

CAPÍTULO VII

Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental

* Este capítulo está basado en el texto “Manual de Evaluación de Impacto Ambiental” (CONAMA, 1994).

1 ASPECTOS BÁSICOS

1.1 Antecedentes

El desarrollo de las metodologías para evaluar impactos ambientales puede vincularse con: a) la búsqueda de las relaciones entre los elementos o características territoriales y las acciones; b) las mediciones específicas y la información necesaria para estimar los impactos; y c) las medidas de mitigación, compensación y seguimiento. Estos antecedentes permiten una adecuada identificación, predicción e interpretación de los impactos sobre diversos componentes del ambiente.

La información puede concretarse sobre la base de dos aspectos básicos: la medición de la *capacidad* y del *impacto* sobre el medio. La capacidad es la condición natural de un territorio para absorber presiones sin deteriorarse y se relaciona con aspectos tales como: una altitud es mejor que otra para repoblar con una determinada especie forestal; un tipo litológico es mejor que otro en cuanto a resistir las cargas derivadas de la erosión de los suelos.

También se hace referencia a otros enfoques para aplicar este concepto como, por ejemplo, la capacidad de carga. Esta puede tener expresiones como las siguientes: a) número de organismos de una especie dada que pueden vivir en un ecosistema sin causar su deterioro; y b) máximo número de animales que pueden sobrevivir al período anual más desfavorable en un área.

El análisis del impacto conduce al concepto de alteración; por ejemplo: una repoblación forestal modifica el paisaje y una urbanización influye en la fauna del lugar donde se sitúa. Por ello es necesario prever y estudiar cuáles serían las implicancias de las posibles acciones sobre el medio ambiente, sean éstos de carácter positivo o negativo.

Considerados en su conjunto, para un determinado territorio, estos caracteres definen la condicionalidad para desarrollar en él una acción humana.

La consideración del impacto negativo sobre el medio contrapone los conceptos de fragilidad, singularidad y rareza, a las consideraciones de tipo técnico analizadas en los estudios de capacidad. Contrariamente, el impacto positivo realza la capacidad territorial para acoger las acciones, con matices derivados de las posibles orientaciones favorables que puedan inducirse sobre los elementos espaciales y los procesos actuantes debido a la implantación de las actividades humanas.

1.2 Características de los impactos ambientales

El impacto ambiental constituye una alteración significativa de las acciones humanas; su trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial. Esta es múltiple; por ejemplo: un determinado territorio puede presentar características de fragilidad en cuanto al riesgo de erosión y no por la contaminación de acuíferos. Esta diversidad de facetas siempre debería ponerse de manifiesto en una evaluación de impacto ambiental. Una alteración ambiental, correspondiente

La capacidad de un territorio es su condición natural para absorber presiones ambientales

La capacidad de carga es un buen ejemplo de capacidad ambiental de un territorio

El impacto se relaciona con la fragilidad del territorio frente a acciones humanas

La caracterización de un impacto se realiza sobre la base de diversos aspectos. Entre ellos: carácter, magnitud, significado, duración, etc

El significado del impacto es la importancia relativa o calidad del medio afectado

La reversibilidad considera el retorno a la condición previa con y sin ayuda humana

El área de influencia es el espacio receptor de los impactos ambientales

a cualquiera de esas facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del territorio, puede ser individualizada por una serie de características; entre ellas destacan, por ejemplo:

- a) El *carácter* del impacto que hace referencia a su consideración positiva o negativa respecto al estado previo a la acción; indica si, en lo que se refiere a la faceta de la vulnerabilidad que se esté teniendo en cuenta, ésta es beneficiosa o perjudicial.
- b) La *magnitud* del impacto informa de su extensión y representa la “cantidad e intensidad del impacto”: ¿Cuántas hectáreas se ven afectadas? ¿qué número de especies se amenaza? ¿cuáles son los volúmenes de contaminantes, o porcentaje de superación de una norma, etc.?
- c) El *significado* del impacto alude a su importancia relativa (se asimila a la “calidad del impacto”). Por ejemplo: importancia ecológica de las especies eliminadas, o intensidad de la toxicidad del vertido, o el valor ambiental de un territorio.
- d) El *tipo de impacto*, describe el modo en que se produce; por ejemplo, el impacto es directo, indirecto, o sinérgico (se acumula con otros y se aumenta ya que la presencia conjunta de varios de ellos supera a las sumas de los valores individuales).
- e) La *duración* del impacto se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos: si es a corto plazo y luego cesa; si aparece rápidamente; si su culminación es a largo plazo; si es intermitente, etc.
- f) La *reversibilidad* del impacto tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla de impactos reversibles y de impactos terminales o irreversibles.
- g) El *riesgo* del impacto estima su probabilidad de ocurrencia.
- h) El *área espacial* o de influencia es el territorio que contiene el impacto ambiental y que no necesariamente coincide con la localización de la acción propuesta. Informa sobre la dilución de la intensidad del impacto, lo que no es lineal a la distancia a la fuente que lo provoca. Donde las características ambientales sean más proclives aumentará la gravedad del impacto (el ejemplo de la acumulación de tóxicos en las hondonadas con suelos impermeables es bien relevante).

Los impactos ambientales individualizados según las características antes descritas, pueden ser clasificados según el **Cuadro 7-1**.

Cuadro 7-1. Clasificación de impactos ambientales

Criterios de Clasificación	Clases
Por el carácter	<p><i>Positivos</i>: son aquellos que significan beneficios ambientales, tales como acciones de saneamiento o recuperación de áreas degradadas.</p> <p><i>Negativos</i>: son aquellos que causan daño o deterioro de componentes o del ambiente global.</p>
Por la relación causa- efecto	<p><i>Primarios</i>: son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella; a menudo éstos se encuentran asociados a fases de construcción, operación, mantención de una instalación o actividad y generalmente son obvios y cuantificables.</p> <p><i>Secundarios</i>: son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente. Es decir, los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción.</p>
Por el momento en que se manifiestan	<p><i>Latente</i>: aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca.</p> <p><i>Inmediato</i>: aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo.</p> <p><i>Momento Crítico</i>: aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación.</p>
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	<p><i>Impacto simple</i>: aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un sólo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.</p> <p><i>Impactos acumulativos</i>: son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.</p>
Por la extensión	<p><i>Puntual</i>: cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada.</p> <p><i>Parcial</i>: aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada.</p> <p><i>Extremo</i>: aquel que se detecta en una gran parte del territorio considerado.</p> <p><i>Total</i>: aquél que se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.</p>
Por la persistencia	<p><i>Temporal</i>: aquel que supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que puede determinarse y que por lo general es corto.</p> <p><i>Permanente</i>: aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo</p>
Por la capacidad de recuperación del ambiente	<p><i>Irrecuperable</i>: cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar.</p> <p><i>Irreversible</i>: aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medio naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.</p> <p><i>Reversible</i>: aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales.</p> <p><i>Fugaz</i>: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.</p>

Fuente: **Jure, J. y S. Rodríguez, 1997.** *Aplicabilidad del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a los Planos Reguladores Comunales*. Informe para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Ordenación Ambiental, Instituto Profesional INACAP (modificado).

	<p>Por otra parte, cuando se trata de caracterizar los impactos se deben considerar algunas circunstancias colaterales, que son importantes para explicar el comportamiento de determinados fenómenos. Por ejemplo algunos de los elementos del medio no son susceptibles de recibir impactos de las acciones, como es obvio en el caso de la altitud u otros parámetros fisiográficos. Sin embargo, puede ser necesario tenerlos en cuenta porque actúan como <i>amplificadores</i> de alteraciones sobre otros elementos del ambiente. Esta consideración es particularmente importante en el caso del paisaje: un mismo impacto visual tendrá mayor o menor gravedad según la superficie desde la que pueda ser visto y del lugar en que se produzca; construir un edificio en la cima de un monte siempre es más llamativo que hacerlo en la ladera.</p>
<p><i>Efecto es cualquier afectación del ambiente. Impacto es una alteración significativa</i></p>	<p>Particular interés tiene la diferenciación entre efecto (cualquier afectación del ambiente) e impacto (alteración significativa del ambiente).</p>
<p><i>Los umbrales de impacto definen los criterios o límites de aceptabilidad</i></p>	<p>Por otro lado, el significado del impacto puede conectarse con su reversibilidad. La necesidad de calificar el deterioro irreversible, el agotamiento de un recurso, y la iniciación de procesos negativos que se aceleran a sí mismos, ha conducido al desarrollo de estrategias de definición y uso de <i>umbrales de impactos</i>. Estos marcan los límites a partir de los cuales el impacto se considera inadmisibles y que, por lo tanto, incompatibilizan la ejecución de la acción con determinados ambientes.</p>
<p><i>Los impactos debe ser clasificados en categorías que permitan su adecuada discriminación</i></p>	<p>Todas estas circunstancias y características definen la mayor o menor gravedad o beneficio, derivados de las acciones humanas en un territorio. La correcta evaluación de los impactos ambientales se concreta normalmente con la utilización de alguna escala de niveles de impacto; ésto facilita la utilización de la información recopilada para la toma de decisiones. Existen diversas formas para definir y calificar los impactos. Un ejemplo de niveles puede ser el siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>Impacto compatible.</i> La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No se necesitan prácticas mitigadoras. <i>Impacto moderado.</i> La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simples. <i>Impacto severo.</i> La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas específicas de mitigación. La recuperación necesita un período de tiempo dilatado. <i>Impacto crítico.</i> La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación incluso con la adopción de prácticas de mitigación.
<p><i>Los métodos de valoración y clasificación de impactos deben ser seleccionados caso a caso</i></p>	<p>En los Cuadros 7-2 y 7-3 se presentan ejemplos de métodos usados para valoración y clasificación de impactos. Nótese que tienen criterios y pesos diferentes para cada variable utilizada. Cabe destacar acá que ésta es una de las dificultades de la evaluación de impacto ambiental, ya que se carece de metodologías universalmente aceptadas y de uso común. Por ello es muy importante detallar los procedimientos utilizados y los alcances de la técnica usada en cada caso.</p>

