrar los requisitos del *Nacional Forest Management Act*, Boyle y Bergstrom (1992).
- ✓ Quizás la más famosa de las aplicaciones de este método fue la efectuada por Costanza *et al.* (1997) al estimar el valor económico de 17 servicios de ecosistemas para 16 biomas en cuyo caso utilizaron estudios publicados además de proceder a la realización de algunos cálculos propios.

Ventajas

- ✓ Puede emplearse para obtener todos los componentes del valor económico total.
- ✓ La generación de información primaria es muy costosa por lo tanto aplicar este método es más económico y práctico.
- ✓ Reduce enormemente el tiempo para la generación de los resultados del análisis económico requerido.

Desventajas

- ✓ Cuando se aplican a situaciones muy distintas de la original puede subvalorar o sobre valorar los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas cuyos valores económicos se desean conocer.
- ✓ Alto riesgo de utilización de datos sin el cumplimiento de los criterios anteriormente identificados. Lo que trae como consecuencia las

transferencias de otros sesgos a parte de los sesgos incurridos en las estimaciones originarias, Brookshire y Nelly (1992).

- ✓ Gran dificultad para disponer de información ajustada a los supuestos preestablecidos en los criterios para la aplicación del método.

3.23. Análisis beneficio-costo

Fue desarrollado en Estados Unidos en respuesta a los requerimientos impuestos en 1936 sobre los proyectos relacionados con el recurso agua por el Gobierno Federal (*US Flood Control Act 1936*) luego fue mejorado con aportes de algunos economistas. Se ha aplicado en otros países y en otros campos como autopistas, planificación urbana y manejo de calidad ambiental, control de contaminación y salud entre otras, Hufschmidt *et al.* (1983).

Se fundamenta en la economía tradicional y particularmente en la economía del bienestar y en la microeconomía. Emplea la valoración de los recursos y procesos ecológicos que caracterizan muchos ecosistemas y sus efectos en la calidad ambiental para así proceder a la mejora de la eficiencia económica de la asignación de los recursos naturales, Hufschmidt *et al.* (1983).

Los beneficios o ganancias son los valores de usufructuar los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, hechos posibles por el aprovechamiento o las afectaciones al ambiente favorables para aumentar la calidad de vida de la sociedad o bienestar social. Los costos o pérdidas que ocasionan alteraciones a los ecosistemas pueden ser valorados mediante el deterioro o agotamiento de sus recursos y procesos ecológicos que afectan el bienestar de la sociedad desfavorablemente, Hufschmidt *et al.* (1983), Pearce y Markandya (1989).

De acuerdo a Pearce y Markandya (1989) este análisis tiene dos características fundamentales junto con otras reglas de decisión que le dan fuerza al análisis y la toma de decisión:

- ✓ La lista de los pro y de los contra de las acciones de la actividad susceptible de degradar el ambiente es considerada como lo fundamental y quizás es el aspecto más importante de la toma de decisión.
- ✓ El enlace con la primera característica; es decir, la relación entre los pro y los contra versus las prioridades de las decisiones ajustadas a los supuestos de los análisis que se estén desarrollando.
- ✓ La decisión es una prioridad que expresa la mejor función de bienestar de la sociedad. Así por ejemplo si la meta en la toma de decisiones es en función de elegir un proyecto de afectación al ambiente que exprese el mayor beneficio para el bienestar de la sociedad; entonces, para contribuir a alcanzarlo se debe disminuir sus costos ambientales, Pearce y Markandya (1989).

La regla básica del análisis beneficio-costo es que se decide realizar la alteración de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, si se cumple lo siguiente:

$$BS = (B-C) > 0$$

Donde:

BS = Beneficio social

B = Sumatoria de todos los beneficios del proyecto incluyendo los ambientales.

C = Sumatoria de todos los costos del proyecto incluyendo los ambientales

Hufschmidt *et al.* (1983) identifican que para la aplicación del análisis beneficio-costo se debe estar en cuenta de dos limitaciones relevantes:

- ✓ La valoración económica de las actividades de desarrollo serán confiables dependiendo del conocimiento que se tenga de las características físicas, químicas y biológicas del ecosistema porque la valoración económica es el último paso del análisis.
- ✓ La disponibilidad conceptual de las técnicas y los métodos empíricos para la valoración monetaria de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas son plenamente imperfectos; es decir, no suministran todos los valores de los ecosistemas.

Para su aplicación se deben conocer los niveles de ingreso de los miembros de la sociedad, tipos de economía, nivel de desarrollo, características del sistema natural, problemas de la calidad ambiental y los mercados predominantes en el área de estudio, Hufschmidt *et al.* (1983).

El análisis beneficio costo permite disponer de criterios para la elección o rechazo de una afectación ambiental ante el interés de ejecutar un proyecto; elegir entre múltiples alternativas para su ejecución y toma en cuenta como hacer la inversión en función del bienestar de la sociedad.

Aplicaciones

- ✓ Hoy en día su mayor aplicación es en la valoración de las alteraciones de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas de proyectos del sector público.
- ✓ Estimación del beneficio social neto de una inversión privada y es una guía para la formulación de políticas públicas que requieren un compromiso de asignaciones de recursos eficientes dentro del sector privado.
- ✓ Valoración de los daños y las reservas de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas en programas para la mejora de la calidad de aire, agua, plantaciones forestales, entre otros, Hufschmidt *et al.* (1983).

Ventajas

- ✓ Emplea o maneja todos los métodos de valoración económica de recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas que le sean de utilidad para representar cuantitativamente los componentes de su valor económico total.
- ✓ Puede tener en cuenta el valor económico total porque hace un balance de los beneficios y los costos de la alteración de ellos.
- ✓ Es un método sistemático para la identificación y cuantificación de los beneficios y costos económicos de las alteraciones ambientales ante la ejecución de algún proyecto de inversión, programa o política; locales,

regionales, nacionales, bilaterales e internacionales que implique alteraciones a los ecosistemas.

- ✓ Es una buena guía para la asignación eficiente de los recursos que siempre son limitados para todos los países del mundo.

Desventajas

- ✓ Este análisis se basa en un enfoque de valor de uso, a pesar que el verdadero valor de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas es el intrínseco o existencia, Burneo (2003).
- ✓ Evalúa cambios discretos o pequeños de la cantidad de recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas, aun cuando éste sea extremadamente alto y se esté contribuyendo a aumentar el riesgo de una pérdida total de todos ellos, Burneo (2003).
- ✓ Su eficiencia esta condicionada a la disponibilidad de información que exista, las características del ecosistema de interés y su interrelación con la medida de los beneficios y costos ocasionados.
- ✓ No se recomienda para ecosistemas con comportamientos complejos, para impactos ambientales acumulados y para los espacialmente difusos, Hufschmidt *et al.* (1983).
- ✓ La dificultad en la elección de la tasa de descuento para el análisis, cómo elegir la tasa más apropiada para lograr objetivos de sustentabilidad de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas valorados.

3.24. Análisis costo efectividad, eficaz o eficacia

Mide indirectamente el valor o el beneficio ambiental de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas; analiza y cuantifica los costos de las alternativas de afectación ambiental que se desee realizar (Dixon *et al.* 1994). Ha sido considerado una variante del análisis beneficio-costos, Pearce y Markandya (1989).

El método involucra una serie de metas y analiza diferentes medios de alcanzarlas con este objetivo estudia cuántos fondos disponibles pueden asignarle de manera que ellos sean utilizados eficientemente, cuánto dinero adicional sería necesario para alcanzar una mejor meta ambiental de la manera menos costosa, Moreno (1992). En situaciones cuando el beneficio de alcanzar cierto objetivo de política no puede ser valorado pero se considera importante su realización se usa este análisis y se enfoca en lograr el objetivo mediante el mínimo costo ambiental.

Se basa en dos supuestos:

- ✓ Si se va a escoger una opción de mínimo costo ambiental es porque existe certeza acerca de que los beneficios superan claramente los costos ambientales.
- ✓ Los beneficios generados por cada opción a seleccionar son iguales.

Algunos pasos a seguir para proceder al análisis de costo-efectividad:

- ✓ Definición del objetivo mediante el empleo de la técnica de optimización que pueda manejar objetivos múltiples, como la programación lineal a fin de que ayude al establecimiento de los estándares, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Realización de varios exámenes sobre distintas formas para lograr el objetivo como el análisis de capital, los costos operativos de diferentes

tecnologías que permiten el control de la contaminación y el manejo de variables que estén sujetas a cambios.

- ✓ Evaluación del efecto del método más costo-eficaz de control sobre el retorno financiero y económico de la afectación a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.
- ✓ Investigación de la existencia o no de algún arreglo alternativo que pueda minimizar el daño ambiental mientras se permite la afectación al ambiente y sus recursos.

Aplicaciones

- ✓ Para la determinación de un nivel predeterminado de calidad de agua para lo cual se selecciona la alternativa –política, plan, proyecto o actividad- que minimice los costos de realizar tal acción y cumpla con los objetivos para los cuales la afectación al ambiente es necesaria, Burneo (2003).
- ✓ Es apropiado para los programas sociales dedicados a la salud y a la población; así como, para el análisis de alteraciones a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.
- ✓ Muy recomendado para asegurar el uso racional de los recursos limitados, Pearce y Markandya (1989).
- ✓ Puede utilizarse para evaluar las ventajas versus desventajas entre beneficios percibidos pero no mensurables de una acción y los costos de las diferentes alternativas para ejecutar dicha acción. Permite evaluar los costos relativos de escenarios alternativas para lograr un objetivo ambiental preestablecido.

Ventajas

- ✓ Utiliza información del mercado.
- ✓ Este análisis puede manejar objetivos múltiples, como la programación lineal y pueden ser utilizadas para ayudar a establecer estándares ambientales, Dixon *et al.* (1994).
- ✓ Es útil para todos los proyectos cuyos beneficios son difíciles de medir en términos monetarios.

Desventajas

- ✓ Debe ser aplicado cuidadosamente, el apego rígido a un estándar demasiado estricto o inapropiado puede significar un excesivo costo en el control o incluso en la cancelación de la afectación.

3.25. Análisis multicriterio

El análisis multicriterio o programación multiobjetivo es muy recomendado cuando los beneficios del plan, programa, proyecto o decisión que implique la afectación de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas estén constituidos por varios beneficios y cada uno se encuentre expresado en unidades de medidas diferentes, Pearce y Markandya (1989).

Para lograr la cuantificación económica de una situación como esta se requiere proceder a determinar un factor de peso para cada resultado. Por ejemplo, si la propuesta del plan, programa, proyecto o actividad genera beneficios tanto por la reducción de los problemas de salud de la población así como la ganancia de

belleza escénica y beneficios por el ahorro del tiempo; entonces la afectación a la salud es más importante y a esta se le asignará un mayor peso, Pearce y Markandya (1989).

$$B = sS + bBE + tT$$

Donde:

B = Beneficios ambientales y no ambientales del plan, programa, proyecto o actividad que afecta los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas y a la sociedad.

s, b y t = Coeficientes o factores de precio que expresan su nivel de importancia para cada uno de los objetivos expresados que pueden ser suministrados por expertos obtenidos por medio de entrevistas a los individuos o por los que toman decisiones en la gestión de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.

S = Beneficios a la salud de la sociedad.

BE = Beneficios de la belleza escénica.

T = Beneficios por ahorros en el tiempo de viaje.

Aplicaciones

- ✓ Para casos como los expresados en el análisis beneficio-costos y los del análisis costo-efectividad.

Ventajas

- ✓ Utiliza información del mercado.

Desventajas

- ✓ Este análisis es un proceso complejo por sus características implícitas como lo es la selección del coeficiente de valor empleado como multiplicador de cada uno de los beneficios identificados.

3.26. Análisis beneficio riesgo

El análisis beneficio riesgo (ABR) Este análisis al igual que el de multicriterio surge del análisis beneficio costo pero en el contexto de eventos de riesgos. El ABR toma en cuenta la probabilidad de ocurrencia del evento que podría causar la pérdida de la salud de los miembros de la sociedad y de la cantidad o calidad de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, Pearce y Markandya (1989).

Aplicaciones

- ✓ Igual que las presentadas para el análisis beneficio-costos pero aplicados para obtener un estimado del riesgos de ocurrencias de las alteraciones a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.
- ✓ Para evaluar decisiones de afectación al ambiente que involucren eventos de riesgo por ejemplo las emisiones químicas de planta nuclear que pueden aumentar el riesgo para los pobladores y daños a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas (Pearce y Markandya, 1989) así como la instalación de un gasoducto en un manglar.

- ✓ Evaluar el uso de plaguicidas en áreas de producción de hortalizas con alto uso de plaguicidas como en el valle de Quibor, estado Lara y la Colonia Tovar, estado Aragua.

Ventajas

- ✓ Puede medir todos los riesgos de ocurrencia de costos y beneficios de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, aunque este cálculo no se pueda realizar automáticamente (Pearce y Markandya, 1989) porque previamente debe calcularse el riesgo.

Desventajas

- ✓ Las consideraciones asumidas para los cálculos de los factores indefinidos que no son cuantificables (Pearce y Markandya, 1989), como la presencia de incertidumbre.

3.27. Análisis de decisión

Analiza paso por paso las consecuencias de las decisiones bajo incertidumbre de las afectaciones de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, Pearce y Markandya (1989).

Aplicaciones

- ✓ Igual que las presentadas para el análisis beneficio-costos.

Ventajas

- ✓ Reconoce explícitamente las incertidumbres. Identifica y asigna varios objetivos a ser usados en el análisis explícitamente seleccionado.

Desventajas

- ✓ Los objetivos de las decisiones generalmente no están claros y los mecanismos para asignar los pesos tampoco lo están.

3.28. Valoración de impactos ambientales

Permite detallar las categorías de los efectos de cada acción, los adversos, las alternativas requeridas para el balance de los beneficios, costos económicos y ambientales, Pearce y Markandya (1989).

A partir de la identificación de los efectos causados a los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas y con habilidad para monitorear y numerar todas las acciones que les generan beneficios, Pearce y Markandya (1989). En el acápite 2.2, 2.2, 2.3 y 2.4 de este Manual, se expusieron algunas de sus características de interés; en relación a su marco legal y a su cuantificación física; sin embargo, lo que expresa este apartado es específicamente la valoración monetaria de las mermas en calidad y cantidad de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas.

El alcance de la valoración de los impactos está plegado del uso de muchas técnicas y métodos para poder lograr la cuantificación de los impactos; por ello se parece a los otros análisis.

Aplicaciones

- ✓ Igual que las presentadas para el análisis beneficio-costos.

Ventajas

- ✓ Permite la identificación y cuantificación aproximada de las alteraciones de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas *ex ante* del proyecto de tal manera que les facilita a los tomadores de decisión asumir medidas preventivas, mitigantes y correctivas para evitar la generación de grandes conflictos ambientales y con las comunidades involucradas.

Desventajas

- ✓ Dificultad para integrar el análisis de las descripciones de los efectos de las mediciones de intangibles en términos monetarios de los beneficios y costos, porque no está claro el criterio que permita el uso de las informaciones para la toma de decisiones, Pearce y Markandya (1989).

3.29. Contabilidad de recursos naturales

El análisis contabilidad de recursos naturales es considerado como el enfoque contable más tradicional del ingreso nacional y ha sido ampliamente utilizado por algunos países para indicar las condiciones económicas generales. Toma en cuenta la existencia de activos ambientales, su tasa de uso y sus cambios a lo largo del tiempo dentro del cual la valoración de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas son de mucha importancia, Dixon *et al.* (1994).

Ha sido reconocida como la contabilidad “verde” o cuentas “satélites”; son las cuentas que contabilizan los recursos naturales comprometidos en la producción y que sin ser parte del Sistema de Cuentas Nacionales de un país brindan información sobre la depreciación⁵⁷ –apreciación- de estos recursos durante un momento determinado; además, la información producida es un complemento de este Sistema, GTZ/IICA (1995).

Estas cuentas tiene una serie de temas involucrados porque se debe hacer ajustes en los cambios en existencia de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas y sus valores; además, del cómo manejar los gastos para el control y de los daños ambientales. El objetivo de estas cuentas es aportar conocimientos suficientemente detallados a los gastos de protección o reparación efectuados así como por los daños causados al ambiente y de los impactos macroeconómicos sobre éste, Claude (1997).

Se ha reestimado el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de algunas naciones tomado en cuenta el uso insostenible de sus recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas observándose decrecimientos del PIB. La información global que entrega el enfoque de estas cuentas; por ejemplo, sobre el agotamiento de los recursos naturales o sobre la degradación del ambiente permite producir un nuevo indicador para la nación a partir del PIB conocido como el Producto Interno Ecológico (PIE), Claude (1997).

⁵⁷ Depreciación de los recursos naturales: se refiere a la descapitalización que ocurre por el consumo o el agotamiento de los recursos naturales cuando se utilizan o son explotados más allá de su capacidad de recuperación (CCT, 1992) citado por GTZ/IICA (1995).

No existe un acuerdo general de cómo hacerlo. No obstante, se han desarrollado dos enfoques básicos considerados como contabilidad satélite porque están separadas del núcleo del Sistema de Cuentas Nacionales. Estas son las cuentas de recursos o las ambientales y las integrales, Dixon *et al.* (1994).

Las cuentas satélites consisten en un cuadro evolutivo y funcional que reúne información sobre un área de preocupación económica o social, son de origen francés y fueron elaboradas para responder a la incapacidad del cuadro de la contabilidad nacional para dar cuenta de las actividades no mercantiles, Claude (1997).

Las cuentas satélites del ambiente es el enfoque adoptado y recomendado por la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas al igual que para el Banco Mundial para la introducción del ambiente al Sistema de las Cuentas Nacionales, Claude (1997).

Los objetivos de las cuentas satélites (Claude, 1997) son:

- ✓ Separar, identificar y elaborar en las cuentas nacionales tradicionales el total de flujo y de stocks relacionados con los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas. Para permitir el conocimiento del gasto destinado a la protección o mejoramiento del ambiente. A su vez, la estimación de los costos en que incurre la sociedad para protegerse de los daños ambientales originados en la actividad económica, conocidos como gastos preventivos.
- ✓ Hacer el enlace entre las cuentas de los recursos físicos -hasta las reservas- las cuentas monetarias de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas y las hojas de balance de las cuentas nacionales. Facilitar el análisis beneficio costo ambiental
- ✓ El Sistema de Contabilidad Económica y Ambiental Integrada (SEEA) aplica el concepto de costo al agotamiento y la degradación de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas; es decir, de los activos ambientales como un costo adicional dentro del análisis de las cuentas nacionales.
- ✓ Elaborar y medir indicadores de producto e ingreso ambientalmente ajustados. Con la aplicación tanto del concepto de capital como el de la depreciación se elaboran indicadores macroeconómicos que incorporen los cambios en el ambiente del Producto Interno Neto (PIN) ajustado ambientalmente.
- ✓ Generar un instrumento de contabilidad que sea funcional al objetivo de mantener constante la riqueza tangible de un país gracias al conocimiento que permite su medición. Además, las cuentas integrales están referidas a la sumatoria del PTB más el PIE.

Aplicaciones

- ✓ Para la determinación del crecimiento económico de localidades, regiones y naciones a fin de conocer el crecimiento económico más efectivo porque toma en cuenta los agotamientos verdaderos de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.

- ✓ Cuentas de agua, España (Naredo y Gascó, 1995) citado por Pérez y San Martín (2002).

Ventajas

- ✓ Emplea una combinación de métodos, técnicas y análisis para reportar todos los componentes del valor económico total.
- ✓ Permite conocer el crecimiento real del PIB de las naciones para evitar el crecimiento basado en la extracción no sostenible de recursos naturales, evitando dar una imagen falsa de la economía de la nación y de sus tasas de crecimiento.
- ✓ Tiene en cuenta los gastos generados sobre la salud y la productividad de la contaminación, distintos a los provenientes de costos de tratamiento médico o gastos para mitigar un impacto o tomar medidas preventivas.

Desventajas

- ✓ Es un análisis muy sensible tanto para el año base elegido como para el tratamiento de minerales y reservas de petróleo, en especial el efecto de nuevos descubrimientos.
- ✓ Presenta problemas en la medición de las existencias y flujos de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas.
- ✓ Problemas para el manejo de los gastos de control de contaminación y la medición de los daños ambientales, a menudo provenientes de la contaminación; porque son gastos improductivos.

3.30. Huella ecológica

La huella o deuda ecológica además, de ser un indicador –expresado en hectáreas de superficie- de consumo de recursos naturales de la población de un territorio a superficie de la naturaleza; relaciona todos los impactos ambientales producidos por una organización o entidad; es una herramienta de cálculo diseñada que permite integrar tanto el estado de ecoeficiencia, la huella social como la huella cultural. Doménech (2007) expone varios aspectos conceptuales y conocimientos que se expresaran a continuación. Para el cálculo de consumo de recursos se utilizan seis categorías de variables, referidas a hectáreas de:

- ✓ Cultivos.
- ✓ Destinada a pastos para alimentos de ganado.
- ✓ Mar destinada para productos pesqueros.
- ✓ Plantaciones de bosque para la obtención de productos de madera y papel.
- ✓ Tierras ocupadas por urbanismos, carreteras, minas a cielo abierto u otros usos.
- ✓ Bosque, océano u otros sumideros, destinados a absorber el CO₂, que producen la fabricación y la obtención de todas clases de productos materiales o servicios; incluida la destrucción o reciclaje de otros desechos.

La huella ecológica transforma todo lo que se consume de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo –cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO₂ ofrece una idea mas clara y precisa del impactos de todas las

actividades que se realicen con afectación a los recursos naturales y sus procesos ecológicos de los ecosistemas naturales.

