

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**PAUTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO
AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS SILVOAGROPECUARIOS**

**TESIS presentada como parte de los requisitos para optar
al título de INGENIERO AGRÓNOMO**

ALEJANDRA ELENA ABURTO PRIETO

Profesor guía: Ing. Agr., M. Sc., Ph. D. Juan Gastó

Profesor Co-guía: Ing. Agr., M. Sc. Patricio Rodrigo

Santiago, Chile, 1997

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis fue posible gracias a la colaboración de muchas personas, hacia quienes dirijo mis más sinceros agradecimientos.

Menciono en forma especial a Don Juan Gastó y Patricio Rodrigo, quienes como profesores guía e informante, respectivamente, de esta tesis, me brindaron la oportunidad de desarrollar un tema tan interesante y vigente como lo es la evaluación del impacto ambiental. A ambos gracias por su tiempo y preocupación.

No menos importante fue el apoyo que recibí de mis amigas –Carola, Ivonne y Andrea–, mi hermana y mis padres. Todos ellos fueron partícipes, de una u otra manera, de un largo proceso que permitió la elaboración de esta tesis.

Esta tesis fue financiada parcialmente por el proyecto FONDECYT N°1971200, sobre “Ordenamiento del Espacio Rural, Uso Múltiple y Evaluación del Impacto Ambiental. Desarrollo de una Tecnología para el Desarrollo de Estructuras y Funciones a Escala Predial y Comunal”, del que forma parte.

A mis padres y hermanos

CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA	5
1.2. JUSTIFICACIÓN	5
1.3. HIPÓTESIS.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.5. POSTULADOS GENERALES	7
2. BASES TEÓRICAS	9
2.1. EL TRIÁNGULO DE NIJKAMP Y EL ESPACIO DE SOLUCIÓN.....	9
2.2. ÁMBITO	10
2.3. ESTADO Y CAMBIO DE ESTADO DE UN ECOSISTEMA.....	11
2.4. MEDIO AMBIENTE	14
2.5. RELACIÓN SOCIEDAD-NATURALEZA	14
2.6. CALIDAD DE VIDA	17
2.7. RECEPTIVIDAD TECNOLÓGICA	19
2.8. AGRICULTURA, ARTIFICIALIZACIÓN DEL ECOSISTEMA.....	20
2.9. ESPACIO Y TIEMPO	23
3. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	26
3.1. MARCO CONCEPTUAL DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	26
3.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EIA.....	32
3.2.1. ANTECEDENTES GENERALES	32
3.2.2. LEY N°19.300.....	33
3.2.3. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	36
3.3. EL IMPACTO AMBIENTAL	37
3.3.1. EL CONCEPTO DE IMPACTO AMBIENTAL	37
3.3.2. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	39
3.3.3. COMPONENTES DEL IMPACTO AMBIENTAL	41
3.3.4. CRITERIOS PARA INTERPRETAR EL SIGNIFICADO DE UN EFECTO AMBIENTAL....	42

3.4. EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	44
3.4.1. CARACTERÍSTICAS.....	44
3.4.2. ROL DE LA EIA.....	45
3.4.3. CONTENIDO, ALCANCE Y PROGRAMA DE LA EIA.....	46
3.4.4. MARCO LEGAL DE LA EIA.....	47
3.4.5. ELEMENTOS DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	48
3.4.6. MOMENTO EN QUE DEBE INCORPORARSE LA EIA AL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	49
3.4.7. VENTAJAS DE REALIZAR LA EIA.....	50
3.4.8. CRITERIOS PARA DETERMINAR LAS ACCIONES QUE DEBEN SOMETERSE A EIA..	51
3.4.9. ESTRUCTURA GENERAL DE LA EIA.....	51
3.4.10. TIPOS DE EIA.....	52
3.5. PRINCIPALES METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	52
4. LA AGRICULTURA Y LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL.....	64
4.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA AGRICULTURA.....	64
4.2. LA AGRICULTURA EN CHILE.....	68
4.3. PARTICULARIDADES AMBIENTALES DE CHILE.....	72
4.3.1. CLIMA.....	72
4.3.2. HIDROGRAFÍA.....	73
4.3.3. SUELO.....	73
4.3.4. VEGETACIÓN Y FAUNA.....	75
4.3.5. RIEGO.....	75
4.4. PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL.....	76
4.4.1. ANTECEDENTES GENERALES.....	76
4.4.2. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL Y SUS CAUSAS.....	83
4.4.3. PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL CHILENO.....	85
5. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	99
5.1. INTRODUCCIÓN.....	99
5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PAUTA METODOLÓGICA.....	104

5.3. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.....	106
ETAPA I. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES.....	109
A. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	109
1) Antecedentes generales del proyecto.....	109
2) Descripción física del proyecto.....	109
B. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE O ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	111
1) Definición y descripción del área de influencia del proyecto.....	112
2) Diagnóstico del medio.....	112
C. RELACIONES ENTRE ACCIONES Y FACTORES AMBIENTALES.....	118
1) Matriz de interacción causa-efecto.....	118
2) Selección de efectos.....	120
ETAPA II. VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	122
A. CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS.....	122
B. VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO.....	123
C. VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS.....	125
1) Predicción de la magnitud de cada impacto en unidades inconmensurables.....	125
2) Transformación a unidades conmensurables de calidad ambiental.....	128
3) Suma de los impactos parciales para obtener un valor de impacto global.....	132
4) Análisis del impacto ambiental global del proyecto sobre el medio ambiente.....	133
ETAPA III. PLANES DE CORRECCIÓN DE IMPACTOS Y DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	139
A. PLAN DE CORRECCIÓN DE IMPACTOS.....	139
1) Medidas de mitigación.....	139
2) Medidas de reparación y/o restauración.....	141
3) Medidas de compensación.....	141
4) Medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes.....	142
5) Medidas dirigidas a potenciar efectos positivos.....	142
6) Impacto Residual.....	143
B. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	146
ETAPA IV. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO A CONAMA Y COMUNICACIÓN DE RESULTADOS A LA COMUNIDAD.....	148
6. CONCLUSIONES.....	160
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	162
REFERENCIAS.....	164
ANEXOS.....	170

RESUMEN

La tesis "Pauta Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental de los Proyectos Silvoagropecuarios" tuvo como objetivo central desarrollar una estructura de procedimiento sistemática y sistémica para la elaboración de los EsIA de aquellos proyectos del sector mencionado que deben someterse obligatoriamente al SEIA, según lo establece la Ley 19.300 de 1994 y el Reglamento respectivo de abril de 1997. Para ello, se plantearon cinco objetivos específicos: desarrollar el marco de referencia teórico de la EIA; analizar la situación actual de la agricultura en Chile en su relación con los principales problemas ambientales del espacio rural; establecer los procedimientos más adecuados para la identificación tanto de las acciones de los proyectos o actividades silvoagropecuarias, como de los factores o componentes ambientales susceptibles de ser alterados, y de los efectos resultantes de la interacción entre ambos; proponer los procedimientos para la valoración de los impactos ambientales generados, ya sea negativos o positivos; y definir un valor de impacto global que permita establecer categorías de aceptación de impacto ambiental negativo para distintos ámbitos.

La información requerida en esta tesis se obtuvo de fuentes documentales existentes y especializadas sobre EIA, agricultura, problemas ambientales del espacio rural chileno y disposiciones legales ambientales vigentes en el país, especialmente la Ley 19.300 y el Reglamento del SEIA.

El procedimiento seguido contempló el estudio y análisis, tanto individual como en conjunto con los profesores guía e informante de esta tesis, de: las metodologías de EIA disponibles con el fin de seleccionar aquellas que, desde la perspectiva del ecosistema silvoagropecuario, fueran más apropiadas para la metodología propuesta; las distintas técnicas o instrumentos de medición de factores o componentes ambientales; los problemas ambientales del espacio rural; la formulación simbólica y matemática de la valoración de los impactos ambientales.

El texto resultante de este proyecto de título se divide en seis capítulos. El primero corresponde a la introducción, en que se expone la naturaleza, importancia y justificación del tema, y los objetivos y postulados planteados. El segundo entrega las bases teóricas de la tesis. El tercero es una revisión bibliográfica sobre la EIA. El capítulo 4 da cuenta de la evolución histórica de la agricultura en general, y describe la agricultura y las particularidades ambientales de Chile, relacionándolas con los problemas ambientales del espacio rural. El resultado de este capítulo es el listado de algunos de estos problemas, ordenados según el subsistema ambiental o capa estructural (biogeoestructura, hidroestructura, tecnoestructura, socioestructura, espacios) a que pertenece el factor alterado por las distintas acciones

antrópicas, y que se presenta en el capítulo siguiente debido a que sirve de referencia para la identificación de las relaciones causa-efecto.

El capítulo 5 desarrolla la metodología propuesta, la cual divide en cuatro etapas las actividades del procedimiento a seguir para la elaboración del EsIA de los proyectos silvoagropecuarios. La etapa I de "Identificación de Efectos Ambientales" involucra tanto la descripción del proyecto silvoagropecuario como del ambiente o área de influencia del mismo (línea de base), y la identificación de las relaciones entre las acciones del proyecto y los factores o componentes ambientales (relaciones causa-efecto). La etapa II, de "Valoración de Impactos", implica la caracterización de los efectos ambientales ya seleccionados de acuerdo a seis atributos cualitativos de impacto (intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, certidumbre), la valoración cualitativa de esos efectos en base a un valor de calificación resultante de la suma algebraica de los puntajes asignados a cada uno de los atributos mencionados según cuatro categorías discretas, y por último, la valoración cuantitativa de tales efectos.

En esta parte se predicen las magnitudes de los distintos efectos generados sobre un factor ambiental, y que al igual que la magnitud de éste o de su indicador en la situación "sin" proyecto (preoperacional), están expresadas en las unidades propias y por tanto, heterogéneas. Las magnitudes de ambas situaciones se convierten a unidades de calidad ambiental (CA), con valores entre 0 y 1, mediante la aplicación de la función de transformación correspondiente. Las CA de los efectos sobre un factor se ponderan por los valores de calificación respectivos obtenidos en la valoración cualitativa, y por suma se tiene la CA total del factor "con" proyecto. El impacto neto del factor está dado por la diferencia entre CA_{con} y CA_{sin} . Luego, se suman los impactos netos ponderados por el valor de importancia de los factores y se obtiene el impacto total de los distintos subsistemas ambientales y, finalmente, el impacto global del medio ambiente, el cual puede expresarse en términos absolutos (valores entre ± 1.000 unidades de CA) o como índice (valores entre 0 y 1). A partir del valor de impacto global, cualquiera sea su forma de expresión, se pueden establecer categorías de aceptación de impacto ambiental, en que mediante una decisión política –que refleja los antecedentes técnicos y sociales– se fija el valor máximo de impacto negativo aceptable para los proyectos que se van a instalar en una determinada zona del territorio.

En la etapa III de la metodología propuesta, sobre "Planes de Corrección de Impactos y de Seguimiento Ambiental", se hacen algunas consideraciones acerca de la formulación tanto de medidas de mitigación, reparación y compensación, como de potenciación de impactos positivos. La etapa IV corresponde a la "Presentación del Estudio a CONAMA y Comunicación de Resultados a la Comunidad".

Finalmente, el capítulo 6 contiene las conclusiones de la tesis.

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los proyectos del sector silvoagropecuario se han evaluado desde una perspectiva técnico-económica. Sin embargo, en la actualidad es necesario incorporar una nueva dimensión, la ambiental, no sólo por una cuestión de imagen o por una real toma de conciencia de que se debe frenar o mitigar el deterioro ambiental generado, en parte, por las distintas actividades productivas del sector, sino también porque existe en el país una nueva exigencia de índole legal.

En efecto, la Ley N°19.300, en su artículo 11, y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en su artículo 3, establecen cuáles son los proyectos o actividades que de manera obligatoria deben someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), mediante la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental o la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, según corresponda. Entre estos proyectos o actividades se encuentran algunos que corresponden al sector silvoagropecuario, como son: las obras y actividades relacionadas con el almacenamiento y conducción del agua para el regadío o con la alteración de cuerpos o cursos naturales de agua; las agroindustrias, los mataderos, y los sistemas de producción animal, de dimensiones industriales; los proyectos de desarrollo o explotación forestales en suelos frágiles o en terrenos cubiertos con bosque nativo, las industrias de celulosa y otras derivadas de la actividad forestal; la aplicación masiva de productos químicos en zonas próximas a centros poblados o a cursos o masa de aguas que puedan ser afectadas, entre otros.

Ante esta situación, la presente tesis se planteó con el propósito de obtener y desarrollar, como resultado final, una pauta metodológica para la elaboración de los del Estudios de Impacto Ambiental de los proyectos o actividades del sector silvoagropecuario. Para lograr este objetivo, la tesis incluye los capítulos que a continuación se enuncian.

En el capítulo 2 se establece el marco de referencia teórico del tema de esta tesis. El capítulo 3 corresponde a una revisión bibliográfica de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), cuyo contenido dice relación con los conceptos relacionados con la EIA, los antecedentes históricos, la descripción y caracterización del impacto ambiental y del proceso de EIA, y las metodologías y técnicas de EIA disponibles. El capítulo 4 parte entregando una visión de la

situación de la agricultura mundial a través del tiempo, para luego referirse específicamente a la agricultura y los problemas ambientales del espacio rural nacional; de esta manera se sitúa el tema del impacto ambiental en una dimensión espacio-tiempo y se relaciona con el quehacer del sector silvoagropecuario. Finalmente, en el capítulo 5 se presenta la propuesta de la pauta metodológica, la cual establece una estructura de procedimiento sistemática, integral y dinámica para la determinación del Impacto Ambiental, define desde el conjunto de técnicas disponibles, las más adecuadas para cumplir con requerimientos de cada etapa, y propone un método para la valoración cuantitativa del impacto ambiental.

Esta pauta metodológica tiene el propósito de aportar a los profesionales del agro un instrumento para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental de los proyectos o actividades del sector silvoagropecuario que les permita trabajar en equipos interdisciplinarios.