Cuadro 7-2. Valoración de los impactos ambientales

CRITERIOS USADOS			
<i>Carácter</i> (positivo, negativo y neutro, considerando a estos últimos como aquel que se encuentran por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las regulaciones ambientales)			
<i>Grado de Perturbación</i> en el medio ambiente (clasificado como: importante, regular y escasa)			
<i>Importancia</i> desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental (clasificado como: alto, medio y bajo)			
<i>Riesgo de Ocurrencia</i> entendido como la probabilidad que los impactos estén presentes (clasificado como: muy probable, probable, poco probable)			
<i>Extensión areal</i> o territorio involucrado (clasificado como: regional, local, puntual)			
<i>Duración</i> a lo largo del tiempo (clasificado como: “permanente” o duradera en toda la vida del proyecto, “media” o durante la operación del proyecto y “corta” o durante la etapa de construcción del proyecto)			
<i>Reversibilidad</i> para volver a las condiciones iniciales (clasificado como: “reversible” si no requiere ayuda humana, “parcial” si requiere ayuda humana, e “irreversible” si se debe generar una nueva condición ambiental)			
CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS			
Carácter (C)	Positivo ⁽¹⁾	Negativo ⁽⁻¹⁾	Neutro ⁽⁰⁾
Perturbación (P)	Importante ⁽³⁾	Regular ⁽²⁾	Escasa ⁽¹⁾
Importancia (I)	Alta ⁽³⁾	Media ⁽²⁾	Baja ⁽¹⁾
Ocurrencia (O)	Muy Probable ⁽³⁾	Probable ⁽²⁾	Poco Probable ⁽¹⁾
Extensión (E)	Regional ⁽³⁾	Local ⁽²⁾	Puntual ⁽¹⁾
Duración (D)	Permanente ⁽³⁾	Media ⁽²⁾	Corta ⁽¹⁾
Reversibilidad (R)	Irreversible ⁽³⁾	Parcial ⁽²⁾	Reversible ⁽¹⁾
TOTAL	18	12	6
VALORACIÓN DE IMPACTOS			
Impacto Total = C X (P + I + O + E + D + R)			
Negativo (-)			
Severo	≥ (-) 15		
Moderado	(-) 15 ≥ (-) 9		
Compatible	≤ (-) 9		
Positivo (+)			
Alto	≥ (+) 15		
Mediano	(+) 15 ≥ (+) 9		
Bajo	≤ (+) 9		

Cuadro 7-3. Valorización de la importancia de un impacto

1. SIGNO	BENEFICIOSO	+
	PERJUDICIAL	-
	PREVISIBLE PERO DIFÍCIL DE CALIFICAR	
	SIN ESTUDIOS DE DETALLE	X
2. INTENSIDAD: PUNTUACIÓN CUALITATIVA	BAJA	1
	MEDIA	2
	ALTA	3
3. EXTENSIÓN	PUNTUAL	1
	PARCIAL	2
	EXTENSO (TODO EL ÁMBITO)	3
4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE	INMEDIATO	3
	MEDIO	2
	LARGO PLAZO	1
5. PERSISTENCIA	TEMPORAL	1
	PERMANENTE	3
6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO	IMPOSIBLE	4
	LARGO PLAZO	3
	MEDIO PLAZO	2
	CORTO PLAZO	1
7. POSIBILIDAD DE INTRODUCIR MEDIDAS DE MITIGACIÓN	EN PROYECTO	P
	EN OBRA	O
	EN OPERACIÓN	F
	NO ES POSIBLE	N
IMPORTANCIA DEL IMPACTO		
3 (valor intensidad) + 2 (valor extensión) + valor del momento + valor de reversibilidad		

Fuente: Gómez Orea, 1994, modificado.

1.3 Selección de metodologías

Los métodos y técnicas usualmente aceptadas están destinadas a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales. Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana.

Un primer criterio a incluir en la selección de técnicas y métodos es definir si se necesita medir la *capacidad* de una variable del ambiente o el *impacto* que sobre ella se genera. Un segundo elemento, se relaciona con su comportamiento en el tiempo. Por ejemplo, se considera a la naturaleza como un estado de equilibrio que es ocasionalmente perturbado por eventos propios o inducidos. Esta percepción obedece, probablemente, a que los cambios ecológicos acontecen en escalas temporales mayores que las humanas. Esto introduce una complicación adicional en la utilización de técnicas y métodos ya que las perturbaciones ambientales ocasionadas por un proyecto y sus efectos sobre el medio ambiente deben compararse no tan sólo con la situación inicial, previa a la acción, sino que con los posibles estados del sistema de acuerdo a las dinámicas de cambio natural.

Para la obtención de la información requerida en las evaluaciones ambientales destaca la utilización de metodologías y técnicas de medición, ya que con ellas es posible realizar adecuadamente una predicción, identificación e interpretación del impacto en los diferentes componentes del medio ambiente.

La medición de las variables ambientales específicas establece el desafío de seleccionar métodos y técnicas en función del ambiente afectado, de los tipos de acciones que se emprendan, de los recursos disponibles, y de la calidad de la información, entre otros aspectos.

En relación a evaluar *impactos* ambientales, la explosión de métodos de medición surge a fines de los años 60. El ya clásico procedimiento de la matriz de LEOPOLD para la identificación, análisis y evaluación de impactos ambientales se publica en 1971. Desde entonces una larga serie de experiencias metodológicas ha sido desarrollada en el lógica de la evolución de toda herramienta incipiente. El punto crucial en las metodologías de estudios de impacto ambiental es la medición de los aspectos cualitativos. La estimación y el valor de un área en que viven especies animales o vegetales en peligro de extinción, o el establecimiento de las modificaciones en las cadenas tróficas, son problemas que muchas veces sólo pueden ser resueltos con la cualificación de variables.

La utilización de métodos para identificar las modificaciones en el medio, es una tarea relativamente fácil. Pero otra cosa es la calificación de esas modificaciones: todos los aspectos y parámetros pueden medirse; la dificultad está en valorarlos. Saber que el gas órgano-clorado freón de los aerosoles destruye el ozono de la estratósfera y medir, incluso, su tasa de disminución, es un aspecto. Otra cosa es medir la importancia y los impactos desencadenados por esta destrucción.

A pesar de estas dificultades algunos métodos son ampliamente usados, aún cuando todavía se discute la utilidad real y se busque perfeccionar sus alcances (por ejemplo, la matriz de Leopold).

Un método para revisar impactos debe separar las variaciones naturales de las modificaciones humanas

Los métodos de medición de variables específicas son amplios y reconocidos por las diversas disciplinas

Los métodos para evaluar impactos surgen con la matriz de Leopold

Una de las dificultades de los métodos es la valoración de los impactos ya que se comparan variables de diverso origen y alcance

Los métodos
combinan
elementos cuali y
cuantitativos bajo
parámetros
específicos de
aplicación

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. Es relevante destacar acá que un impacto ignorado o subestimado hace insatisfactorio cualquier análisis, aún cuando se use una metodología sofisticada.

La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aún cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada. Algunos de los métodos utilizados permiten identificar los impactos. Entre ellos pueden citarse los descritos en los **Cuadros 7-4 y 7-5**.

Cuadro 7-4. Principales métodos para la evaluación de impactos ambientales

- a) *Las reuniones de expertos*. Solamente a considerar cuando se trata de estudiar un impacto muy concreto y circunscrito. Si no ocurre así, no se puede pretender ni rapidez ni exhaustividad, a causa de los cruces interdisciplinarios. El método Delphi ha sido de gran utilidad en estos casos.
- b) *Las “check lists”*. Son listas exhaustivas que permiten identificar rápidamente los impactos. Existen las puramente “indicativas”, y las “cuantitativas”, que utilizan estándares para la definición de los principales impactos (por ejemplo contaminación del aire según el número de viviendas).
- c) *Las matrices simples de causa-efecto*. Son matrices limitadas a relacionar la variable ambiental afectada y la acción humana que la provoca.
- d) *Los grafos y diagramas de flujo*. Tratan de determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir tipos de impactos esperados.
- e) *La cartografía ambiental o superposición de mapas (overlay)*. Se construyen una serie de mapas representando las características ambientales que se consideren influyentes. Los mapas de síntesis permiten definir las aptitudes o capacidades del suelo ante los distintos usos, los niveles de protección y las restricciones al desarrollo de cada zona.
- f) *Redes*. Son diagramas de flujo ampliados a los impactos primarios, secundarios y terciarios.
- g) *Sistemas de Información Geográficos*. Son paquetes computacionales muy elaborados, que se apoyan en la definición de sistemas. No permiten la identificación de impactos, que necesariamente deben estar integrados en el modelo, sino que tratan de evaluar la importancia de ellos.
- h) *Matrices*. Estos métodos consisten en tablas de doble entrada, con las características y elementos ambientales y con las acciones previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes. La matriz de Leopold es un buen ejemplo de este método. En matrices más complejas pueden deducirse los encadenamientos entre efectos primarios y secundarios, por ejemplo.

Fuente: Leal, 1997, modificado.