Es la medida mínima de un impacto porque deja afuera algunos y hoy día sigue avanzando la investigación para incorporar la mayor cantidad de ellos; quizás esto es lo que la ha convertido en que algunos investigadores afirmen que es un indicador excelente para la globalización sostenible.

Aplicaciones

- ✓ En el cálculo de la huella ecológica del mundo, Navarra-España, Chile.
- ✓ Huella social y cultural de la Autoridad Portuaria de Gijón-España.
- ✓ Huella cultural ajustada de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- ✓ Huella ecológica asociada al consumo de materiales arancelarios de España, materiales de construcción, materiales amortizables, servicios – de oficinas, médicos, de restaurantes, sociales, de mantenimiento; teléfonos, hoteles, formación, correo, desechos, transporte-; residuos sólidos, emisiones a la atmósfera y los vertidos, recursos agrícolas – productos de la agroindustria, productos agrícolas vegetal y bosque como productor de agua, del uso del suelo y la de emisiones de CO₂, entre otras.

Ventajas

- ✓ Permite integrar todos los indicadores ambientales de presión⁵⁸, en un único número.
- ✓ Posibilita la integración de resto de indicadores, aún no incorporados.
- ✓ Integra los tres tipos de indicadores ambientales (de presión, de estado⁵⁹ y de respuesta⁶⁰).
- ✓ Ofrece de resultado un número con claro significado y de fácil interpretación –número de hectáreas (ha)-.
- ✓ El resultado se puede convertir en CO₂ (huella ecológica de CO₂).
- ✓ Aplicable a todo tipo de escala: países, ciudades, regiones, empresas, actividades, individuos, entre otros. Es comparable entre escalas.
- ✓ Aplicable a productos: ecoetiquetados.
- ✓ Facilita el Efecto Dominó en las cadenas de producción de interés ecológica; induciendo a la sociedad a exigir productos con la menor huella ecológica posible.

⁵⁸ Indicadores ambientales de presión: son demandas que ejercen los individuos y las sociedades sobre la calidad y cantidad de los ecosistemas, sus procesos ecológicos y sus recursos naturales para llevar a cabo sus funciones biológicas fundamentales y las de producción económica que les permitan satisfacer sus necesidades básicas o no.

⁵⁹ Indicadores ambientales de estado: son indicadores que expresan la calidad y cantidad de los ecosistemas, sus procesos ecológicos y sus recursos naturales de una localidad, región, país, etc.

⁶⁰ Indicadores ambientales de respuesta: son los indicadores que expresan la cantidad de políticas ambientales, económicas y sectoriales en la búsqueda de disminuir o eliminar las presiones sobre los ecosistemas y sus recursos naturales.

Desventajas

- ✓ La gran cantidad de información que se requiere a fin de calcular la capacidad de carga; muy difícil obtener y en especial en los países no industrializados.
- ✓ El dinero y el tiempo que se requiere para recopilar, ordenar y realizar las estimaciones.

4. Sector agrícola

El sector agrícola está caracterizado por una variedad de actividades antrópicas productivas que implican interacciones con el ambiente lo cual genera una serie de efectos ambientales a los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas que va desde la contaminación agroindustrial hasta las consecuencias ambientales del manejo debido e indebido de cuencas hidrográficas y sus ecosistemas naturales por actividades agrícolas vegetal, pecuaria, forestal y pesquera, GTZ/IICA (1995).

La producción sostenible del sector agrícola depende de que los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas se manejen con enfoques de preservar su potencial productivo. En lo agrícola vegetal, animal y forestal está plasmado fundamentalmente en la actividad biológica del suelo, el equilibrio de plantas, animales, insectos y microorganismos (diversidad biológica); calidad del agua y la atmósfera porque estos son afectados por éstas y el manejo de recursos, GTZ/IICA (1995).

En la actividad pesquera -fluviales, lacustres, mares y océanos- está mas relacionada con la construcción de obras para el aprovechamiento de especies exóticas o locales y aprovechamiento de aguas subterránea o superficial y uso de alimentos concentrados y antibióticos en los cuerpos de agua continentales – fluvial y lacustres- y en el mar, marinos-costeros y océano con la capacidad tecnológica para la extracción de especies; y con mayores afectaciones a los ecosistemas acuáticos y a la diversidad biológica.

4.1. Actividades agrícolas

La actividad agrícola tiene como objetivo lograr el máximo rendimiento de las tierras y de los cuerpos de agua en la búsqueda de la mejora de la calidad de los productos, lo cual requiere un uso adecuado de paquetes tecnológicos, como la mecanización de las tareas agrícolas, la utilización de embarcaciones con mayor capacidad de captura, la relación entre la tasa de extracción y de crecimiento – especies naturales-, uso racional de alimentos y antibióticos en la acuicultura, el uso racional de fertilizantes, agroquímicos, de nuevas variedades, selección de buenas semillas, empleo adecuado y ecológico de los sistemas de control y represión de las plagas; en síntesis, en el uso eficiente o administración de recursos ecológicos, físicos, humanos y técnicos.

Estas actividades deben enfocarse hacia el mayor rendimiento económico de la extracción y explotación, en beneficio de un mejor nivel de vida de los pescadores, forestales, agricultores y sus familias para el mayor desarrollo del país, Clavijo (1983) citado por Quintero y Molina, (2006); ya que estos procesos no se pueden dar naturalmente. Además, se consideran otras actividades agrícolas con demanda de recursos naturales como la acuicultura, agroindustria, hidroponía, silvicultura, apicultura, cacería, turismo rural porque compiten por los mismos recursos aunque demandan otros paquetes tecnológicos.

Los avances tecnológicos generan alteraciones al patrimonio ecológico (manglares, bosques, océanos, mar, río, entre otros), por la extracción de nutrientes o de especies el control de plagas, enfermedades de los cultivos y del

ganado; así como el suministro de nutrientes al suelo. Esto ha conducido al uso de plaguicidas y fertilizantes y constituyen unos de los pilares de las actividades agrícolas en los últimos 50 años, reconocida como la Revolución Verde. Además, previamente al desarrollo de las áreas cultivadas se requiere de la apertura de vías de penetración rural y de obras hidráulicas para la dotación de agua de riego y de consumo humano, Sandia *et al.* (S/F).

Las actividades acuícolas demandan gran cantidad de alimentos y medicamentos que generan la contaminación de los cuerpos de agua natural; y el aprovechamiento forestal y de la pesca deterioran la calidad de los ecosistemas porque la cosecha es mayor que la capacidad de reposición o de crecimiento de estas poblaciones; haciéndolas insostenibles.

4.2. Características de las actividades agrícolas

Sandia *et al.* (S/F) identificó varias características de las actividades agrícolas y las ordenó en implícitas, ambientales y socioculturales; y en detalle son:

a. Implícitas

- √ Es una actividad socioeconómica básica; por ser la garantía de la supervivencia humana, de ella depende la generación de productos animales y vegetales que en calidad de alimentos o como materias primas, son indispensables para la existencia individual y colectiva de los seres humanos.
- √ Tiene grandes posibilidades de armonizar los objetivos de bienestar de la sociedad a través de la explotación racional de los recursos naturales sin riesgo de su deterioro o pérdida.
- √ Es una actividad que se lleva a cabo en todos los países del mundo.

b. Ambientales

- √ Los avances en las ciencias ambientales y el aumento en el interés de la sociedad por los aspectos relacionados con la contaminación han entrado a cuestionar la sustentabilidad ambiental de las actividades agrícolas.
- √ Según el IICA (1994) en su informe sobre la Agricultura Interamericana (1992-1993) expresa que los patrones de la agricultura en las últimas décadas alteran sensiblemente el equilibrio de los ecosistemas y las posibilidades de un desarrollo sustentable.
- √ Es una de las actividades económicas que requiere en mayor medida del ambiente (al igual que la minería) y de las condiciones de calidad, naturalidad, fragilidad o vulnerabilidad, singularidad y diversidad con que se presentan sus recursos y procesos ecológicos.
- √ Los cambios o transformaciones negativas –impactos y daños ambientales– que recibe el ambiente pueden tener repercusiones importantes en el desarrollo de las actividades agrícolas, como por ejemplo: disminución de la producción, pérdida de nutrientes naturales del suelo, aparición de plagas y enfermedades en cultivos y ganado, disminución de la disponibilidad de agua y todo esto con incidencia en los costos de producción.
- √ Al mismo tiempo pueden amenazar de manera inmediata y fatal a la salud de las poblaciones humanas rurales y trabajadores agrícolas; constituyendo riesgos agrícolas a la ecología y a la salud humana, GTZ/IICA (1995).
- √ Los efectos de los diversos manejos de los recursos se sentirán adentro y afuera de los linderos de las unidades de producción; primero afecta a la

explotación y luego a terceros; a diferencia de muchas industrias cuyos efectos ambientales son externos al proceso, GTZ/IICA (1995).

√ Utiliza contaminantes orgánicos persistentes (COP)⁶¹ Gil (2006).

c. Sociocultural

√ Constituye una alternativa de desarrollo especialmente en aquellos países más pobres.

√ Tiene un esquema de desarrollo orientado fundamentalmente por el enfoque productivista.

√ Es intensa y posee niveles de eficiencia altos tanto productivos como económicos.

√ Los países latinoamericanos no disponen de un modelo de producción con cantidades suficientes de productos agrícolas, de alta calidad y que a su vez, les brinden y garanticen niveles de rentabilidad satisfactorios, condiciones de vida adecuadas, alto desarrollo sociocultural y alteraciones mínimas al patrimonio natural, ambiental o ecológico.

4.3. Criterios para el análisis de las actividades agrícolas

El análisis de las actividades agrícolas debería efectuarse de acuerdo a algunos criterios que le permita al técnico que la analiza visualizar objetivamente sus interrelaciones con los recursos naturales, los procesos ecológicos de los ecosistemas y con los otros entes y actividades de la sociedad; estos podrían ser:

a. Derechos de propiedad del espacio de locación del proyecto o actividad agrícola.

b. Cuenca hidrográfica y ecosistemas donde se desarrollará la actividad.

c. Rubros y líneas de producción, por ejemplo puede ser el rubro ganadería vacuna y la línea de producción ceba o leche; maíz semilla, consumo directo, agroindustria para harina precocida o alimentos de animales; ictícola aprovechamiento del agua superficial o subterránea, preparación de las lagunas o estanques, entre otras.

d. Fases de la producción de la actividad: podría ser deforestación, tala y quema de ecosistemas; nivelado del terreno, preparación de terreno rastra, arado, siembra, mantenimiento (aplicación de riego, agroquímicos), cosecha, almacenaje, comercialización, transporte, venta si se está referida a la agrícola vegetal y pecuaria; de la ictícola serían otras como la preparación de estanques, sistema de llenado y limpieza de estos, entre otras; es decir, ajustada al rubro en particular.

e. Factores productivos referidos a todos los insumos requeridos para la fundación o producción del rubro agrícola de interés.

f. Mercados potenciales.

g. Además, GTZ/IICA (1995) sugieren los siguientes criterios a incluir: exigencias agroecológicas del rubro y riego; otras de acuerdo a las especificaciones particulares del proyecto o la actividad.

⁶¹ Los COP son compuestos químicos muy tóxicos, que no se degradan fácilmente porque su estructura química es muy estable, esto los hace perdurables y persistentes a través del tiempo. Pueden pasar décadas e incluso volverse obsoletos y aún mantener su toxicidad. Contienen carbono en su estructura molecular, por eso son orgánicos. Son producidos por el hombre, no se encuentran en forma natural. No son solubles en el agua sino en grasas (liposolubles). Por eso se acumulan en los tejidos grasos de los organismos, y no se eliminan por los sistemas excretores que utilizan el agua como vehículo. Esta característica los hace bioacumulables y se biomagnifican a través de la cadena alimenticia. Viajan grandes distancias a través del agua, el aire y a través de los animales migratorios, contaminando todo a su paso. Estos incluyen a plaguicidas organoclorados (aldrin, dieldrin, endrin, clordano, DDT, heptacloro, mirex y toxafeno), los bifenilos policlorados (PCB) y las dioxinas y furanos.

4.4. Efectos ambientales de actividades agrícolas

Los efectos ambientales de las actividades agrícolas se producen de diversas maneras; así como una sola vez o de forma continua, múltiple; y pueden manifestarse de forma rápida, dramática, con lentitud y perseverante, GTZ/IICA (1995); y afectan uno o varios recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas. Estos efectos se han agrupado en ocho variables:

- a. Clima.
- b. Aire.
- c. Suelo.
- d. Hidrografía y agua.
- e. Diversidad biológica (ecosistemas, especies -fauna y flora-, genes).
- f. Paisaje.
- g. Salud.
- h. Sociocultural; para esta variable sólo se le identificarán algunos de los efectos.

En la Figura 5 se muestra un esquema genérico de las actividades agrícolas vegetal bajo riego y; a continuación una reseña de sus características y la identificación de algunos efectos ambientales en cada uno de las variables identificadas.

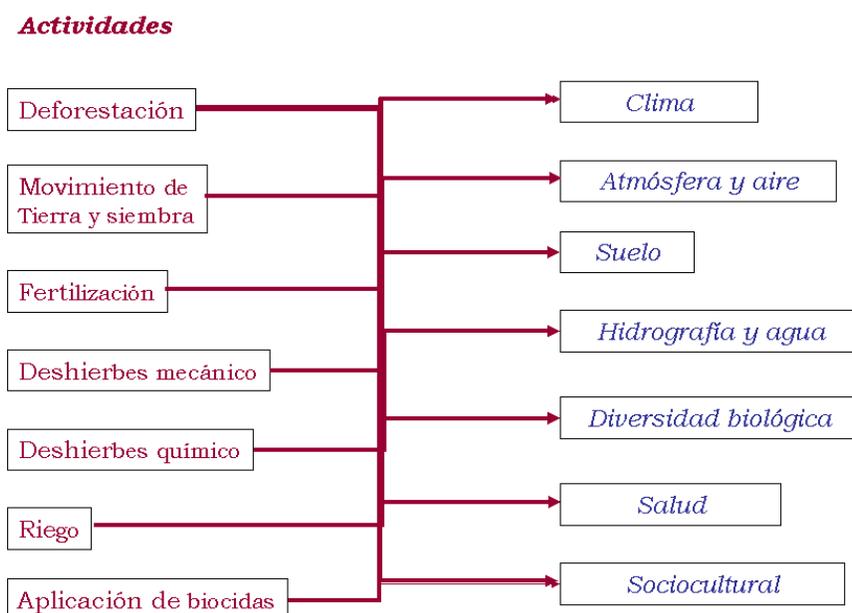


Figura 5. Relación entre actividades agrícolas vegetal y el ambiente

4.5. Clima

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que se registran a lo largo de un estándar de 30 años en una zona dada⁶². Las variables de interés para

⁶² Sin embargo, se han identificado períodos óptimos de acuerdo a las características geográficas del área de interés; así se tiene para zonas de montaña se debe disponer de información para temperatura de 25 y para la precipitación 50 años; si es para llanuras 15 para la temperatura y 40 para la precipitación; para costas 15 para la temperatura y 40 para la precipitación y para las islas 10 para la temperatura y 25 para las precipitaciones

proyectos de cultivos, acuícolas o forestales (repoblaciones o viveros forestales), para la caracterización del área de estudio son: la temperatura, las precipitaciones, evapotranspiración, el viento, entre otras. Aunque hay que recordar que las repoblaciones de especies cinegéticas, granjas, entre otras se supeditan al clima existente, Garmendia *et al.* (2006).

Causas y efectos ambientales al clima por actividades agrícolas

- a. La eliminación de la cobertura vegetal y el uso de maquinarias pesadas en actividades agrícolas contribuyen con el calentamiento atmosférico porque añaden carbono a la atmósfera a través del uso de combustible fósil como la gasolina y el diesel y la descomposición de la materia orgánica; Calle, Murgueitio y Calles (2002). Estos efectos tienen diversas repercusiones en lo macro, meso y microclima.
 - √ En el macroclima puede aumentar el contenido de dióxido de carbono CO₂ por la combustión de grandes cantidades de madera, carbón, petróleo y gas natural lo cual causa aumento de la temperatura; y el aumento del metano (CH₄) gases que afectan el efecto invernadero, Sandia *et al.* (S/F).
 - √ En el mesoclima las emisiones de vientos con partículas de polvo afectan la calidad del aire de las regiones y modificación del albedo (Sandia *et al.*, S/F).
 - √ En el microclima la ampliación de la frontera agrícola puede generar transformación del régimen microclimático que alteran precipitación, temperatura, humedad o viento, Sandia *et al.* (S/F), MARNR/FP(1998) y origina:
 - Cambios en la composición del aire al disminuir la fotosíntesis, lo cual reduce la concentración de oxígeno.
 - Altera el régimen microclimático al permitir la incidencia directa de los rayos del sol y el libre paso de los vientos en el suelo generan disminución de las aguas subterráneas que facilita variaciones y alteraciones del ciclo hidrológico, MARNR/FP (1998).
- b. El cambio climático puede generar pérdida de cosechas por aumento de la variabilidad atmosférica y el cambio de distribución de las especies animales y vegetales del planeta; con la extinción de las que no puedan migrar, Garmendia *et al.* (2006).
- c. Las actividades agrícolas que generan gases con efecto invernadero son:
 - √ Animales domésticos.
 - √ Cultivo de arroz.
 - √ Quema de sabana.
 - √ Quema de desechos orgánicos.
 - √ Suelos agrícolas.
 - √ Además, el cambio de uso de la tierra y silvicultura.
 - √ Deforestación, manejo de bosque y conversión de pastizales (MARNR/FP, 1995).
 - √ La ganadería mediante la emisión de CO₂ y de CH₄; Calle, Murgueitio y Calles (2002).

4.6. Atmosfera y aire

La atmósfera terrestre consiste en una mezcla de varios gases que rodean la tierra hasta una altura de muchos kilómetros (Strahler, 1984) y el aire ambiental

es de acuerdo al Decreto No. 638, República de Venezuela (1995); la porción de la atmósfera, externa a edificaciones y de libre acceso al público.

La contaminación del aire es cualquier sustancia presente en el aire que, por su naturaleza, es capaz de modificar los constituyentes naturales de la atmósfera, pudiendo alterar sus propiedades físicas o químicas; y cuya concentración y período de permanencia en la misma pueda originar efectos nocivos sobre la salud de las personas y el ambiente en general, República de Venezuela (1995), MARNR/FP (1998).

Las actividades agrícolas deberán cumplir con lo establecido en el artículo tres del Decreto No. 638 en cuanto a los límites de calidad del aire para los contaminantes atmosféricos siguientes: dióxido de azufre, partículas totales suspendidas, monóxido y dióxido de carbono, oxidantes totales expresados como ozono, sulfuro de hidrógeno, plomo en partículas suspendidas, fluoruro y cloruro de hidrógeno, y cloruros, República de Venezuela (1995).

En aplicación al artículo seis del Decreto NO. 638 (arriba identificado) para la evaluación de la calidad del aire en un área determinada, deberá de llevarse a cabo durante las actividades agrícolas las siguientes consideraciones:

- a. Los lapsos de muestreo que comprendan variaciones climatológicas y estacionales, si las hubiera. Estos deberán comprender un tiempo mínimo de cuatro (4) semanas, una cantidad mínima de veinte (20) muestras efectivas, distribuidas durante todo el lapso de muestreo, con una frecuencia mínima de captación de una (1) muestra cada tres (3) días, para estudios que se realicen en un lapso menor de seis (6) meses, y con una frecuencia mínima de una (1) muestra cada seis (6) días, para estudios efectuados en lapsos mayores a seis (6) meses.
- b. Los tipos y características de las fuentes de emisión más importantes del sector.
- c. Los ciclos de operación representativos de la producción promedio anual de las fuentes.
- d. Asimismo, los períodos de medición reflejarán las variaciones diurnas y nocturnas y los valores máximos, para los casos de mediciones continuas.
- e. El número de puntos de muestreo y su ubicación deberá permitir que se detecten las variaciones de concentración debido a las fuentes existentes.
- f. La localización de las estaciones de muestreo será fuera del lindero de cualquier fuente.
- g. Y cualquier otra condición del área que pueda incidir en la calidad del aire.

La determinación de la concentración de contaminantes en el aire podrá ser realizada por los métodos de muestreo, períodos de medición y métodos analíticos, que se señalan en el artículo siete del Decreto No. 638, ya identificado.

Causas y efectos ambientales a la atmósfera y al aire por actividades agrícolas

- a. Contaminación del aire por las partículas de polvo durante el movimiento de tierra por la nivelación, pase de arado y de la rastra, Garmendia *et al.* (2006). Estas emisiones de polvo alteran la calidad del aire y causan enfermedades respiratorias.

- b. Generación de ruido por el movimiento de las maquinarias y los vehículos, Garmendia *et al.* (2006).
- c. Contaminación de la atmósfera por la volatilidad de los plaguicidas durante la aspersión del producto o a partir de la superficie donde se deposita, o mediante el uso de aerosoles o arrastre por el viento de partículas del suelo que contengan residuos de plaguicidas, Sandia *et al.* (S/F).
- d. Todo cambio de uso de la tierra genera emisiones de CO₂.
- e. Perturbaciones al microclima por incendios, MARNR/FP (1998).
 - √ Emisiones de CO₂ por incendios forestales.
 - √ Las quemaduras para el aprovechamiento de bosques naturales, extracción de maderas de alto valor, cortan y queman las especies menos valiosas, Baethhgen y Marino (1997).
 - √ Quemaduras de bosques y sabanas para la siembra; y para el rebote de las gramíneas para el ganado
 - √ Quemaduras de caña de azúcar para el aumento de la concentración de los grados azúcar. La quema durante la cosecha del cultivo de caña de azúcar genera un gran volumen de partículas a la atmósfera, transportadas por los vientos, ocasionan molestias por las impurezas que provocan, generando también el aumento de la carga de contaminación del aire por partículas suspendidas que pueden ser fuente de enfermedades respiratorias y de otras afecciones a la población.
 - √ Emisiones de CH₄ por el cultivo de arroz bajo inundación, la fermentación entérica y la disposición de desechos orgánicos como el estiércol y restos de cosecha y de procesamientos agroindustriales expuestos al aire libre, Baethhgen y Marino (1997).