Para su formulación se utilizó una combinación de las diversas metodologías existentes, a las cuales se les estudió con una lógica silvoagropecuaria de ecosistema para integrarlas en dicha propuesta.

La validación de esta pauta metodológica mediante su aplicación a proyectos o actividades silvoagropecuarias concretas constituirá una investigación posterior.

1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El problema central que impulsa el presente trabajo es la necesidad profesional y técnica de contar con un procedimiento sistemático y específico para la agricultura, que determine los posibles impactos ambientales de las acciones de proyectos o actividades de uso y tecnológicas del sector silvoagropecuario¹.

De lo anterior se desprende la dificultad de prevenir situaciones desfavorables sobre el medio rural —e incluso en el medio urbano— y de potenciar aquellas acciones que son positivas, todo lo cual contribuye al deterioro del ecosistema rural y en definitiva afecta la calidad de vida de la sociedad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El sector silvoagropecuario, a diferencia de otras áreas productivas, no dispone de una metodología específica para la evaluación de sus impactos sobre el medio ambiente. Tal situación ha motivado la elaboración de una pauta que defina una estructura de procedimiento sistemática para evaluación de impacto ambiental de los proyectos y actividades de este sector.

Esta pauta metodológica permitirá minimizar los errores a que está sujeto el análisis y la evaluación de los proyectos y actividades silvoagropecuarias, que de acuerdo al artículo 10 de la Ley N°19.300, deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contribuirá a argumentar de mejor forma los resultados del estudio al hacer explícitos los criterios, medidas y otros aspectos considerados en cada fase del trabajo. En consecuencia, garantizará la calidad, transparencia, credibilidad y consistencia del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de tales proyectos y actividades.

Por otra parte, el propio diseño de la metodología propuesta en esta pauta obliga a adaptar el estudio a la realidad del proyecto silvoagropecuario y facilita el trabajo de un equipo interdisciplinario.

¹ Para efectos de este trabajo, los términos silvoagropecuario y agricultura involucrarán las actividades relacionadas con: agroindustria, mataderos, silvicultura, fruticultura, cultivos, producción animal (aves, cerdos, ganado, etc.), sistemas de regadío, cinegética, manejo de fauna silvestre, pesca, piscicultura, áreas naturales protegidas, recreación en zonas rurales, planes de ordenación rural.

1.3. HIPÓTESIS

La existencia de un procedimiento sistemático y sistémico permite calificar en forma objetiva la magnitud e importancia del impacto ambiental generado por las acciones de un proyecto o actividad silvoagropecuaria, y genera confianza sobre los resultados de los estudios realizados. Esta situación facilita el proceso de toma de decisiones.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

La presente tesis tiene como objetivo general desarrollar una pauta metodológica para la evaluación del impacto ambiental de aquellos proyectos o actividades del sector silvoagropecuario que deben someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) a través de la elaboración y presentación de Estudios de Impacto Ambiental, de acuerdo a las exigencias de la Ley N°19.300 y el Reglamento respectivo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Desarrollar el marco de referencia teórico del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.
- 2) Analizar la situación actual de la agricultura en Chile en su relación con los principales problemas ambientales del espacio rural.
- 3) Establecer los procedimientos más adecuados que permitirán la identificación tanto de las acciones de los proyectos o actividades silvoagropecuarias, como de los factores o componentes ambientales susceptibles de ser alterados, y de los efectos resultantes de la ejecución de tales acciones sobre el medio ambiente.
- 4) Proponer los procedimientos que posibiliten la valoración de los impactos ambientales, ya sea negativos o positivos, generados por la ejecución de un proyecto o actividad silvoagropecuaria.
- 5) Definir un índice de impacto global que permita establecer categorías de aceptación de impacto ambiental para distintos ámbitos.

1.5. POSTULADOS GENERALES

- El medio ambiente es un sistema global o ente holístico que se caracteriza porque los factores que lo componen se interrelacionan entre sí.
- Existe una diversidad de ambientes. Es posible distinguir distintos tipos de ambiente, cada uno con sus propias características de receptividad de tecnología, de potencialidad y de limitantes para la vida humana. Por otra parte, las necesidades del hombre por ambientes también son variadas.
- El hombre accede a su entorno –tecnonaturaleza y naturaleza– a través de los sentidos y de su cultura. En este evento participan el observador (sociedad) y lo observado (fenómeno).
- El fenómeno se puede representar desde una perspectiva ambiental. Luego, un fenómeno ambiental puede convertirse en un problema ambiental. Para ello, es necesario analizarlo desde el punto de vista de:
 - ◊ El fenómeno mismo, su escala temporal y ámbito;
 - ◊ El ecosistema o sistema ambiental, y
 - ◊ La sociedad.
- La sociedad es capaz de emitir juicios de valores respecto a cualquier fenómeno ambiental. Estos juicios no son absolutos y están en función de:
 - ◊ Una distancia espacio-tiempo entre el fenómeno y la sociedad;
 - ◊ El fenómeno;
 - ◊ Otras variables (cultura, ciencia, etc.).
- Tanto el observador como lo observado se sitúan en una dimensión espacio-temporal que no siempre es la misma para ambos, ya que existe el tiempo a escala humana y el tiempo a escala del fenómeno.
- Se tiene un impacto ambiental, ya sea negativo o positivo, cuando la sociedad lo valora como tal. En definitiva, el impacto ambiental está en función del ámbito, el fenómeno y la distancia espacio-tiempo que existe entre la sociedad y el fenómeno.

- El impacto ambiental se debe plantear desde una dimensión espacio-temporal, siendo necesario caracterizar el ámbito y los distintos niveles de escala en que éste puede describirse, como son la ecosfera, el país, la región, el municipio y el predio.
- El ámbito, en cada escala espacial, se representa por un conjunto diferente de variables (x_1, x_2, \dots, x_n) .
- En la escala predial, las variables que representan al ámbito pueden estar incorporadas en alguna de las siguientes capas de estructura: biogeoestructura, tecnoestructura, hidroestructura, socioestructura y espacios.
- Toda acción humana se realiza en un ámbito. Es así como las acciones de la agricultura deben desarrollarse dentro del contexto de escala del ecosistema, que puede ser predial, municipal, regional o nacional.
- La relación entre las distintas escalas del ecosistema debe ser armónica. En este sentido, el ecosistema predial, además de su equilibrio interno, debe estar en armonía con la cuenca donde se inserta, y ésta a su vez debe estarlo con la región a la cual pertenece y con el país.

Por consiguiente:

En la evaluación del impacto ambiental se debe considerar:

- 1) La escala espacial del fenómeno ambiental (dónde ocurre el proyecto o actividad).
- 2) Las propiedades o atributos que caracterizan al ecosistema o sistema ecológico de la zona del proyecto.
- 3) La escala de percepción del fenómeno ambiental por parte de los distintos grupos de la sociedad que se ven afectados.
- 4) La distancia topológica entre el fenómeno ambiental y la percepción de la sociedad, cualquiera sea la escala de ésta.
- 5) La valoración que hace la sociedad del fenómeno ambiental.
- 6) Si la capacidad de acogida del territorio es similar a la capacidad de acogida de la sociedad.

2. BASES TEÓRICAS

A continuación se presentan las bases ecológicas consideradas en el marco teórico de esta tesis:

2.1. EL TRIÁNGULO DE NIJKAMP Y EL ESPACIO DE SOLUCIÓN

El espacio de solución de un problema representa el estado óptimo del ecosistema, y está establecido por el conjunto de los siguientes tres objetivos (Siebert, 1987; World Bank, 1987, citado por Gastó, 1996):

- Productividad: Progreso económico o potencial del área en referencia.
- Sustentabilidad: Valores ecológicos o constricciones propias del área. Tiene el significado de la renovación en el tiempo y de la capacidad de las futuras generaciones de reutilizar los recursos.
- Equidad: Interés económico y ambiental de otras partes involucradas directamente, tal como regiones, generaciones o personas.

Estos objetivos son conflictivos y cualitativamente excluyentes, pero complementarios cuantitativamente. En el largo plazo se contraponen menos, pudiendo darse situaciones de complementariedad o coevolución.

El triángulo de Nijkamp señala los principales conflictos que deben resolverse para establecer un marco de referencia para el desarrollo de modelos de estilos de vida y ocupación del territorio, representados en condiciones abstractas.

La magnitud de las distintos objetivos en cada condición regional, comunal o predial se puede representar por un punto o espacio de factibilidad en el triángulo (Figura 2-1).

Las metas de crecimiento no son necesariamente alcanzar el máximo, de acuerdo a la potencialidad del ecosistema, sino que el óptimo en relación a la sociedad, energía, disponibilidades de agua, economía y condiciones medioambientales.

La posición del espacio de solución (ES) generado por las tres variables depende a su vez de las características del ámbito, que difiere de un lugar a otro, y del estado global del entorno.

La integración del entorno global y los mercados en un contexto nacional o mundial determina un cambio global que afecta el espacio de solución.

$$ES = \text{espacio de solución} = f(\text{ámbito, entorno global})$$

El espacio de solución permite armonizar productividad con equidad y sustentabilidad en un ámbito dado, tanto en forma específica como global. No siempre es posible hacer coincidir la solución teórica con la práctica. La diferencia entre ellas son las enfermedades ecosistémicas.

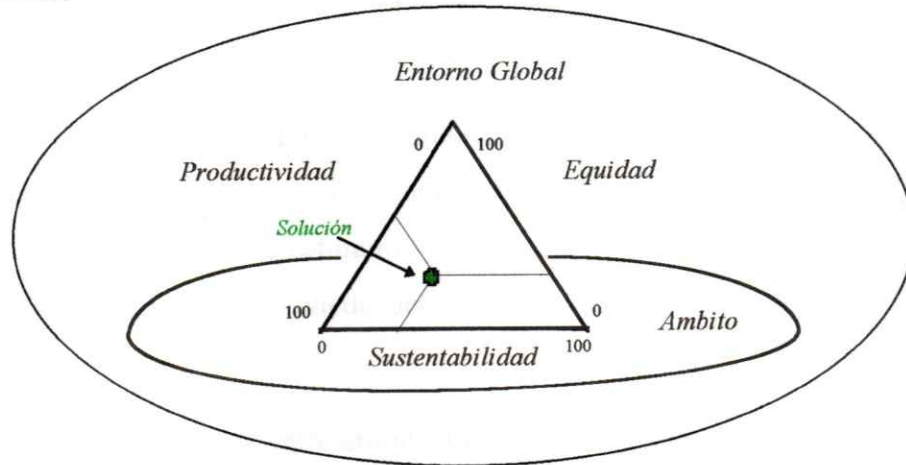


Figura 2-1: Interrelaciones entre crecimiento económico (productividad), equidad (transacción) y sustentabilidad del ecosistema (Nijkamp, 1990).

2.2. ÁMBITO

El ámbito donde la especie humana evolucionó fue la naturaleza. En la actualidad el entorno del hombre es la tecnonaturaleza; de este modo, las acciones antrópicas ocurren en un ámbito constituido por los recursos naturales, la tecnología disponible, la estructura poblacional o el ambiente en general. Tanto la naturaleza como la tecnonaturaleza se pueden representar en forma ideal por el ecosistema, el cual ha sido definido como el conjunto de elementos bióticos y abióticos relacionados entre sí de modo que constituyan una unidad o todo, y en el que el hombre está integrado y forma parte (Rodrigo, 1980).

Existen numerosas clases de ámbitos y ecosistemas que se diferencian en sus limitantes, constricciones y potencialidades.

El ámbito natural o escenario natural establece el potencial de uso y de transformación, dados por la receptividad tecnológica y social del sistema. En ámbitos de mayor receptividad, los predios pueden ser más pequeños debido a su mayor capacidad sustentadora. En ámbitos de baja capacidad sustentadora, los predios son de gran tamaño como ocurre en la Patagonia y en la Cordillera de los Andes.

La capacidad sustentadora es la receptividad de un ecosistema para mantener una determinada cantidad de vida humana en relación a un uso o a la combinación de usos que mejor se ajuste a sus características del ámbito relativas a su productividad, sustentabilidad y equidad (Gastó, 1996).

El ecosistema se caracteriza por su arquitectura y funcionamiento. La primera está en función del arreglo espacial de los componentes topológicos (número y tamaño). El funcionamiento depende de los estímulos y de la arquitectura del ecosistema. En definitiva, la respuesta del ecosistema se puede definir en base a los estímulos y los componentes topológicos.

La interdependencia existente entre arquitectura y funcionamiento se expresa en los cambios de estado del ecosistema. La modificación de la arquitectura provoca cambios de estado que permanecen en el tiempo, en tanto, la modificación del funcionamiento genera cambios de estado no estables, los que para mantenerse requieren de la adición de estímulos en forma continuada (Rodrigo, 1980).

2.3. ESTADO Y CAMBIO DE ESTADO DE UN ECOSISTEMA

El estado de un ecosistema se define operacionalmente como la condición de las variables de estado, las que están determinadas por sus componentes, atributos observables o agrupamiento arbitrario de partes (Patten, 1971, citado por Gastó, 1980).

La siguiente ecuación representa el estado de un sistema con n componentes y x_n variables de estado, y donde cada una de éstas es una función del tiempo:

$$E(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]$$

En suma, el estado del ecosistema está definido por el valor de sus atributos y de las variables y vectores de estado, que permiten establecer las relaciones propias de los componentes y conexiones del mundo empírico, dentro del cual están los recursos naturales.

Los vectores de estado \vec{x}_i pueden corresponder a funciones vectoriales de funcionamiento para un nivel y tipo de estímulo dado, y están determinados por:

$$\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad ; \text{ o bien, } \vec{x} \in \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

Los vectores de estado (\vec{x}_i), a diferencia de un conjunto de variables de estado (x_i), tienen un orden definido en la enumeración de sus componentes. Las variables de estado pueden corresponder a cualquier aspecto observable del ecosistema (textura, pendiente, potencial hídrico, densidad de plantas, etc.). Las variables que afectan en mayor grado al vector se denominan pertinentes y las restantes impertinentes (Reichenbach, 1973, citado por Gastó, 1980).