Cuadro 7-5. Sinopsis de los métodos de evaluación vs. actividades de la evaluación de impacto ambiental

Tipos de métodos de EIA	Definición de alcances	Identificación de impactos	Descripción ambiente afectado	Predicción de impactos	Evaluación de impacto	Toma de decisiones	Comunicación de resultados
Análogos (estudio de casos)	X	X		X	X		
Listas de verificación simple		X	X				X
Listas de verificación enfocadas en decisión					X	X	X
Análisis costo - beneficio ambiental				X	X	X	
Opinión de expertos		X		X	X		
Sistemas expertos	X	X	X	X	X	X	
Indices o indicadores	X		X	X	X		X
Pruebas de laboratorio y modelos a escala		X		X			
Evaluación de paisaje			X	X	X		
Revisión de literatura		X		X	X		
Balances de masa (inventarios)				X	X		X
Matrices	X	X		X	X	X	X
Seguimiento (línea base)			X		X		
Seguimiento (estudio de campo de receptores cercanos a casos análogos)				X	X		
Redes		X	X	X			
Superposición de mapas con SIG			X	X	X		X
Montajes de fotografías			X	X			X
Modelaje cualitativo (conceptual)			X	X			
Modelaje cuantitativo			X	X			
Evaluación de riesgos	X	X	X	X	X		
Construcción de escenarios				X		X	
Extrapolación de tendencias			X	X			

X = Potencial uso directo para la actividad
Fuente: Canter 1998.

.....

La selección de un método de evaluación puede definir la calidad de un estudio de impacto ambiental

Como puede verse, existen muchas maneras y métodos para analizar la *capacidad* del ambiente y los *impactos* ambientales. Son tantos que su selección es un punto crucial en los resultados de la evaluación. Por ello no es posible abogar por una fórmula única, ya que no lo permite la escasa perspectiva temporal y la enorme complejidad de las interacciones; aún más, una regla de este tipo, nunca sería aconsejable de definir en el dominio de las ciencias ambientales (ver **Cuadro 7-5**).

2 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍAS ESPECÍFICAS

2.1 Listas de chequeo o verificación

Este método consiste en una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. Las listas de chequeo son exhaustivas. Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida.

Una lista de chequeo debería contener *ítemes*, como los siguientes, que permiten identificar impactos sobre: **suelo** (usos del suelo, rasgos físicos únicos, etc), **agua** (calidad, alteración de caudales, etc), **atmósfera** (calidad del aire, variación de temperatura, etc), **flora** (especies en peligro, deforestación, etc), **fauna** (especies raras, especies en peligro, etc.), **recursos** (paisajes naturales, pantanos, etc), **recreación** (pérdida de pesca, camping y picnics, etc), **culturales** (afectación de comunidades indígenas, cambios de costumbres, etc), y en general sobre todos los elementos del ambiente que sean de interés especial.

Existen diversos tipos de listados; entre ellos destacan:

- **Listados simples.** Contienen sólo una lista de factores o variables ambientales con impacto, o una lista de características de la acción con impacto, o ambos elementos. Permiten asegurarse que un factor particular no sea omitido del análisis. Son más que nada una ayuda-memoria. El **Cuadro 7-6** muestra un ejemplo simulado para un embalse de acumulación de desechos mineros.
- **Listados descriptivos.** Estos listados dan orientaciones para una evaluación de los parámetros ambientales impactados. Se indican por ejemplo: posibles medidas de mitigación, bases para una estimación técnica del impacto, referencias bibliográficas o datos sobre los grupos afectados.
- **Listados escalonados.** El **Cuadro 7-7** muestra un ejemplo de listado escalonado para un proyecto de desarrollo forestal. Se establecen criterios para evaluar un conjunto de elementos ambientales, comparando sus Valores Mínimos Aceptables (VMA), establecidos por las normas y criterios de calidad ambiental, y las Variaciones de su Valor (VV) ante tres alternativas del proyecto: Sin Acción (SA), con Inversión Media (IM) y con Inversión Grande (IG). Para cada caso se indica si hay o no Impacto Ambiental Negativo (IAN). Se trata de un caso ilustrativo y las unidades de los criterios deben ser adaptadas a cada situación.

Las listas de chequeo permiten identificar impactos

Los listados simples aseguran que se consideren todos los factores

Los listados descriptivos, además de identificar, permiten analizar la mitigación y características de los impactos

Los listados escalonados establecen criterios para revisar diversos elementos del ambiente

Cuadro 7-6. Ejemplo de lista de chequeo para identificar impactos ambientales en zonas de acumulación de desechos mineros

Impactos generados	Etapa del proyecto			
	Diseño	Construcción	Operación	Abandono
1. Sobre el agua				
1.1. Contaminación				X
1.2. Disminución de caudal			X	
1.3. Cambio de uso		X		
2. Sobre el aire				
2.1. Contaminación				X
2.2. Incremento del ruido		X		
2.3. Presencia de malos olores				X
3. Sobre el clima				
3.1. Cambio de temperatura			X	
3.2. Aumento de las lluvias			X	
3.3. Aumento de la evaporación			X	
3.4. Aumento de nubosidad			X	
4. Sobre el suelo				
4.1. Pérdida de suelos		X		
4.2. Dunas				X
4.3. Acidificación		X		
4.4. Salinización		X		
4.5. Generación de pantanos				
4.6. Problemas de drenaje		X		
5. Sobre vegetación y fauna				
5.1. Pérdida de biodiversidad		X		
5.2. Extinción de especies		X		
5.3. Alteración sobre especies endémicas		X		
5.4. Alteración sobre especies protegidas		X		
6. Sobre población				
6.1. Pérdida de base de recursos				X
6.2. Alteraciones culturales				X
6.3. Pérdidas de recursos arqueológicos		X		
6.4. Traslado de población		X		
7. Otros				
7.1. Pérdida de paisaje	X	X		X

Cuadro 7-7. Listado escalonado de impactos de un proyecto de desarrollo forestal

Elemento	Indicador	VMA (Criterio de Aceptabilidad) unidades	SA		IM		IG	
			VV	IAN	VV	IAN	VV	IAN
Calidad del aire	Norma	3	4	SI	4	SI	4	SI
Recreación	Lugares de camping	5.000 lugares	2.800	SI	5.000	NO	6.000	NO
	Deportes de invierno	1 millón visitantes	700.000	SI	1 millón	NO	2 millones	NO
Especies amenazadas	Martín pescador	35 pares	50	NO	35	NO	20	SI
Calidad del agua	Norma	3 ppm	3	NO	3	NO	4	SI
Vida silvestre	Ciervos	25% menos	10%	NO	10%	NO	30%	SI
Economía	Beneficio: costo	1:1	3:1	NO	4:1	NO	4.5:1	NO
Empleo	Puestos de trabajo	Número actual	9.000	NO	9.500	NO	10.000	NO

Fuente: CONAMA, 1994, modificado.

Los cuestionarios se basan en preguntas sistemáticas

- **Cuestionarios.** Se trata de un conjunto de preguntas sistemáticas sobre categorías genéricas de factores ambientales. Normalmente hay tres respuestas dependiendo de cuánto se sabe del impacto específico. Se puede así estimar hasta qué punto se cuenta con información sobre los impactos: SÍ, NO y No Sabe. Por agregación de respuestas se puede tener una idea cualitativa de la importancia relativa de un cierto impacto, tanto negativo como positivo. El análisis ambiental de un proyecto consiste entonces en un procedimiento sistemático de preguntas y respuestas con la adición de información cuantitativa y cualitativa, si es necesario (Ver **Cuadro 7-8**).

Las listas de chequeo permiten identificar impactos y comparar alternativas

Las ventajas de las listas de chequeo están dadas por su utilidad para: a) estructurar las etapas iniciales de una evaluación de impacto ambiental, b) ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, c) asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y d) comparar fácilmente diversas alternativas de proyecto.

Cuadro 7-8. Listado-cuestionario parcial de impactos para un proyecto de desarrollo forestal

¿Hay algún ecosistema terrestre de los tipos que se indican más abajo que pudiera ser clasificado como significativo o único por su tamaño, abundancia o tipo?

Bosque	SÍ <u>x</u>	NO <u> </u>	NO SABE <u> </u>
Sabana	SÍ <u> </u>	NO <u>x</u>	NO SABE <u> </u>
Estepa	SÍ <u> </u>	NO <u>x</u>	NO SABE <u> </u>
Desierto	SÍ <u> </u>	NO <u>x</u>	NO SABE <u> </u>

¿Cómo calificaría a estos ecosistemas?

Prístinos	SÍ <u>x</u>	NO <u> </u>	NO SABE <u> </u>
Moderadamente degradados	SÍ <u> </u>	NO <u>x</u>	NO SABE <u> </u>
Muy degradados	SÍ <u> </u>	NO <u>x</u>	NO SABE <u> </u>

¿Hay una tendencia actual hacia la alteración de estos ecosistemas vía corta, quema, etc., a fin de transformar el suelo para usos agrícolas, industriales, urbanos, etc.?

SÍ NO NO SABE x

¿Utiliza la población actual estos ecosistemas para su provecho? Por ejemplo en:

Alimentación	SÍ <u>x</u>	NO <u> </u>	NO SABE <u> </u>
Plantas medicinales	SÍ <u> </u>	NO <u>x</u>	NO SABE <u> </u>
Madera	SÍ <u> </u>	NO <u> </u>	NO SABE <u>x</u>
Fibras	SÍ <u> </u>	NO <u> </u>	NO SABE <u>x</u>
Pieles	SÍ <u> </u>	NO <u>x</u>	NO SABE <u> </u>
Alimentos para animales	SÍ <u>x</u>	NO <u> </u>	NO SABE <u> </u>

¿En qué dimensión requerirá el proyecto la limpieza o alteración del suelo ocupado por estos ecosistemas?

Un área pequeña	SÍ <u> </u>	NO <u> </u>	NO SABE <u>x</u>
Un área mediana	SÍ <u> </u>	NO <u> </u>	NO SABE <u>x</u>
Un área grande	SÍ <u> </u>	NO <u> </u>	NO SABE <u>x</u>

¿Descansa el proyecto en la utilización de materias primas provenientes de estos ecosistemas?