4.7. Suelo

El suelo es conceptualizado según quién lo use así se tiene que el *Soil Survey Staff* (1951) citado por Garmendia *et al.* (2006) se refiere al usado por agrónomos, forestales, entre otros; y lo definen como el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre, soportan las plantas, y cuyas propiedades se deben a los efectos combinados del clima y de la materia viva - vegetales, animales, microorganismos- sobre la roca madre (geología), en un período de tiempo y un relieve -geomorfología- determinado.

El suelo desde el punto de vista para la construcción o geotécnico -geólogos e ingenieros civiles; entre otros- es considerado como soporte de las actividades humanas, conteniendo material estéril (rocas disgregadas, cenizas volcánicas, aluviones, coluviones, depósitos eólicos o depósitos glaciales), Garmendia *et al.* (2006).

Requerimientos técnicos para la caracterización del suelo

- a. Uso histórico del suelo, GTZ/IICA (1995).
- b. Uso actual y potencial, GTZ/IICA (1995).
- c. Capacidad de uso de la tierra, GTZ/IICA (1995).
- d. Calificación del estado actual del uso de la tierra⁶³, GTZ/IICA (1995).
- e. Identificación de las unidades de suelo y georeferenciarlas, Garmendia *et al.* (2006).

⁶³ Calificación del estado actual del uso de la tierra: es una relación entre el uso actual y su capacidad.

- f. Caracterización física:
 - √ Textura.
 - √ Estructura.
 - √ Capacidad de retención de agua.
 - √ Pedregosidad.
 - √ Proporción de afloramiento rocoso.
- g. Caracterización químicas:
 - √ Materia orgánica.
 - √ Sales solubles.
 - √ Capacidad de intercambio catiónico (CIC).
 - √ pH del suelo.

Además, la capacidad portante, erosionalidad, estabilidad, permeabilidad y consistencia. Aunque es importante señalar que estas estarán seleccionadas de acuerdo al proyecto y al ecosistema a ser afectado, Garmendia *et al.* (2006).

GTZ/IICA (1995) exponen algunos indicadores para la cuantificación de la pérdida de la productividad de las tierras agrícolas:

- √ Erosión cambios en: el espesor del suelo, cantidad de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua.
- √ Pérdida de fertilidad: contenido de materia orgánica, propiedades físicas y químicas del suelo, rendimientos de los cultivos.
- √ Cambio en la dinámica de los suelos: localización, extensión y grado de compactación.

Causas y efectos ambientales al suelo por actividades agrícolas

- a. La eliminación de la cubierta vegetal cambia las condiciones ambientales de la microfauna de los suelos, la cual es perjudicada y muere por los rayos solares o por la eliminación de su fuente alimenticia, MARNR/FP (1998). La deforestación en suelos con pendientes se torna más grave a tal punto que pueden perder todo su valor ecológico, social y económico, Garmendia *et al.* (2006).
- b. El aumento de la frontera agrícola cambia los procesos geomorfológicos y acentúan los procesos morfodinámicos (erosión, surcos y desprendimientos, deslizamientos, movimientos de masas, inestabilidad de laderas), Sandia *et al.* (S/F).
- c. Las prácticas de deforestación y el tránsito de la maquinaria inadecuado alteran las condiciones físicas del suelo relativas a la permeabilidad y la estructura del suelo; y se aumenta la compactación, Sandia *et al.* (S/F).
- d. Los incendios causan destrucción y deterioro de las propiedades del suelo y aceleran los procesos erosivos, MARNR/FP (1998) y con ello la disminución o eliminación de la capacidad productiva que afectan la rentabilidad de la actividad.
- e. La degradación de los suelos implican cambios negativos en la estructura y en la composición física, química y biológica reduciendo las posibilidades de desarrollo de flora y fauna, MARNR/FP (1998). La pérdida de estructura del suelo o compactación en áreas agrícolas ganaderas se presenta cuando el peso del animal destruye la capa vegetal y presiona la tierra, forman caminos

- en zigzag conocidos como patas de vacas; y la profundidad y tamaño de estos aumenta con las precipitaciones; Calle, Murgueitio y Calles (2002).
- f. La erosión hídrica forma cárcavas y surcos especialmente en las zonas de pendientes. La erosión más importante en los suelos planos es la eólica, MARNR/FP (1998). Estas ocasionan pérdida de terrenos arables, GTZ/IICA (1995).
 - g. El abandono de cultivos aterrazados que se caen por falta de mantenimiento, aumenta la erosión, movimientos de masa y la colmatación de cuerpos de aguas, Garmendia *et al.* (2006) y genera reducción de los niveles de productividad de los suelos, GTZ/IICA (1995). Esto se observa en los estados andinos.
 - h. El uso de herbicidas evita el crecimiento de la cobertura vegetal favorece la compactación y lo hace mas vulnerable a la compactación; Calle, Murgueitio y Calles (2002).
 - i. La alteración de las condiciones agroecológicas por el uso inapropiado e incorrecta -fugas de plaguicidas por el funcionamiento inadecuados de las motobombas y bombas; derrames inadecuados- aplicación de plaguicidas; y por derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria y de los vehículos, alteran la calidad del suelo, Sandía *et al.* (S/F); y ocasionan:
 - √ Erosión química por sobredosis, falta de precaución y de información en la utilización de plaguicidas y fertilizantes, Garmendia *et al.* (2006).
 - √ La degradación del recurso suelo debido a la aplicación por encima de la norma y especificaciones técnicas, ocasionando la muerte de la fauna y flora autóctonas, MINAMB (S/F).
 - √ La contaminación en los cuerpos de agua, especialmente crítico en aquellos que sirven de fuente de abastecimiento para el consumo humano, MINAMB (S/F).
 - √ Contaminación de aguas subterráneas por el infiltrado de fertilizantes y plaguicidas.
 - j. El sobrepastoreo ocasiona pérdida de la estructura del suelo aumentando la erosión y el movimiento de masas. Este se presenta con mucha frecuencia en los llanos de Guárico y Apure porque aquí los pastos naturales no son capaces de mantener a los rebaños existentes, MARNR/FP (1998).
 - k. La compactación se presenta en las áreas planas y bajas, no inundables de los llanos altos occidentales y en las mesas orientales (cultivos de oleaginosas y cereales), MARNR/FP (1998).
 - l. La acumulación de sedimentos en los cauces de los ríos disminuye su capacidad de transporte y por ende ocurren desbordamiento, inundaciones en las tierras bajas y el enturbiamiento de las aguas adyacentes a su desembocadura en las costas.
 - √ Disminuyen sus características y cualidades de áreas de recreo y solaz.
 - √ En cuencas hidrográficas donde existan obras de captación y de almacenaje estos ríos con arrastre de sedimentos reducirán la vida útil de embalses; ejemplos, embalses de los Dos Cerritos y Atarigua, estado Lara; según el MINAMB (S/F) estos embalses tienen una vida útil de 100 años, pero con el proceso de degradación de la cuenca y del río su utilidad se está reduciendo a 40.

- m. Las vías de penetración agrícolas en áreas de fuertes pendientes se convierten en factores de desestabilización natural importantes al potenciar la erosión y los movimientos de masas; tanto por la obra en sí como por la ocupación descontrolada de áreas aledañas; por la accesibilidad que ofrecen esas vías; Sandia *et al.* (S/F). Generación de residuos sólidos y líquidos por la construcción de vías de penetración y obras hidráulicas, Sandia *et al.* (S/F).
- n. La inadecuada aplicación del riego puede ocasionar:
 - √ La pérdida de suelo a través de la erosión laminar generando surcos y en el tiempo cárcavas; proceso geomorfológico conocido como *bad lands*, Sandia *et al.* (S/F).
 - √ El lixiviado de plaguicida que finalmente van a los cuerpos de agua afecta su calidad, la fauna, la flora y a las poblaciones humanas ubicadas aguas abajo, Sandia *et al.* (S/F).
 - √ Pueden acentuar la acumulación de sales; con la alteración de las características físicas y químicas de los suelos y la disminución de la productividad, Sandia *et al.* (S/F).
- o. El cultivo bajo plástico; además, de los plásticos que se usan para la protección de cultivos como las fresas, las mangueras, envases de agroquímicos y bolsas de las plántulas para la resiembra generan desechos, Garmendia *et al.* (2006). Estos son dispuestos inadecuadamente, MARNR/FP (1998).
- p. En la subcuenca del río Apure con alta vocación agrícola se hace uso intensivo de diversos agroquímicos, especialmente insecticidas y en su parte alta – piedemonte andino- la deforestación y colonización con fines agrícolas ha provocado la erosión de las laderas montañosas con la pérdida de cientos de hectáreas de suelos, MARNR/FP (1998).
- q. La salinización está ocurriendo en:
 - √ Las superficies bajas y planas de las cuencas de los ríos Limón, Misoa, Machango y Chiquito al este de la cuenca del Lago de Maracaibo, MARNR/FP (1998).
 - √ Las llanuras de Coro y porciones de la península de Paraguaná estado Falcón, MARNR/FP (1998).
 - √ Las áreas bajas y deltáicas de las cuencas de los ríos Mitoa, Hueque, Tocuyo y Aroa localizados al norte y noroeste de Falcón, MARNR/FP (1998).
 - √ En los valles de Quibor, Tocuyo, Rodeo y Turbio en los estados Lara y Yaracuy, MARNR/FP (1998).
 - √ En las zonas bajas de las cuencas de los ríos Manzanares, Aragua y Cariaco, al norte de los estados Anzoátegui y Sucre, MARNR/FP (1998).
- r. La sodificación ocurre en tierras bajo riego de los llanos centrales y occidentales del país, donde se cultiva arroz, y en áreas ganaderas con pastos cultivados y en áreas de riego, depresiones y afloramientos arcillosos de suelos erosionados al norte de los llanos centro-occidentales y en zonas subhúmedas al sur del Lago de Maracaibo, MARNR/FP (1998).
- s. El MARNR/FP (1998) calificó de grave, moderada, en menor grado y escasa la presencia de erosión hídrica del país; así se tiene
 - √ Presencia de erosión grave tanto en las zonas altas de la cordillera andina como en las zonas bajas de ésta y sobre todo en las cuencas de los ríos Chama, Motatán, Uribante, Santo Domingo, Masparro, Boconó, estados andinos; Guanare y Acarigua, estado Portuguesa; y en la región

centrooccidental principalmente en la cuenca del río Tocuyo, estado Lara. En la subcuenca del río Apure con alta vocación agrícola en su parte alta -piedemonte andino- la deforestación y colonización con fines agrícolas ha provocado la erosión de las laderas montañosas con la pérdida de cientos de hectáreas de suelos.

- √ La erosión hídrica moderada en áreas de alta pendiente de la cordillera de la costa en sentido oeste-este.
- √ En menor grado, en la Sierra de Perija, estado Zulia; además, en áreas con colinas de pendientes suaves como en las cuencas de los ríos Sanare, Turbio y Yaracuy, estado Lara y Yaracuy; y también en el área de San Francisco de La Paragua, estado Bolívar.
- √ Áreas con escasas erosión se encuentra en los estados Amazonas y gran parte del estado Bolívar.
- t. Lugares donde existe mayor arrastre de agroquímicos a los suelos son los estados: Anzoátegui, Aragua, Barinas, Carabobo, Cojedes, Guárico, Lara, Mérida, Miranda, Monagas, Portuguesa, Sucre, Táchira, Trujillo, Yaracuy y Zulia, MARNR/FP (1998).
- u. Disminución del cauce de los ríos y colmatación de embalses por arrastre de sedimentos: Anzoátegui, Monagas, Distrito Federal, Guárico, Yaracuy, Miranda y Mérida, MARNR/FP (1998).
- v. Ocupación desordenada en las mejores tierras agrícolas como lo son las de la cuenca del Lago de Valencia cuyos recursos -suelos de alta calidad con ventajas agroclimáticas y su proximidad a los centros de consumo- son importante para la producción de alimentos; y aunque fueron reservados para la agricultura, no se preservan; quizás tanto por la presión urbana como por la debilidad de los mecanismos de vigilancia y control, MINAMB (2000).
- w. Los suelos contaminados posiblemente por depósitos plaguicidas COP obsoletos encontrados según Gil (2006) en:
 - √ Laboratorio Nacional de Plaguicidas y Fertilizantes del Ministerio de Agricultura y Tierras, localizado en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay, estado Aragua.
 - √ Fundación para el Servicio del Agricultor, empresa Shell, Fusagri, en Cagua, estado Aragua.
 - √ Veinticuatro (24) depósitos estatales del Ministerio de Salud en cada uno de los estados.
 - √ Aduana del puerto de la Guaira, en el estado Vargas.
 - √ Depósitos de la empresa Insecticidas Nacionales C.A. INICA, en el Edo. Aragua y en un pozo séptico en el estado Yaracuy.

4.8. Hidrografía y agua

El agua es el medio donde se desarrolla la vida de múltiples especies de animales y vegetales; es capaz de diluir y mitigar efectos de efluentes de algunas actividades humanas; además, de su uso para riego, esparcimiento, industria, higiene, bebidas, entre otras. Esta se debe estudiar por su vertido después de haber sido usada (calidad) y del lugar donde proviene (cuencas hidrográficas), Garmendia *et al.* (2006).

El Decreto No. 883, República de Venezuela (1995); expresa que la contaminación de las aguas es la acción o efecto de introducir elementos, compuestos o formas

de energía capaces de modificar las condiciones del cuerpo de agua superficial o subterráneo de manera que se altere su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica para el desarrollo de la vida acuática y ribereña. Es decir, hay contaminación del agua cuando sus características físicas, químicas y biológicas se encuentran alteradas debido al vertido en ellas de residuos sólidos y líquidos que la degradan de su estado natural y puede afectar desfavorablemente a la salud humana y de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas, MARNR/FP (1998).

Conocimiento básico del agua

- a. Características hidráulicas
 - √ Cuencas hidrográficas y sus características.
 - √ Tipos de cuerpos de agua: mar, lagunas, lagos, represas, ríos de flujos permanentes o intermitentes.
- b. Efecto de la hidráulica de los cuerpos de agua, GTZ/IICA (1995)
 - √ Erosión.
 - √ Inundaciones.
 - √ Sedimentaciones.
 - √ Socavamiento.
 - √ Capacidad de dispersión de contaminantes y de enfermedades.
- c. Identificación de:
 - √ Todas las formas de agua presente en el área de estudio.
 - √ Las características del funcionamiento del sistema hídrico.
 - √ La calidad.
 - √ Los usos y de la cantidad.
- d. Disponibilidad de agua (caudal, medio, máximo, mínimo).
- e. Características físicas.
 - √ Sólidos disueltos y en suspensión.
 - √ pH.
 - √ Dureza.
 - √ Turbidez.
 - √ Temperatura.
- f. Características químicas
 - √ Oxígeno disuelto.
 - √ Demanda química de oxígeno (DQO).
 - √ Compuestos de nitrógeno, fósforo, azufre y cloro.
 - √ Elementos tóxicos.
 - √ Cloruros.
 - √ Sulfatos.
 - √ Fósforo.
 - √ Nitritos y nitratos.
 - √ Plaguicidas.
- g. Características biológicas
 - √ Patógenos.
 - √ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
 - √ Coliformes fecales y totales.

GTZ/IICA (1995) identificó algunos indicadores para monitorear la calidad del agua de acuerdo a sus características físicas y químicas:

- √ pH.
- √ Sólidos suspendidos.
- √ Turbidez.
- √ PO₄.
- √ NO₃.
- √ NO₂.
- √ Presencia de plaguicidas.
- √ Presencia de hidrocarburos.
- √ Presencia de coliformes fecales.

Causas y efectos ambientales a cuerpos de agua por actividades agrícolas

- a. Sobreexplotación de acuíferos y de los cuerpos de agua en general ocasionan disminución de la cantidad de agua de sus cauces; del caudal ecológico requerido para los ecosistemas y para los usos en la generación de energía, consumo doméstico, riego, entre otras.
- b. Conflicto de uso para el aprovechamiento del agua de las cuencas hidrográficas; entre usos para la generación eléctrica, riego, domestica y acuicultura, entre otras.
- c. El riego ocasiona agotamiento de los acuíferos, Garmendia *et al.* (2006) y el aumento de su salinidad como es el caso del acuífero del Valle de Quibor, estado Lara.
- d. Los sedimentos pueden deteriorar y causar la pérdida de infraestructuras y disminución de vida silvestre, Garmendia *et al.* (2006) y causan:
 - √ Colmatación y obstrucción de reservorios de agua: embalses, lagos, tomas y canalizaciones. Afectan directamente a las instalaciones hidroeléctricas, acueductos y sistemas de riego; ejemplo, la sedimentación de los embalses de la subcuenca del río Apure -que se surten de estos- ven reducidas sus vida útil como en las represas de Santo Domingo y Uribante-Caparo, MARNR/FP (1998).
 - √ Afectan a los arrecifes cercanos a las costas como es el caso del Parque Nacional Morrocoy por el efecto de las descargas del río Tocuyo, MARNR/FP (1998).
- e. Cambios drásticos en el flujo de los ríos, MARNR/FP (1998).
- f. El uso de aguas residuales sin tratamientos previos pueden generar la contaminación del suelo y de aguas superficiales y subterráneas con la acumulación de nitratos (OMS, 1989, citado por Sandia *et al.* (S/F), contaminación de hábitats y por ende de especies; por ejemplo:
 - √ La contaminación por descarga de efluentes con elementos tóxicos por las actividades de la agroindustria, GTZ/IICA (1995).
 - √ Nitratos disueltos en el agua procedentes del estiércol de la actividad ganadera aguas arriba y contaminación por purines con altos contenidos de metales pesados; en especial la de los porcinos, Garmendia *et al.* (2006).
 - √ Eutrofización de los cursos y cuerpos de agua por la descarga de nitrógeno y potasio de las actividades ganaderas, acuícolas y de fertilizantes, Garmendia *et al.* (2006).

- g. La ganadería y los mataderos generan contaminación biológica como virus, bacterias o protozoos portadores de enfermedades, Garmendia *et al.* (2006).
- h. Alteración de la calidad del agua por derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria agrícolas y de los vehículos, Sandia *et al.* (S/F).
- i. Los efectos de los plaguicidas⁶⁴ pueden ser:
 - √ Las fugas de plaguicidas por el funcionamiento inadecuados de las motobombas y bombas de aspersión de plaguicidas ocasionan derrames inadecuados por fugas ocasionando daño al agua, donde afluyen.
 - √ Contaminación de los cuerpos de agua por la solubilidad de los plaguicidas y el arrastre de sedimentos que los contienen. Y aunque la concentración de plaguicidas en el agua pueda ser pequeña, el uso continuo de los persistentes conduce a la contaminación severa, Sandia *et al.* (S/F).
 - √ Además, la sobredosificación, falta de precaución y de información en la utilización de plaguicidas y fertilizantes, Garmendia *et al.* (2006). Contaminación de plaguicidas ocasionada por la actividad agropecuaria que se realiza en las subcuencas del Catatumbo y el Escalante; producen el 20% de la leche del país, 90% del plátano y el 50% de la carne, MINAMB (2000). Los agroquímicos infiltrados son descargados a los cuerpos de agua, MARNR/FP (1998).
- j. Disminución de oxígeno disuelto en aguas superficiales (Garmendia *et al.* 2006) ocasionan:
 - √ Disminución de especies acuáticas por aumento de aportes de sales y ácidos.
 - √ Malos olores por la putrefacción de las aguas.
 - √ La afectación a comunidades acuáticas: cambios en la estructura y dinámica poblacional de comunidades acuáticas, GTZ/IICA (1995).

4.9. Diversidad biológica

Según la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica de la República Bolivariana de Venezuela, MINAMB (2010) la diversidad biológica es el patrimonio natural y el recurso fundamental para el desarrollo de la Nación. De ella depende el equilibrio ecológico, el agua y la energía eléctrica que genera, la diversidad agrícola, la gran mayoría de los medicamentos y la cultura de los pueblos originarios.

La diversidad biológica es indispensable para alcanzar la máxima felicidad social y su pérdida quebranta la soberanía alimentaria y la diversidad cultural, provoca desplazamientos de poblaciones humanas, hambre, injusticia y pobreza, afectando el disfrute de los derechos humanos más fundamentales. A continuación se hará una reseña de algunos aspectos de los ecosistemas, la flora y la fauna que generalmente se analizan en los instrumentos de control ambiental, MINAMB (2010).

⁶⁴ Es importante reconocer que la contaminación de plaguicidas estará condicionado a algunos aspectos como: 1) niveles de toxicidad, 2) cantidad utilizada, 3) dilución del producto en el elemento, componente o recurso del ecosistema, 4) niveles de degradación, 5) del periodo de permanencia biológicamente activo, 6) de las reacciones metabólicas que sufra en su permanencia en el ecosistemas, Garmendia *et al.* (2006).

Ecosistemas y cobertura vegetal

El ecosistema representa el uso combinado por animales y plantas, de los recursos existentes en una determinada zona en un período de tiempo en particular. El aire, agua, materia nutritiva, calor y luz, son usados, transformados, almacenados y devueltos al mundo inorgánico en los ecosistemas Strahler (1984).