Se puede representar y predecir el estado que tendrá el ecosistema para cada atributo, en base al estudio de los componentes de la arquitectura, el funcionamiento de éstos y de las funciones y relaciones homomórficas de comportamiento, y dado los valores del momento de los atributos y la relación estímulo-respuesta.

El valor de las variables y vectores de estado determinan los grados de libertad del ecosistema, estos se refieren a los estados con mayor probabilidad de armonía que se encuentran en un rango definido del dominio de posibles estados del ecosistema (Rodrigo, 1980).

El estado de un sistema puede fluctuar dentro de márgenes muy amplios. Así, "estado óptimo" es la calificación de un estado dentro de ese conjunto de posibles estados. Es la mejor combinación probable de las variables de estado, de modo que no importe que algunas de ellas en forma individual no se encuentren en el óptimo, pero el conjunto sí. El rango óptimo se puede expresar como una área funcional o como un punto de desviación del valor previamente establecido.

La definición del “estado inicial” y “estado óptimo” de un ecosistema se hace en función del estado inicial y óptimo, respectivamente, de cada uno de los subsistemas que conforman el ecosistema, y que son:

- Subsistemas endógenos: biogeoestructura, socioestructura, tecnoestructura, espacios.
- Subsistemas exógenos: entorno, externos incidentes.

El estado del ecosistema es controlado por un conjunto de mecanismos cibernéticos naturales y artificiales del ecosistema predial, dado generalmente por las decisiones de la socioestructura y por algunos implementos tecnoestructurales.

Las alternativas de estado se pueden caracterizar de acuerdo al valor de la variables y vectores de estado, y elegir en ellas la que concuerde con los valores definidos como criterio de óptimo.

Un estado satisfactorio del ecosistema debe tener los atributos básicos de (Rodrigo, 1980):

- Uso sostenido de acuerdo a las aptitudes y potencialidades del ecosistema.
- Alta canalización antrópica de la productividad, con un manejo conforme a las necesidades.
- Estabilidad.
- Armonía.

El cambio de estado de un ecosistema corresponde a los cambios en sus atributos, producto de la dinámica del mismo, y que se expresan ya sea como variaciones con respecto al tiempo de cada uno de esos atributos o como de todo el conjunto. Este proceso de cambio de estado que ocurre en el tiempo se denomina génesis y está regido por principios generales (Gastó, 1980).

En este sentido, la agricultura tiende a modificar un estado inicial o actual, presuntamente defectuoso, por otro considerado óptimo aplicando operadores de transformación. Una vez alcanzado este estado, se conserva mediante operadores de mantención que permiten que sus atributos estén estables en un rango establecido (Rodrigo, 1980).

La magnitud de la diferencia entre el estado original y el estado transformado del ecosistema es el grado de artificialización del mismo.

2.4. MEDIO AMBIENTE

Según la definición de Childe (1954), el ambiente representa al conjunto de situaciones en las cuales tiene que vivir una criatura, por lo tanto, involucra el hábitat y los factores de nicho, y en el caso de los seres humanos, incluye además la posición económica, las creencias religiosas, las tradiciones, las costumbres, y la tecnología, así como también a los demás seres humanos. Es un aspecto esencial del bienestar y calidad de vida de la población humana.

El medio ambiente es y debe ser considerado como un sistema global o ente holístico donde los factores que lo componen se relacionan entre sí (Conesa-Fdez., 1993).

El ambiente se caracteriza por su heterogeneidad, la que está estrechamente relacionada con la diversidad ecológica del espacio natural –dada por el clima, las geoformas, el sitio y la cobertura vegetal y animal–, socioestructural, tecnoestructural y económica. El espacio natural heterogéneo genera potencialidades diferentes de receptividad tecnológica, ya que cada uno varía en sus limitantes.

La existencia de una diversidad de ambientes, con variadas potencialidades de receptividad y limitantes para la vida humana, es resultado de las incorporaciones tecnológicas y de las extracciones de los elementos propios del ecosistema que el hombre ha realizado en un escenario ambiental heterogéneo (Gastó, 1996).

En atención a esto, es posible distinguir y caracterizar distintos tipos de ambiente, y clasificarlos.

2.5. RELACIÓN SOCIEDAD-NATURALEZA

La concepción del hombre sobre la relación sociedad-naturaleza ha experimentado cambios en el tiempo.

Por un lado está el “enfoque dualista”, que se caracteriza por considerar al hombre como un ser racional natural-supranatural, lo cual permite distinguir entre lo humano y lo natural, y lo artificial y lo natural. Producto de este pensamiento surgen tres formas en la relación sociedad-naturaleza. La primera, caracterizada por lo contestatario en el operar de la

sociedad frente a la naturaleza. La segunda, se fija en la producción y se desarrolla plenamente a partir de la revolución industrial, reflejándose en la capacidad de supeditar los procesos naturales al desarrollo de la sociedad. En la actualidad se percibe que las transformaciones operadas sobre el entorno no son independientes del sistema social, lo que se manifiesta en el desequilibrio producción-naturaleza (Novik, 1982).

En la Ecología, el operar dualista se refleja en la incapacidad de incorporar las relaciones de intercambio de la sociedad dentro de aquellas que definen la organización del ecosistema. Sin embargo, esto se contrapone con lo que identifica a la Ecología, que son las relaciones de intercambio que se establecen entre los organismos y su entorno.

La concepción alternativa al dualismo considera a la sociedad-naturaleza como un sistema único e indivisible que se integra como un todo. Esto es la base del "enfoque monístico", el que se fundamenta en los intereses de la sociedad, su desarrollo y perfeccionamiento en una naturaleza en transformación, en la unidad de las dos formas del proceso objetivo, la naturaleza y la actividad del hombre dirigida a un fin (Novik, 1982).

Los dos componentes de esta unidad se conectan presentando relaciones de causalidad mutua. En el sistema, los cambios experimentados deben conservar la organización lo que permite, bajo condiciones constantes de estructuras físicas y corpóreas en el ser humano, incrementar tanto el contenido de información como las relaciones de intercambio que determinan este cambio conservador (Mires, 1990).

La concepción monista de la relación sociedad-naturaleza exige abordar un nuevo planteamiento metodológico, orientado al desarrollo progresivo de la actividad humana y acorde con las tendencias de la evolución de toda la ecosfera.

El subsistema social posee niveles jerárquicos de tipo administrativo y el subsistema natural tiene sus correspondientes jerarquías ecológicas. No es suficiente la caracterización ecológica de un ecosistema determinado, además es necesario establecer un mecanismo de transitividad desde el sistema ecológico al administrativo que permita plantear a través de un nivel de decisión dado los problemas y necesidades, así como canalizar las acciones que se tomen sobre el medio natural.

El estado global del ecosistema se debe valorar de acuerdo a las normas del sistema ecológico cuando se trata de la naturaleza, y a la calidad de vida en el caso de la sociedad. A su vez, en la administración de los recursos naturales se considera como propósito final la obtención de un beneficio global para el ecosistema completo (Figura 2-2).

De esta forma, se establece una relación entre los problemas del hombre vinculados con su calidad vida y el medio antrópico, que se constituye en su metaproblema. El medio ambiente afecta la calidad de vida y, a su vez, es afectado por ésta como un subproducto de sus actividades.

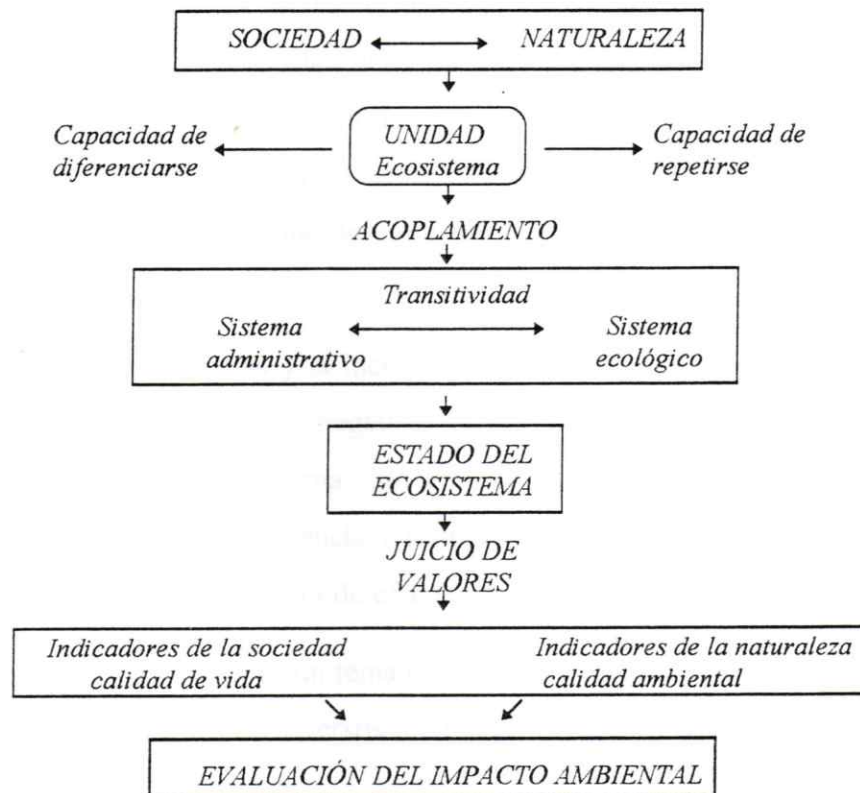


Figura 2-2: Esquema Monístico de las Relaciones Sociedad-Naturaleza (Gastó, González y Rodrigo, 1993).

2.6. CALIDAD DE VIDA

Calidad de vida es “el grado en que los miembros de una sociedad humana están satisfaciendo sus necesidades y ejerciendo sus potencialidades” (CONICYT, 1988).

Según Zumerlinder (1979), citado por Gastó (1996), la calidad de vida integra el bienestar físico, mental y social de la persona y de su grupo y la relación con su medio ambiente.

El medio es un condicionante fundamental de la calidad de vida, por lo tanto se requiere formalizar y dar una estructura sistemática y de unidad a los conceptos de calidad de vida y calidad ambiental, con el fin de establecer relaciones objetivas entre las variables indicadoras de la calidad del intercambio sociedad-entorno. De esta manera, los conceptos de “Impacto” y “Ordenamiento Ambiental” pasan, en definitiva, a dar cuenta de la estabilidad del sistema sociedad-naturaleza, de acuerdo a su capacidad de resiliencia, y no en un escenario sin actores bajo el cual se aplicará una determinada política económica (Lavanderos, Gastó y Rodrigo, 1994).

El deterioro de los ecosistemas y el incremento en el uso de tecnologías por parte de la sociedad ha provocado un impacto negativo en el entorno, lo cual no sólo afecta la calidad de vida sino también la vida misma. Sin embargo, estas consecuencias de la actividad humana han permitido su sobrevivencia y adaptación. Por lo tanto, al evaluar la calidad de vida se debe considerar esta dualidad de efectos positivos y negativos.

El análisis de la calidad de vida es un tema complejo porque puede resultar del balance entre la realidad y aspiraciones de los diversos individuos. Entre las alternativas para cumplir tal objetivo se encuentran:

- Modelo macroobservacional
- Índice de Desarrollo de las Condiciones de Vida Humana (IDCV), elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El modelo macroobservacional se basa en cinco factores que a su vez se dividen en variables y subvariables (Contreras y Cordero, 1982). Los factores considerados en la variable de calidad de vida son: impacto fisiológico (salud, alimentación e higiene ambiental), impacto psicofisiológico (vivienda, estética ambiental, descanso y recreación), desarrollo cultural del

individuo para la participación en la comunidad, condicionamiento social (relaciones humanas, seguridad individual y colectiva), y dependencia ecológica (equilibrio y productividad de los ecosistemas, estabilidad ecológico ambiental, uso apropiado de los recursos naturales). Este modelo se plantea para situaciones de diagnóstico, y permite tener elementos de juicio y apreciación objetiva del problema (Gastó, González y Rodrigo, 1993).

Por su parte, el Índice de Desarrollo de las Condiciones de Vida Humana (IDCV) mide la calidad de vida a través de la combinación de tres variables: poder de compra, esperanza de vida y alfabetismo de la población, las que se relacionan directa o indirectamente con el medio ambiente antrópico. De esta manera, la productividad de los recursos naturales, promovida mediante el uso de prácticas idóneas de conservación y manejo, permiten la generación de riqueza, la que finalmente se relaciona con el poder de compra de la sociedad. Las enfermedades ecosistémicas (erosión, contaminación, salinización, desertificación, pestización, etc.) reducen la capacidad productiva de los ecosistemas disminuyendo las expectativas de bienestar material para el hombre, lo que a su vez puede afectar la salud y esperanza de vida. El grado de información de la población hace posible la generación y aplicación de tecnologías, siendo la base del desarrollo cultural, y en la medida que la sociedad cuente con mayor y mejor información, disminuirán las enfermedades sociales y ecosistémicas.

En el proceso de mejora de la calidad de vida deben buscarse los mecanismos que permitan valorar los recursos naturales renovables en relación a la magnitud del beneficio que de ellos se deriva para la humanidad (Gastó, 1980).

Es evidente la estrecha relación entre la calidad de vida y la tutela de los derechos ambientales. Tanto que, desde la promulgación de la Constitución de 1980, el tema de la calidad de vida jurídicamente relevante ha estado circunscrito a la garantía constitucional contenida en el número 8 del artículo 19° de la Carta Fundamental. Éste ha sido el sentido que recoge la Ley N° 19.300, Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, la cual es la primera norma jurídica chilena que contempla explícitamente el término calidad de vida, aún cuando no lo define (Smith, 1994).

Por otra parte, es deber de las generaciones actuales compatibilizar el valor de los recursos con las necesidades del hombre con el fin de optimizar la calidad de vida (Gastó, 1980).

2.7. RECEPTIVIDAD TECNOLÓGICA

La receptividad tecnológica o receptividad ecosistémica es la capacidad de un ecosistema dado de recibir tecnología y puede ser definida como la cantidad de tecnología que puede aplicarse a un ecosistema en términos de input y estructuras de artificialización para producir un efecto en el output sin menoscabar la sustentabilidad del sistema (Gastó, 1996).