SÍ x NO NO SABE

Fuente: CONAMA, 1994, modificado.

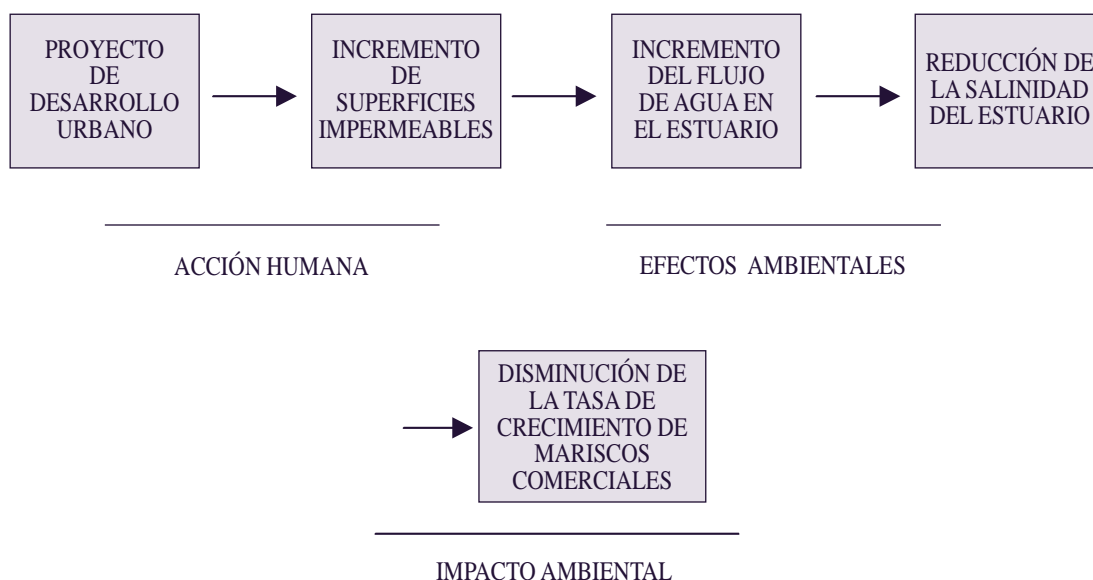
Entre sus deficiencias o limitaciones se encuentran: a) ser rígidos, estáticos, unidimensionales, lineales y limitados para evaluar los impactos individuales; b) no identifican impactos indirectos, ni las probabilidades de ocurrencia, ni los riesgos asociados con los impactos; c) no ofrecen indicaciones sobre la localización espacial del impacto; y d) no permiten establecer un orden de prioridad relativa de los impactos.

2.2 Diagramas de flujo

Estas metodologías se utilizan para establecer relaciones de causalidad, generalmente lineales, entre la acción propuesta y el medio ambiente afectado. También son usados para discutir impactos indirectos. La aplicación se hace muy compleja en la medida en que se multiplican las acciones y los impactos ambientales involucrados. Por eso su utilización se ha restringido y es útil cuando hay cierta simplicidad en los impactos involucrados.

Los diagramas de flujo tienen las ventajas de ser relativamente fáciles de construir y de proponer una relación de causalidad que puede ser útil. Sin embargo, no facilitan la cuantificación de impactos y se limitan a mostrar relaciones causa-efecto de carácter lineal. Como metodologías de evaluación de impacto ambiental, los diagramas de flujo son estrictamente complementarios con las matrices y otras alternativas utilizadas (Ver **Figura 7-1**).

Figura 7-1. Diagrama de flujo para identificación de impactos en un proyecto de desarrollo urbano



Fuente: CONAMA, 1994, modificado.

2.3 Redes

Las redes son una extensión de los diagramas de flujo a fin de incorporar impactos de largo plazo. Los componentes ambientales están generalmente interconectados, formando tramas o redes y a menudo se requiere de aproximaciones ecológicas para identificar impactos secundarios y terciarios. Las condiciones causantes de impacto en una red son establecidas a partir de listas de actividades del proyecto.

El desarrollo de una red requiere indicar los impactos que resultan de cada actividad del proyecto. Se utilizan, en orden jerárquico, los impactos primarios, los impactos secundarios y terciarios, y así sucesivamente hasta obtener las interacciones respectivas (Ver **Cuadro 7-9**).

Las redes son útiles como guías en el trabajo de evaluación de impactos ambientales para detectar impactos indirectos o secundarios; en proyectos complejos o con muchas componentes pueden ser muy importantes para identificar las interacciones mutuas. Además proporcionan resúmenes útiles y concisos de los impactos globales de un proyecto (Ver **Figura 7-2**).

Su principal desventaja es que no proveen criterios para decidir si un impacto en particular es importante o no. Cuando la red es muy densa, se genera confusión y dificultad para interpretar la información.

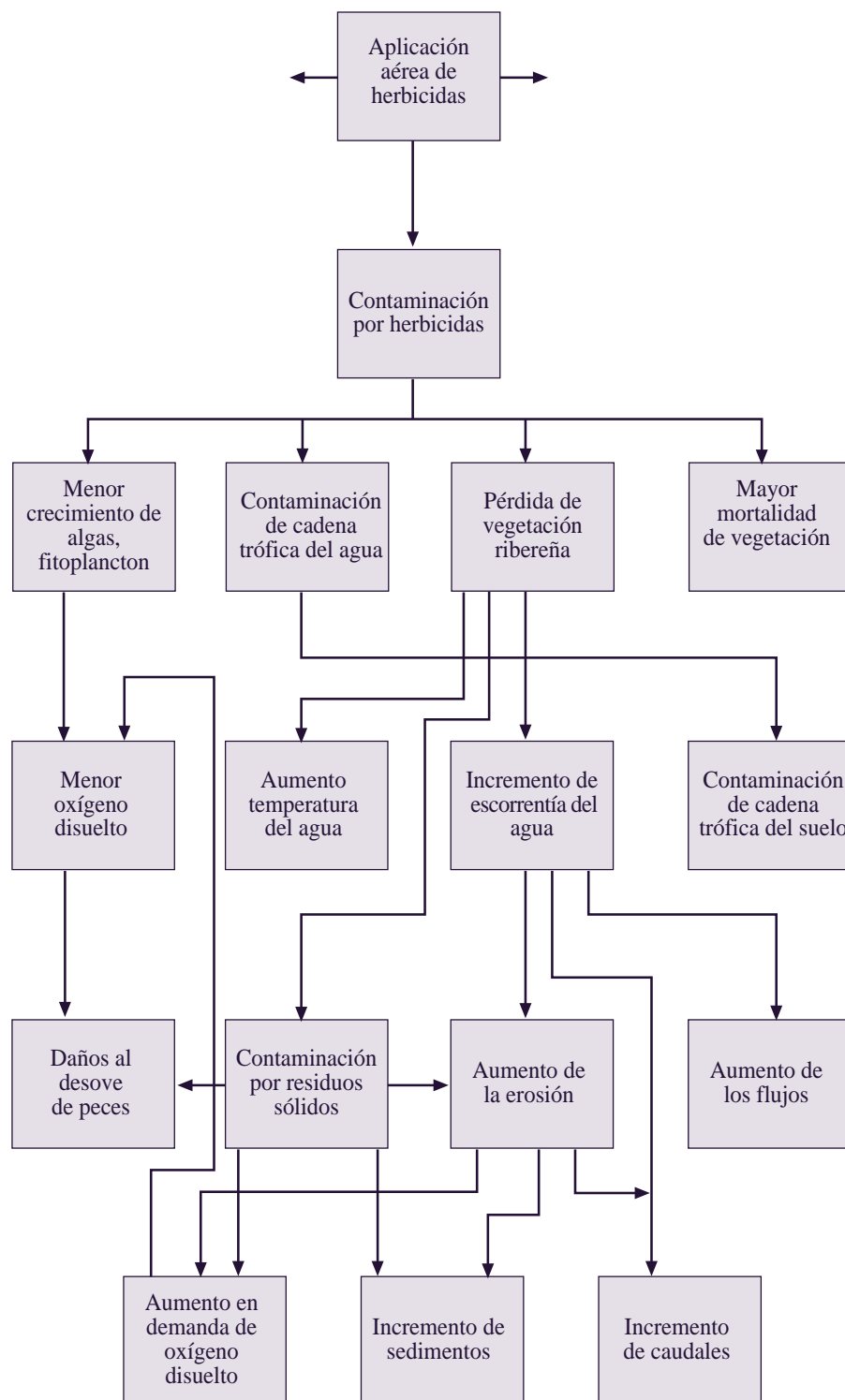
Las redes permiten reconocer impactos indirectos y acumulativos

Las redes son útiles para establecer interacciones

Cuadro 7-9. Identificación de impactos basada en la utilización de redes

Impactos primarios	Impactos Secundarios	Impactos Terciarios
1. Deforestación de laderas	1.1. Pérdida de suelos	1.1.1. Sedimentación de cauces 1.1.2. Embancamiento de puertos
	1.2. Mayor escurrimiento de agua	1.2.1. Inundaciones de sitios ribereños 1.2.2. Falta de agua en períodos sin lluvia
2. Disminución de caudal ecológico	2.1. Falta de agua para consumo	2.1.1. Pérdidas agrícolas 2.1.2. Pérdida de calidad de agua consumida
	2.2. Pérdida de hábitats	2.2.1. Disminución de peces 2.2.2. Disminución de diversidad biológica
3. Contaminación del aire por partículas	3.1. Pérdida de vistas del paisaje	3.1.1. Insatisfacción por calidad del entorno 3.1.2. _____
	3.2. Enfermedades respiratorias	3.2.1. Ausencia laboral

Figura 7-2. Ejemplo de red de impactos para la aplicación aérea de herbicidas



Fuente: Leal, 1997, modificado.