La vegetación es un elemento muy especial por ser la parte mas visible de los ecosistemas; y en muchos casos define los espacios por ser el resultado de la combinación de otros elementos ambientales como el clima, la topografía, la geología, la geomorfología, la edafología y la hidrología; y de acuerdo a ella será usada tanto por la fauna como por los humanos; y demás, seres vivos. La flora también es de vital importancia porque según sus características son indicadoras de varios aspectos como lo es de la contaminación, de las características del suelo; además, existen relaciones reciprocas entre el suelo, el tipo de vegetación y de acuerdo a esta habrá una fauna determinada, Garmendia *et al.* (2006).

La vegetación es importante porque tiene diversas funciones como:

- √ Estabiliza la pendiente.
- √ Retarda la erosión.
- √ Influye en la calidad y distribución del agua en una cuenca hidrográfica.
- √ Mantiene los microclimas locales.
- √ Filtra el aire y el ruido.
- √ Hábitat de especies animales.

La flora tiene valor per se, intrínseco a ella y será mayor cuando existan especies

- √ Raras.
- √ Endémicas.
- √ Singulares.

Variables de interés para la caracterización de la vegetación y de la flora Garmendia *et al.* (2006).

- √ Identificación de las distintas formaciones vegetales en el área de interés.
- √ Composición florística.
- √ Identificación del estado de conservación y las funciones que ejercen en la zona de estudio.
- √ Identificación de las especies raras, endémicas y singulares.
- √ Cartografiado de las unidades de vegetación.

Aspectos a valorar en la vegetación y la flora Garmendia *et al.* (2006).

- √ Grado de madurez.
- √ Representatividad.
- √ Nivel de degradación.
- √ Potencial recreativo.
- √ Productividad.
- √ Reversibilidad.

Valoración de especies vegetales Garmendia *et al.* (2006).

La valoración de cada especie requiere la revisión de la legislación en materia de protección de especies amenazadas, tanto la nacional como la internacional, así como las publicaciones de los libros rojos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Esta pública las especies vulnerables, en peligro de extinción; además hay que considerar las endémicas, las raras; si alguna especie de la fauna se alimenta de ella y es especialista es decir solo se alimenta de esa especie; uso folclórico o medicinal. Luego hay que cartografiar la información expresando los árboles singulares o la importancia de alguna especie importante por algún motivo; y además, puede expresar el grado de sensibilidad de la vegetación al proyecto, Garmendia *et al.* (2006). En el caso de Venezuela existen los libros rojos de la fauna, Rodríguez y Rojas-Suárez (1999), de la flora, Llamozas *et al.* (2003); y el de los ecosistemas (Rodríguez, Rojas-Suárez y Giraldo (2010).

Fauna

La fauna se refiere al estudio de los animales silvestres del área de estudio; esta supeditada al ecosistema, topografía, clima, agua, y a la cobertura vegetal como refugio o alimento y a la presencia e otros animales presas o hospedadores, Garmendia *et al.* (2006).

Aspectos a valorar en la fauna Garmendia et al. (2006).

- √ Grado de degradación del hábitat.
- √ Presencia de especies significativas.
- √ Presencia de enclaves importantes para las especies significativas.
- √ Potencial de ser usado por especies significativas.
- √ Diversidad de especies animales.
- √ Identificación de parches, corredores y matriz del ecosistema.
- √ Rareza.
- √ Representatividad.
- √ Fragilidad.
- √ Importancia para la vida silvestre.
- √ Para la valoración de las especies se usa.
- √ Endemicidad.
- √ Rareza.
- √ Grado de amenaza.
- √ Fragilidad.
- √ Importancia de alguno grupo.

Causas y efectos ambientales a la diversidad biológica por actividades agrícolas

a. Ampliación de la frontera agrícola.

- √ Destrucción, degradación y fragmentación⁶⁵ de ecosistemas. Pérdida de grandes extensiones de bosques, sabanas, herbazales; ecosistemas marinos, marino-costeros, mar; deterioro de océanos, lo cual destruye hábitats de numerosas especies y disminuye la diversidad biológica, MARNR/FP (1998).

⁶⁵ Fragmentación de ecosistema: es cuando grandes extensiones de un ecosistemas se divide o se parcela en extensiones más pequeñas; y el motivo de ésta puede ser por la construcción de infraestructuras –red vial, eléctrica, canales de drenajes o de riego- o por la deforestaciones para la construcción de obras urbanas –viviendas, industrias- o áreas agrícolas –unidades de producción vegetal o pecuaria-, entre otras.

- √ Pérdida de hábitat por las actividades agrícolas, MARNR/FP (1998) con deforestación, quemas repetidas y eliminación del sotobosque para cultivos, han reducido y degradado los bosques, especialmente en las tierras bajas y medias, donde han sido sustituidos por sabanas antrópicas y matorrales, mientras que en las zonas altas son intervenidos por plantaciones de café y por ganadería de altura, entre otras.
- √ La desecación de tierras con fines agrícolas, caño Manamo en el Delta del Orinoco; la instalación de camaronerías en Los Olivitos, estado Zulia y en las lagunas de Piritu y Unare, Rodríguez, Rojas-Suárez y Giraldo (2010).
- √ Los ecosistemas húmedos como los bosques nublados pocas veces son alcanzados por los incendios; sin embargo, ocasionalmente el fuego consume la capa de hojarasca que protege el suelo se activan procesos erosivos; los incendios sobre los bosques semidecíduos no es visible de inmediato, al poco tiempo de la perturbación su efecto acumulado puede causar pérdidas en procesos ecológicos vinculados con el mantenimiento de su integridad, Rodríguez, Rojas-Suárez y Giraldo (2010).
- √ La fragmentación convierte poblaciones en subpoblaciones porque las aísla genéticamente, MARNR/FP (1998).
- √ Extinción de especies o una parte importante de la variabilidad genética que la componen, MARNR (2000).
- √ El efecto barrera de vías de penetración y de represas, Garmendia *et al.* (2006). La construcción de redes de penetración en ecosistemas naturales o no intervenidos puede acentuar la ocupación de territorios no ocupados. Alteración de hábitat de especies vegetales y animales, Sandia *et al.* (S/F); porque afecta la funcionalidad y permanencia de los ecosistemas, Rodríguez, Rojas-Suárez y Giraldo (2010).
- √ Modificación del entorno natural de comunidades humanas, Sandia *et al.* (S/F).
- √ Deforestación en terrenos de aptitud forestal, GTZ/IICA (1995).
- √ La quema es un fuego controlado y es permitida para la destrucción de desechos provenientes de la tala⁶⁶ y de la roza⁶⁷; y aunque el área donde se desarrollará está previamente limitada, afecta la diversidad de los ecosistemas, MARNR/FP (1998). En el país es muy frecuente la quema por la agricultura itinerante o de conucos, Rodríguez, Rojas-Suárez y Giraldo (2010).
- √ La pérdida de ecosistemas por deforestación afecta la disponibilidad de madera, semillas, frutos, resinas, la existencia de animales silvestres entre otros, GTZ/IICA (1995).
- √ Destrucción de grandes áreas de ecosistema de montaña -páramos y zonas adyacentes- orientada a la producción de papa y hortalizas. La introducción de papa blanca asociada a la horticultura -es muy rentable- se ha desplazado poco a poco a las áreas más altas con menos problemas fitosanitarios -siembra de ajo- y destruyen estos ecosistemas, MINAMB (2000).
- √ La ocupación de tierras marginales⁶⁸ (Sandia *et al.* (S/F) origina:

⁶⁶ Tala: corte de árboles y arbustos

⁶⁷ Roza: corte de vegetación herbácea o arbustiva-

⁶⁸ Tierras marginales: áreas con fuertes pendientes, planicies de inundación de los ríos, ocupación de las cabeceras de las cuencas y zonas áridas o semiáridas; entre otras.

- Procesos erosivos y desestabilización natural.
 - Inundaciones y riesgos de pérdida de vidas humanas.
 - Desertificación y por ende degradación de tierras-
 - Causan deterioro a la calidad y cantidad de agua.
 - Pérdida de bosque y de ecosistemas en general.
 - Potencializa la desertificación natural.
 - Disminución y afectación de especies.
 - Deterioro de la calidad de los hábitats.
- b. Incendios de la vegetación originado por descuido, negligencia o intencionalmente en actividades agrícolas destruyen la vegetación, MARNR/FP (1998).
- c. Alteraciones a ecosistemas terrestres como hábitats:
- La destrucción de ecosistemas afecta la existencia de especies porque afecta sus fuentes de alimentación, sitios de abrigo, nidificación, reproducción y otras funciones. La eliminación de la vegetación de las sabanas por fuego -cuyo efecto es la disminución en la calidad y cantidad de los pastos- expone las áreas a la extinción de especies, MARNR/FP (1998).
 - Desaparición de hábitat por la construcción de represas y vasos. Las presas implican inundaciones de grandes áreas de terreno anegando zonas de interés ecológico, agrícolas, histórico y cultural; Sandia *et al.* (S/F).
 - La destrucción de la vegetación a través de la deforestación ocasiona pérdida de cubierta protectora de los suelos que ayuda a regular las aguas y le da refugio a la fauna silvestre, MARNR/FP (1998).
- d. La alteración a la fauna por la generación de polvo y de ruido por el movimiento de las maquinarias y de vehículos, Sandia *et al.* (S/F).
- e. El aprovechamiento no sustentable de la diversidad biológica; la fauna silvestre, las especies de la flora y demás componentes de la diversidad biológica ha conducido a la ruptura del equilibrio ecológico, MARNR/FP (1998).
- f. La introducción de organismos genéticamente modificados.
- g. La mayor dispersión de plagas, patógena y vector.
- h. La ganadería afecta la diversidad biológica y la extinción de ésta porque reemplaza a los bosques nativos por pastizales de una o pocas especies (Calles, Murgueitio y Calle, 2002). El exceso de animales pastoreando o sobrepastoreo ocasiona el deterioro y hasta la desaparición de especies, MARNR/FP (1998).
- i. Introducción, establecimiento e invasión de especies exóticas. La fauna silvestre está afectada por la introducción de especies exóticas por la importación de patógenos y otros factores ajenos a las especies, MARNR/FP (1998).
- j. Alteraciones a ecosistemas acuáticos como hábitats:
- La contaminación de ecosistemas acuáticos por derrames de combustibles y lubricantes en los cuerpos de agua y en la microfauna del suelo, Sandia *et al.* (S/F) disminuyen los hábitats y las especies. Estos ecosistemas son receptores finales de los agroquímicos cuando son drenados de las cuencas hidrográficas a través de escorrentías y sedimentos.
 - Desaparición de hábitat por la construcción de represas y vasos. Las presas implican inundaciones de grandes áreas de terreno anegando

- zonas de interés ecológico, agrícolas, histórico y cultural; Sandia *et al.* (S/F).
- Pérdida de formación vegetal, alteración de comunidades de fauna por la construcción de vías de penetración y obras hidráulicas, Sandia *et al.* (S/F).
 - La reducción en la disponibilidad de especies de presa, por bloqueo de rutas migratorias, MARNR/FP (1998). En hábitats acuáticos afecta la migración de peces entre las áreas aguas arriba y aguas abajo de presas y esto causa transformaciones de hábitat de poblaciones ictiocola y en la pérdida paulatina de algunas de ellas.
 - La modificación del régimen hídrico; el ritmo o regulación de los ciclos hidrológicos tiende a ser alterado cuando se deforestan sus cuencas hidrográficas y se producen crecidas de una manera violenta, lo cual afecta a muchas especies de peces adaptados a las otras condiciones ambientales. Estas especies pueden convertirse en presas fáciles de sus predadores, MARNR/FP (1998).
 - La eutrofización causada por la acumulación de desechos ricos en nutrientes genera grandes mortandades de organismos, cambios en la composición de las especies de las poblaciones ícticas, aparición de enfermedades y reducción de la tasa de crecimiento; además, ese exceso de nutrientes beneficia el rápido crecimiento del fitoplancton en algunos casos tóxicos la cual puede causar la Marea Roja que envenena a los moluscos sésiles, MARNR/FP (1998).
 - El daño al hábitat de peces por eutrofización, GTZ/IICA (1995). La merma de especies acuáticas por la eutrofización por descargas de desechos orgánicos son descompuestos por bacterias que usan el oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto es usado por las poblaciones de bacterias o de algas en una mayor cantidad que el disponible lo que origina la muerte de peces y otras formas de vida acuática que requieren oxígeno para vivir, MARNR/FP (1998).
- k. Muerte de especies marinas que quedan atrapadas en las redes, MARNR/FP (1998).
- l. Choque de embarcaciones con grandes cetáceos como ballenas y cachalotes causan heridas, mutaciones, fracturas y hasta la muerte de estas especies, MARNR/FP (1998).
- m. Alteraciones de ecosistemas y de especies por la acuicultura según Buschmann (2001):
- √ La alteración del ciclo de nutrientes.
 - √ El cambio de las comunidades de algas; aumento de la clorofila.
 - √ El aumento de la mortalidad de especies en la costa por la disminución del oxígeno disuelto por la descomposición de la materia orgánica de los alimentos.
 - √ La Contaminación de cuerpos de agua por fármacos y alimentos de la acuicultura.
 - √ Los escapes de especies exóticas ocasionan cambios en la composición de las especies de los ecosistemas, afecta las relaciones tróficas de las especies naturales por desplazamiento de especie o eliminación de especies nativas; entre otros.

n. Uso de pesticidas químicos:

- √ Las fugas de plaguicidas por el funcionamiento inadecuados de las motobombas y bombas de aspersión de plaguicidas pueden ocasionar derrames inadecuados que ocasionan daño a la diversidad a la flora cultivada y a vida natural y silvestre, Sandia *et al.* (S/F).
- √ La intoxicación o contaminación de los plaguicidas a diversas especies por ingredientes activos, impurezas asociadas, los solventes, excipientes, emulsionantes, y otros componentes. Esta contaminación ocurre; además, en cualquier fase de la manipulación -transporte, almacenamiento, distribución, aplicación y desecho de los residuos y sus envases- del agroquímico con algunos de los recursos de los ecosistemas sensibles a tales niveles de toxicidad, Sandia *et al.* (S/F).
- √ Los plaguicidas alteran el equilibrio ecológico de las poblaciones de insectos en los agroecosistemas y se acumulan en los organismos de los niveles superiores de la cadena alimenticia o trófica. Aumenta la resistencia a pestes. Alteraciones de relaciones naturales de rapaz-presa-parásito, GTZ/IICA (1995).
- √ La contaminación por compuestos químicos como biocidas y metales pesados tóxicos; además, de su afectación a la vegetación también perjudica a los animales que la consumen. La disminución de la fauna acuática por residuos tóxicos de pesticidas o de los organismos con los que se alimenta, Sandia *et al.* (S/F).
- √ La pérdida de vida silvestre por concentración de sustancias químicas en la cadena trófica. Pérdida de organismos valiosos, por ejemplo polinizadores, GTZ/IICA (1995).
- √ La afectaciones a los peces en sus estadios larvales, postlarvales y en adultos que pueden ocasionar enfermedades y perjudicar al hombre cuando lo consume por la contaminación de los cuerpos de agua por agroquímicos, MARNR/FP (1998).
- √ La vulnerabilidad de peces. La matanza de peces, GTZ/IICA (1995).
- √ Intoxicación de trabajadores, GTZ/IICA (1995).
- √ La pérdida de vida silvestre, GTZ/IICA (1995).
- √ La situación de peligrosidad de los moluscos de Golfo Triste por la desembocadura de las aguas de los ríos contaminados con agroquímicos y otros elementos contaminantes, MARNR/FP (1998).
- √ La imposibilidad de los pequeños productores de diversificar su producción como resultado del excesivo e ineficiente manejo aéreo de agroquímicos por grandes productores de arroz en su entorno, GTZ/IICA (1995).
- √ En el sistema de riego del río Guárico, zona donde se produce el arroz, los agricultores han reportado pérdida de fauna autóctona, lo que le ha permitido a los roedores convertirse en una verdadera plaga, Gil (2006).

4.10. Paisaje

El paisaje según Forman y Gordon (1986) citado por Garmendia *et al.* (2006) es una superficie del terreno heterogénea compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repite de forma similar en ella. Es un elemento muy particular del medio fisicobiológico; es la expresión integrada de todos los elementos. Éste está acondicionado por las características climáticas, geológicas,

geomorfológicas, edafológicas; y de la diversidad biológica; además, de los usos tradicionales del terreno para que finalmente sea percibido por el ser humano.

Características del paisaje

Las características del paisaje según Garmendia *et al.* (2006):

- a. Es un componente del ambiente muy importante por el uso hedónico que se le da para el turismo, el esparcimiento, o lo residencial.
- b. Cada día es más escaso por la presión urbana –residencial e industrial, agrícolas, recreacional, turístico, militar u otro uso que implique la afectación de los ecosistemas naturales.
- c. Es un recurso no renovable a escala humana.
- d. Es dinámico, siempre cambia.
- e. Es detectado por los sentidos de la vista, oído y olfato; es de percepción plurisensorial por la conjunción de todos los sentidos; el más destacado es el de la vista.
- f. En la evaluación del impacto ambiental al paisaje entran en juego factores plásticos, emocionales y culturales

En la evaluación de los efectos ambientales causados por las actividades susceptibles de degradar el ambiente hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Lugares dónde se van a disponer las infraestructuras principales y auxiliares; o área a deforestar para el cambio de uso.
- b. Características de las infraestructuras: espacios, volúmenes, forma, altura, color, los materiales que se van a usar.
- c. Cómo van a funcionar las infraestructuras.
- d. Los residuos que se van a producir.
- e. El ruido que se va a generar.
- f. Si se va a emitir polvo o cualquiera otra emisión a la atmósfera.
- g. Expresar el área sin y con el proyecto o actividad agrícola.

Las herramientas para la identificación del paisaje deberán ser

- a. Planos topográficos a escala 1:50.000 o 1:25.000; 1:10.000 o 1:5.000.
- b. Planos de las actividades proyectadas a la escala pertinente; dada las escalas anteriores.
- c. Fotografías aéreas e imágenes de satélites más recientes y disponibles.

Las actividades técnicas requeridas para el inventario de paisaje son:

- a. Cuenca visual.
- b. Unidades de paisaje internamente homogéneas; de acuerdo a sus aspectos relieve y suelo, hidrografía, vegetación, flora (fisonomía, color, contraste, forma, frondosidad, estructura, localización), fauna y el uso actual de la tierra, construcciones puntuales y lineales; entre otras.
- c. Caracterización de la fragmentación del paisaje; identificación de los parches, corredores y matrices.

Causas y efectos ambientales al paisaje por actividades agrícolas

- a. Efectos a la cuenca visual:
 - √ Generación de aguas estancadas.
 - √ Recipientes de agroquímicos esparcidos por la zona.

- √ Infraestructura discordante con la zona.
 - √ Emisiones de polvo y de agroquímicos.
 - √ Reducción de la vegetación natural.
 - √ Disminución de la diversidad florística.
 - √ Pérdida de relieve natural por movimiento de tierra para la siembra.
- b. Ruidos por las maquinarias.
 - c. Agua contaminada y mal oliente.
 - d. Fragmentación: número y superficie de cada parche generado y de corredores.
 - e. Menoscabo de valores escénicos y paisajístico por la construcción de vías de penetración y obras hidráulicas, Sandia *et al.* (S/F). La construcción de vías de penetración, red eléctrica, canales y toda obra de red rompe la continuidad del paisaje, Garmendia *et al.* (2008).
 - f. El incremento de la turbidez de las aguas evita que algunos ríos, lagos y playas sean aprovechadas para el turismo y la recreación por el desmejoramiento ostensible en el valor estético del paisaje, MARNR/FP (1998).
 - g. La deforestación de sitios con vegetación exuberante no podrán ser utilizados para la recreación y esparcimiento, MARNR/FP (1998).
 - h. Los envases de agroquímicos dispuestos en campo abierto, orillas de ríos, embalses, lagunas, entre espacios y ecosistemas; producen deterioro y desmejoran la calidad del paisaje. La conducta inadecuada de la población contribuye a mantener esta contaminación, MARNR/FP (1998).

4.11. Salud

La degradación ambiental, producto de un conjunto de actividades económicas produce efectos negativos directos e indirectos sobre la salud de las personas, comprometiendo el desarrollo sostenible de las sociedades y por ende la soberanía de los países, Sandia *et al.* (S/F).

Las actividades agrícolas generan productos que conforman los elementos básicos para la alimentación humana y la materia prima fundamental de la agroindustria a través de procesos organizados de deforestación, nivelación del terreno, acondicionamiento del terreno, siembra, cultivo y cosecha de especies vegetales, de cría de ganado, y de especies acuícolas. Sin embargo, en esta práctica también pone en peligro la subsistencia de esos sistemas de producción porque alteran el patrimonio natural y a su vez afectan las condiciones de salud y de calidad de vida de la sociedad, Sandia *et al.* (S/F).

Pasos a seguir para la evaluación de los impactos ambientales a la salud según Sandia *et al.* (S/F):

- a. Desarrollar metodologías que sean utilizadas de manera rutinaria por los equipos multidisciplinarios que realizan los estudios de impactos ambientales
- b. Realización de monitoreos sobre la salud y al bienestar de la sociedad.
- c. Llevar registros epidemiológicos rutinarios a fin de conocer el estado de la salud de la sociedad antes y después de entrada en ejecución el proyecto o actividades antrópicas; ideal que estos registros estén reportados por parroquias o distritos de salud del Ministerio del Poder Popular para la Salud para poder hacer la relación dosis-respuesta.