El origen de la receptividad de tecnologías en un ecosistema dado radica en la capacidad de éste de transformarse modificando su estado y output, sin deteriorarse. Cada sistema presenta cierto grado de receptividad tecnológica y de capacidad de modificarse. La receptividad tecnológica es mayor en ecosistemas de alto potencial.

Los ecosistemas que presentan alta receptividad tecnológica se caracterizan por ser más estables (menos vulnerables) y porque el grado adicional de artificialización que se debe aplicar al sistema para mantenerlo en estado de equilibrio es bajo. Ejemplo de esto lo constituyen las curvas de nivel, las fajas, los agroquímicos biodegradables (Gastó, comunicación personal, 1996). El grado adicional de artificialización implica agregar otro costo a la productividad, el costo adicional de sustentabilidad (figura 2-3).



Figura 2-3: grado adicional de artificialización para mantener el estado de equilibrio o su costo adicional de sustentabilidad según el grado de artificialización para ecosistemas de distinta vulnerabilidad (Gastó y González, 1992).

Por otra parte, a medida que el grado de artificialización aumenta, el output también lo hace pero a tasa decreciente hasta llegar a cero (figura 2-4).

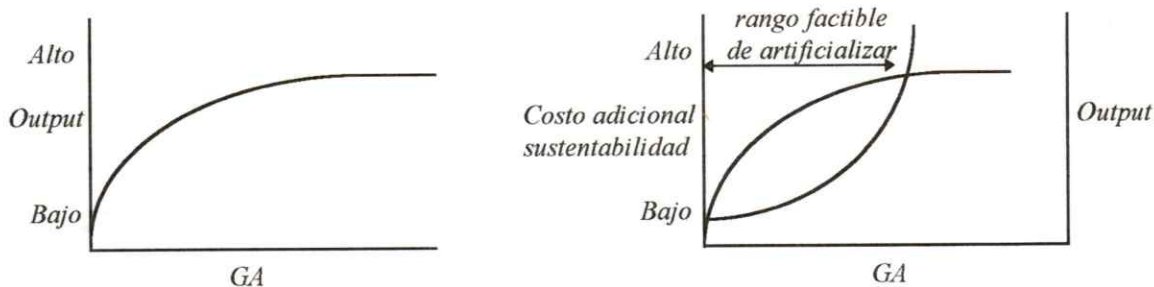


Figura 2-4: Relación entre grado de artificialización del ecosistema, output y costo adicional de sustentabilidad, que permite establecer el rango factible de artificializar el ecosistema (Gastó, comunicación personal, 1996).

2.8. AGRICULTURA, ARTIFICIALIZACIÓN DEL ECOSISTEMA

El hombre, en su evolución histórica y cultural, ha debido desarrollar las tecnologías para transformar la naturaleza ajustándola a sus necesidades, las que son heterogéneas. En este sentido, la agricultura, definida como “la serie de procesos mediante los cuales un área dada de tierra es artificializada con el fin de producir más alimentos para los animales y la gente que los que soportaría en forma natural” (Lawes, 1847, citado por Rodrigo, 1980), se presenta como el proceso de artificialización del ecosistema con el fin de optimizar la calidad y cantidad del cambio de estado canalizable hacia el hombre y su cosecha por éste, lo que implica la transformación de la naturaleza (Gastó, 1980).

La agricultura está involucrada en forma directa con los conceptos de “ecosistema” y “artificialización”, debido a que sus procesos ocurren en ecosistemas de recursos naturales renovables. Luego, es necesario resolver la incógnita de cuál es la óptima artificialización para los distintos ecosistemas prediales que conforman una cuenca o una región y para un estilo de agricultura adoptado.

La artificialización del ecosistema se define como el alejamiento del estado sistemogénico natural por la intervención del hombre mediante el aporte de materia y energía. Contrario a artificialización está el concepto de naturalización, que se refiere al acercamiento al estado sistemogénico más probable de ecosistema natural, el que con el tiempo necesario culmina en el estado clímax (Rodrigo, 1980).

El óptimo o máximo de artificialización (mínima de naturalización) de cada ecosistema está dado tanto por sus atributos –armonía, periodicidad, estilo, estabilidad, potencial, aptitud, homeostasis, resiliencia, sucesión, diversidad, otros– como por la relación costo-beneficio de los sistemas externos incidentes. De esta manera, se determina el rango o recorrido de artificialización que soporta el ecosistema manteniendo sus atributos.

En general, mientras mayor es la artificialización, la productividad canalizable hacia el hombre es mayor. Por el contrario, mientras mayor es la naturalización, menores son los beneficios directos que percibe el hombre. Luego, se plantea la necesidad de encontrar la combinación óptima entre ambos procesos, de manera que sea posible producir la mayor cantidad y calidad de bienes y servicios para el hombre en forma sostenida en el tiempo.

Existe una relación entre artificialización y estabilidad. Cuando la primera es cero, la estabilidad tiende al infinito; esta condición del ecosistema se da en un estado sistemogénico de clímax. Por el contrario, si la artificialización es máxima, la estabilidad, en caso que se abandone el sistema en tal estado, sería cercana a cero.

La estabilidad del ecosistema es mayor mientras mayor es la diversidad. Este principio o “ley de diversidad y estabilidad” también está relacionado con la productividad, así a medida que la diversidad aumenta, si bien la productividad bruta crece, la productividad canalizable al hombre disminuye, debido a la mayor respiración del sistema, hasta minimizar la productividad neta en el estado de clímax (figura 2-5).

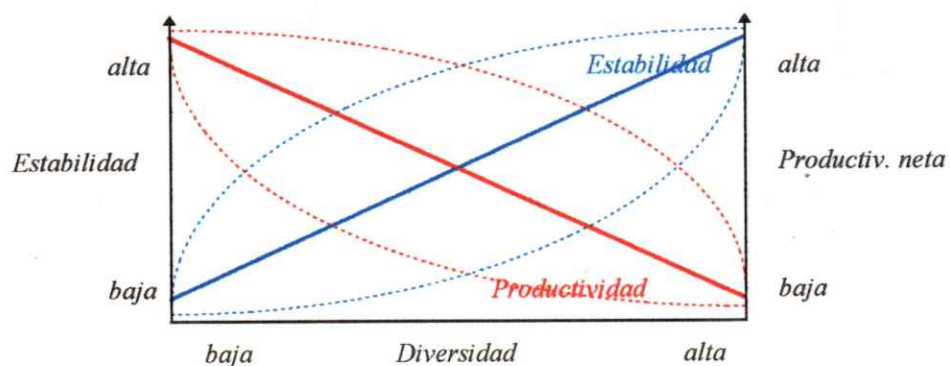


Figura 2-5: Relaciones entre diversidad, estabilidad y productividad neta del ecosistema.

Estas relaciones entre diversidad, estabilidad y productividad, que no necesariamente son lineales, se presentan, en general, en los ecosistemas naturales.

La diversidad también tiene relación con el “principio de orden”, presente en forma intrínseca en la naturaleza y que manifiesta que la diversidad en orden es la que produce estabilidad, ya que en ella las interacciones generadas por todos los participantes poblacionales e interrelaciones entre ellos deben ser favorables al estado del ecosistema.

De igual forma, la diversidad también se puede incluir a los elementos propios del componente abiótico (número de horizontes del suelo, estratificación geológica, atmosférica, etc.).

El concepto de diversidad en orden es fundamental para el diseño de ecosistemas antropogénicos, ya que entrega elementos de juicio para la elección de las poblaciones que participarán en la optimización de la red de transformaciones de la energía del ecosistema y de su canalización hacia el hombre.

En base a la diversidad en orden referida a los ecosistemas silvoagropecuarios, se pueden plantear las relaciones de diversidad, estabilidad y productividad canalizable al hombre como una función general para los ecosistemas artificializados y su optimización (figura 2-6).

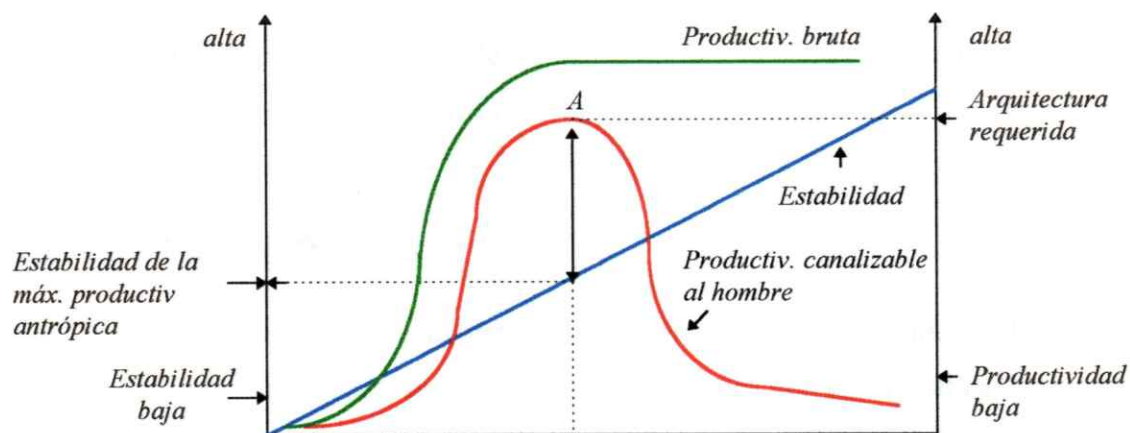


Figura 2-6: Relación general entre la diversidad en orden, estabilidad y productividad canalizable al hombre (Rodrigo, 1980).

El ecosistema predial es la unidad fundamental de la agricultura. La base de ésta es generar desequilibrio en este sistema con el fin de maximizar la productividad neta ($PN > 0$). Para lograrlo, evita que el ecosistema exprese su capacidad de resiliencia, se elimina la redundancia, se cambian y acortan las cadenas tróficas favoreciendo el flujo hacia el exterior del sistema. Para mantener el sistema en desequilibrio –y con ello la estabilidad de los

procesos agrícolas— es necesario aportar, en cada período, una fuerza externa o antrópica y conocer la magnitud de la misma. Estos estímulos permiten conservar la arquitectura y funcionamiento del ecosistema pero, a su vez, trae consigo un mayor costo de mantención (figura 2-7).

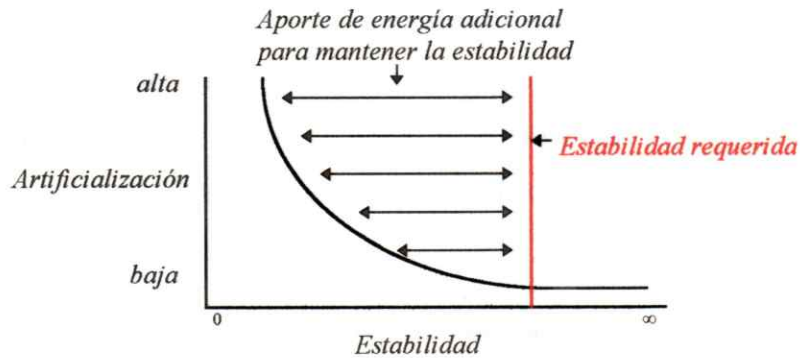


Figura 2-7: Función hipotética general entre artificialización y estabilidad del ecosistema, se indica además la energía adicional que se debe aportar para mantener la estabilidad requerida por un estado elegido del sistema (Rodrigo, 1980).

Por otra parte, la no mantención de la arquitectura y el funcionamiento del ecosistema artificializado puede implicar la generación de impacto ambiental.

2.9. ESPACIO Y TIEMPO

Espacio y tiempo tienen un rol importante en el análisis del problema ambiental, el que no ha sido considerado formalmente en los estudios relacionados con esta temática. La percepción del espacio y del tiempo es uno de los hechos que permiten comprender la evolución y ritmo de una sociedad.

La variable ambiental de los diversos elementos que componen el entorno del hombre debe ser referida al espacio y hábitat humano. Así, la problemática ambiental debe ser considerada en relación al ambiente antrópico, que se representa en imágenes o modelos a escala que describen el lugar de entorno de acuerdo a los elementos y relaciones.

La vida del hombre y sus actividades se perciben en espacios que varían en su tamaño, por lo cual se describen y representan en escalas espaciales diferentes.

Los problemas ambientales nacionales deben ser planteados en las escalas de países (la desertificación del Norte Chico, la erosión en la Cordillera de la Costa, la destrucción del bosque nativo, la contaminación atmosférica de la Región Metropolitana y sus alrededores), los problemas a nivel de municipios o locales deben ser referidos a escalas más detalladas de 1:250.000 o mayores (la contaminación en la zona de Puchuncaví, el smog en Santiago, el lago Ranco o el Chungará, la contaminación de Chañaral), y los problemas muy específicos y que requieran mayor detalle en escalas de 1:10.000 o mayores (la desembocadura del río Aconcagua, el estiércol del ganado de un fundo, la mortandad de peces en el embalse Rapel, la contaminación por la locomoción de los autobuses de Santiago).

La escala de representación puede ser aún mayor, por ejemplo cuando se trata de problemas ambientales personales o familiares a nivel de la vivienda (escalas de 1:100 ó 1:1.000), o de espacios definidos de una industria o vivienda (Gastó, 1996).

Cada problema ambiental se presenta una escala espacial, y la solución y magnitud deben corresponder a la de la escala. Asimismo, cuanto más definido es el problema, mayor importancia tiene el lugar que ocupa, por lo cual no puede ser referido a una posición espacial cualquiera.

El espacio se presenta en diversas escalas de acuerdo a su perspectiva, que puede ser física, histórica, sociológica y geográfica. La Ecología, que incluye todas estas perspectivas ambientales, debe condicionar la escala espacial al sistema de referencia y a la problemática del fenómeno que analice y describa (Gastó, 1996).

El espacio se percibe como un conjunto de capas que se superponen, cada una de las cuales corresponde a una dimensión diferente del espacio en sí, o de la percepción cultural, social o psíquica de éste. Los deslindes de las capas espaciales no coinciden necesariamente en su forma y su superficie.