2.4 Panel de expertos

Este método ad hoc no proporciona en principio ninguna guía formal para la realización de una evaluación de impacto ambiental. En realidad es la sistematización de las consultas a un grupo de expertos familiarizados con un proyecto o con sus tópicos especializados. Estas metodologías dependen mucho del tipo de expertos disponibles y/o en general, permiten: a) identificar una gama amplia de impactos más que definir parámetros específicos para aspectos a considerar en el futuro, b) establecer medidas de mitigación, y c) disponer de procedimientos de seguimiento y control. Su ventaja radica en la falta de formalidad y la facilidad para adaptar la evaluación a las circunstancias específicas de una acción. Aunque dependen de los antecedentes, de la experiencia y de la disponibilidad del equipo que lo lleva a cabo, son efectivamente rápidos y fáciles de conducir con poco esfuerzo. Además, requieren formar equipos particulares para cada tipo de proyecto y no dan ninguna seguridad de ser exhaustivos o comprensivos.

Uno de los problemas principales para la representatividad del método es lograr un panel representativo de expertos en los temas analizados.

Actualmente se trabaja en los llamados sistemas de expertos con bases computacionales para el procesamiento de la información y el apoyo a las decisiones. Son en realidad sistemas de interacción hombre-máquina que resuelven problemas en un dominio específico. Los sistemas de expertos están orientados a problemas y no a metodologías. En el **Cuadro 7-10** y **Cuadro 7-11** se presentan ejemplos de productos que se pueden generar en un panel de expertos.

Cuadro 7-10. Definición de impactos claves

Impactos Claves	Razones
1. Disminución de agua para riego	1.1. Se afecta a los agricultores 1.2. Disminuye la producción agrícola 1.3. Limita la diversidad de cultivos, especialmente los permanentes
2. Pérdida de la calidad del agua	2.1. Contaminación de los cursos de agua 2.2. Obliga al tratamiento del agua 2.3. Transmisión potencial de enfermedades a través de algunos cultivos
3. Pérdida de hábitats para peces	3.1. Alteración de caudales limita el hábitat 3.2. Reducción de la cantidad de peces 3.3. Reducción de la diversidad de peces

El panel de expertos se basa en la experiencia previa y el juicio técnico de un grupo de especialistas

La representatividad es un freno en el panel de expertos

Los paneles de expertos permiten manejar problemas ambientales específicos

Cuadro 7-11. Identificación de preocupaciones y variables ambientales para estimar impactos

Impactos	Variables ambientales
1. Disminución de agua para riego	1.1. Caudales máximos, medios y mínimos 1.2. Superficie cubierta por riego efectivo 1.3. Pérdida de cultivos por falta de riego
2. Pérdida de la calidad del agua	2.1. Concentración de elementos orgánicos 2.2. Concentración de metales pesados 2.3. Cargas totales de cada contaminante
3. Pérdida de hábitats para peces	3.1. Porcentaje de caudal perdido en relación a caudal ecológico 3.2. Número de avistamiento de peces frecuentes 3.3. Comparación de diversidad de peces con/sin impacto

2.5 Cartografía ambiental

Los métodos gráficos han estado permanentemente vigentes en diversas categorías de análisis ambiental, particularmente en su proyección espacial. El procedimiento más utilizado es la superposición de transparencias, donde diversos mapas que establecen impactos individuales sobre un territorio son sobrepuestos para obtener un impacto global. Cada mapa indica una característica física, social, o cultural, que refleja un impacto ambiental específico. Los mapas pueden identificar, predecir y asignar un valor relativo a cada impacto. La superposición de mapas permite una comprensión del conjunto de impactos establecidos en forma independiente, relacionarlos con diversas características (como aspectos físico-territoriales y socioeconómicos de la población radicada en el área) y establecer de esta forma un impacto global. Para la elaboración de los mapas se utilizan elementos como fotografías aéreas, mapas topográficos, observaciones en terreno, opinión de expertos y de diferentes actores sociales, etc. Es relevante que los mapas tengan la misma escala entre sí y que, además, aporten un adecuado nivel de resolución para el tema en análisis.

El procedimiento más utilizado es la superposición de transparencias. Un ejemplo de ello es señalado en la **Figura 7-3**.

En este campo se ha desarrollado una amplia gama de paquetes computacionales, los que han incrementado considerablemente su aplicabilidad y eficiencia, sobre todo en desarrollos lineales. También han sido aplicados profusamente como complemento de listados y matrices.

Este método es especialmente útil cuando existen variaciones espaciales de los impactos, de las que no dan cuenta las matrices. Adquieren relevancia en el ámbito local, en particular cuando se trata de relacionar impactos ambientales localizados con indicadores de salud o características socioeconómicas espacialmente diferenciadas. Son singularmente útiles para la

La superposición de transparencias es un método usual en la EIA

La superposición cartográfica supone las mismas escalas de trabajo y similar nivel de resolución para la información utilizada

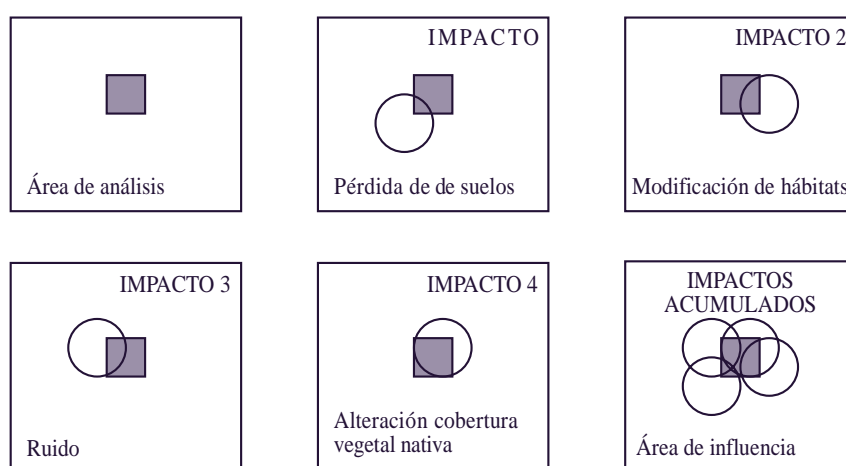
El uso de los SIG es una expresión moderna de la superposición cartográfica

evaluación de rutas alternativas en desarrollos lineales como ductos, carreteras y líneas de transmisión.

Sin embargo, su mayor limitación deriva precisamente de su ventaja, o sea que solamente considera algunos impactos limitados que puedan expresarse en coordenadas espaciales. Elementos como probabilidad, dinámica y reversibilidad están ausentes. La definición de los límites o las fronteras de alcance de los impactos es normalmente poco clara y no se puede sobreponer una gran cantidad de variables.

La cartografía refleja el comportamiento espacial de los impactos

Figura 7-3. Ejemplo de superposición cartográfica



2.6 Matrices de causa-efecto

El uso de matrices puede llevarse a cabo con una recolección moderada de datos técnicos y ecológicos, pero requiere en forma imprescindible de una cierta familiaridad con el área afectada por el proyecto y con la naturaleza del mismo. En el hecho, es fundamental un ejercicio de consulta a expertos, al personal involucrado, a las autoridades responsables de la protección ambiental - en sus dimensiones sanitaria, agrícola, recursos naturales, calidad ambiental - y al público involucrado. Todos pueden contribuir a una rápida identificación de los posibles impactos.

Las matrices causa-efecto relacionan los impactos ambientales con las acciones de los proyectos

Las matrices de causa-efecto consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones para establecer interacciones, definir impactos secundarios o terciarios y realizar consideraciones temporales o espaciales (Ver **Cuadro 7-12**).

Las matrices distinguen el origen de los impactos ambientales

Cuadro 7-12. Ejemplo de matriz de causa-efecto, incluyendo la identificación y valoración de impactos ambientales

Impacto Ambiental \ Acciones del Proyecto		Diseño	Construcción	Operación	Abandono
Aire	Calidad	A	A	I	A
	Ruido	A	A	A	A
Agua	Calidad	A	A	A	I
	Cantidad	A	I	A	A
Suelo	Erosión	A	I	C	A
	Productividad	A	I	C	A
Flora	Abundancia	A	I	C	A
	Representatividad	A	I	C	C
Fauna	Abundancia	A	I	I	A
	Representatividad	A	I	I	A
Paisaje	Belleza	A	I	A	I
	Visual	A	I	A	A
Población	Relocalización	A	C	C	C
	Costumbres	A	C	C	C
Otros	Ecosistemas	A	A	A	C

Calificación de Impacto: INACEPTABLE: I, CRÍTICO: C, ACEPTABLE: A

Existen muchos modelos disponibles de matrices de interacción

Se han desarrollado diversos tipos de matrices de interacción. En un principio constituyeron cuerpos estáticos que había que considerar en bloque pero, con cada vez mayor frecuencia, se ha consolidado la práctica de adaptarlas a las necesidades de problemas particulares, a las características de ciertos medios, o a las posibilidades de los diferentes países para aplicarlas, especialmente cuando la información disponible es insuficiente.

A título de ejemplo se presentan acá dos tipos de matrices que son usualmente utilizadas en los estudios de impacto ambiental:

a) **Matriz de Leopold.** Esta matriz fue desarrollada en los años 70 por el Dr. Luna Leopold y colaboradores, para ser aplicada en proyectos de construcción y es especialmente útil, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de aquellos proyectos de los que se prevén grandes impactos ambientales. La matriz sirve sólo para identificar impactos y su origen, sin proporcionarles un valor. Permite, sin embargo, estimar la importancia y magnitud de los impactos con la ayuda de un grupo de expertos y de otros profesionales involucrados en el proyecto. En este sentido representan un avance respecto a las matrices de interacción simple.