Causas y efectos ambientales a la salud por actividades agrícolas

- a. Los ruidos generados por las actividades de deforestación, movimiento de tierra y su preparación para la siembra. Los efectos ambientales del ruido son:
 - √ Fatiga auditiva.
 - √ Pérdida del equilibrio.
 - √ Cambio en el ritmo cardiaco.
 - √ Dilatación de la pupila del ojo.
 - √ Alteración en el flujo de la sangre y líquidos corporales.
 - √ Incidencia sobre el sistema endócrino.
 - √ Efectos psicofisiológicos incluyen pérdida de sueño, sensación de agotamiento, cansancio nervioso stress y agresividad, MARNR/FP (1998).
- b. Las emisiones de polvo por la deforestación y movimiento de tierra causa enfermedades respiratorias.
- c. El uso de agroquímicos atenta contra la salud y bienestar de la sociedad. Los compuestos químicos procedentes de industrias como los metales pesados y sustancias orgánicas no degradables son absorbidos por los cultivos y se acumulan en las cadenas tróficas durante largo tiempo en concentraciones tóxicas para el hombre, Sandia *et al.* (S/F).
- d. La escasa y/o inadecuada protección personal en el desarrollo de actividades laborales, causan la incapacitación temporal, permanente y hasta la muerte tanto de trabajadores que se encuentran directamente e indirectamente expuestos en los sitios de trabajo, como de sus familias, vecinos y hasta las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia, MINAMB (S/F).
- e. Los problemas a la salud por el consumo de plaguicidas puede ser de tipo inmunológico, alteraciones endocrinas, trastornos neurotóxicos y cáncer; Tamburlini, Enhrenstein y Bertollini (2006).
- f. Los agroquímicos causan toxicidad aguda, neurotoxicidad, toxicidad para el desarrollo, efectos irreversibles sobre la salud; Tamburlini, Enhrenstein y Bertollini (2006).
- g. Los niños, lactantes y fetos son más sensibles a los plaguicidas; Tamburlini, Enhrenstein y Bertollini (2006).
- h. Los organoclorados son compuestos altamente tóxicos que inducen mutagénesis (alteración del ADN o de los cromosomas), teratogénesis (malformaciones en el embrión) y alteraciones sobre una gran variedad de funciones metabólicas y de reproducción (Goldberg, 1995) citado por Calva y Torres (1998).
- i. Todos los COP son sumamente tóxicos y quizás su mayor peligrosidad reside en su silencio, su persistencia, y las diferentes vías para contaminar: área, por contacto, por ingestión de agua o alimentos e incluso por suelos contaminados. Su presencia se identifica cuando el mal ya está consumado. Algunos de los daños y enfermedades que causan estos contaminantes identificados por Gil (2006) son:
 - √ Distintos tipos de cáncer tanto en los seres humanos como en los animales por ejemplo: cáncer de hígado, de piel, cloroacné, leucemia, linfomas, mielomas, entre otros. Las dioxinas al ser liberadas en la cadena trófica son sustancias cancerígena, Garmendia *et al.* (2008).
 - √ Enfermedades cardíacas.
 - √ Alteraciones del sistema endocrino, Gil (2006).
 - √ Alteraciones al sistema nervioso central, Calva y Torres (1998)

- √ Malformaciones genéticas entre otras, Gil (2006).
- j. Bioacumulación y biomagnificación -cadmio, plomo, mercurio, insecticidas, DDT, dioxinas⁶⁹; es decir, metales pesados que se acumulan en las grasas- de contaminantes que persisten en los tejidos vivos, transmitiéndose de un organismo a otro a través de la cadena alimenticia o trófica pueden llegar a concentraciones muy nocivas en los eslabones superiores, incluido el humano, Gil (2006).
- k. Los impactos a la salud por el uso inadecuado de plaguicidas, fungicidas, y sustancias químicas y la escasa e inadecuada o nula protección personal en el desarrollo de sus actividades laborales pueden causar la incapacitación temporal, permanente y hasta la muerte tanto de los trabajadores que se encuentran directamente e indirectamente expuestos en los sitios de trabajo como a sus familias, vecinos y hasta las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia MINAMB (S/F); además, de los consumidores directos de cada uno de esos rubros que utilizan estos químicos son los siguientes:
 - √ Envenenamientos.
 - √ Alergias.
 - √ Intoxicación alimentaria.
 - √ Conjuntivitis aguda.
 - √ Enfermedades asociadas al aparato respiratorio como asma, faringoamigdalitis, bronquitis, cefaleas.
 - √ Enfermedades asociadas a la piel como dermatitis, piomerditis.
 - √ Enfermedades en los órganos sensoriales como Pterigion, trastornos de la reacción.
 - √ Tumores benignos y malignos.
- l. Los efluentes de desechos animales contienen entre otros agentes patógenos bacterias, virus y protozoarios y estos producen diarreas, cólera, hepatitis infecciosa, tífus, poliomiélitis y enteritis, MARNR/FP (1998).
- m. El riego con aguas residuales transmite vectores de enfermedades, GTZ/IICA (1995).
- n. Hay estudios en Venezuela que evidencian la presencia de sustancias tóxicas persistentes como los metales pesados: plomo, cadmio y níquel en hortalizas, leche humana, rocas fosfóricas nacionales e importadas y en productos derivados en la agroindustria, sangre humana, leches pasteurizadas, chocolates y vinos, Gil (2006).
- o. La Colonia Tovar en el estado Aragua, ha usado durante muchas décadas plaguicidas⁷⁰ organoclorados⁷¹ y organofosforados⁷² de forma excesiva. Es

⁶⁹ Dioxinas: este término se utiliza a menudo para referirse a una familia de compuestos relacionados entre sí desde el punto de vista estructural y químico, constituida por las dibenzo-para-dioxinas policloradas (PCDD) y los dibenzofuranos policlorados (PCDF); además, se incluyen algunos bifenilos policlorados (PCB) análogos a la dioxina que poseen propiedades tóxicas similares; de las 419 tipos de compuestos relacionados con la dioxina, sólo aproximadamente 30 de ellos poseen una toxicidad importante, siendo la TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-dioxina (TCDD)) la más tóxica, OMS (2010).

⁷⁰ Plaguicida: es cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de organismos causantes de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera, productos de ésta o alimentos para animales. Asimismo la definición abarca las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de las frutas o agentes para evitar la caída prematura de la misma y sustancias utilizadas antes o después de la cosecha, con el propósito de proteger el producto. según la OMS (1992) citado por Calva y Torres (1998).

notorio allí, las personas con problemas congénitos y de retardo; en el Hospital de La Victoria hay datos sobre malformaciones; sin embargo, no hay un estudio epidemiológico que permita establecer claramente la relación entre morbilidad y plaguicidas, Gil (2006).

- p. Investigadores de la Universidad Central de Venezuela, (UCV), Facultad de Agronomía señalan la presencia de COP como Aldrín, Dieldrín y DDT entre otros en: leche materna, margarinas y mantequillas, agua de consumo humano, sangre, hortalizas, pruebas provenientes del sistema de riego del río Guárico y su área de influencia (1982), de pobladores de la ciudad de Maracay, estado Aragua (1983), cultivos de la cuenca del Lago de Valencia, estados Aragua y Carabobo (1989), y en el agua de consumo de los pobladores de Quibor, estado Lara, Gil (2006).
- q. En Quibor, estado Lara hay reporte de malformaciones genéticas (por las altas tasas de aplicación de agroquímicos para la producción de cebollas y pimentones); la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA) entre otras instituciones ha realizado algunas pruebas debido al llamativo número de malformaciones genéticas. Los problemas son alarmantes; y se han identificado: espina bífida, e hidrocefalia congénita entre otras enfermedades⁷³. El Hospital Central Universitario Antonio María Pineda, de la referida universidad, también recibe a pacientes en igual condición de los estados Portuguesa, Yaracuy y Barinas, Gil (2006).

4.12.Socioculturales

Este componente está referido a las relaciones socioculturales que tienen los individuos que están usando los recursos y procesos ecológicos y sus ecosistemas. Sólo se identificaron algunos de estas causas y efectos y a continuación se exponen:

Causas y efectos ambientales a lo socioculturales por actividades agrícolas

- a. Reasentamiento de la poblacional y aumento de la accesibilidad a áreas no intervenidas, Sandia *et al.* (S/F).
- b. La pérdida de comunidades ictícolas puede afectar la economía, calidad de vida y bienestar de los pescadores por la pérdida de ingreso y de consumo de proteínas en sus dietas, Sandia *et al.* (S/F).
- c. El riego ocasiona una serie de conflicto entre las demandas de agua para el consumo urbano –industrial y residencial- aunque en Venezuela siempre la prioridad la tiene el consumo humano; ejemplo, el embalse de Camatagua del

⁷¹ Plaguicidas organoclorados son considerados sustancias persistentes, ya que su tiempo promedio de degradación promedio es de cinco (5) años; porque tienen estructuras químicas muy estables y se degradan lentamente bajo condiciones ambientales extremas. Estos son los derivados halogenados de hidrocarburos y a su vez pueden ser: alicíclicos el hexaclorociclohexano (HCH) y el lindano (Gamma HCH); los aromáticos el DDT (dicloro difenil tricloroetano) y el endrín (p,p´DDE), y los ciclodiénicos (Aldrin y dieldrín en particular). Además, los éxido de heptacloro, toxafeno (canfeno clorinado técnico (67-69% cloro), heptacloro, endosulfán, I y II; sulfato de endosulfán, Calva y Torres (1998).

⁷² Plaguicidas organofosforados: son ésteres del ácido fosfórico, con estructura química inestable, son sustancias orgánicas de síntesis, conformadas por un átomo de fósforo unido a cuatro átomos de oxígeno o en algunas sustancias a tres de oxígeno y uno de azufre.. Se hidrolizan fácilmente en medio alcalino y tienen baja persistencia en el ambiente. Estos se asocia a la acetilcolinesterasa y penetran en el sistema nervioso central llevando a una mayor toxicidad y la necesidad de administración de antidotos. Los más conocidos son el paratió y malatió, Saracco (1995).

⁷³ La incidencia total de casos es cinco (5) veces mayor al promedio mundial; esto se le atribuye, entre otros factores, a la carencia de ácido fólico en las madres durante la gestación. Esta causa dirige la atención hacia los plaguicidas organoclorados pues se conoce que éstos actúan como inhibidores del ácido fólico, Gil (2006).

- estado Aragua fue construido para regar el área sur de este Estado; hoy trasvasado a la ciudad de Caracas.
- d. El costo social⁷⁴ de la degradación de los suelos que disminuye la producción de alimentos, tanto la de origen vegetal como la de animal por la reducción en el abastecimiento de agua, MARNR/FP (1998); pérdida de suelos y disminuye la productividad, GTZ/IICA (1995).
 - e. Al disminuir la fertilidad natural de los suelos estos requerirán una mayor inversión en fertilizantes para mantener los rendimientos, MARNR/FP (1998).
 - f. La ocupación urbana de suelos agrícolas, los ha inutilizado; hoy día la mayoría de los centros poblados del país se asientan en antiguas áreas de cultivos de caña de azúcar, café, cacao (Caracas) y en las fértiles mesetas (terrazas fluviales) y vegas de los ríos andinos donde se enclavan las ciudades de Valera y Trujillo estado Trujillo; San Cristóbal, estado Táchira y Mérida, estado Mérida; los valles de la cuenca del Lago de Valencia, estados Aragua y Carabobo; entre otras. Las tierras agrícolas siguen bajo presión, MARNR/FP (1998).
 - g. Daños por sedimentos a represas y estuarios, GTZ/IICA (1995) que afectan a la economía del país porque disminuye la generación de energía eléctrica, la disponibilidad de agua para las actividades productivas y de los acueductos de los centros poblados. Conflicto y presión por el uso del agua.
 - h. Alteración de patrones de asentamiento: nuclearización de poblados, GTZ/IICA (1995).
 - i. Cambio en índices socioeconómicos: ingresos monetarios, niveles de nutrición, índices sanitarios, acceso a servicios públicos, grado de organización comunal, acceso a los mercados, GTZ/IICA (1995).
 - j. Cambios en la cultura agrícola: aceptación y capacidad de adaptación a nuevos cultivos y técnicas, GTZ/IICA (1995).
 - k. Contrabando de agroquímicos en el estado Mérida, utilizan el DDT de contrabando, Gil (2006).
 - l. La pérdida de los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas inciden en los campos de investigación, educación, pérdida de potencial genético y tiene un elevado costo social, MARNR/FP (1998).
 - m. Aún con todo el marco legal ambiental, instituciones jurídicas y hacedores de políticas ambiental existente en el país; hoy en día, siguen aconteciendo:
 - √ Deterioros ambientales por incumplimiento de leyes.
 - √ Transgresión de lo pautado en autorizaciones y concesiones.
 - √ Mucha discrecionalidad de quienes tienen a su cargo la aplicación de las normas.
 - √ Falta de educación de sus ciudadanos e incluso en la corrupción.; y lo más preocupante y a su vez, lo más comprometedor que ésta ha existido y sigue existiendo como una tradición; por lo cual hay que seguir promoviendo la ética y la moral para el uso sustentable de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas, MINAMB (2000).

⁷⁴ Costo social: son los costos en que la sociedad debe incurrir por la disminución de la producción de alimentos y productos de origen animal, vegetal y por el abatimiento en el suministro de agua. Este costo lo paga la sociedad y además, puede ser por el detrimento de su salud y la pérdida de diversidad biológica.

5. Soluciones

Las soluciones a los efectos ambientales sean estos impactos o daños ambientales está orientado a diferentes niveles de competencia –Estado, comunidad, grupo e individuo- y por la magnitud a diferentes correctivos o acciones curativas; tales como administrativas, legales, técnicas y educativas.

A continuación se exponen la identificación a grandes rasgos de algunas de estas soluciones administrativas, legales, técnicas y educativas; para finalmente proceder a la presentación de una metodología para la estimación económica de los daños ambientales de las actividades agrícolas; como guía para funcionarios y técnicos interesados en este tema.

5.1. Categorías de soluciones para efectos ambientales

Las soluciones para resolver los efectos ambientales a nivel nacional fueron categorizados por la Autoridad Nacional Ambiental (MARNR, 1995) de acuerdo a su naturaleza en cuatro (4):

- a. Administrativa.
- b. Legales.
- c. Técnicas.
- d. Educativas.

Estas fueron elegidas en este Manual como una guía de categorización para que los técnicos interesados en el tema tengan unas referencias. En los párrafos siguientes se identifican para cada categoría algunas soluciones seleccionadas de una serie de revisiones efectuadas tanto en documentos del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente como de otros trabajos de investigación publicados.

5.2. Administrativas

Las soluciones administrativas se refieren a las acciones que deben ejercer las instituciones del Estado en aplicación Ley Orgánica de la Administración Pública (República Bolivariana de Venezuela, 2008); y se han identificado las siguientes:

- √ Para evitar que se continúe ampliando la frontera agrícola se debería estimular el uso más intensivo de las áreas ya intervenidas, y así se evitaría la ocupación de nuevas áreas y la pérdida de diversidad biológica o de sus valores naturales, Sandía *et al.* (S/F).
- √ Los conflictos de uso pueden corregirse mediante la aplicación rigurosa del Plan Nacional de Ordenación del Territorio; es decir, mediante mecanismos institucionales y legales que aseguren la disponibilidad y uso adecuado de las tierras; según los objetivos de desarrollo planteados por la sociedad venezolana, MINAMB (2000).
- √ Respetar los planes de ordenación del territorio y efectuar un manejo adecuado de los bosques madereros, MARNR/FP (1998).
- √ Crear mecanismos eficientes para la protección del ambiente y así evitar la intervención de áreas naturales de reservorio de diversidad biológica y de agua, MARNR/FP (1998); y estos pudieran ser:
 - Construir un SIG diseñado para cubrir la demanda de información sobre la producción agrícola y ofrecer herramientas a los programas de conservación y manejo de los recursos, GTZ/IICA (1995).

- Otorgar las autorizaciones y recomendaciones para el uso de los suelos según sus capacidades.
 - Regular las prácticas de tala, rozas y quemas, deforestación, entre otras.
 - Orientar y controlar el uso de los fertilizantes y plaguicidas.
 - Ejecutar y apoyar los planes de mejoramiento y reforestación de los suelos.
 - Inventariar las áreas degradadas y las de potencial degradación por las actividades agrícolas; recuperar las áreas degradadas, MINAMB (2000).
- √ Crear programa de bioprospección de los recursos genéticos con fines agrícolas, medicinales e industriales, MINAMB (2000).
 - √ Crear coordinaciones interinstitucionales para la creación de los diversos planes.
 - √ Crear planes de gestión integral de sustancias, materiales y desechos peligrosos que involucre al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en coordinación con las demás instituciones gubernamentales involucradas en la problemática (Ministerio del Poder Popular para la Salud, Ministerio del Poder Popular para Agricultura y Tierras, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Universidades, organismos internacionales y sociales; entre otras.
 - √ Elaboración del Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo, peligros de los contaminantes orgánicos persistentes y otros químicos, (COP), Gil (2006).
 - √ Cumplir con la Estrategia Política del Plan Simón Bolívar (República Bolivariana de Venezuela, 2007).en cuanto:
 - Mejorar los servicios de sanidad agropecuaria y de los alimentos,
 - Concentrar esfuerzos en las cadenas productivas con ventajas comparativas.
 - √ Deben realizarse evaluaciones ambientales que permitan predecir y evaluar los efectos de una actividad sobre los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas para proponer las medidas que garanticen la estabilidad ecológica y la buena relación ambiente-sociedad; además, es indispensable adoptar tecnologías adecuadas, MARNR/FP (1998). Esto se puede hacer con apoyo de financiamiento del Ministerio del Poder Popular para la Ciencias y Tecnología y carteras de proyecto ofrecido a los investigadores nacionales.

5.3. Legales

El Estado deberá elaborar, aplicar y revisar los instrumentos legales que apoyen las medidas técnicas, administrativas; de manejo de suelos, aire, agua y diversidad biológica para la protección de los recursos naturales y procesos ecológicos de los ecosistemas (MARNR/FP, 1998). Para esto se deberán de revisar los instrumentos legales existentes; además, proceder a:

- √ Revisar la legislación en materia agraria, turística y ambiental, tanto en los tres niveles político-territoriales de gobierno como entre los órganos y entes del propio Ejecutivo Nacional. Esto evitaría la práctica de actuaciones contradictorias en el propio Estado, generadoras de daños ambientales, que provienen de falta de coordinación interinstitucional y del Ordenamiento Jurídico. Ejemplo de ello lo constituye el desarrollo de la

actividad agrícola en áreas bajo régimen de administración especial (parques nacionales), el amparo de actos autorizatorios emitidos por el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras y el Instituto Nacional de Tierras, respectivamente.

- √ Regular el uso racional de plaguicidas para reducir la contaminación ambiental y sus residuos en el agua, los alimentos y en la cadena trófica, Tamburlini, Enhrenstein y Bertollini (2006).
- √ Establecer límites máximos para los residuos de plaguicidas en el agua y en los alimentos, a fin de proteger a la sociedad, Tamburlini, Enhrenstein y Bertollini (2006).
- √ Revisar el régimen de aprovechamiento forestal del país a nivel nacional, regional y legal, MARNR/FP (1998) para disminuir las deforestaciones en áreas de interés proteccionista.
- √ Elaborar una norma que obligue a los causantes de daños ambientales o ejecutar las medidas pertinentes a fin de evitar el deterioro de los recursos naturales y los procesos ecológicos de los ecosistemas.

5.4. Técnicas

Estas soluciones están orientados a la aplicación de medidas preventivas, correctivas y curativas o medidas estructurales o técnicas que amerite la afectación a fin de poder mermar, corregir el daño ambiental o curar para la recuperación el área dañada por las actividades antrópicas (MARNR/FP, 1998).

- a. Promover una agricultura sustentable que implique desarrollar agroecosistemas, estos consisten en sistemas agrícolas con mínima dependencia de los altos insumos agroquímicos y energéticos, especialmente en los rubros cuyas características ecológicas y la interacción cultivo-ambiente permita mantenerlo con medios naturales tanto la fertilidad del suelo como la productividad del cultivo; así como el ataque de plagas y de malezas, entre otros organismos; por ejemplo, mejoras en los sistemas de cultivo, mejoras de equipos e implementos agrícolas, control biológico y manejo de plagas y de otros animales, Sandia *et al.* (S/F).
- b. Efectuar las actividades de movimiento de tierras cuando exista menor velocidad del viento; es decir, a las primeras horas de la mañana y a final de la tarde; y en épocas de verano; evitar realizarlas en invierno.
- c. Selección de cultivo de acuerdo a su rendimiento, resistencia a las plagas y enfermedades, mayores ventajas productivas y hacerle un estudio de sus costos ambientales, Sandia *et al.* (S/F).
- d. Rotación de cultivo y siembra simultánea de especies que se complementen como las gramíneas y las leguminosas, Sandia *et al.* (S/F).
- e. Las semillas -uso de semillas certificadas- y plántulas a utilizar deberán estar libres de enfermedades y debidamente tratadas para garantizar que no introduzcan plagas, Sandia *et al.* (S/F).
- f. La selección de la época y forma de la siembra -densidad, orientación en relación a vientos e iluminación, entre otros- y posterior manejo del cultivo (métodos y frecuencia de riego, tipo y frecuencia de fertilización, control de malezas, entre otros), deberán ajustarse a la variedad seleccionada, Sandia *et al.* (S/F).
- g. Estudio de las condiciones climáticas a fin de predecir oportunamente la presencia de enfermedades como hongos evita la aplicación de grandes cantidades de plaguicidas, Sandia *et al.* (S/F).