La percepción y concepción del tiempo tienen una larga historia y aparecen unidas a la imagen del espacio y movimiento. Su comprensión es esencial para la estimación e intangibilidad de la propia época, del entorno y de los caminos que depara el porvenir y de la

eficacia en los cambios fenomenológicos inducidos en un espacio definido del entorno (Gómez, 1981, citado por Gastó, 1996).

La concepción que tienen del tiempo las diversas disciplinas científicas y la filosofía son un componente fundamental del marco conceptual de referencia del problema ambiental del hombre actual. El tiempo, al igual que el espacio, se representa en escalas diferentes de acuerdo a la disciplina que se trate.

El tiempo tiene una sola dirección que no se puede detener, por lo cual no hay momento que se perpetúe. El hombre es un ser en el tiempo y su existencia es efímera. El ambiente también es efímero y cambia en forma constante (Krebs, 1981, citado por Gastó, 1996).

Los fenómenos ambientales se deben vivir históricamente, lo que significa tomar conciencia de que el hombre tiene su responsabilidad frente al transcurso del tiempo. Pero normalmente estos fenómenos se tratan en forma ahistórica y se pretende resolverlos de manera instantánea, ajeno a su dimensión evolutiva propia de la ecosfera y del desarrollo del hombre (Gastó, 1996).

El tiempo, al igual que el espacio, debe ser representado en el modelo en la escala que corresponda (Eras, Períodos, siglos, décadas, años, estaciones, meses, semanas, días, fracciones de días). Cada evento o proceso debe ser planteado en modelos referidos a la escala temporal.

La conexión entre tiempo y espacio se manifiesta en los procesos ecológicos de modificación ambiental y su relación con el hombre, el cual se presenta como actor o receptor del impacto

Las unidades de los recursos naturales renovables tienen una dinámica espacio-temporal. El uso que se les da a los recursos cambia continuamente, por ejemplo, los potreros pueden modificar su tamaño, forma, a su vez, el número de potreros puede variar en el tiempo.

La posición espacio-tiempo de cada elemento del sistema debe corresponder a la optimización de las conexiones entre ellos en relación al funcionamiento del sistema como un todo. Las funciones de cada componente espacial se ordenan en una secuencia y sincronización espacio-tiempo, por lo que, en la medida que sea posible, deben localizarse de modo de optimizar el sistema global de acuerdo a la meta.

3. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1. MARCO CONCEPTUAL DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Es importante que quienes utilicen esta pauta lo hagan bajo un marco conceptual común. Por ello, a continuación se entregan algunas definiciones de términos relacionados con la evaluación de impactos ambientales. Se hace mención a definiciones propuestas por distintos autores, como también a aquellas establecidas en la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, de marzo de 1994.

Medio Ambiente

La Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente define medio ambiente como “el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de la naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural, y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”.

Childe (1954) señala que el medio ambiente representa al conjunto de situaciones en las cuales tiene que vivir una criatura. De modo que involucra tanto el hábitat como los factores de nicho, y en el caso de los seres humanos, incluye además la posición económica, las creencias religiosas, las tradiciones, las costumbres, y la tecnología, así como también a los demás seres humanos (Gastó, 1996).

Por su parte, Gómez Orea (1988) lo define como el entorno vital; el conjunto de factores físicos-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia. Debe considerarse como algo indisoluble del hombre, de su organización y de su progreso, y no como el medio envolvente de él.

En otras palabras, medio ambiente es todo lo que rodea a un individuo, afectando su posibilidad de vivir y reproducirse.

Agricultura

Etimológicamente, “agro” = campo, suelo, y “cultura” = cuidado o cultivo. Esta definición es incompleta, ya que agricultura incluye mucho más que el cultivo de un campo o el desarrollo de un cultivo vegetal.

Proponer una única definición no es fácil. Para Erich Zimmermann la agricultura incluye los esfuerzos productivos del hombre establecido en una superficie de terreno, mediante los cuales busca utilizar y en lo posible acelerar o mejorar procesos genéticos y de crecimiento naturales de las plantas y animales, con el objeto de que dichos procesos produzcan los bienes vegetales y animales que el hombre desea o necesita.

Agricultura también ha sido definida como “la serie de procesos naturales mediante los cuales un área de tierra es artificializada con el fin de producir más alimentos para los animales y la gente, que los que soportaría en forma natural” (Lawes, 1847, citado por Rodrigo, 1980). En un sentido más amplio y generalizado, agricultura puede ser definida como “la serie de procesos de artificialización de ecosistemas de recursos naturales renovables con el fin de optimizar la calidad y cantidad del cambio de estado canalizable hacia el hombre”, lo que implica transformar de la naturaleza (Gastó, 1980).

Agricultura empleada *sensu lato* se refiere a cualquier uso, grado o estilo de artificialización de los recursos naturales renovables, tales como: la silvicultura, la fruticultura, los cultivos, las actividades de producción animal (aves, cerdo, ganado, otros), la piscicultura, la pesca, los sistemas de regadío, la cinegética, la fauna silvestre, la recreación, las áreas naturales protegidas, los cultivos de animales de piel o cualquier otro.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La Ley N°19.300 da la siguiente definición: “Es un conjunto de procedimientos administrativos y herramientas metodológicas destinados a prevenir y mitigar, antes que ocurran, las consecuencias negativas sobre la calidad del ambiente que puedan tener planes, programas y proyectos o actividades, sean públicos o privados, así como a potenciar las consecuencias positivas de esas iniciativas”.

Conesa-Fdez. (1993) señala que es el procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción, interpretación y valoración del impacto ambiental que un proyecto o actividad produciría –en términos de salud y bienestar humano– en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección, y comunicación del mismo, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes.

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

“Es un conjunto de procedimientos, a cargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) o de la Comisión Regional del Medio Ambiente respectiva que, en base a un Estudio de Impacto Ambiental o una Declaración de Impacto Ambiental, determina si los impactos ambientales de un plan, programa, proyecto o actividad se ajustan a las normas vigentes” (CONAMA/BIRF, 1994).

Su propósito es asegurar una toma de decisiones ambientalmente relacionadas y ponerlas en práctica, permitiendo que el proceso de desarrollo económico y social sea armónico con el buen funcionamiento del medio natural.

Estudio de Impacto Ambiental (EslA)

Es uno de los tipos de informe de evaluación establecido en el SEIA. Describe, en detalle, las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o de su modificación y las consecuencias que éste tendría en el medio ambiente. Este documento debe proporcionar antecedentes fundados para la identificación, predicción e interpretación del impacto ambiental del proyecto o actividad, y ofrecer alternativas que se enmarquen en la legislación vigente, que minimicen los impactos negativos.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

Es el segundo documento de evaluación establecido en el SEIA y consiste en un informe descriptivo que el proponente de una acción de desarrollo debe presentar y donde establece, bajo su responsabilidad, que el proyecto propuesto no presenta impactos ambientales significativos. Su contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.

Impacto Ambiental (IA)

“Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada” (artículo 2 Ley N°19.300, 1994).

Desde el punto de vista técnico, el impacto ambiental de un proyecto se define como la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado por la realización del proyecto o actividad y la situación del medio ambiente futuro que habría evolucionado normalmente sin la existencia de esa acción (Conesa-Fdez., 1993). En otras palabras, es la alteración neta producida por una actividad o acción en el medio o en algunos de sus componentes.

Factores Ambientales

Son los componentes del medio ambiente, bióticos o abióticos, susceptibles de ser modificados por el hombre.

Indicador de Impacto Ambiental

Es un elemento, una expresión o un concepto medible asociado a un factor ambiental, de manera que proporciona la medida de la magnitud del IA en su aspecto cualitativo y, si es posible, en el cuantitativo (M. T. Esteban, 1984; Gómez Orea , 1992).

Para cada indicador es preciso disponer de una función de valores asociada que permita establecer la calidad ambiental de acuerdo a la magnitud de aquél.

Proyecto

Es todo documento técnico que define o condiciona la localización y realización de planes y programas, la realización de construcciones, instalaciones y otros, así como otras intervenciones en el medio natural o en el paisaje, incluidas las destinadas a la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables, y a la ordenación del territorio (Conesa-Fdez., 1993).

Gestión Ambiental

En la situación chilena, la gestión ambiental se define como el “conjunto de actos normativos y materiales que buscan una ordenación del ambiente”, y tiene como componentes la política, el derecho, la administración ambiental y la ciudadanía. Los instrumentos con que cuenta son: la educación ambiental, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, las normas de calidad ambiental y de emisión, los planes de prevención para las zonas declaradas latentes, los planes de descontaminación para las zonas declaradas saturadas, la institucionalidad.

Es el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basándose en una información multidisciplinaria coordinada y en la participación ciudadana (Conesa-Fdez., 1993).

La gestión ambiental puede adoptar un enfoque preventivo y/o curativo. Casi todos los países coinciden en seguir el primer enfoque, dejando lo curativo como una forma complementaria para abordar aquellos impactos no corregidos en la fuente o para la restauración (Gómez Orea, 1992).

Calidad Ambiental

Es el mérito para que la esencia y la estructura actual del ambiente o de los factores que lo componen se conserven. (Conesa-Fdez., 1993).

La calidad ambiental está dada por las condicionantes del recurso en su expresión ecosistémica y por la definición que establezca la sociedad de los parámetros ideales para la calidad de vida de la población humana. De este modo, la calidad ambiental está estrechamente relacionada con la calidad de vida y con la vida misma.

La calidad ambiental se ve afectada por el desarrollo e incorporación de tecnologías al medio natural donde ejerce su acción o donde se asienta la población (Gastó, 1996).

Calidad de Vida

“Grado en que los miembros de una sociedad humana están satisfaciendo sus necesidades y ejerciendo sus potencialidades” (CONICYT, 1988).

Vulnerabilidad Ambiental

Es la vulnerabilidad o grado de susceptibilidad que tiene el ecosistema a ser deteriorado ante la incidencia de determinadas actuaciones. (Conesa-Fdez., 1993). También se le denomina fragilidad ambiental.

IREN (1979) ha establecido un índice de fragilidad (IF), el cual viene dado por la siguiente expresión:

$$IF = \frac{\textit{Aptitud del suelo} * \textit{Morfología} * \textit{Clima}}{\textit{Nivel de erosión} * \textit{Uso actual} * \textit{Nivel de cobertura vegetal}}$$

Receptividad Tecnológica

La receptividad tecnológica o receptividad ecosistémica es la capacidad de un ecosistema dado de recibir tecnología, y puede ser definida como la cantidad de tecnología que puede aplicarse a un ecosistema en términos de input y estructuras de artificialización para producir un efecto en el output sin deteriorar la sustentabilidad del sistema (Gastó, 1997).

Norma Primaria de Calidad Ambiental

Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, relaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población (Ley N°19.300, 1994).

Norma Secundaria de Calidad Ambiental

Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza (Ley N°19.300, 1994).

3.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EIA

3.2.1. ANTECEDENTES GENERALES

El concepto de EIA aparece por primera vez en Estados Unidos, en 1969, al instituirse el Acta de Política Nacional Ambiental (NEPA). Un año después, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental comienza a ser utilizado.

La operación y administración del proceso de EIA en dicho país está a cargo de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), la cual es la encargada de revisar y comentar públicamente las acciones federales sujetas a EIA; en otras palabras, califica cada EsIA. Además, informa al Consejo de Calidad Ambiental (CEQ) y al presidente sobre aquellas acciones que estima son ambientalmente insatisfactorias.

Estados Unidos cuenta con otras leyes que se integran y ayudan en el tema medioambiental.

En Japón, la EIA como herramienta de ayuda a la conservación del medio ambiente comienza en junio de 1972, cuando el Consejo de Ministros aprueba la directriz titulada "De las Medidas de Conservación Ambiental en relación con los Proyectos Públicos". En 1984 el Consejo acepta el plan sobre la implementación de la Evaluación de Impacto Ambiental. Y en 1993 se promulga la Ley N° 91, "Ley Básica del Medio Ambiente", la cual presenta los principios fundamentales para la conservación del medio ambiente y una estructura de las medidas de política basadas en esos principios (Yamamoto, 1995).

En Latinoamérica, en base a la experiencia en la aplicación de instrumentos de EIA e implementación de sistemas jurídicos y administrativos para incorporar la EIA en la gestión estratégica del Estado, se puede decir que existen dos grandes grupos de países:

- Países con cierta experiencia en la materia: Brasil, Colombia, Venezuela, Ecuador.
- Países que recién se inician en esta línea de trabajo: Bolivia, Chile y la mayoría de los países centroamericanos.

En Chile la experiencia sobre aplicación de la teoría de las EIA es limitada. Básicamente tiene relación con el cumplimiento de leyes y normas jurídicas de índole ambiental. Este tipo de legislación existe en nuestro país desde 1916, año en que se promulga la Ley N°3.133 sobre la "Neutralización de los Residuos Líquidos Provenientes de Establecimientos

Industriales". Aunque también está como antecedente la creación por decreto de las Reservas Forestales "Llanquihue", "Alto Bío-Bío" y "Villarrica" en 1912.

Entre 1916 y marzo de 1994, fecha en que comienza a regir la Ley N°19.300, "Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente", se han aprobado más de 900 disposiciones legales de relevancia ambiental, incluyendo tanto regulaciones a nivel nacional como internacional.

Tales disposiciones y sus múltiples modificaciones carecen de organicidad; presentan gran dispersión, superposición, incoherencia o contradicción entre sus textos; y la mayoría está obsoleta. Asimismo, las competencias públicas para la protección y la gestión ambiental se encuentran repartidas y dispersas en una multiplicidad de organismos de diferentes rangos que operan de manera descoordinada, paralela y con ambigüedad de funciones y responsabilidades.

El cuadro 3-1 presenta algunas formas legales ambientales de Chile.

En atención a lo anterior, al estado de avance de los problemas ambientales y a la percepción de desarrollo del país, el Presidente Aylwin estima imprescindible sentar las bases para una gestión ambiental moderna y realista. Es por esto, que se aboca a la definición de una política, una legislación y una institucionalidad ambiental. De esta manera, en 1991 se da inicio a la elaboración de la Ley N°19.300, cuya aprobación se concreta el 9 de marzo de 1994.