La Matriz de Leopold consiste en un listado de 100 acciones que pueden causar impactos ambientales y 88 características ambientales. Esta combinación produce una matriz con 8.800 casilleros. En cada casillero, a su vez, se distingue entre *magnitud e importancia* del impacto,

la matriz de Leopold es uno de los modelos más utilizados

en una escala que va de uno a diez. La *magnitud* del impacto hace referencia a su cantidad física; si es grande o pequeño dependerá del patrón de comparación, y puede tener el carácter de positivo o negativo, si es que el tipo de modificación identificada es deseado o no, respectivamente. La *importancia*, que sólo puede recibir valores positivos, queda dada por la ponderación que se le asigne y puede ser muy diferente de la magnitud. Si un contaminante, por ejemplo, degrada fuertemente un curso de agua en una región muy remota, sin fauna valiosa ni asentamientos humanos, la incidencia puede ser reducida. En otras palabras, significa una alta magnitud pero baja importancia.

En forma gráfica, se presenta el ejemplo siguiente:

Características ambientales						
		A	B	C	D	E
Acciones	a		7			
	b		9		9	
					5	

La matriz de Leopold debe ser ajustada caso a caso

La matriz tiene un total potencial de 17.600 números a ser interpretados. Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo esta metodología se utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los impactos considerados como significativos.

De la misma forma que no se aplican a cada proyecto todas las acciones listadas, también puede ocurrir que en determinados proyectos las interacciones no estén señaladas en la matriz, perdiéndose así la identificación de ciertos impactos peculiares. Al hacer las identificaciones debe tenerse presente que en esta matriz los impactos no son exclusivos o finales, y por ello hay que identificar impactos de primer grado de cada acción específica para no considerarlos dos o más veces.

La forma de utilizar la matriz de Leopold puede resumirse en los siguientes pasos:

- Delimitar el área de influencia.
- Determinar las acciones que ejercerá el proyecto sobre el área.
- Determinar para cada acción, qué elemento(s) se afecta(n). Esto se logra mediante el rayado correspondiente a la cuadrícula de interacción.
- Determinar la importancia de cada elemento en una escala de 1 a 10.
- Determinar la magnitud de cada acción sobre cada elemento, en una escala de 1 a 10.
- Determinar si la magnitud es positiva o negativa.
- Determinar cuántas acciones del proyecto afectan al ambiente, desglosándolas en positivas y negativas.
- Agregar los resultados para las acciones.
- Determinar cuántos elementos del ambiente son afectados por el proyecto, desglosándolos en positivos y negativos.
- Agregar los resultados para los elementos del ambiente.

La metodología original propuesta por Leopold considera para cada una de las celdillas un número fraccionario en donde la magnitud es el numerador y la importancia el denominador.

La matriz de Leopold es la base a partir de la cual han derivado otros métodos similares

La matriz de Leopold presenta problemas de subjetividad que se deben superar al llenar los casilleros

Battelle establece métodos cuantitativos para estimar los impactos

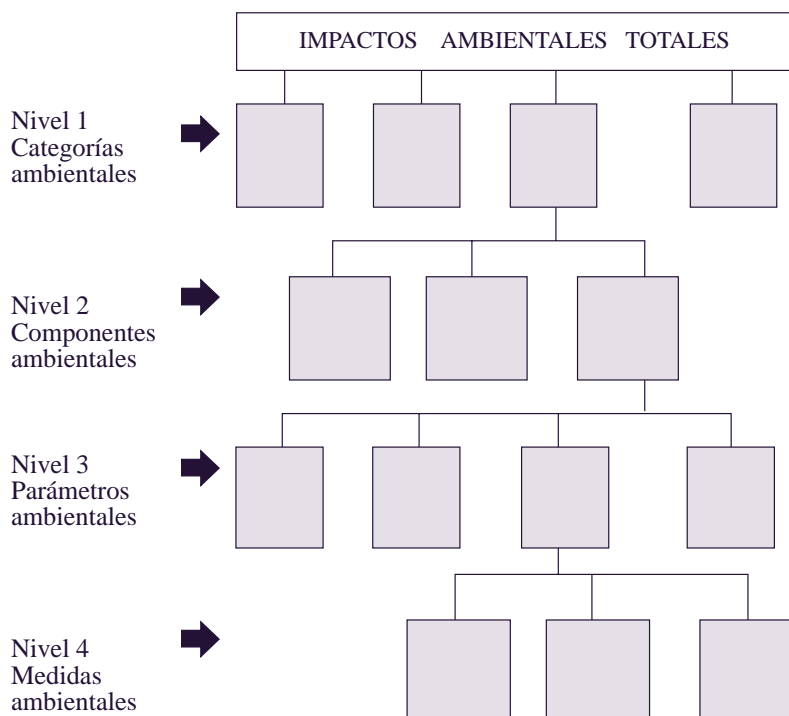
La agregación de resultados se resume en los denominados “promedios aritméticos”, que resultan de dividir el numerador con el denominador (y así obtener un número decimal) y adicionarlos algebraicamente a lo largo de la fila o columna analizada. El promedio aritmético final es el resultado de dividir el número obtenido para el total de celdillas de interacción (marcadas con la diagonal) en la respectiva fila o columna.

Esta forma de agregación hace que “se pierda la sensación” de que se está sumando y restando y no permite tener una apreciación real de cuán representativo es una interacción respecto al total de relaciones establecidas de causalidad-efecto.

b) **El Método de Battelle.** Este método fue diseñado para evaluar el impacto de proyectos relacionados con recursos hídricos, aunque también se utiliza en evaluación de proyectos de lineales, plantas nucleares y otros. El método es un tipo de lista de verificación con escalas de ponderación que contempla la descripción de los factores ambientales, la ponderación valórica de cada aspecto y la asignación de unidades de importancia. El sistema tiene cuatro niveles:

NIVEL	TIPO DE INFORMACIÓN	DESAGREGACIÓN PROPUESTA
I	General	Categorías ambientales
II	Intermedia	Componentes ambientales
III	Específica	Parámetros ambientales
IV	Muy específica	Medidas ambientales

Estos niveles se relacionan de la siguiente manera:



Las categorías representan grandes agrupaciones con dominios similares (ecología, contaminación ambiental, estética, interés para las personas). Los componentes están contenidos en grupos de parámetros similares (agua, aire, suelo, etc.). Los parámetros representan unidades o aspectos significativos del ambiente (ruido, metales, etc.). Las medidas corresponden a los datos que son necesarios para estimar correctamente un parámetro.

Las variables ambientales son organizados en 4 categorías, 17 componentes y 78 parámetros ambientales para la evaluación de proyectos hídricos. La importancia relativa de cada variable se asigna a base de un juicio compartido del grupo de expertos con la información obtenida de los actores involucrados (empresa, comunidad, gobierno local, ONGs, etc.).

Una vez obtenida la lista de variables que respondan a las exigencias que se acaban de detallar, el modelo de Battelle establece un sistema en el que ellas se lleguen a evaluar en unidades comparables, representando valores que, en lo posible, sean el resultado de mediciones reales. Para ello, el método se vale de las denominadas Unidades de Impacto Ambiental (UIA); el procedimiento de transformación de los datos obtenidos en estas unidades es el que sigue:

- Paso 1: Transformar los datos en su correspondiente equivalencia de índice de calidad ambiental.
- Paso 2: Ponderar la importancia del parámetro considerado, según su significación relativa dentro del ambiente.
- Paso 3: Expresar a partir de 1 y 2 el impacto neto como resultado de multiplicar el índice de calidad por su peso de ponderación.

Para realizar el procedimiento que se acaba de describir, es necesario definir el significado del índice de calidad ambiental.

El valor que un determinado aspecto –por ejemplo la DBO_5 , SO_2 , etc.– tiene en una situación dada, o se prevé que resultará de una acción o un proyecto, no puede definirse en términos admisible/no admisible/bueno/malo. Al ser muchos de éstos medibles físicamente, su valor es muy variable, y a cada uno le corresponde un cierto grado de calidad, entre pésimo y óptimo. Para obtener valores de calidad comparables, el extremo óptimo se le asigna 1 (uno), y al pésimo 0 (cero), quedando comprendidos entre ambos los valores intermedios para definir los distintos estados de calidad posibles.

Esta función, que relaciona el índice de calidad ambiental con cualquiera de los parámetros, puede ser lineal, con pendiente positiva o negativa, o de cualquier otro grado. Puede, además, ser distinta según el entorno físico y socioeconómico del proyecto. No obstante, el modelo de Battelle hace un muy detallado estudio de aplicación al contexto de los Estados Unidos de América, por lo que su utilización en otras situaciones tiene que ser cuidadosamente analizado.

En este método, se estima la calidad ambiental esperada sin y con proyecto. La diferencia en unidades de impacto ambiental entre las dos condiciones puede resultar:

- Positiva, en cuyo caso la calidad ambiental de la situación con proyecto supera la de la situación sin proyecto, y el impacto global es beneficioso.

Battelle propone una clasificación de impactos basada en categorías, componentes, parámetros y medidas ambientales

Battelle establece unidades comparables para diversas variables ambientales

Battelle requiere que los datos ambientales se transformen a unidades compatibles

Battelle tiene una complejidad asociada a la disponibilidad de información que permita establecer la calidad ambiental

Battelle compara situaciones con/sin proyecto

Los resultados de Battelle permiten comparar diversas variables

- Negativa, en cuyo caso ocurre lo contrario al anterior; la calidad ambiental de la situación con proyecto es menor a la de la situación sin proyecto y el impacto global es adverso.
- Cero, en cuyo caso no existe impacto agregado global.