- h. Establecer programas de reforestación: sembrar plantaciones forestales con fines de protección en tierras con aptitud forestal, en terrenos descubiertos y de protección, producción y mejoramiento del entorno o en áreas donde se desee enriquecer los bosques para su aprovechamiento. Estos programas deben tener en cuenta las condiciones ecológicas del lugar, las especies a utilizar, los ciclos o turnos de producción y los costos de los procesos, MARNR/FP (1998).
- i. En los paramos se debe lograr un sistema integrado que busque el equilibrio entre estos ecosistemas y el logro de una estructura social más justa que permita incluir sistemas diversificados de cultivos que combinen agricultura vegetal, animal y agroforestería de conservación de laderas, integrándolas con las actividades turísticas y artesanales para aprovechar aún más las bellezas paisajísticas y su clima templado y frío, MINAMB (2000).
- j. Dejar zonas de amortiguación en los cultivos; conservando medios de control naturales entre la agricultura y la fauna silvestre, por ejemplo aves insectívoras, animales polinizadores, las ratas arroceras, entre otros.
- k. Implementar programas de siembra de áreas verdes en las unidades de producción alrededor de las áreas agrícolas donde se realizan pases de maquinaria frecuentes para la mitigación de las emisiones de polvo y por ende de los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica, MARNR/FP (1998).
- l. Construir cortafuego en áreas boscosas, para evitar que se quemen todas las áreas en caso de incendio, MARNR/FP (1998).
- m. Disminuir las emisiones de los gases de efecto invernadero, mediante la captura de gases de efecto invernadero como el CO₂ en la estructura vegetal y del suelo, Garmendia *et al.* (2006); y la captura de CH₄ para su uso como fuente de energía, biodigestores.
- n. Implementar sistemas silvopastoriles (Calles, Murgueitio y Calles, 2002) para:
 - √ Permitir la conservación de una parte de la diversidad biológica de la fauna y de la flora nativa porque estos albergan mayor cantidad y variedad de especies que los sistemas convencionales.
 - √ Contribuir a la regulación y conservación de los recursos hídricos porque mejoran la infiltración y disminuyen la erosión.
 - √ En las laderas es importante sembrar especies con distintos sistemas radiculares para así retener el suelo en forma efectiva sobre todo durante los aguaceros torrenciales. Los árboles extraen nutrientes y aguas de las capas profundas del suelo mediante las raíces y luego lo depositan en la superficie en forma de hojas, flores, tallos y frutos.
 - √ Sembrar leguminosas porque éstas fijan nitrógeno y esto reduce la incorporación de fertilizantes nitrogenados; y se mejora la calidad de los alimentos del ganado y por ende disminuye la compra de alimentos concentrados.
 - √ Los cercos vivos pueden:
 - Ejercer las funciones de corredores y así disminuir el efecto fragmentación de ecosistemas.
 - Contribuyen a la captura de carbono y a filtrar el aire.
 - Disminuyen la erosión eólica porque se disminuye la velocidad del viento en los potreros.
 - Producen leñas, postes para las cercas y miel, frutos y maderas; entre otros beneficios.

- √ Siembra de árboles como barreras rompevientos, hileras de árboles en curvas de nivel y corredores para proteger las quebradas, permitir las siembras de tierras marginales en bosques.
- √ Aplicar sistemas de mínima labranza, incorporar árboles de cobertura, mejorar la eficiencia en el uso del agua y fertilizantes.
- o. Los correctivos para disminuir la salinidad de los suelos (abrir zanjas con pendiente por toda la longitud del campo que se va a sanear, se inunda toda el área de interés y así desalojar a las sales; en terrenos muy extensos se cavan zanjas laterales (subdrenajes) que recogen las aguas salinas y se vierten a las zanja principal, MARNR/FP (1998).
- p. Los correctivos para los suelos pobres en nutriente se procede a rotar los cultivos maíz-caraota-quinchoncho (este método también mejora el control de las plagas, MARNR/FP (1998).
- q. Dejar las tierras en barbecho, el cual consiste en dejar descansar durante seis meses a tres años y finalmente se voltea la tierra para incorporar la materia orgánica, MARNR/FP (1998).
- r. El empleo de fertilizantes químicos en proporciones convenientes para la recuperación de la fertilidad natural; si es en exceso causa contaminación a la cadena trófica, el suelo, y el agua, MARNR/FP (1998).
- s. Para evitar el arrastre de suelos se emplean siembras en contorno, terrazas de banco, zanjas en laderas y barreras y cortinas rompe viento entre otras, MARNR/FP (1998).
- t. Eliminación o disposición oportuna de desechos de las cosechas para evitar la presencia de plagas, Sandia *et al.* (S/F).
- u. Las herramientas deberán ser debidamente desinfectadas si vienen de otras áreas que se sospeche este contaminada por enfermedades por bacterias, hongos, virus o cualquier otro microorganismos al igual debe hacerse con los vehículos y maquinarias, Sandia *et al.* (S/F).
- v. Desarrollar metodologías adecuadas de evaluación de riesgo de problemas crónicos y agudos causados por los residuos de plaguicidas a la sociedad, Tamburlini, Ehrenstein y Bertolini (2006).
- w. Asistencia para fomentar un manejo seguro de los residuos y desechos generados por las actividades agrícolas, MARNR/FP (1998).
- x. Manejo especial de envases y materiales relacionados con el uso de plaguicidas utilizados en el control de plagas; por el peligro real de contaminación que representan, MARNR/FP (1998).
- y. Sistemas de tratamiento de los efluentes en las unidades de producción pecuaria; aunque no se logra una purificación completa del agua, se permite descargar volúmenes menores que pueden ser asimilados por los recursos y procesos ecológicos de los ecosistemas. Los tratamientos pueden ser físicos, químicos, biológicos, fisicoquímicos y mixtos y según su orden en preliminares, primarios, secundarios y terciarios o avanzados, MARNR/FP (1998).
- z. Construir los sitios de relleno de seguridad a fin de poder colocar aquí los desechos peligrosos que no pueden ser reciclados ni tratados.

5.5. Educativas

Estas soluciones están orientadas a la aplicación de correctivos o medidas no estructurales que amerite las circunstancias a fin de impartir conocimientos formales e informales que permitan aumentar el nivel de educación de los

individuos que generan o sufren deterioro de su calidad de vida por daño ambiental.

- a. Orientar a las personas acerca del buen uso de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), MARNR/FP (1998).
- b. Los grupos e individuos deben apoyar y participar activamente en los planes y programas del Estado para lograr la disposición adecuada de los desechos, MARNR/FP (1998).
- c. Apoyar las iniciativas para lograr un formato unificado para los registros toxicológicos y así llevar una mejor data epidemiológica y promover en los centros asistenciales cursos específicos sobre toxicología producida por los COP y las sustancias tóxicas persistentes, Gil (2006).
- d. Cumplir con la Estrategia Política del Plan Simón Bolívar (República Bolivariana de Venezuela, 2007) en cuanto:
 - √ Capacitación y darle apoyo a los productores para la agricultura sustentable y el desarrollo endógeno.
- e. Es necesario enfatizar los mecanismos de educación, información, vigilancia y control tanto en las aduanas como a nivel de los pequeños agricultores que no conocen ni del peligro, ni de la prohibición de este COP, colocándose consecuentemente en una situación riesgosa, Gil (2006).
- f. Capacitar a los involucrados con la compra, depósito, venta, transporte, aplicación y disposición de los envases de productos tóxicos en programas relacionados al correcto manejo de los materiales, desechos y sustancias peligrosas.

5.6. Guía para la valoración económica de impactos y daños ambientales de actividades agrícolas

La valoración de los efectos ambientales es un proceso que requiere equipos de diversas áreas del conocimiento –biólogos, ecólogos, agrónomos, geólogos, meteorólogos, hidráulicos, hidrólogos, edafólogos, geógrafos, antropólogos, historiadores, sociólogos-, entre otros; multidisciplinarios, pluridisciplinaria, interdisciplinarios o transdisciplinarios.

Ésta debería de realizarse sistemáticamente con conocimiento de las actividades susceptibles de degradar el ambiente requeridas para la puesta en marcha de la actividad agrícola sea esta en ecosistemas acuáticos o terrestres; este Manual sugiere que se haga en cinco (5) fases identificadas a continuación y esquematizada en la Figura 6:

- a. Fase I: Descripción del proyecto.
- b. Fase II: Caracterización ambiental del área del proyecto y del área de influencia.
- c. Fase III: Identificación de efectos ambientales –impactos y daños- y su evaluación.
- d. Fase IV: Identificación de las medidas sean estas para los impactos –proyectos *ex ante* o para los daños ambientales *ex post* a la actividad y; en casos de auditorías, cierre de actividades, entre otras.
- e. Fase V: Valoración económica de impactos o de daños ambientales

5.7. Fase I: Descripción del proyecto.

Esta fase puede a su vez dividirse en tres (3) actividades:

- a. Descripción de la tecnología empleada.

- b. Identificación de las actividades del proyecto.
- c. Caracterización de las actividades del proyecto.

5.8. Fase II: Caracterización ambiental.

Esta fase permite la identificación y caracterización de los ecosistemas y sus componentes y procesos ecológicos que podrían ser afectados por las actividades del proyecto en caso de ser *ex ante* para proyectos que aún no han sido ejecutados; y en áreas o sitios degradados para los que requieren una recuperación. Esta fase generalmente se efectúa mediante talleres con los responsables del proyecto y los especialistas de los componentes y procesos ecológicos de los ecosistemas.

La caracterización ambiental consiste en la identificación y descripción de los recursos naturales y procesos ecológicos que serán o son afectados por los efectos ambientales y la identificación y caracterización de las áreas sensibles o vulnerables⁷⁵; y estos se clasifican en tres grandes grupos:

- a. Medio físico: clima, geología, geomorfología, edafología, hidrográfica.
- b. Medio biológico también llamado natural: cobertura vegetal, flora, fauna, diversidad biológica.
- c. Medio socioeconómico y cultural referido a las características demográficas, base económica, ocupación del territorio, actores sociales, marco legal ambiental involucrado, servicios de red –caminos, vías de comunicación, red eléctrica, acueductos, cloacas, entre otras- y fijos –centros asistenciales, educativos, deportivas, y religiosos, entre otros.
- d. Identificación y caracterización de áreas sensibles o vulnerables; esta actividad se realiza a fin de reconocer las áreas críticas.
- e. Relación entre actividades y componentes y procesos ecológicos de los ecosistemas susceptibles de ser degradados.

5.9. Fase III: identificación de efectos ambientales –impactos y daños- y su evaluación.

La identificación de los efectos ambientales –impactos y daños ambientales- se efectúa mediante la aplicación de los métodos de evaluación de impactos ambientales –en el acápite 2.4 se identificaron- y estos serán elegidos de acuerdo a la disponibilidad de datos, y las preferencias del equipo responsable de la evaluación de los efectos ambientales. En las Figuras 7, 8, 9 y 10 se muestran un encadenamiento de efectos de diversas actividades de una actividad agrícola vegetal genérica bajo riego; recuerde que la evaluación de los efectos ambientales escapa de este Manual.

⁷⁵ Un área sensible se define de acuerdo a la actividad o proyecto propuesto y al ecosistema donde se enclavará y está en función de su vulnerabilidad. La vulnerabilidad está en función de las características del parámetro ambiental en riesgo, su posibilidad y magnitud de afectación por las actividades del proyecto.

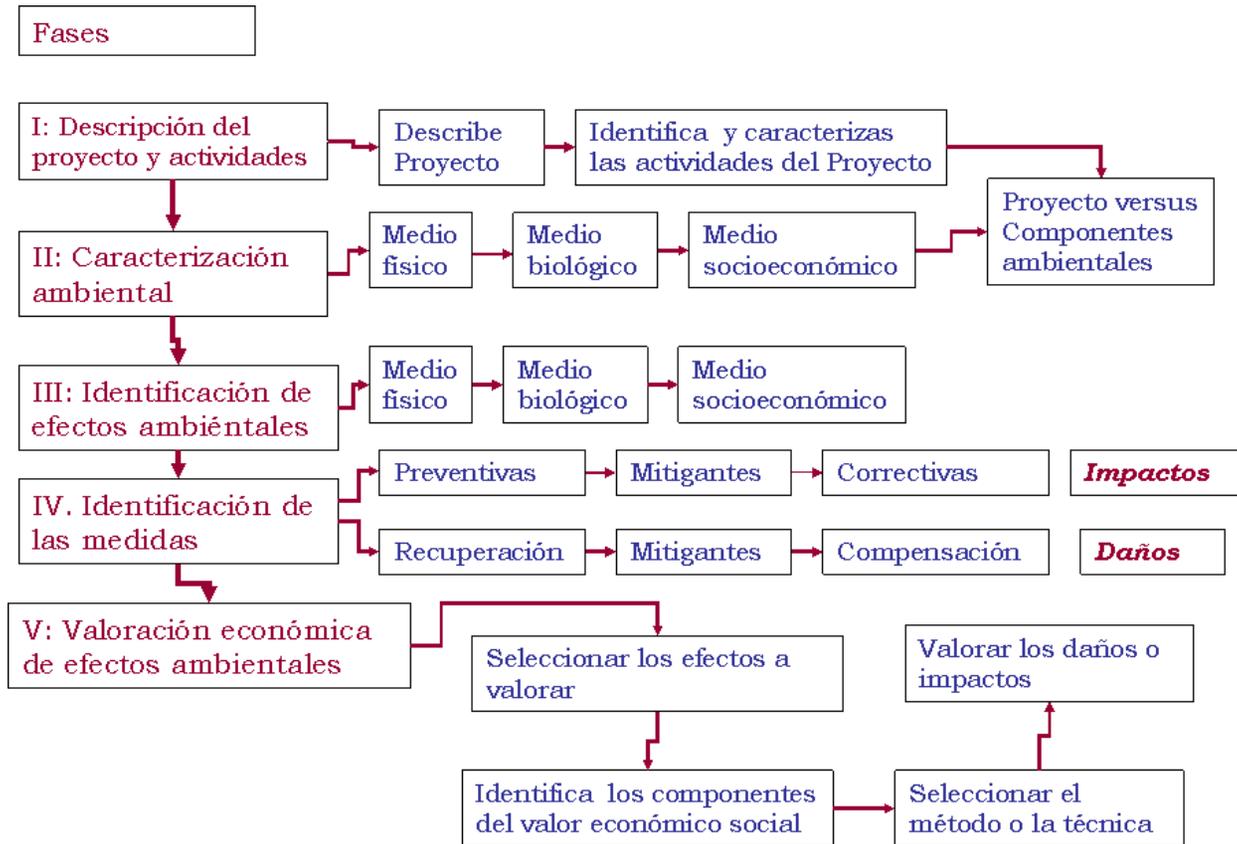


Figura 6. Fases a cubrir en la valoración de impactos o de daños ambientales

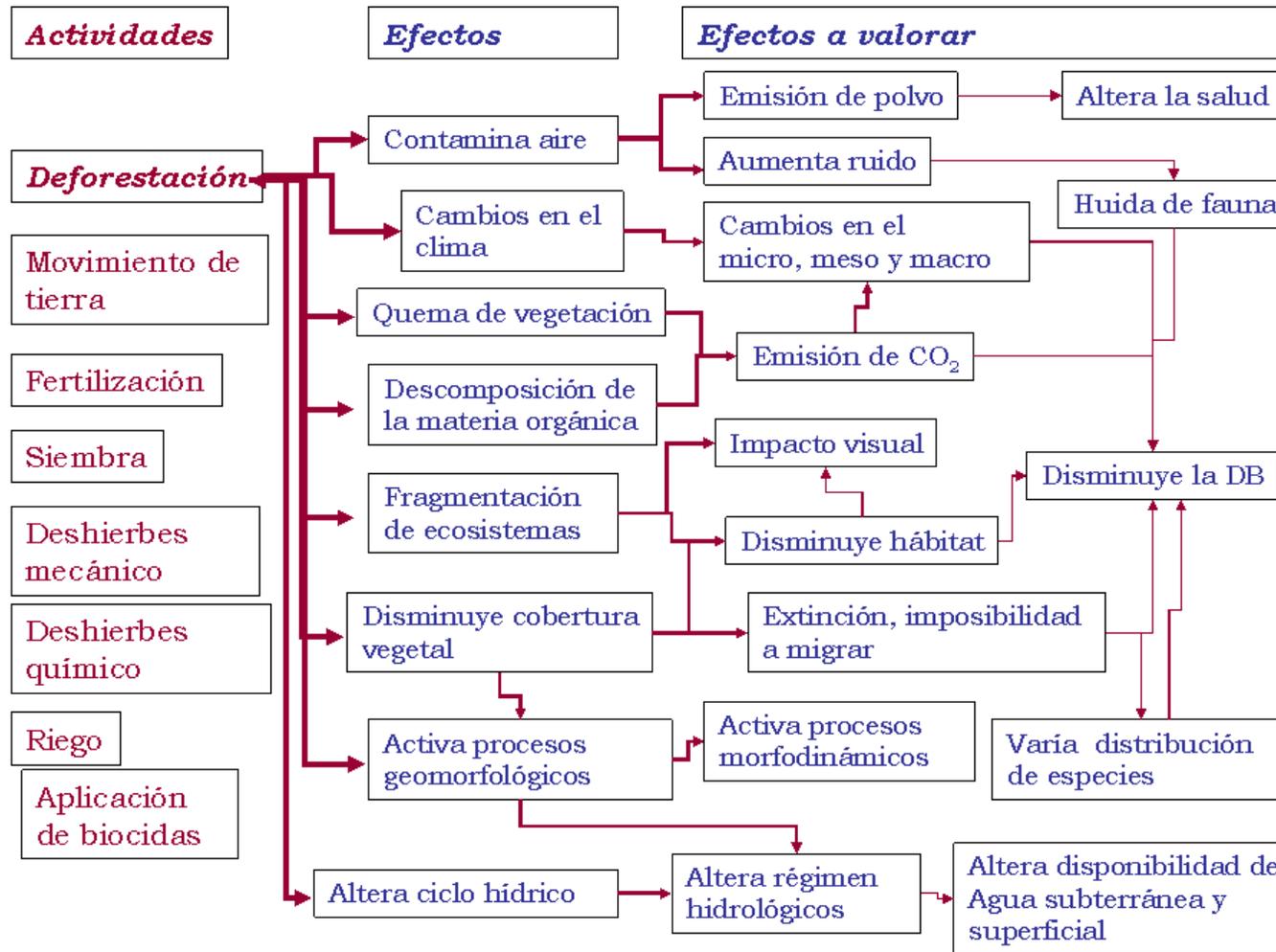


Figura 7. Relación de la deforestación, los recursos naturales y los procesos ecológicos

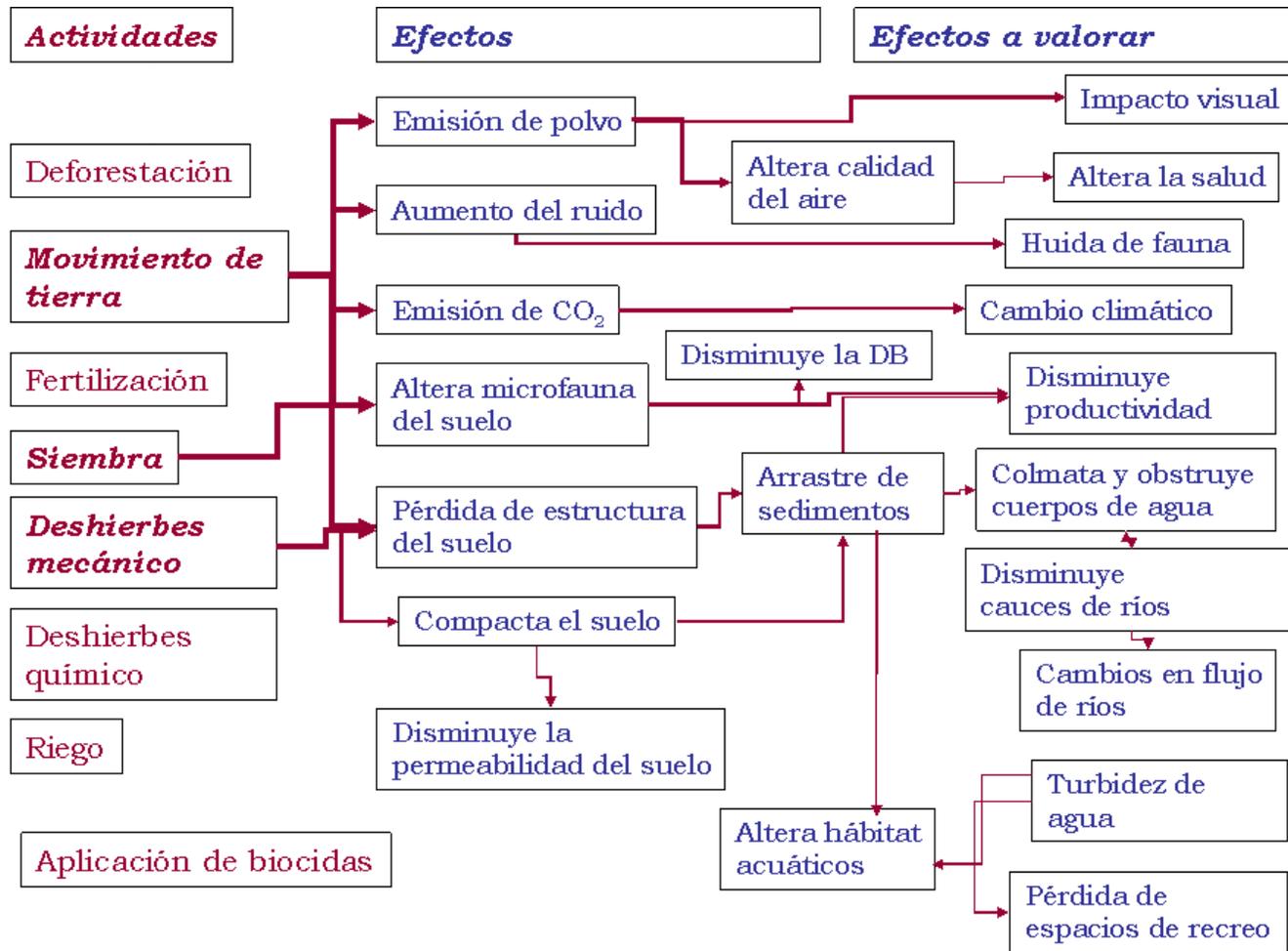


Figura 8. Relación de movimiento de tierra, siembra, deshierbe mecánico, los recursos naturales y los procesos ecológicos