3.2.2. LEY N°19.300

De acuerdo a los contenidos, este cuerpo legal fundamental de la gestión ambiental nacional es básicamente instrumental, en un doble alcance:

- Operacional en cuanto a las herramientas que crea y pone a disposición de la comunidad nacional, e
- Institucional por la estructura de gestión que establece y desarrolla.

Disposiciones legales de relevancia ambiental en Chile.

1. Ley N°3.133 sobre la "Neutralización de los Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales" (1916).
2. Reglamento para la publicación de la Ley N°3.133 de 1916, dictado mediante el Decreto Supremo (DS) N°2491, del Ministerio de Industria y Obras Públicas.
3. Ley de Bosques de 1931, aprobada por el DS N°4363 del Ministerio de Tierras y Colonización.
4. Código Sanitario, por DFL N°725 de 1967, establece disposiciones sobre higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo.
5. Ley que crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios.
6. Normas de agua potable y de riego.
7. Normas de operación de basurales.
8. Ley General de Pesca y Acuicultura, Ley N°18.892.
9. Ley de Caza, Ley N°4.601, cuyo reglamento se actualizó mediante el DS N°3.812 de 1972, del Ministerio de Agricultura.
10. Ley de Fomento Forestal, DL N°701 de 1974, del Ministerio de Agricultura.
11. DL N°2.565 de 1979, que tiene relación con los planes de manejo forestal y que reemplaza al DL N°701.
12. Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales.
13. Ley de Navegación, DL N°2.222 de 1978, del Ministerio de Defensa. Prohíbe arrojar lastre, escombros, basura y otros a las aguas sometidas a jurisdicción nacional, y en puertos, ríos y lagos. Su cumplimiento está a cargo de la Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR).
14. Código de Aguas, DFL N°1.122 de 1981.
15. DFL N°1.123 de 1981, se refiere a la ejecución de obras de riego por el Estado en sus artículos 1° al 7°, 9° y 19°.
16. Resolución N°207 de la Dirección General de Aguas de 1983, que establece las normas de exploración y explotación de aguas continentales subterráneas.
17. Ley N°18.348 de 1984 que crea la Corporación Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables.
18. Ley N°18.362 de 1984 que crea el Sistema Nacional de Areas Protegidas del Estado.
19. Ley N°18.378 de 1984 que establece la creación de distritos de conservación de suelos, bosques y aguas en predios agrícolas ubicados en áreas erosionadas o en inminente riesgo de erosión.
20. DS N°660, del Ministerio de Defensa, sobre concesión marítima (1988).
21. Resolución N°12.600/500 de DIRECTEMAR, que exige preparar Programas Mínimos de Evaluación de Impacto Ambiental (PMEIAs).
22. DS N°185, del Ministerio de Minería (1991); el DS N°4, del Ministerio de Salud (1992); el DS N°211, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (1991), todos ellos orientados a resolver los graves y urgentes problemas de contaminación atmosférica en centros urbanos industriales.
23. DS N°1 de 1992, del Ministerio de Defensa, que en sus artículos 139° al 141° trata sobre la instalación de cualquier establecimiento, faena o actividad cuyas descargas de materia, energía o sustancias nocivas o peligrosas sean evacuadas directa o indirectamente en aguas sometidas a jurisdicción nacional.
24. Ley N°11.402 que en su artículo 11° se refiere a la extracción de ripio y arena.
25. Disposiciones legales sobre protección de aguas continentales superficiales: Ley N°237 y Decreto N°470, del Ministerio de Salud; Ley N°11.410 y DL N°187, del Ministerio de Obras Públicas; DL N°3.557, del Ministerio de Agricultura; Código Sanitario; Decreto N°553, del Ministerio de Justicia.
26. Disposiciones legales sobre protección de aguas oceánicas y costeras: DL N°1, del Ministerio de defensa; DS N°295, N°296 y N°476, del Ministerio de Relaciones Exteriores.
27. Disposiciones legales sobre regulación de fuentes de efluentes: DL N°1 y Decretos N°301, N°735 y N°745, del Ministerio de Salud; Resolución N°12.600/550 de DIRECTEMAR.
28. Normativa Provisoria sobre efluentes a cargo del INN y la Superintendencia de Servicios Sanitarios.
29. Normas Técnicas de Calidad: Nch N°409 y N°1.333.
30. Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales.
31. Ley N°19.253 sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas, y sus reglamentos.
32. Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, de 1994.

Cuadro 3-1: Disposiciones legales de relevancia ambiental en Chile.

Entre las herramientas operacionales están: el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); el procedimiento para dictar las normas primarias y secundarias de calidad ambiental y las normas de emisión; los planes de manejo, prevención o descontaminación; la generación de una política de ordenamiento territorial y uso del suelo; y el respaldo al Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y a la creación de áreas silvestres privadas.

El DS N°93, de 1996, establece el procedimiento para dictar las normas primarias y secundarias de calidad ambiental, definiendo periodos y concentraciones del contaminante para el entorno del punto de su emisión. El DS N°94, también de 1996, determina los procedimientos y etapas para establecer planes de prevención –si la zona en análisis es calificada como latente según lo establecido en la Ley N°19.300– o de descontaminación, si el lugar se declara zona saturada. Por su parte, el reglamento que apoyará el SNASPE está aún pendiente².

Falta por legislar y normar una serie de temas de gran incidencia en la calidad de vida de la población, como la regulación de derechos de emisión transables y el tratamiento de residuos tóxicos e industriales.

En el aspecto institucional, la Ley N°19.300 respalda a CONAMA, la cual había sido creada por decreto en 1990. CONAMA es un servicio público, multiministerial, funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (SEGPRES). Constituye la autoridad nacional en la formulación de políticas ambientales, y tiene una labor de coordinación intersectorial y de supervigilancia de la gestión ambiental del Estado. Además debe hacer funcionar los instrumentos de gestión ambiental contemplados en la Ley N°19.300.

La definición de una política ambiental nacional aún está pendiente, y a juicio de Juan Carlos Urquidí³, ésta debería considerar a lo menos: “el tipo de sustentabilidad que se quiere dar al

² Información extraída del artículo LEYES, Decretos, Reglamentos y Tratados: El Laberinto Ambiental. *El Mercurio*, Santiago, Chile, 5 de enero de 1997. p. B5. (En sección Economía y Negocios).

³ Profesor de Derecho Ambiental. Las opiniones aquí señaladas aparecen en el artículo LEYES, Decretos, Reglamentos y Tratados: El Laberinto Ambiental. *El Mercurio*, Santiago, Chile, 5 de enero de 1997. p. B5. (En sección Economía y Negocios).

país, cuáles serán los incentivos o herramientas de política ambiental que se utilizarán, la racionalización y sistematización de los cuerpos legales vigentes, y la definición de la naturaleza y el rol de la institucionalidad ambiental existente en el país”.

3.2.3. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El SEIA es obligatorio desde el 3 de abril de 1997, fecha en que se publicó en el Diario Oficial y comenzó a regir el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Debido a que este reglamento fue rechazado, en septiembre de 1996, por la Contraloría General de la República, el SEIA no había entrado en vigencia de manera obligatoria. Las objeciones que el órgano contralor hizo al documento (Decreto N°100 de la SEGPRES) se agrupan en los siguientes temas⁴:

- Procedimientos administrativos.
- Competencia y atribuciones de funcionarios y órganos del Estado.
- Manejo de la transición entre el sistema voluntario y el sistema obligatorio.
- Definición de permiso ambiental sectorial y de qué permisos entran al sistema de “ventanilla única”.
- El reglamento acota más que la Ley N°19.300. Precisa algunos términos contenidos de manera vaga en la Ley –como “dimensiones industriales”, “impactos significativos”– y especifica magnitudes o características de los proyectos o actividades que deben someterse al SEIA.

Mientras se dictaban las normas permanentes para el sistema, éste operó en forma voluntaria. De los proyectos que presentaron Estudios de Impacto Ambiental entre 1990 y enero de 1997, un total de 171 por un monto de US\$19 mil millones fueron evaluados –el último proyecto es Río Cóndor de la empresa forestal Trillium– y alrededor de 40 están en proceso. De estos proyectos menos del 10% correspondieron al sector silvoagropecuario.

⁴ Información extraída del artículo Efectos del Caso Trillium: Sistema Ambiental en Suspense. *El Mercurio*. Santiago, Chile, 23 de marzo de 1997. p. B8. (En sección Economía y Negocios).

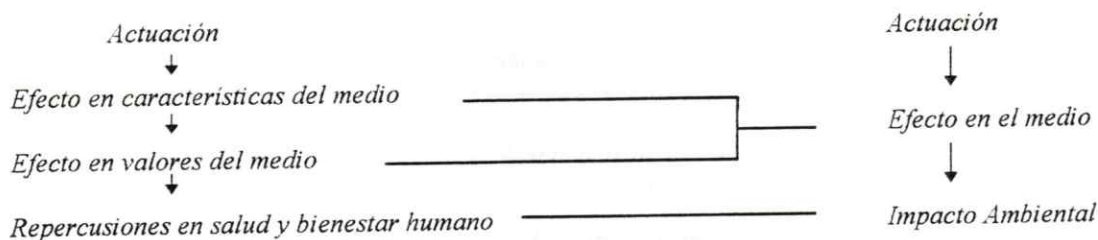
Para la evaluación de los proyectos se tuvo como base el Instructivo Presidencial sobre Pautas para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Inversión (Oficio Reservado N°888 de la SEGPRES, del 30 de septiembre de 1993).

Con la entrada en rigor del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la CONAMA estima que un promedio anual de mil proyectos de inversión tendrán que someterse al sistema, de los que unos 400 corresponderán a EsIA y el resto a DIA.

3.3. EL IMPACTO AMBIENTAL

3.3.1. EL CONCEPTO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Impacto Ambiental (IA) se define como “la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada” (art. 2 Ley N°19.300, 1994). La interpretación de dicha alteración en términos de salud y bienestar humano es lo que define el impacto ambiental (Gómez Orea, 1992).



Por lo tanto, el concepto de IA implica tres procesos consecutivos:

- Modificación de las características del medio.
- Modificación de sus valores o méritos de conservación.
- Significación de tales modificaciones para la salud y bienestar humano.

En un sentido estricto, los términos “efecto” e “impacto” no deberían usarse indistintamente, ya que el primero se refiere a la modificación de un factor ambiental, e impacto, como ya se mencionó, es la valoración o interpretación del efecto en términos de salud y bienestar humano (Gómez Orea, 1992).

Para algunos autores, el término impacto indica los cambios iniciales en el ambiente como resultado de la ejecución de un proyecto, y efecto a las consecuencias debido a esos cambios, es decir, involucran impactos directos e indirectos, respectivamente.

En un sentido técnico, la alteración que puede producirse viene expresada por la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado como consecuencia de la realización del proyecto o actividad y la situación del medio ambiente futuro que habría evolucionado normalmente sin la existencia de tal proyecto (Figura 3-1). En otras palabras, es la alteración neta producida por una actividad o proyecto en el medio o en alguno de los componentes ambientales (Conesa-Fdez., 1993).

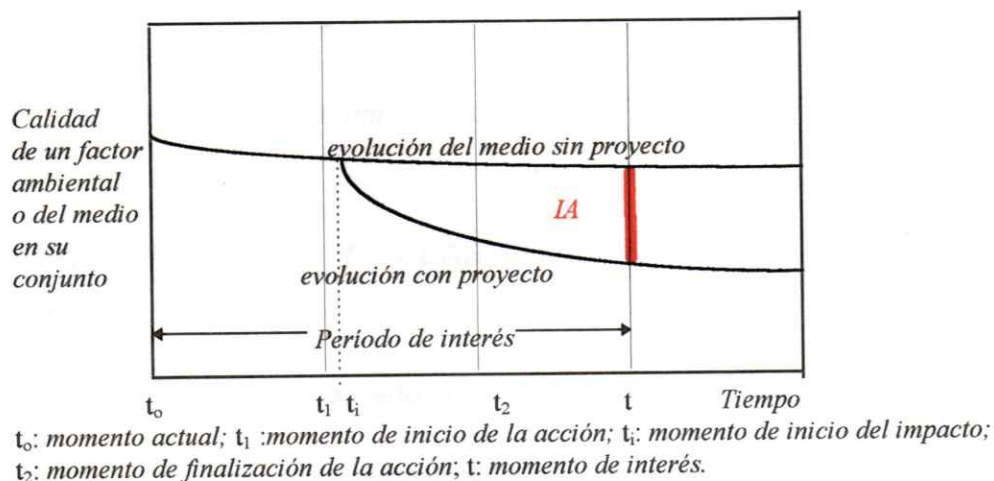
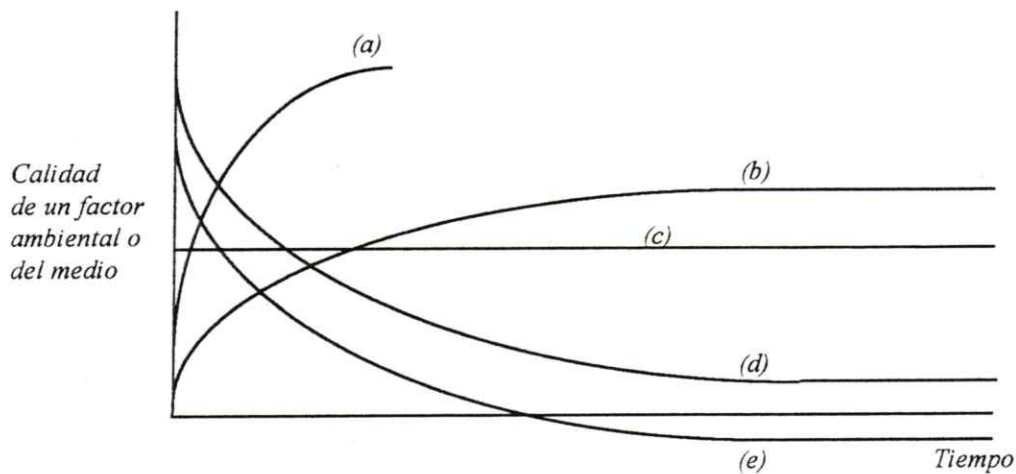


Figura 3-1: Ilustración del concepto de impacto ambiental (Gómez Orea, 1992).