Las **ventajas** más destacadas del método son:

- Los resultados son cuantitativos y pueden ser comparados indistintamente con otros proyectos sin importar su tipo o quiénes lo realizaron.
- Es un método sistematizado para la comparación de alternativas. De alguna manera induce a la decisión, dado que se obtiene la cifra de alteración de calidad ambiental para cada alternativa.
- Algunos destacan la validez del método “para apreciar la degradación del medio como resultado del proyecto, tanto totalmente como en sus distintos sectores”.
- La asignación de pesos se realiza mediante procedimientos del tipo DELPHI, que minimizan la subjetividad de un solo individuo o un grupo dominante.

Los índices de calidad deben ser desarrollados para cada país o ecosistema comprometido

Las **desventajas** más notables, en cambio, pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Los índices de calidad ambiental disponibles son los que fueron desarrollados en los Estados Unidos de América, para un medio en particular, por lo que, en rigor, no son válidas para medios distintos.
- El método fue desarrollado para proyectos hidráulicos, lo que significa que se tendría que adaptar cada vez que se trate de analizar un proyecto distinto.
- La lista de indicadores es limitada y arbitraria, sin tener en cuenta las relaciones entre componentes ambientales o las interacciones causa-efecto.

Battelle fue desarrollado para proyectos hidráulicos

Respecto a las funciones de valor hay que establecer varias cosas:

- Son rígidas y no admiten la consideración del dinamismo de los sistemas ambientales. Los valores de los indicadores pueden oscilar a lo largo del tiempo, tanto para la situación con proyecto como para la situación sin proyecto. Por ejemplo, las poblaciones de animales considerados dentro de la categoría “ecología” varían a lo largo del año. Sin embargo, los valores que se introducen en la función para encontrar la calidad ambiental son únicos.
- Como ya se ha comentado al abordar la etapa correspondiente del método, las funciones de valor pueden dar una sensación errónea de objetividad, cuando en su elaboración pueden haberse introducido factores subjetivos. De hecho, la correspondencia parámetro-valor de la calidad ambiental puede variar de unas sociedades a otras y de unas épocas a otras y por tanto, siempre existe la componente subjetiva. Sin embargo, ésta puede ser disminuida con un mejor conocimiento del medio y de su comportamiento ante las actuaciones humanas, con el concurso de especialistas en cada componente ambiental.

El método no descubre las variaciones dentro de las categorías utilizadas

La subjetividad sigue jugando un rol importante en Battelle

Hay casos, incluso, en que la componente subjetiva de la función es obvia, como en la relacionada con el paisaje. Aquí es imprescindible un amplio consenso para la elaboración de la misma.

3 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS ESPECÍFICOS PARA ALGUNAS VARIABLES AMBIENTALES

Esta sección busca enunciar algunos métodos específicos relevantes para la EIA y que actúan como complemento de aquellos descritos en los puntos anteriores. En ningún caso se pretende elaborar un análisis detallado de todas las alternativas posibles, sino sólo visualizar la diversidad de ofertas disponibles.

3.1 Calidad del agua

Para la elección de modelos que analizan la calidad del agua, es necesario conocer los criterios y estándares establecidos en las normativas nacionales. Un modelo es una representación que simula las condiciones ambientales y su respuesta ante estímulos determinados. Los más utilizados son los matemáticos; también se usan modelos físicos, cuando las situaciones son demasiado complejas para ser analizadas matemáticamente. Los modelos matemáticos pueden ser uni, bi o tridimensionales dependiendo de las características del medio, tal como se describe a continuación:

- **Modelos unidimensionales** se utilizan para representar flujos en cursos de agua.
- **Modelos bidimensionales** se utilizan para ríos de gran ancho, en los cuales las concentraciones de contaminantes varían de un lado de la ribera al otro.
- **Modelos tridimensionales** encuentran aplicación en estudios de aguas subterráneas y en sistemas más complejos de aguas superficiales.

Los modelos pueden ser dinámicos o de estado estacionario. Los dinámicos proveen información acerca de la calidad del agua tanto en la dirección (o distancia aguas abajo de una descarga) como en el tiempo. Los estacionarios suponen variación sólo en el espacio, como por ejemplo una descarga continua y constante.

La modelación constituye una herramienta poderosa en el análisis de calidad del agua. La validez de un modelo depende de la calidad de información disponible. Por ello, siempre se realiza un análisis crítico de los datos y de sus resultados. En muchas oportunidades los modelos existentes no pueden ser aplicados por falta o mala información, o por no ser comparables el ámbito que se evalúa con aquel asociado al modelo (Ver **Cuadro 7-13**).

3.2 Análisis sobre la calidad del aire

El análisis de la calidad del aire puede cumplir varias finalidades, entre las que destacan el pronóstico de las posibles alteraciones por una nueva actividad, y el impacto en la salud humana y en la flora y fauna de un territorio determinado. También el análisis de la calidad del aire permite conocer la eficiencia de los mecanismos de control de emisiones de un determinado proceso industrial.

Los métodos para analizar la calidad del agua son diversos

Los modelos deben usarse en función de su compatibilidad con los ambientes y con la información que los alimenta

Al igual que el agua, la calidad del aire utiliza modelos predictivos

Cuadro 7-13. Ejemplos más típicos de modelos de calidad de agua

Modelo	Características y observaciones
Modelo de la zona de mezcla	Modelo muy simple de balance de masa. Estimación rápida de los impactos en la calidad del agua.
Modelos de oxígeno disuelto	Basados en la ecuación de Streeter-Phelps, incorporan múltiples términos que incluyen, entre otros, efectos del bentos y respiración algal. Gran aplicabilidad a descargas de residuos que demandan oxígeno. Generalmente unidimensionales, aunque también pueden ser bi y tridimensionales.
Modelos para descarga térmica	Considera adiciones algebraicas de temperatura en forma de calor (energía). Permiten establecer zonas de impacto (bidimensional o tridimensional) producto de descarga de aguas de enfriamiento.
Modelos de escorrentía	Establecen efectos de un proyecto en términos de la cantidad y distribución temporal de la escorrentía.
Modelos de aguas subterráneas	Gran variedad de modelos uni, bi y tridimensionales disponibles. Consideran tanto transporte de agua como de contaminantes. También pueden incluirse efectos térmicos. Aplicables a medios saturados y no saturados.
Modelos de calidad del agua	Incluyen modelos hidrológicos y existen en gran número.

Fuente: CONAMA, 1994, modificado.

La simulación de situaciones ambientales requiere de una compatibilización entre los modelos y los elementos del ambiente involucrado

La predicción de la calidad en base a modelos depende de la información disponible

Al igual que en el análisis de la calidad del agua, la modelación de los posibles impactos ambientales por emisiones al aire cumple el propósito de predecir el comportamiento de las concentraciones de contaminantes. Esto implica simular con una metodología apropiada la manera cómo el medio ambiente es afectado por una determinada emisión y evaluar los impactos de la acción propuesta y de sus alternativas. Los modelos disponibles para el análisis de la calidad del aire están en función de los diferentes componentes químicos emitidos, y las variables meteorológicas y de estabilidad atmosférica.

Los modelos de difusión atmosférica son la clave para el análisis de calidad del aire de las fuentes emisoras que descargan gases o partículas a la atmósfera. Se han desarrollado numerosos modelos para distintas fuentes de emisión (fijas, móviles, etc.) y diversos contaminantes que predicen concentraciones en el tiempo y en el espacio. Los consideran de gran importancia las variables meteorológicas y de estabilidad atmosférica.

Estos modelos pueden ser divididos en 2 grandes tipos:

- **Modelos físicos**, en los que se reproduce el fenómeno a estudiar, en una escala apropiada. Generalmente se trata de túneles de viento en donde se construye a escala la instalación que producirá las emisiones y de la topografía circundante, y se reproducen las condiciones atmosféricas.
- **Modelos numéricos**, en donde se simula en un microcomputador el fenómeno en estudio, lo que permite conocer el orden de magnitud de las concentraciones y de las distancias asociadas a impactos relevantes.

Ambos tipos de modelos se pueden combinar con resultados positivos. En el mercado existen varios modelos “envasados” orientados a la predicción de concentraciones ambientales generadas por fuentes fijas y móviles, tanto para gases como partículas. Entre los modelos de mayor utilidad en el análisis de calidad del aire pueden citarse:

- Modelos de difusión para plumas de chimeneas (emisión fija continua), recomendado para fuentes pequeñas;
- Modelos de emisión fija instantánea;
- Modelos de difusión para fuentes de área (superposición para varias plumas);
- Modelos de difusión para fuentes móviles; y
- Modelos estadísticos para difusión de partículas.

Un punto clave en la aplicación de todo modelo de difusión atmosférica es la alimentación de los parámetros utilizados. Esto implica una decisión previa respecto del número de observaciones sobre las cuales se promedia el parámetro de entrada y su grado de representatividad en términos de las variaciones diarias, mensuales o estacionales. Las variables que alimentan un modelo de difusión son:

- Cantidad y tipo de emisiones generadas por la actividad.
- Cantidad y tipo de emisiones generadas por otras actividades ya existentes en el área de influencia.
- Estabilidad atmosférica en el área de influencia.
- Rugosidad del terreno.
- Velocidad y dirección del viento.
- Datos de monitoreo de calidad de aire en la zona.

3.3 Análisis sobre degradación de los suelos

Los distintos métodos de identificación y análisis de los procesos de degradación de suelos pueden agruparse como de: observación y medición directa, métodos paramétricos, modelos, métodos cartográficos y utilización de datos de teledetección.