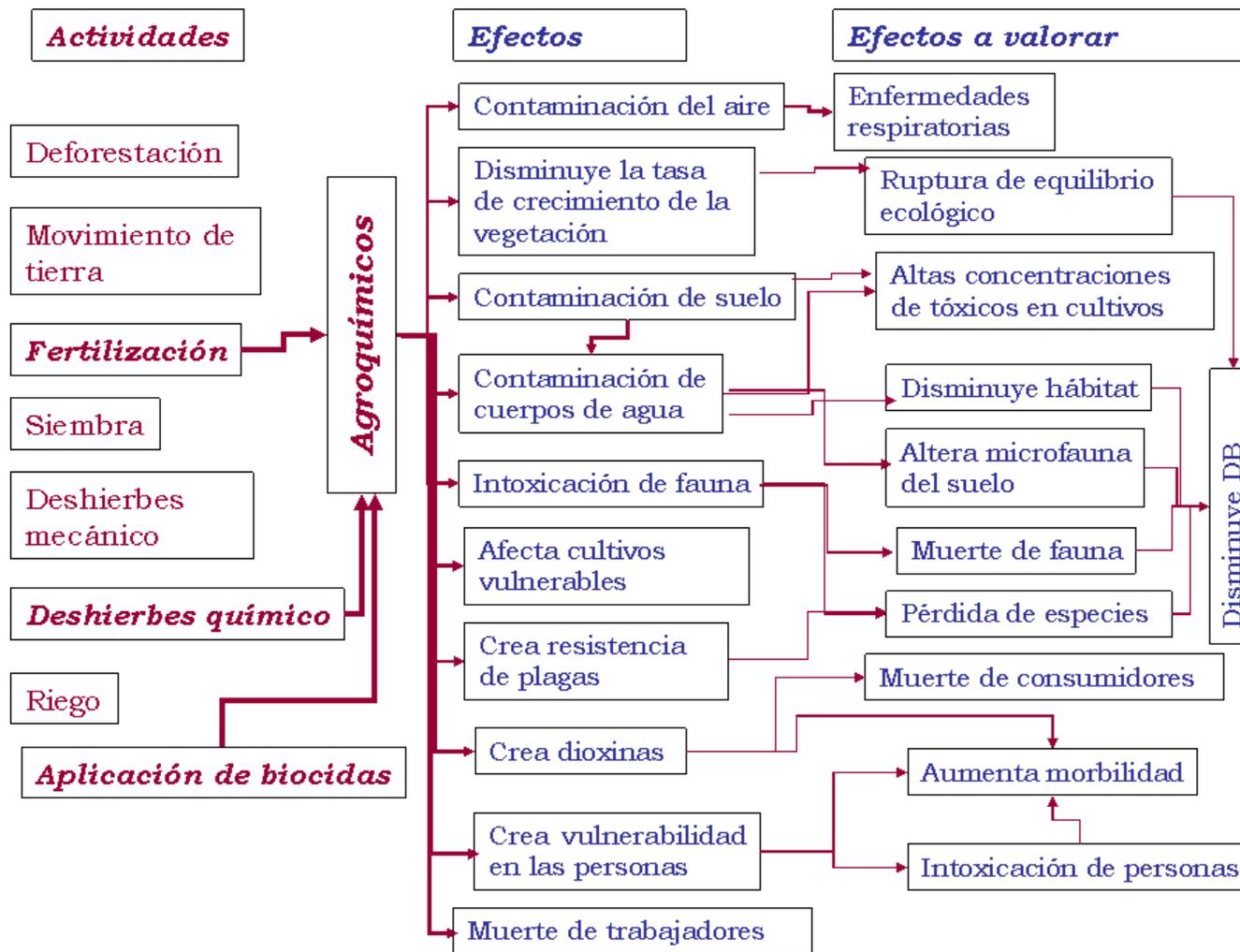


Figura 9. Relación entre la fertilización, deshierbe mecánico la aplicación de biocidas, los recursos naturales y los procesos ecológicos

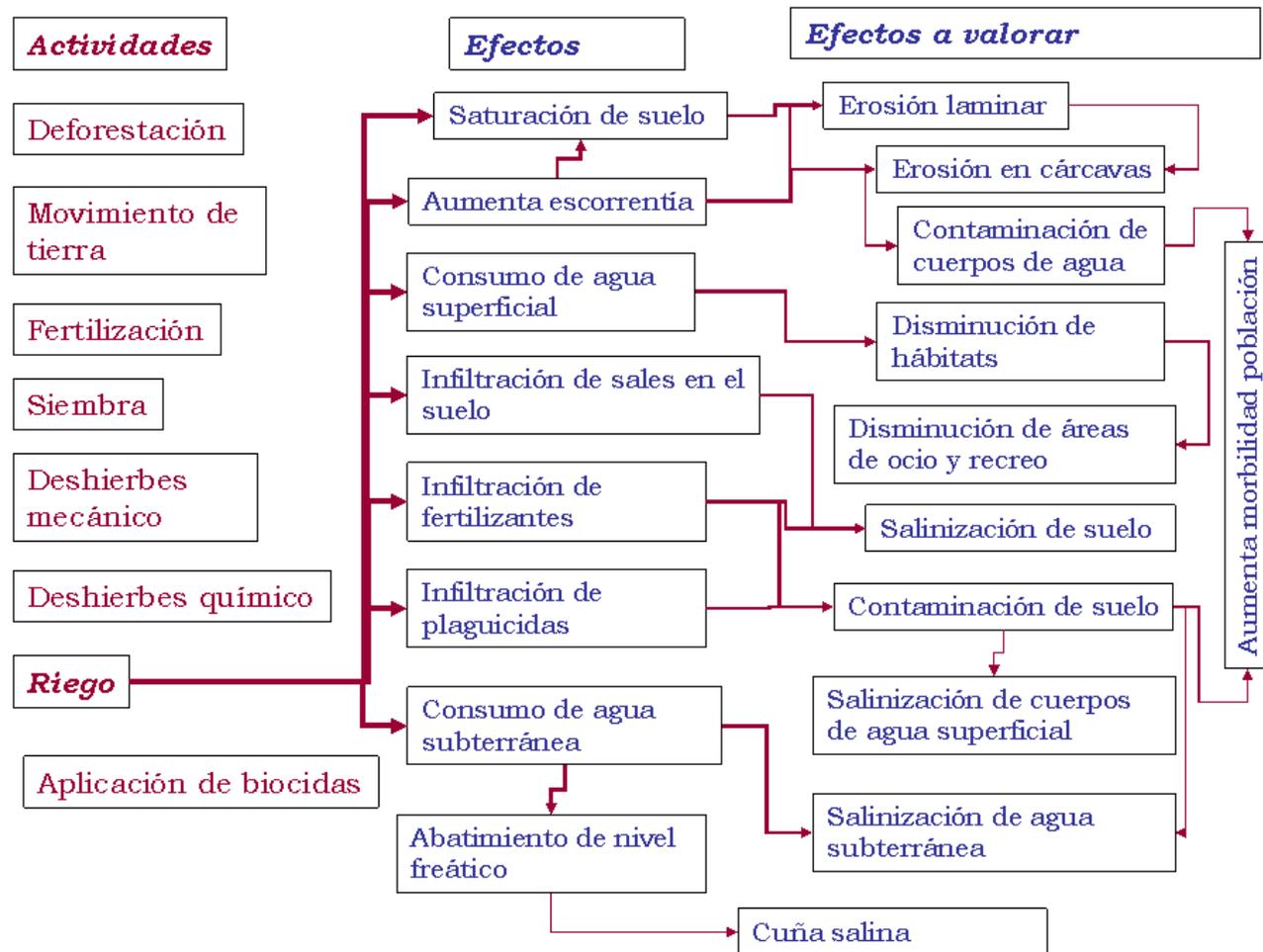


Figura 10. Relación entre el riego, los recursos naturales y los procesos ecológicos

5.10.Fase IV: Identificación de las medidas

La identificación de los tipos de medidas ya sea para los impactos o para los daños ambientales.

- √ La identificación y caracterización de las medidas para contrarrestar los efectos de las actividades susceptibles de degradar el ambiente; están orientadas para impactos potenciales; identificación *ex ante* del proyecto. Estas se categorizan en: preventivas, mitigantes y correctivas, identificadas y conceptualizadas en el acápite 2.5.
- √ Las medidas para los daños ambientales están orientadas para contrarrestar impactos ambientales identificados después que el proyecto se puso en marcha; y se identifican en supervisión ambiental, auditorías ambientales o cuando se cierran las actividades –por diversos motivos- y hay que reparar la perturbación o degradación de los recursos naturales y de los procesos ecológicos de los ecosistemas afectados; es *ex post* al proyecto o al cierre de la actividad. Estas medidas son para la reparación y se categorizan en restablecimiento, mitigación, corrección y compensación como ya fueron identificadas en el acápite 2.8 de este Manual.

En el Cuadro 2, 3, 4, y 5 se listan algunas actividades agrícolas -deforestación, movimiento de tierra, agroquímicos⁸⁰ y riesgo- y sus relaciones con los recursos naturales. En estos cuadros se exponen los efectos –se intentó hacer un encadenamiento de efectos; iniciándose desde la primera columna a la tercera de izquierda a derecha- que afectan a la sociedad y a sus individuos; los recursos naturales, procesos ecológicos, componentes del valor. Además, en el Cuadro 6 se muestra de manera sucinta los recursos naturales, los efectos ambientales que sufren por las actividades agrícolas y las técnicas y métodos que podrían emplearse para su cuantificación económica.

5.11.Fase V: Valoración económica de impactos o de daños ambientales

En esta Fase se procede a la cuantificación económica de las medidas indistintamente si es para impactos ambientales *ex ante* o para el daño ambiental o *ex post*. El procedimiento consiste en la identificación de las medidas ingenieriles, agronómicas, educativas o de cualquier otro tipo; y para esto se sugiere lo siguiente:

- √ Estimar la cantidad de valor que ha perdido la sociedad por el cambio de uso del ecosistemas a través de la utilización de la teoría del valor; es decir, procederá a:
 - Identificación de los componentes del valor social del ecosistema que se han perdido; es decir, identificarán si se ha perdido el valor de uso –extractivo o no extractivo-, el indirecto, opcional, cuasi-opcional, legado; o el altruista, intrínseco o de legado; la Figura 2 puede ayudar a efectuar esta actividad.

⁸⁰ Agroquímico en este acápite se referirá a los fertilizantes y pesticidas.

Cuadro 2. Efectos, componentes y funciones ambientales afectados por la deforestación

Efectos	Efectos	Efecto a valorar	Recursos naturales y productos de procesos ecológicos	Funciones
↑ Emisión de polvo	↓ Bienestar social ↓ Calidad de hábitats	↓ Salud de trabajadores y poblaciones ↓ Cuenca visual	Clima, aire, DB, Personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Regulación de: gases y clima; bellezas escénicas, turismo y recreación
↑ Emisión de ruido	Huida de especies	↓ DB ↓ Bienestar social	DB, personas y comunidades	Bellezas escénicas, turismo y recreación e investigación científica y educación
Δ Micro, meso y microclima	↓ Calidad de hábitats ↑ Cambio climático	↓ Bienestar social ↓ DB	Clima, aire, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Regulación de: gases y clima; bellezas escénicas, turismo y recreación
↑ Emisión de CO ₂	Δ Macroclima ↓ Calidad de hábitats ↑ Cambio climático	↓ Bienestar social ↓ DB	Clima, aire, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Regulación de: gases y clima; bellezas escénicas, turismo y recreación
Fragmentación de Ecosistemas	↓ Cuenca visual ↓ Hábitats, ↑ Extinción Δ Distribución de especies	↓ Bienestar social ↓ DB ↓ Espacios de investigación, ocio y recreo	Clima, aire, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Protección de cuencas, polinización, control biológico, funciones de refugio y de alojamiento para la reproducción, alimento, materia prima, recursos genéticos, medicinales, ornamentales; bellezas escénicas, turismo y recreación, información histórica, cultural e investigación científica y educación
Δ Procesos geomorfológicos	Δ Procesos morfodinámicos	↓ Erosión laminar en cárcavas ↓ Suelo ↓ Productividad de cultivos	Suelo, agua, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Protección de cuencas, retención de suelo, protección de suelo, disponibilidad de nutrientes, protección de cuencas
Δ Ciclo hidrológico	Δ Régimen hídrico	Δ Disponibilidad de agua subterránea Δ Disponibilidad de agua superficial ↓ Recarga de acuíferos	Suelo, agua, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Regulación de agua, oferta de agua; funciones de refugio y de alojamiento para la reproducción, alimento, materia prima, recursos genéticos, medicinales, ornamentales; bellezas escénicas, turismo y recreación, información histórica, cultural e investigación científica y educación

Fuente: Elaboración propia. ↓ Disminuye, ↑ Aumenta, Δ Varía

Cuadro 3. Efectos, componentes y funciones ambientales afectados por movimiento de tierra

Efectos	Efectos	Efecto a valorar	Recursos naturales y productos de procesos ecológicos	Funciones
↑ Emisión de polvo	↓ Salud de trabajadores y poblaciones ↓ Cuenca visual	↓ Bienestar social ↓ Calidad de hábitats	Clima, aire, DB, Personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Regulación de: gases y clima; bellezas escénicas, turismo y recreación
↑ Emisión de ruido	Huida de especies	↓ DB ↓ Bienestar social	DB, personas y comunidades	Bellezas escénicas, turismo y recreación e investigación científica y educación
Δ Estructura	↓ Permeabilidad del suelo ↓ Infiltración Δ Microfauna ↑ Arrastre de sedimentos ↑ Turbidez de los cuerpos de aguas	↑ Compactación ↑ Colmatación de cuerpos de agua ↑ Obstrucción de cursos de agua Δ Flujo de los ríos ↓ DB ↓ Flujo de ríos Δ hábitats acuáticos ↓ Espacios de investigación, ocio y recreo	Suelo, agua, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Protección de cuencas, retención y formación de suelos arables, disponibilidad de nutrientes, regulación de agua, oferta de agua; funciones de refugio y de alojamiento para la reproducción, alimento, materia prima, recursos genéticos, medicinales, ornamentales; bellezas escénicas, turismo y recreación, información histórica, cultural e investigación científica y educación
Δ Ciclo hidrológico	Δ Régimen hídrico	Δ Disponibilidad de agua subterránea Δ Disponibilidad de agua superficial ↓ Recarga de acuíferos	Suelo, agua, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Regulación de agua, oferta de agua; funciones de refugio y de alojamiento para la reproducción, alimento, materia prima, recursos genéticos, medicinales, ornamentales; bellezas escénicas, turismo y recreación, información histórica, cultural e investigación científica y educación

Fuente: Elaboración propia. ↓ Disminuye, ↑ Aumenta, Δ Varía

Cuadro 4. Efectos, componentes y funciones ambientales afectadas por agroquímicos

Efectos	Efectos	Efecto a valorar	Recursos naturales y productos de procesos ecológicos	Funciones
↑ Sustancias tóxicas en la atmósfera	↓ Salud de trabajadores y comunidades	↓ Bienestar social ↓ Calidad de hábitats ↑ Morbilidad de trabajadores y comunidades	Clima, aire, DB, Personas y comunidades (socioeconómicas y culturales).	Regulación de gases y clima; investigación científica y educación.
↑ Sustancias tóxicas en el suelo	↓ Calidad de suelo ↓ Salud de trabajadores y comunidades ↓ Elimina hábitats ↓ Elimina especies ↓ Diversidad genética	↓ Bienestar social ↑ Morbilidad de trabajadores y comunidades ↓ DB	Suelo, DB, Personas y comunidades (socioeconómicas y culturales).	Formación de suelo, disponibilidad de nutrientes, funciones de refugio y alojamiento para la reproducción; Investigación científica y educación.
↑ Sustancias tóxicas en cuerpos de agua subterránea y superficial	Igual que al anterior	↓ Bienestar social ↑ Morbilidad de trabajadores y comunidades ↓ DB	Agua, DB, Personas y comunidad (socioeconómica y cultural).	Oferta de agua, disponibilidad de nutrientes, funciones de refugio y alojamiento para la reproducción; Investigación científica y educación.
↑ Sustancias tóxicas en la cadena trófica silvestre	Igual que al anterior	↓ Bienestar social ↑ Morbilidad de trabajadores y comunidades ↓ DB	DB, Personas y comunidades (socioeconómicas y culturales).	Polinización, control biológico, alimento, materia prima, recursos genéticos; Investigación científica y educación.
↑ Sustancias tóxicas en cultivos	Igual que al anterior	↓ Bienestar social ↑ Morbilidad de trabajadores y comunidades ↓ DB	DB, Personas y comunidades (socioeconómicas y culturales).	Polinización, control biológico, alimento, materia prima, recursos genéticos; Investigación científica y educación.

Fuente: Elaboración propia. ↓ Disminuye, ↑ Aumenta, Δ Varía

Cuadro 5. Efectos, componentes y funciones ambientales afectados por el riego

<i>Efectos</i>	<i>Efectos</i>	<i>Efecto a valorar</i>	<i>Recursos naturales y productos de procesos ecológicos</i>	<i>Funciones</i>
↑ Saturación de suelo	Δ Estructura del suelo	Δ Infiltración Δ Permeabilidad	Suelo, DB, Personas y comunidades (socioeconómicas y culturales).	Protección de cuencas, retención y formación de suelos arables, disponibilidad de nutrientes, regulación de agua, oferta de agua funciones de refugio y alojamiento para la reproducción; Investigación científica y educación.
↑ Aumenta la escorrentía	↑ Contaminación de agua ↑ Arrastre de sedimentos ↓ Hábitats acuáticos	↓ DB Δ Régimen hídrico Δ hábitats acuáticos ↓ Espacios de investigación, ocio y recreo	Suelo, agua, DB, Personas y comunidades (socioeconómicas y culturales).	Protección de cuencas, retención y formación de suelos arables, oferta de agua, disponibilidad de nutrientes, funciones de refugio y alojamiento para la reproducción; Investigación científica y educación.
↑ Consumo de agua superficial	↓ Caudal de cuerpos de agua ↓ Hábitats acuáticos Δ Régimen hídrico	↓ DB ↓ Acueductos ↑ Conflicto uso agua Δ hábitats acuáticos ↓ Espacios de investigación, ocio y recreo	Suelo, agua, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Protección de cuencas, retención y formación de suelos arables, disponibilidad de nutrientes, regulación de agua, oferta de agua; funciones de refugio y de alojamiento para la reproducción, alimento, materia prima, recursos genéticos, medicinales, ornamentales; bellezas escénicas, turismo y recreación, información histórica, cultural e investigación científica y educación
↑ Consumo de agua subterránea	↓ Nivel freático Δ Régimen hídrico	↑ Conflicto uso agua ↓ Disponibilidad de agua Δ Cuña salina	Suelo, agua, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Igual que la anterior
↑ Infiltración de toxinas	↑ Contaminación de agua por sales y sodio; y agroquímicos ↓ Calidad del agua ↓ Hábitats acuáticos ↓ Microorganismos del suelo ↑ Presencia de toxinas en cadena trófica y en cultivos	↑ Suelos contaminados ↑ Rubros con alta concentración de toxinas ↓ Calidad de agua ↓ DB ↓ Bienestar social ↑ Morbilidad de comunidades	Suelo, agua, DB, personas y comunidades (socioeconómico y cultural)	Igual que la anterior

Fuente: Elaboración propia. ↓ Disminuye, ↑ Aumenta, Δ Varía

Cuadro 6. Relación entre los recursos naturales, los efectos ambientales y las técnicas y métodos de valoración social o económica

Recursos naturales	Efecto a valorar	Técnicas y métodos de valoración
Aire	Δ Climática, Δ Macroclima, Δ Microclima, ↓ Calidad de hábitats, ↑ Polvo, ↑ Ruido.	Valor de uso extractivo o consuntivo: precios de mercado, cambio de productividad, costo de oportunidad, bienes y servicios comercializados, pérdida de ganancias, entre otros.
Suelo	↑ Erosión laminar, en surcos y en cárcavas, ↑ Arrastre de sedimentos, ↓ Suelo, Δ Microfauna de suelo, ↑ Turbidez de los cuerpos de aguas, ↑ Colmatación de cuerpos de agua, ↑ Obstrucción de cursos de agua, ↓ Flujo de ríos, Δ Hábitats acuáticos, ↓ DB, ↓ Infiltración, ↓ Permeabilidad del suelo, ↑ Compactación, ↑ Suelos contaminados,	Valor de uso no extractivo: costo de viaje, valoración contingente, Método Delphi, cambio de productividad, costo de Oportunidad, modelos, entre otros.
Agua	Δ Ciclo hidrológico, Δ Disponibilidad de agua superficial, Δ Disponibilidad de agua subterránea, Δ Flujo de los ríos, ↓ Recarga de acuíferos, ↑ Cuña salina, ↓ Nivel freático	Valor de uso indirecto: precios hedónicos, valoración contingente, estimación del secuestro de CO ₂ , gastos preventivos, costo de enfermedad, capital humano, costo de reposición, costo de reubicación, Proyecto sombra, entre otros.
Diversidad biológica	↓ DB, ↑ Calidad de hábitats, ↓ Hábitats, ↑ Extinción, Δ Distribución de especies, ↓ Elimina hábitats, ↓ Elimina especies, ↓ Diversidad genética, ↓ Polinización, ↑ Especies silvestres con toxinas.	
Paisaje	↓ Espacios de investigación, ocio y recreo, ↓ Cuenca visual.	Valor de uso opcional, cuasi-opcional, de legado y de existencia: valoración contingente
Salud	↓ Salud de trabajadores y poblaciones, ↑ Morbilidad de trabajadores y comunidades, ↑ Rubros con alta concentración de toxinas.	Método Delphi, modelos, entre otros.
Socioeconómico	↓ Productividad de cultivos, ↓ Acueductos, ↑ Conflicto uso del suelo y del agua.	Transferencia de beneficio puede usarse para todos los componentes del valor y efectos ambientales

Fuente: Elaboración propia. ↓ Disminuye, ↑ Aumenta, Δ Varía

- Identificación de los recursos naturales o procesos ecológicos de los ecosistemas afectados los métodos a usar ya sea guiándose con la Figura 3; y con la revisión de los fundamentos, aplicaciones, ventajas y desventaja de las técnicas, métodos y análisis expuestas en el apartado 3.
- √ Estimar la cantidad de valor que ha perdido la sociedad por el cambio de uso del ecosistemas a través de la utilización de la pérdida de sus cantidades y calidad; es decir, procederá a la aplicación de la Figura 4 de la cesión tres (3).