El impacto sobre el medio ambiente es variable en el tiempo y en el espacio, pudiendo adoptar distintas formas (figura 3-2).

El impacto global o agregado de un proyecto en su conjunto sobre el entorno afectado, depende a su vez de los impactos parciales producidos en cada factor ambiental modificado y de la importancia o peso relativo de dichos factores (Gómez Orea, 1992).



- (a): Impacto que se autoalimenta (desencadenamiento de proceso erosivo);
 (b): Impacto creciente hasta hacerse constante (alteración progresiva de la vegetación hasta un estado degradado y estable);
 (c): Impacto constante (ocupación de suelo fértil por una obra o infraestructura);
 (d): Impacto que tiende a cero (alteración reversible de la vegetación);
 (e): Impacto que disminuye con el tiempo hasta cambiar de signo (impacto de repoblaciones forestales en el paisaje).

Figura 3-2: Tipos de formas de un impacto ambiental (Gómez Orea, 1992).

3.3.2. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Un impacto ambiental queda determinado por su (Gómez Orea, 1988):

- **Signo:** positivo o negativo, según se considere su carácter benéfico o perjudicial.
- **Valor:** que es función de la magnitud del impacto y de su incidencia.
 - La magnitud se refiere a la cantidad y calidad del factor ambiental modificado.
 - La incidencia representa el grado o intensidad de la alteración y una serie de atributos de tipo cualitativo (contexto o extensión, momento, reversibilidad, persistencia, sinergia, periodicidad, posibilidad y necesidad de medidas correctivas).

De acuerdo a estas características existen distintos tipos de impacto, que Conesa-Fdez. (1993) clasifica de la siguiente manera:

1) La variación de la calidad ambiental:

- ◊ Impacto positivo
- ◊ Impacto negativo

- 2) **Intensidad:** Corresponde a la severidad del impacto determinada por aspectos como el grado en que afecta a la salud y seguridad pública, a las características únicas del área geográfica.
 - ◊ Impacto notable o muy alto
 - ◊ Impacto mínimo o bajo
 - ◊ Impacto medio y alto

- 3) **Extensión o contexto:** Es el área de influencia, la escala o proporción del efecto en relación al total del factor ambiental considerado. En el contexto se considera la sociedad como un todo, la región alterada, los intereses afectados y la localidad.
 - ◊ Impacto puntual
 - ◊ Impacto parcial
 - ◊ Impacto extremo o extenso
 - ◊ Impacto total

- 4) **Momento:** tiempo que transcurre entre la acción y la manifestación de la alteración.
 - ◊ Impacto latente (corto, medio y largo plazo)
 - ◊ Impacto inmediato
 - ◊ Impacto de momento crítico

- 5) **Persistencia:** duración o tiempo de permanencia del efecto.
 - ◊ Impacto temporal (fugaz, temporal propiamente tal, pertinaz o largo)
 - ◊ Impacto permanente

- 6) **Posibilidad de recuperación** o de regeneración intrínseca de la condiciones iniciales luego de producido el efecto.
 - ◊ Impacto irrecuperable (no recuperable a través de acciones naturales o antrópicas)
 - ◊ Impacto irreversible (imposibilidad de recuperación por medios naturales)
 - ◊ Impacto reversible (corto, mediano y largo plazo)
 - ◊ Impacto mitigable
 - ◊ Impacto recuperable (se puede eliminar a través de medidas correctivas antrópicas)
 - ◊ Impacto fugaz (recuperación inmediata una vez que la actividad cesa, sin necesidad de medidas correctivas)

7) **Relación causa-efecto:**

- ◊ Impacto directo
- ◊ Impacto indirecto o secundario

8) **Interrelación de acción y/o efectos (reforzamiento):**

- ◊ Impacto simple
- ◊ Impacto acumulativo
- ◊ Impacto sinérgico (de varias acciones)

9) **Periodicidad:**

- ◊ Impacto continuo
- ◊ Impacto discontinuo
- ◊ Impacto periódico
- ◊ Impacto de aparición irregular (manifestación imprevisible en el tiempo)

10) **La necesidad de aplicación de medidas correctivas:**

- ◊ IA crítico
- ◊ IA severo
- ◊ IA moderado

3.3.3. COMPONENTES DEL IMPACTO AMBIENTAL

Para que se produzca un impacto ambiental, ya sea positivo o negativo, no basta con que ocurra un fenómeno ambiental, por ejemplo, cualquier acción antrópica. Es necesario considerar el fenómeno y su conjunto, esto es, la sociedad, el ecosistema o sistema ambiental y el fenómeno en sí.

La sociedad u “observador” y el fenómeno o “lo observado” son las partes de un evento: “el acceso del hombre a su entorno –tecnonaturaleza y naturaleza– a través de los sentidos y de su cultura”. El observador percibe un hecho, lo explora y trata de reconocer las propiedades esenciales de cada uno de los componentes de ese fenómeno. Luego, la sociedad emite juicios de valores con respecto al fenómeno ambiental, basándose en variables como: la información sobre el fenómeno (escala espacio-temporal, naturaleza, tamaño y otras

características), la distancia espacio-tiempo entre el fenómeno y la sociedad, la cultura, la ciencia, etc.

Por consiguiente, se tiene un impacto ambiental positivo o negativo cuando la sociedad lo valora como tal. Y, debido a que se tienen distintos impactos dependiendo de la ubicación relativa, tanto espacial como temporal, del observador y el fenómeno en un ámbito dado, se puede decir que el impacto está en función de:

- El ámbito donde se desarrolla el proyecto;
- El fenómeno, es decir, de la acción de una actividad o proyecto;
- La distancia espacio-tiempo entre el fenómeno y la sociedad.

3.3.4. CRITERIOS PARA INTERPRETAR EL SIGNIFICADO DE UN EFECTO AMBIENTAL

Larry W. Canter (1986) establece los criterios necesarios de analizar para la evaluación o interpretación del significado de un efecto ambiental:

a) Naturaleza del impacto.

- *Probabilidad de ocurrencia.* Posibilidad de que un efecto se presente como consecuencia del desarrollo de un proyecto. Para varios efectos, una evaluación cualitativa resulta suficiente (media, alta, baja).
- *Ambiente afectado.* Grado de penetración del efecto sobre el ambiente aledaño al desarrollo del proyecto.
- *Penetración geográfica o extensión.* Área de influencia de un efecto. Con frecuencia se puede determinar utilizando mapeos o datos geográficos específicos.
- *Duración o persistencia.* Tiempo de duración del efecto, en caso que no se apliquen medidas de mitigación. Este criterio se puede evaluar determinando si es de corto, mediano o largo plazo o permanente.

b) Severidad

- *Sensibilidad local.* Conocimiento, por parte de la comunidad local, de la magnitud del efecto asociado con el desarrollo de un proyecto.
- *Magnitud.* Evaluación de la seriedad del efecto.

c) Potencial de mitigación

- *Reversibilidad.* Grado de reversibilidad del efecto y tiempo requerido para su mitigación a través de medidas naturales o inducidas por el hombre.
- *Costos económicos.* Evaluación de los costos asociados con la mitigación del impacto.
- *Capacidad institucional.* Aptitud de las instituciones correspondientes para valorar el impacto. Dependiendo del efecto, la capacidad institucional se sitúa en diferentes niveles –local, municipal, regional, nacional– tanto del sector público como del privado.

Debido a que este aspecto relativo a la posible mitigación depende de imponderables, como la voluntad, los fondos, las leyes, etc., e involucra tiempo, es preferible registrar impactos brutos o no mitigados.

En la determinación de si un efecto es significativo, además de estos criterios, se debe tener presente la relación del proyecto o actividad propuesta con las prioridades de desarrollo existente en la escala espacial y temporal en que se insertará (inserción internacional, descentralización, valoración del territorio, crecimiento equitativo, normas de calidad ambiental y de emisión, etc.).

3.4. EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4.1. CARACTERÍSTICAS

La EIA para ser una herramienta efectiva debe cumplir los siguientes requisitos (Weitsenfeld, 1990):

- *Objetividad.* Debe proporcionar información imparcial, correcta y completa del proyecto, del ambiente en su área de influencia y de los impactos que el primero puede provocar sobre el segundo, de modo de tomar las medidas adecuadas de mitigación. Para lograr la objetividad de estos estudios, existen metodologías y técnicas de análisis.
- *Integral.* La EIA debe considerar el proyecto y su impacto en su totalidad de manera de entregar una visión integral de la interacción entre las partes. No debe realizarse en forma aislada, por circunstancias fortuitas o por la exigencia de una autoridad, institución o del público ante un caso particular. Tiene que ser del conocimiento total por parte de los actores involucrados (instituciones públicas de carácter ambiental, promotores del proyecto, ciudadanía y autoridad superior).
- *Sistemática.* La EIA debe realizarse cuando el proyecto se encuentra en su fase de planificación en base a un sistema preestablecido que especifique las etapas del procedimiento administrativo, la forma de calificación de los documentos de evaluación de impacto ambiental, los estándares de calidad del ambiente, etc. El sistema debe permitir un seguimiento del proyecto o actividad evaluado para revisar el cumplimiento de las decisiones comprometidas. El uso de un procedimiento metodológico sistemático y adecuado al caso garantiza la credibilidad y consistencia del EsIA y, en definitiva, de la EIA.
- *Oportunidad.* La resolución expedita y oportuna depende de un procedimiento de evaluación de impacto ambiental bien estructurado y de su operación ágil. Es importante la detección oportuna de los proyectos que deben someterse a EIA, en especial cuando la información relevante para la toma de decisiones se obtiene a partir de estudios exhaustivos, que pueden llevar tiempo. Además, una vez que se presentan los resultados del estudio, las autoridades competentes deben emitir un dictamen o resolución

rápidamente, de modo que no se atrase la decisión final. La participación coordinada de los actores involucrados contribuye a que la EIA sea oportuna.

3.4.2. ROL DE LA EIA

La función de la EIA es analizar un sistema complejo constituido, por una parte por los sistemas ecológicos naturales, y de otra por una serie de acciones tecnológicas del hombre, y para ello se intenta encontrar un modelo a escala reducida que nos represente las condiciones e interacciones existentes, de manera de poder llegar a la percepción y comprensión del comportamiento de todo el sistema. Con este fin es que el medio ambiente se debe considerar como un ente holístico, donde los factores que lo componen se relacionan entre sí (Figura 3-3).

La EIA es un instrumento preventivo de gestión medioambiental, y como tal tiene por objeto incorporar la variable ambiental en el proceso de toma de decisiones y armonizar los enfoques modernos del desarrollo. Su uso puede ser a nivel de predio, municipio, región o país.

La EIA es, también, un instrumento de diseño en la redacción de proyectos, ya que permite generar nuevas alternativas al proyecto y mejorar las soluciones técnicas y económicamente viables.

El objetivo final de la EIA, una vez identificados, predichos y valorados los posibles impactos –favorables o desfavorables– de una o un conjunto de acciones humanas sobre el medio ambiente, es: proporcionar información destinada a erradicar los impactos inaceptables, que resultan costosos de corregir posteriormente; generar medidas de mitigación o compensación frente a los impactos aceptables; promover el desarrollo de los impactos positivos vinculados a un proyecto; y también, informar a la sociedad del costo ambiental de dicho proyecto.

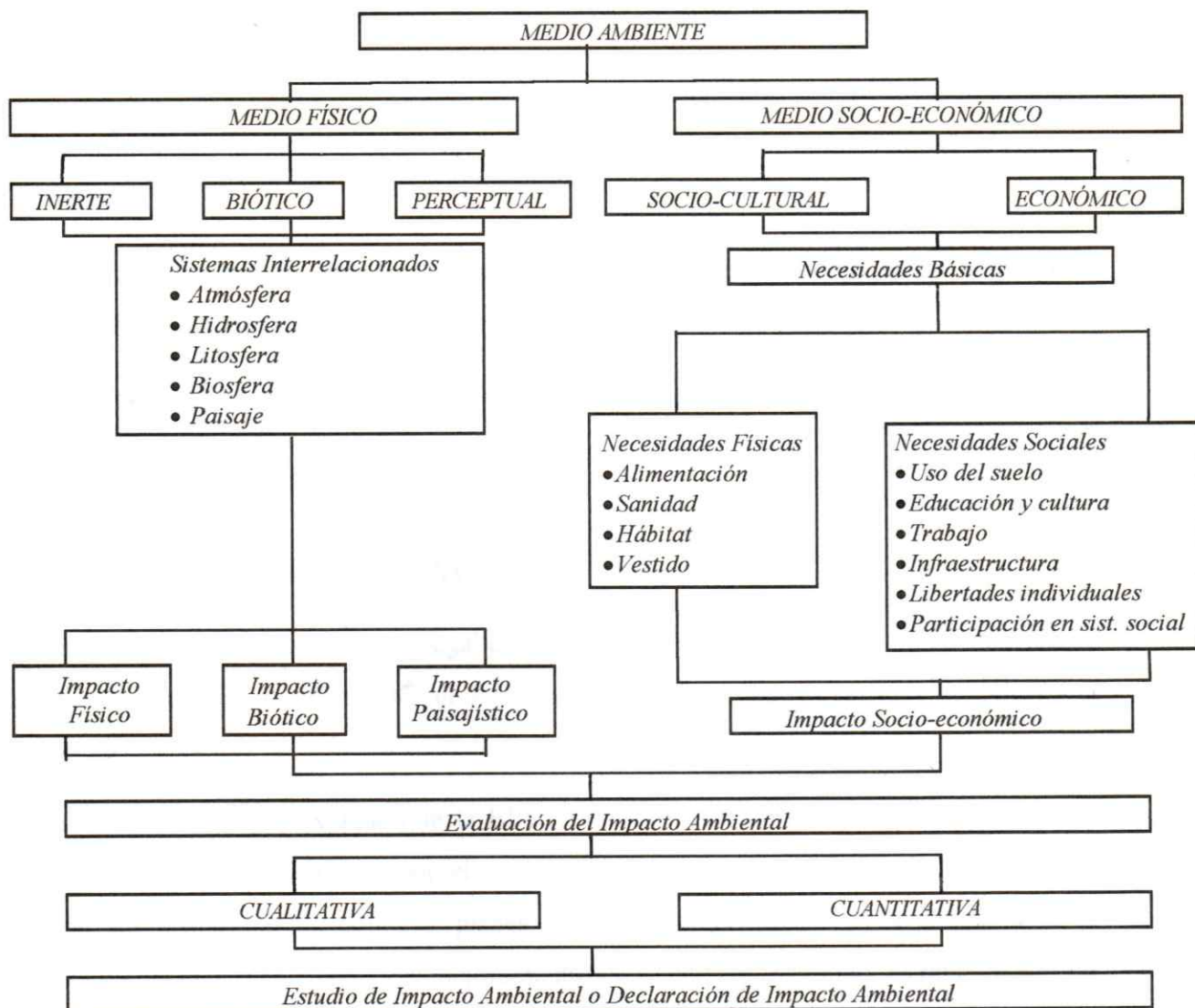


Figura 3-3: Interrelaciones de los factores medioambientales en una EIA (Conesa-Fdez., 1993).