- a) **Observación y medición directa.** Se incluyen tanto las observaciones de indicios y manifestaciones de degradación en el campo, como las mediciones físico-químicas destinadas a evaluar los procesos existentes. En el primer caso se utiliza, por ejemplo, la aparición en superficie de las raíces de la vegetación, o la variación de las especies de

El mercado provee de modelos ampliamente usados

La frecuencia y representatividad de los datos son aspectos centrales en el uso de modelos

La degradación de suelos dispone de modelos universales para su estimación

Las mediciones directas sobre calidad del suelo son necesarias en una EIA

La estimación de procesos erosivos a partir de los factores interactuantes, es un método tradicional para revisar impactos

Los modelos matemáticos permiten estimar la degradación de los suelos de manera aproximada

La cartografía de suelos, o de sus atributos parciales, es usada en la EIA

flora y fauna existente, o los cambios en la coloración de los suelos. Las mediciones directas de campo y laboratorio pueden constituir la única fuente de datos disponibles o bien servir como guía para verificar los resultados obtenidos por medio de otros métodos. Ejemplos de mediciones son: profundidad del suelo, análisis físico-químicos, análisis de nutrientes y permeabilidad, entre otros.

- b) **Métodos paramétricos.** Los métodos paramétricos permiten inferir la degradación de los suelos a partir de los factores ambientales que intervienen en el desarrollo de los procesos. Para ello usan funciones como la siguiente y donde la resolución de la ecuación da una indicación numérica de la velocidad de degradación: $D = f(C, S, T, V, L, M)$, donde

D = Degradación del suelo
 C = Factor agresividad climática
 S = Factor suelo
 T = Factor topográfico
 V = Factor vegetación natural
 L = Factor uso de la tierra
 M = Factor explotación

- c) **Modelos matemáticos.** Para el estudio de algunos procesos de degradación de los suelos, tales como la erosión hídrica y eólica, se han creado modelos que han dado resultados satisfactorios bajo diversas condiciones. Cabe destacar que no existe actualmente ningún modelo ampliamente aceptado para predecir la degradación de los suelos. Un método más usado es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE), expresada como: $A = R * K * LS * C * P$, donde

A = Pérdida estimada de suelo por unidad de superficie para un período dado.
 R = Factor lluvia; número de unidades índice de erosividad (EI) para un período dado o medida de la fuerza erosiva de una lluvia determinada.
 K = Factor erosionabilidad del suelo; tasa de erosión por unidad de índice de erosividad para un suelo determinado.
 LS = Factor pendiente, que incluye los factores largo e inclinación de la pendiente.
 C = Factor cobertura y manejo de cultivo.
 P = Factor práctica de medidas de lucha contra la erosión.

- d) **Cartografía de suelos.** Estos mapas representan la distribución de los tipos de suelo u otras unidades edáficas de una zona más o menos extensa. Asimismo, se pueden representar una o más características; en este caso, pueden derivarse una serie de mapas interpretativos, tales como: susceptibilidad a la erosión, permeabilidad, productividad, etc.

- e) **Utilización de teledetección.** El término teledetección hace referencia al uso de una gama que va desde fotografías aéreas en blanco y negro hasta imágenes multispectrales tomadas desde satélites. Cuando se trata de escalas grandes, la utilización de la teledetección permite evaluar con notable precisión ciertos procesos de degradación.

Las bases técnicas para usar estos métodos son desarrollados por medio de la interpretación de elementos, tales como: tipo de paisaje; forma del relieve; pendiente y tipo de drenaje; características particulares del terreno; estratigrafía; elementos de la cubierta vegetal y de uso del territorio; y factores específicamente humanos (ubicación de pueblos, diques, canales de riego, etc.).

La interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas es un buen apoyo en la EIA

3.4 Análisis sobre flora y fauna

Debido a la gran diversidad que presentan los seres vivos, tanto a nivel de individuos y especies como de interacciones y asociaciones entre ellos, no existe una metodología aplicable a todos los casos, excepto en líneas o principios generales. Esto hace que el primer paso para realizar estudios de flora y fauna sea adecuarse a las metas planteadas y a la existencia de información disponible en inventarios y publicaciones científicas actualizadas.

Las mediciones de flora y fauna se basan en los métodos biológicos o ecológicos tradicionales

La descripción de comunidades bióticas es probablemente el aspecto que más tiempo requiere en un estudio de impacto ambiental. Las comunidades varían considerablemente en extensión, desde aquellas restringidas a pequeños cuerpos de agua hasta biomasas con miles de kilómetros de extensión. La inclusión de un listado de especies no resulta la mejor práctica en la preparación de las evaluaciones de impacto ambiental. En este sentido el nivel de detalle de las descripciones debe ser adecuado para satisfacer las necesidades de cada caso en cuestión. Ciertos hábitat o comunidades bióticas probablemente requieran tratamientos más detallados que otros, especialmente aquellos que presentan una gran diversidad de especies o que poseen individuos con algún grado de amenaza para su conservación.

Los métodos deben ajustarse a las especies y lugares específicos

Entre las técnicas de estudio de la fauna están aquellas que contemplan la detección directa de los individuos, ya sea por avistamiento, captura, restos de animales, o por estimaciones indirectas basadas en indicadores de presencia o actividad como lo son huellas, fecas, nidos, o presencia de restos óseos en fecas y regurgitados de predadores. También existen técnicas complejas de captura-marcaje-recaptura que permiten estimar en forma precisa la densidad y composición etárea de las poblaciones. Las técnicas de captura deben estar adecuadas a los distintos tipos de organismos (peces, aves, reptiles, roedores, murciélagos, cetáceos, etc.).

Los métodos usados se basan en estimaciones directas e indirectas

La elección del método para describir la vegetación depende de varios factores importantes. Según el propósito se necesita estudiar distintos atributos; la descripción de la fisonomía y estructura de la vegetación en general no requiere de la identificación de todas las especies ni del diseño de muestreos demasiado complicados. Por el contrario, cuando es necesario describir la flora en su totalidad, se requiere la identificación de todas las especies y de un diseño de muestreo exhaustivo. Los primeros métodos se denominan fisionómicos y los segundos florísticos.

Cada técnica de medición depende de los tipos de organismos

En los ecosistemas terrestres el método más práctico para definir una comunidad es a través del reconocimiento de formaciones vegetacionales que se realizan mediante métodos fisionómicos. Todos ellos utilizan categorías descriptivas que permiten caracterizar la vegetación con mayor o menor detalle y contemplan alguna forma de representación simbólica. Entre las características utilizadas están: la estratificación o alturas de los componentes principales; la abundancia; la densidad; la forma de vida; el tamaño, forma, textura y función de las hojas, y otros.

En la vegetación se utiliza el reconocimiento de formaciones vegetacionales

Las categorías de conservación de las especies es una información relevante para la EIA

La identificación florística es importante para establecer si alguna de las especies presentes en el área de estudio se encuentran en alguna categoría de conservación que requiere especial atención. Para las plantas, tales como árboles, arbustos, cactus y algunas hierbas, han sido establecidos procedimientos tanto por organismos nacionales como también internacionales.

La existencia de relación entre especies o ensamble de especies animales y vegetales, permite usar indicadores biológicos que establecen condiciones de presencia/ausencia.

3.5 Análisis del paisaje

La medición del paisaje posee un alto grado de subjetividad

El análisis de los impactos ambientales en el paisaje debe tratarse como cualquier otro recurso a ser afectado por una acción humana determinada. El paisaje puede ser estudiado desde dos aspectos distintos:

- Donde su valor corresponde al conjunto de interrelaciones del resto de los elementos (agua, aire, plantas, rocas, etc.) y su estudio precisa de una previa investigación.
- Donde se engloba una fracción importante de los valores plásticos y emocionales del medio natural, por lo cual es recomendable su estudio a base de cualidades o valores visuales.

El paisaje es la calidad visual y estética del entorno

Los parámetros a utilizar varían de un área a otra y de acuerdo a los objetivos planteados en cada estudio. Por ello existen distintas técnicas utilizadas para inventariar, identificar y posteriormente evaluar el estado del paisaje. Principalmente se abordan a través de sus cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad:

La visibilidad es un parámetro importante para estimar impactos

- La visibilidad* engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible. Algunas de las técnicas utilizadas son: observación directa in situ, determinación manual de perfiles, métodos automáticos, búsqueda por sector y por cuadrículas. Se pueden usar métodos manuales que producen mapas de visibilidad o un microcomputador.

La fragilidad se relaciona con la capacidad de respuesta al cambio

- La fragilidad* corresponde al conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas. Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, de tal manera de producir el menor impacto visual posible. Normalmente, los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural. Además de estos factores puede considerarse la proximidad y la exposición visual.

La calidad del paisaje depende de la valoración que le dan los actores

- La calidad* o belleza del paisaje, exige que los valores se evalúen en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o culturales y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar. Si bien es cierto que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno, pueden describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, existen grandes diferencias al medir el valor relativo de cada uno y su peso en la composición total. Se

ha establecido una serie de métodos que pueden combinarse entre sí; entre ellos se destacan:

- **Métodos directos.** La valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje:

- De subjetividad aceptada.** Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva de los términos, pero se acepta por el grado de subjetividad que posee el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- De subjetividad controlada.** Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que se permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores suelen ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.
- De subjetividad compartida.** Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.
- De subjetividad representativa.** En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

- **Métodos indirectos.** Incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes. Algunos de los métodos considerados son:

- Métodos de valoración a través de componentes del paisaje.** Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.
- Métodos de valoración a través de categorías estéticas.** Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

La subjetividad aceptada clasifica al paisaje en categorías visuales

La subjetividad controlada se basa en una escala universal de valores

La subjetividad compartida busca la apreciación estética sobre la base del consenso

La subjetividad representativa utiliza encuestas

La valoración del paisaje utiliza componentes del paisaje

La dificultad en el estudio del paisaje radica en la objetivación de elementos clásicamente subjetivos