6. Conclusiones y recomendaciones

Las actividades agrícolas convencionales que actualmente se realizan en Venezuela implican la generación de múltiples efectos ambientales negativos – impactos y daños ambientales- a todos los recursos naturales y a los procesos ecológicos de los ecosistemas. Esto se manifiestan mediante la merma en la cantidad de espacios naturales libres de contaminantes como en pérdida de calidad y cantidad de sus recursos naturales; además, de sitios contaminados con poblaciones afectadas.

La valoración económica de los efectos ambientales contribuye a la administración más eficiente de los recursos naturales; porque ésta es una herramienta de gestión –es un criterio más; que le aporta al técnico herramientas de discusión para argumentar las decisiones de afectaciones del recurso o desistir de esta- y así contribuir al desarrollo de una actividad sustentable que le garantice el mayor bienestar a la sociedad. Estas valoraciones también son argumentos que contribuyen con los asesores y consultores legales al suministrarle datos técnicos con sustentos metodológicos y sistemáticos para la aplicación de la Ley Orgánica del Ambiente.

La Autoridad Ambiental Nacional deberá formular el marco legal para que se lleven a cabo las valoraciones económicas de las afectaciones a los ecosistemas, sus procesos ecológicos y sus recursos; además, del marco legal para proceder a las reparaciones de los daños ambientales; en cumplimiento a la Ley Orgánica del Ambiente.

Las valoraciones económicas o sociales de los impactos y daños ambientales generados por planes, políticas, programas, proyectos y actividades o acciones - de actividades antrópicas susceptibles de degradar el ambiente- requieren que los técnicos manejen muchos términos ecológicos, ambientales, legales y económicos. Estos técnicos deben disponer de información confiable; y para ello la Autoridad Nacional Ambiental debe ir creando una base de datos; e idealmente esta podría estar en un Sistema de Información Geográfica Nacional con respaldos regionales para cada una de las Direcciones Ambientales Estadales (DEA); además, de la sistematización de la información cartográfica nacional y de las diversas investigaciones que ha realizado el Ministerio del Ambiente desde su creación, año 1977.

La Autoridad Nacional Ambiental en coordinación con la Dirección de Recursos Humanos deberá crear actividades educativas para la formación de sus técnicos en el área de la valoración económica mediante talleres y estudios de casos emblemáticos y de interés nacional; esto incentivaría a la creación de experiencias documentadas. Esta actividad podría estar respaldada con el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología –crear una cartera de proyectos en esta área- respaldada por las universidades y los investigadores nacionales.

Los participantes al Taller han sugerido las siguientes recomendaciones:

1. Preparar el Manual para que sirva a todas las actividades antrópicas susceptibles de degradar a los ecosistemas.

2. La unidad de análisis debería de ser la cuenca.
3. Considerar estado de conservación (estado base) incluyendo proyectos anteriores (impactos acumulativos) y evaluar periódicamente dicho estado.
4. Establecer metas (presupuestos) periódicamente.
5. Llevar indicadores ambientales periódicamente.
6. Incorporar en la valoración económica de las actividades susceptibles de degradar el ambiente el costo del estudio de valoración, es decir los gastos operativos, de traslado, el personal técnico calificado, la logística y recursos financieros requeridos para llevar a cabo la valoración.
7. Preparar para cada técnica, método y análisis un caso de estudio. Si existiera la posibilidad de colocar un ejemplo real en cada caso.
8. Incluir entre la metodología de valoración, índices de abundancia, riqueza y población y/o cualquier otro método aplicados en ecología, para tener una aproximación más del valor intrínseco de los ecosistemas.
9. Tener otro nivel de discusión para poder seguir avanzando técnicamente.
10. Hacer otra contratación que permita la preparación de ejemplos para la aplicación de cada método, técnica o análisis.

7. Referencias bibliográficas

Adamowicz, W.L. , J.J. Fletcher y T. Graham-Tomasi (1989). Functional forms and the statistical properties of welfare measures. *Am J Agric Econ* 71(2):414-42.

Azqueta, D. (1994). Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid. McGraw-Hill.

Bacthgen, W. E y D. L. Marino (1997). Cambio climático, gases efecto invernadero e implicaciones en los sectores agropecuario y forestal de Uruguay. International Fertilizer Development Center/Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, GRAS Uruguay (disponible en http://inia.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/cc_ge_i_agrop_forestal.pdf)

Bishop, R. C. y T. A. Heberlein (1979). Measuring values of extramarket goods: are indirect measures biased. *Amer. J. Agr. Econ.* s/v (s/n):926-930.

Bishop, J. T. (1999). Valuing forest a review of methods and applications in development countries. Environmental Economics Programme International Institute for Environment and Development (IIED) 3 Endsleigh Street, London WC1H ODD, UK (disponible en [http://wwwlnweb18.worldbank.org/ESSD/essdex.nst/44DocByUnid/BDDA6996c43081E585256B750070A73B/\\$FILE/ValuingForestAReviewOfMethodsAndApplicationsInDevelopingCOUNTRIEjULY1000.pdf](http://wwwlnweb18.worldbank.org/ESSD/essdex.nst/44DocByUnid/BDDA6996c43081E585256B750070A73B/$FILE/ValuingForestAReviewOfMethodsAndApplicationsInDevelopingCOUNTRIEjULY1000.pdf))

Bockstael, N. E., I. E. Strand, Jr., K. E. McConnell y F. Arsanjani (1990). Sample selection bias in the estimation of recreation demand functions: An application to sportfishing. *Land Economics.* 66(1): 40-49.

Böjo, J., K. G. Mäler y L. Unemo (1992). Environment and development: an economic approach. Kluwer Academic Publishers. Netherland.

Bowker, J. M. y J. R. Stoll (1988). Use of dichotomous choice nonmarket methods to value the Whooping crane resource. *Amer. J. Ec. Association.* 70(2): 372-381.

Boyle, K. J. y P. M. Bishop (1988). Welfare measurements using contingent valuation: a comparison of techniques. *Agricultural economics Association:* 20-27.

Boyle, K. J. y J. C. Bergstrom (1992). Benefit transfer studies: myths, pragmatism, and idealism. *Water Resources Research,* 28(3): 657-663.

Brookshire, D. S. y D. L. Coursey (1987). Measuring the value of a public good: an empirical comparison of elicitation procedures. *The American Economic Review* 77(4):554-566.

- Brookshire, D. S. y V. K. Smith** (1987). Measuring recreation benefits: conceptual and empirical issues. *Water Resources Research*, 23(5): 931-935.
- Brookshire, D. S. y H. R. Neill** (1992). Benefit transfers: conceptual and empirical issues. *Water Resources Research*, 28(3): 651-655.
- Burneo, D.** (2003). Métodos de valoración de los ecosistemas forestales. En X. Izko & D. Burneo (Comp.). *Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenido de los bosques sudamericanos*. (27-56). Quito, Oficina Regional para América del Sur. Unión Mundial para la Naturaleza (disponible en <http://www.iufro.org/sufro/publications/ws13contenido.pdf>)
- Buschmann, A. H.** (2001). Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigación en Chile y el mundo un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los sistemas acuáticos. Departamento de Acuicultura Universidad de Los Lagos Osorno, Chile. (disponible en <http://bibliotecaverde.wikieco.org/wp-content/plugins/downloads-manager/upload/rpp4.pdf>)
- Calle Z., E. Murgueitio y N. Calle** (2002). Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Fundación Centro para la investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali-Colombia, 65 págs.
- Calva, L. G. y M. R. Torres** (1998). Plaguicidas organoclorados. Laboratorio de ecosistemas costeros. Departamento de hidrobiología. D.C.B.S UAML. En ContactoS 30, 35-46. (disponible en <http://www.izt.uam.mx/contactos/n30ne/pdf/plaga.pdf>)
- Chirino, E., J. Abad y J. Bellot** (2008). Uso de indicadores de Presión-Estado-Respuesta en el diagnóstico de la comarca de la Marina Baixa, SE, España. En *Ecosistemas* 17 (1): 107-114.
- Claude, M.** (1997). Cuentas pendientes. Estado y evolución de las cuentas del medio ambiente en América Latina. Quito, Fundación Futuro Latinoamericano.
- Costanza, R., R., d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O' Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. van der Belt** (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(15):253-259.
- de Alba, E., y M. E. Reyes** (1997). Valoración económica de los recursos biológicos del país. En *Manejo de los recursos naturales*, capítulo 7 (212-233) México.
- de Groot, R. S., M. A., Wilson y R. M.J. Boumans** (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. En *Ecological Economics* 41: 393-408.

- del Valle A., J. I. y S. A. Orrego S.** (2000). Maximizando los beneficios del mecanismo de desarrollo limpio. Los bosques tropicales como sumideros de carbono. Ponencia en el Curso de Mecanismos de Desarrollo Limpio en Fundación Polar, Caracas.
- Dixon, J. A., L. F. Scura., R. A. Carperter y P. B. Sherman** (1994). Análisis económico de impactos ambientales. Asociación con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Doménech Q., J. L.** (2007). La huella ecológica y desarrollo sustentable. AENOR ediciones. Madrid-España. Págs. 398
- England, R. W.** (1995). Funds, Flows and Natural Capital: A Conceptual reconstruction. Version 2.0. Center for Business and Economic Research University of New Hampshire (disponible en <http://orbit.unh.edu/cber/abs/History/Papers/Funds.pdf>)
- Freeman III, A. M.** (1993). The measurement of environmental and resource values. Theory and methods. Washington, D. C. Resource for the Future.
- Garmendia S., A., A. Salvador A., C. Crespo S. y L. Garmendia S.** (2006). Evaluación de impacto ambiental. Pearson Educación, S.A. Madrid-España, págs. 416.
- Gil B., M. E. (2006).** Informe ciudadano de la situación de los contaminantes orgánicos persistentes en Venezuela. Proyecto Internacional de Eliminación de los COP Promoviendo una activa y eficiente participación de la Sociedad Civil en la preparación para aplicar el Convenio de EstocolmoFundación Aguacalara, Venezuela. 31 páginas.
- Gómez-Gómez, C. M.** (1994). El análisis costo-beneficio y el medio ambiente. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social-ILPES, Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones.
- Gómez-Orea, D.** (2004). Recuperación de espacios degradados. Mundi Prensa. Madrid, España. Págs. 583.
- (GTZ/IIICA) Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GmbH/Instituto Interamericano para la Agricultura** (1995). Evaluación y seguimiento del impacto ambiental en proyectos de inversión para el desarrollo agrícola y rural. Una aproximación al tema. Centro de Programas y Proyectos de Inversión (CEPPI), Dirección de Planeamiento, Programación, Proyectos y Auditoría Técnica. Págs. 268.
- Gutiérrez, A.** (2007). El Enfoque de Cadenas Agroproductivas ¿Cómo se Viene Aplicando en la Enseñanza Universitaria?. En CONFERENCIA INVITADA (BLOQUE COMPETITIVIDAD). PRESENTADA EN EL VIII Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural – FRADIEAR; Lima, del 27 de noviembre al 1 de diciembre del 2007 (disponible en

<http://www.innovaven.org/Documentos/El%20Enfoque%20de%20Cadenas%20Productivas%20Doc.pdf>

- Hufschmidt, M. M., D. E. James, A. D. Meister, B. T. Bower y J. A. Dixon** (1983). Environment, natural systems, and development. An economic valuation guide. Baltimore and London. The Johns Hopkins University Press.
- Husch, B.** (2001). Estimación del contenido de carbono de los bosques. En el Simposio Internacional: Medición y Monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales, Valdivia-Chile (disponible en <http://www.iufro.org/sufro/publication/ws13contenido.pdf>)
- Ibañez, A. M., N. L. Gracia y K. McConnell** (2000). The benefits of improving water in Cartagena bay, Colombia. Research Funded by the Maryland-Uniandes Fund for Collaborative Research, World Bank and Ministry of the Environment, Bogotá.
- Kahneman, D. y J.L. Knetsch** (1992). Valuing public goods: the purchase of moral satisfaction. J. Environ. Econom. Manage. 14: 57-70.
- LLamozas, S., R. Duno de Stefano, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymardd, O. Hubber y R. Ortiz** (2003). Libro Rojo de la flora venezolana. Provita. Págs. 550.
- Martínez A., J.** (1995). Curso básico de economía ecológica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y El Caribe. Red de Formación Ambiental para América Latina y El Caribe.
- (MINAMB) Ministerio del Poder Popular para el Ambiente** (S/F). Diagnóstico Ambiental Integral del estado Lara. Viceministerio de Ordenación de Ordenación y Planificación Ambiental, Dirección Estatal Ambiental del estado Lara. Págs. 158 (sin publicación).
- (MPPA) Ministerio del Poder Popular para el Ambiente** (2010). Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica de la República Bolivariana de Venezuela. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Caracas-Venezuela. Págs. 52.
- (MARNR) Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables** (2000). Primer informe de Venezuela sobre diversidad biológica. Caracas-Venezuela, junio-2000. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. 227 págs.
- (MARNR/FP) Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y Fundación Polar** (1998). Principales problemas ambientales en Venezuela. 144 Págs.
- (MARNR) Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables** (1996). Balance ambiental de Venezuela 1996. 77 Págs.

(MARNR) Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1995). Balance ambiental de Venezuela 1994-95. 166 Págs.

Mitchell, R. C. y R. T. Carson (1989). Using surveys to value public goods: The contingent valuation method. Washington, D. C. Resources for the Future,

Moreno S., A. A. (1992). Valoración económica de proyectos con impactos ambientales. Ponencia presentada en el Seminario Interamericano sobre Economía ambiental. Programa Interamericano Organización de los Estados Americanos (OEA). Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente; Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT), (185-218) Mérida.

(NOAA) National Oceanic and Atmospheric Administration (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. Federal Register, 8(10):4602-4614.

Niklischek, M. (1991). Una revisión de las metodologías de valoración económica para recursos ambientales. Banco Interamericano de Desarrollo.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2010). Las dioxinas y sus efectos en la salud humana. Nota descriptiva N°225 (disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/es/index.html>).

Pearce, D. W. y A. Markandya (1989). Environmental policy benefits. monetary valuation. Paris. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

Pearce, D. W. y K. Turner R. (1995). Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Madrid, Colegio de Economistas de Madrid.

Pérez-Pérez, L. F., J. Barreiro H., R. Barberán O. y S. del Saz S. (1998). El Parque Posets-maladeta (aproximación económica a su valor de uso recreativo) Consejo ed protección de la Naturaleza de Aragón.

Pérez Z., A. y E. San Martín G. (2002). Recursos hídricos y contabilidad verde. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) (disponible en: <http://129.3.20.41/eps/othr/papers/0505/0505016.pdf>).

Quintero de C., M. y O. Molina de P. (2006). Los Costos Ambientales en la Actividad Agrícola. Actualidad Contable FACES Año 9 N° 12, Enero-Junio 2006. Mérida. Venezuela. (109-117) (disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17375/1/articulo10.pdf>).

Red Escolar Nacional (Rena) (S/F). Conozca el patrimonio venezolano. (disponible en <http://www.rena.edu.ve/SegundaEtapa/ESTETICA/patrimonio.html>).

República Bolivariana de Venezuela (2009). Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos, Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 39095. Caracas 09-01-09. (disponible en http://redesastre.inia.gob.ve/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=158&Itemid=28).

República Bolivariana de Venezuela (2008). Ley Orgánica de la Administración Pública, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.890, Caracas 31-07-2008. (disponible en <http://www.unesr.edu.ve/uploads/90/e0/90e0c852ae2680d5be0b56ab4511a302/LOAdminPublica.pdf>).

República Bolivariana de Venezuela (2007). Proyecto Nacional Simón Bolívar Primer Plan Socialista -Pps- Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013. Venezuela, Págs. 50.

República Bolivariana de Venezuela (2006). Ley Orgánica del Ambiente, Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 5 833 Extraordinario. Caracas, 22-12-06 (disponible en <http://www.minamb.gob.ve/files/Ley%20Organica%20del%20Ambiente/Ley-Organica-del-Ambiente-2007.pdf>)

República Bolivariana de Venezuela (1999). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 36.860)

República de Venezuela (1996). Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. Decreto No. 1257, Gaceta Oficial No. 35.946 del 25 de Abril de 1996. Caracas 13-03-96. (disponible en <http://www.vitalis.net/Normas%20sobre%20evaluaci%C3%B3n%20ambiental%20de%20actividades%20susceptibles%20de%20degradar%20el%20ambiente.pdf>)

República de Venezuela (1995). Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Decreto No. 883, Gaceta Oficial de la No. 5.021 Extraordinario del 18 de Diciembre 1995. Caracas 11-10-95 (disponible en <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/jmayorga/efluentes%20liquidos%20Venezuela.pdf>)

República de Venezuela (1981). Ley Orgánica de Procedimientos Administrativos. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 4899. Extraordinario, Caracas 01-07-81. (disponible en http://www.seniat.gob.ve/portal/page/portal/MANEJADOR_CONTENIDO_SENIAT/02NORMATIVA_LEGAL/2.7OTRAS_NORMAS/OTRAS_NORMAS_05_LIY_PROCEDIMIENTOS_ADMINISTRATIVOS.pdf)

República de Venezuela (1995). Normas sobre Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica, Decreto N° 638, Gaceta Oficial de la República

de Venezuela No. 2818. Extraordinario del 19 de Mayo de 1995. Caracas, 26-04-95 (disponible en <http://www.minamb.gob.ve/files/Laboratorios%20Calidad%20ambiental/Decreto-638.pdf>)

Riera, P. (1994). Manual de valoración contingente. Barcelona-España. Instituto de Estudios Fiscales.

Rodríguez, J. P., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo (2010). Libro Rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Provita. Págs. (disponible en http://ivic.academia.edu/JonPaulRodriguez/Papers/645927/Libro_Rojo_de_Los_Ecosistemas_Terrestres_de_Venezuela)

Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (1997). Libro Rojo de la fauna venezolana, 2da edición. Provita. Págs. 472.

Saracco, A. S (1995). Recomendaciones para la atención de las intoxicaciones por agentes anticolinesterásicos organofosforados y carbámicos. Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico Mendoza. Plan de Emergencias Médicas y Catástrofes Ministerio de Desarrollo Social y Salud (disponible en http://www.hazmatargentina.com/descargas/toxicologia/atencion_organofosforados.pdf)

Sandia, L. A., M. Cabeza, J. Arandia y G. Bianchi (S/F). Agricultura, salud y ambiente. Cidiat-Fundación Polar. Págs. 244.

Strahler, A. N. (1984). Geografía física. Ediciones Omega. Barcelona-España. 7ma edición. Traducido por Ana María Guilló y José Francisco Albert. Pág. 767

Tamburlini, G., O. S., von Ehrenstein y R. Bertollini (2006). Salud infantil y medio ambiente: un examen fáctico. Informe conjunto de la agencia Española de Medio Ambiente y de la Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud, Copenhague. El rincón del experto. Ministerio de Ambiente-España. Págs.223

Tassman Institute (1991). Valuing the Kakadu Conservation Zone a critique of the resource assessment commission's contingent valuation, mimeo.

Villalobos., F. S y L. Pratt (1999). Estimación del costo marginal de los servicios de fijación de carbono en Costa Rica (disponible en <http://www.incae.ac.cr/ES/clacds/investigacion/pdf/cen704.pdf>)

Walsh, R. G., D. M. Johnson y J. R. McKean (1992). Benefit transfer of outdoor recreation demand studies, 1968-1988. Water Resources Research 28(3):707-713.

World Resources Institute (2005). Ecosistemas y bienestar humano: Oportunidades y desafíos para los negocios y la industria. Washington, DC

(disponible en
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.754.aspx.pdf>

En web:

<http://loreidis187.obolog.com/importancia-patrimonio-natural-historico-150398>
Importancia del patrimonio nacional (Consultada 15-12-11)

http://www.derecho.com/c/Patrimonio_natural.Patrimonio_natural (Consultada 15-12-11)

<http://www.rena.edu.ve/SegundaEtapa/ESTETICA/patrimonio.html>. Patrimonio Natural (Consultada 15-12-11)

http://contenidos.educarex.es/sama/2010/csociales_geografia_historia/terceroso/poblacion.html (Consultada 15-12-11)