3.4.3. CONTENIDO, ALCANCE Y PROGRAMA DE LA EIA

Contenido: se refiere fundamentalmente a las variables o factores ambientales que se van a considerar.

Alcance: es el grado de profundidad con que se van a tratar las variables.

Programa: es el calendario en que se van a desarrollar las distintas fases de trabajo en relación con el propio proceso de desarrollo del proyecto.

El contenido, alcance y programa de la EIA depende de (Gómez Orea, 1992):

- El marco legal y administrativo que lo regulan y controlan.
- La naturaleza, tamaño, proceso tecnológico y calendario de operación del proyecto a evaluar.
- El estado en que se encuentra el proceso de toma de decisiones sobre el proyecto (estudio de viabilidad, anteproyecto o proyecto).
- De la vulnerabilidad y potencialidad del medio físico-natural en que se ubique.
- De la actitud de su entorno social.

3.4.4. MARCO LEGAL DE LA EIA

Toda EIA debe adaptarse al marco legal existente. Es así como en Chile la EIA se ajusta a lo establecido por la Ley N°19.300, el Reglamento SEIA y a otras normas de relevancia ambiental.

En la Ley N°19.300 se expresa que la EIA tiene dos sentidos. Primero, es un proceso o sistema dinámico e interactivo, por el cual los actores del desarrollo se comprometen a orientar sus propuestas de políticas, planes, proyectos y actividades en la dirección de la protección del medio ambiente, y el mejoramiento de su calidad. Segundo, es un conjunto de metodologías para incorporar el medio ambiente en la formulación y evaluación de planes, programas y proyectos.

En nuestro país se ha optado por aplicar la EIA a nivel de proyecto, sin perjuicio que la legislación establece dentro de la ventanilla de admisibilidad de proyecto, los planes de ordenamiento del territorio también.

Este cuerpo legal aborda los siguientes aspectos:

- Título I : Disposiciones Generales.
- Título II : De los Instrumentos de Gestión Ambiental.
- Título III : De la Responsabilidad por Daño Ambiental.
- Título IV : De la Fiscalización.
- Título V : Del Fondo de Protección Ambiental.

- Título Final : De la Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- Artículos Transitorios.

Por su parte, el Reglamento del SEIA ordena su contenido de acuerdo a la siguiente estructura:

- Título I : Disposiciones Generales.
- Título II : De la generación o presencia de efectos, características o circunstancias que definen la pertinencia de presentar un EsIA.
- Título III : De los Contenidos de los Estudios de Impacto Ambiental.
- Título IV : De la Evaluación del Impacto Ambiental.
- Título V : De la Participación de la Comunidad en el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Título VI : Del Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación, del Plan de Seguimiento Ambiental y de la Fiscalización.
- Título VII : Del contrato de Seguro por Daño Ambiental y de la Autorización Provisoria.
- Título Final.
- Artículos Transitorios.

3.4.5. ELEMENTOS DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

En el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental se distinguen tres elementos básicos:

- **Procedimiento Administrativo.** Es la secuencia que debe seguir la evaluación de un proyecto de desarrollo para que se pueda autorizar su ejecución en base a criterios ambientales. Se toman decisiones de tipo técnico y a nivel político.

En Chile, el procedimiento administrativo de la EIA, en conformidad con los artículos 13 y 14 de la Ley N°19.300, se debe ajustar al Reglamento de SEIA, el cual define: la forma de consulta y coordinación de los organismos del Estado con atribuciones ambientales sectoriales que digan relación con el otorgamiento de permisos para el proyecto o actividad evaluado; los plazos para el proceso de revisión de las DIA y de calificación de los EsIA; los mecanismos de aclaración, rectificación y ampliación de los EsIA, en el caso

que sea necesario; la forma de participación de las organizaciones ciudadanas y de notificación al interesado del pronunciamiento sobre el EsIA.

- **Metodología de Análisis.** Es la serie ordenada de pasos que debe seguir el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA):
 - ◊ Descripción de los objetivos.
 - ◊ Alternativas y actividades del proyecto, y su análisis técnico-económico.
 - ◊ Descripción del marco de referencia ambiental o área de influencia del proyecto.
 - ◊ Identificación y evaluación de los impactos ambientales de acuerdo a técnicas especiales y diseño de medidas de mitigación de los impactos desfavorables.
- **Técnicas.** Son las herramientas que permiten identificar y evaluar los impactos ambientales de las acciones de un proyecto. Para cada caso particular se aplica la técnica o la combinación de ellas más adecuada.

3.4.6. MOMENTO EN QUE DEBE INCORPORARSE LA EIA AL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

Existen distintos enfoques según el momento en que la evaluación ambiental se incorpora al proceso general de toma de decisiones (Gómez Orea, 1992; Conesa-Fdez., 1993):

- **Enfoque Adaptativo.** La EIA se incorpora en la etapa de planificación del proyecto. Este enfoque es recomendado como el más idóneo. Considera que todo proyecto debe estar contemplado en un plan previo –en su normativa o en su programa de actuaciones– y, por lo tanto, está ambientalmente integrado, o bien, el plan especificará el alcance y contenido de la EIA.
- **Enfoque Semiadaptativo.** La EIA se sitúa en la etapa de anteproyecto o proyecto, cuando la decisión de aceptación, modificación o rechazo del mismo aún no está tomada.
- **Enfoque Reactivo.** La EIA se incorpora después de haber decidido la ejecución del proyecto, es decir, en la etapa de construcción u operación. En este enfoque de los tres tipos de decisiones a que puede conducir la EIA, sólo es factible la aceptación, ineficaz la modificación e imposible el rechazo. Las herramientas usadas en este caso son las

auditorías ambientales y la fiscalización, con las que se verifica el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

Los dos primeros enfoques se refieren a evaluaciones *ex ante*, es decir, desarrolladas con anterioridad a la ejecución del proyecto. En tanto, el enfoque reactivo corresponde a evaluaciones *ex post*, posteriores al inicio de las acciones del proyecto.

Las EIA son siempre *ex ante*, dado que como herramienta de predicción sólo tiene sentido cuando puede influir en el desarrollo de un proyecto futuro. Se aplican en las etapas de planificación de los proyectos de inversión, ya que desde el punto de vista de la efectividad del estudio, es en esta fase donde se deben multiplicar las acciones de información y discusión con la comunidad afectada. En la fase de prefactibilidad se pueden identificar de mejor manera las principales restricciones medioambientales de un proyecto, y existen mayores posibilidades de incorporar cambios en la propuesta.

Ejemplos de instrumentos *ex post* son las auditorías ambientales, los diagnósticos ambientales, las acciones de fiscalización (Salamanca, 1996).

3.4.7. VENTAJAS DE REALIZAR LA EIA

- Prevé los impactos.
- Estudia y entiende los impactos.
- Racionaliza y hace más completo el proceso de toma de decisiones.
- Flexibiliza los estudios para adecuarlos a los distintos entornos.
- Racionaliza el uso de los recursos públicos y privados.
- Hace participar a la ciudadanía y busca consensos.
- Contribuye a la eficiencia de un proyecto, incluso desde la perspectiva económica al evitar impactos de costosa reparación.
- Incorpora las variables socioeconómicas y culturales en el análisis técnico de nuevos proyectos.

3.4.8. CRITERIOS PARA DETERMINAR LAS ACCIONES QUE DEBEN SOMETERSE A EIA

Algunos de los criterios que deben considerarse para determinar si una acción requiere o no someterse a una EIA son:

- Magnitud de la actividad: superficie, tamaño, volumen de producción, etc.
- Modificaciones importantes que pudiera producir sobre la calidad y cantidad de los recursos naturales renovables.
- Localización próxima a los recursos naturales, áreas naturales protegidas o población humana susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar la acción.
- Utilización de recursos no renovables.
- Cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos que pudiese generar.
- Probabilidad de riesgo para la salud humana.
- Alteraciones de poblaciones humanas. Introducción de cambios en las condiciones sociales, económicas y culturales.
- Alteraciones al valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteraciones de monumentos, sitios de valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, pertenecientes al patrimonio cultural.

3.4.9. ESTRUCTURA GENERAL DE LA EIA

En Chile y otros países, la elaboración y desarrollo de la EIA, y por lo tanto del EsIA para un proyecto o actividad, pasa por distintas fases (Conesa-Fdez., 1993):

- 1) Análisis del proyecto y sus alternativas.
- 2) Descripción del ambiente afectado o área de influencia del proyecto.
- 3) Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes.

- 4) Identificación de los factores ambientales susceptibles de recibir impacto.
- 5) Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores ambientales, y valoración cualitativa del efecto.
- 6) Predicción de la magnitud del efecto sobre cada factor, es decir, valoración cuantitativa del impacto ambiental.
- 7) Definición de las medidas de corrección (mitigación, recuperación y compensación) y del programa de seguimiento, vigilancia y control ambiental.
- 8) Proceso de participación pública (particulares, agentes sociales, organismos involucrados).
- 9) Emisión del informe final.
- 10) Decisión del organismo o servicio competente.

3.4.10. TIPOS DE EIA

En atención a la estructura general o fases desarrolladas en el proceso de evaluación ambiental, se pueden distinguir dos tipos de EIA (Conesa-Fdez., 1993):

- 1) *EIA Simplificada*, no incluye la valoración cuantitativa del impacto ni la definición de medidas de corrección.
- 2) *EIA Detallada*, comprende la totalidad de las fases.

3.5. PRINCIPALES METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Las metodologías proporcionan una estructura para manejar, organizar, comparar, seleccionar y presentar la información relativa a los impactos ambientales potenciales.

El primer método para la EIA fue la Matriz de Leopold. Se estableció en 1971 a petición del Ministerio del Interior de los Estados Unidos para su Servicio Geológico.

Hoy se conocen más de cincuenta metodologías y técnicas de evaluación del impacto ambiental. La mayoría se refieren a impactos de proyectos específicos, no se encuentran completamente desarrolladas y no gozan de una aplicación sistemática (Sanz, 1991).

Los requisitos que debe tener una metodología son los siguientes (Sanhueza, 1995):

- Claridad en la presentación de la información.
- Dar énfasis a los impactos negativos significativos.
- Indicar la incertidumbre asociada a las predicciones.
- Señalar criterios utilizados en la evaluación.
- Contar con un equipo multidisciplinario de evaluadores.

Algunas de las dificultades que presentan las metodologías usadas en la actualidad son:

- Detallan los elementos del medio natural afectado por los impactos, pero simplifican los componentes sociales, culturales, políticos y económicos al englobarlos en una gran categoría bajo el nombre de medio socioeconómico.
- Las unidades de medida de los impactos y su valoración no están claras, y las medidas de mitigación o de compensación frente a los impactos están demasiado ligadas a la coyuntura política y cultural.

La EIA se realiza a través de un proceso que consta básicamente de tres etapas:

- a) Identificación
- b) Predicción
- c) Análisis y Valoración de Impactos

Las metodologías con que cuenta el proceso de EIA se dividen en: formales (generales) y *ad-hoc* (desarrolladas para una situación particular), y en base a las etapas que abordan se pueden agrupar en:

- 1) Métodos o Modelos de Identificación: listas de revisión causa-efecto, escenarios comparados, encuestas, reuniones con expertos, matrices (Leopold, cruzada, Sorensen), redes (esquemas causa-efecto).

- 2) Métodos o Modelos de Previsión o Predicción: modelos físicos, modelos matemáticos (determinísticos, simulación).
- 3) Métodos o Modelos de Evaluación: Batelle-Columbus, método de ponderación.

Los métodos o modelos pueden ser dinámicos o estáticos según incluyan o no el factor tiempo.

El siguiente esquema es una de las clasificaciones de los métodos más usuales de EIA (Estevan Bolea, 1984, citado por Conesa-Fdez., 1993):

Sistemas de red y gráficos

- Matrices causa-efecto (Leopold), y Listas de Chequeo
- Método del CNYRPAB
- Método Bereano
- Método de Sorensen
- Guías metodológicas del M.O.P.U.
- Método del Banco Mundial

Sistemas cartográficos

- Superposición de transparentes
- Método McHarg
- Método Tricart
- Planificación Ecológica de M. Falque

Análisis de sistemas

Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación

- Holmes
- Universidad de Georgia
- Hill-Schechter
- Fisher-Davies

Métodos Cuantitativos

- Batelle-Colombus

A continuación se describen, en forma breve, algunos de estos métodos:

1) *Matrices causa efecto (Leopold)*

Son métodos de identificación cualitativos, preliminares y muy útiles para valorar las diversas alternativas de un mismo proyecto. Realizan un análisis de correspondencia entre una acción y sus efectos sobre el medio.

El método de Leopold *et al.* es el más conocido dentro de las metodologías de identificación. No es sistemático, es decir, no ordena el proceso a establecer. Los valores de calidad ambiental y ponderación de los mismos, obtenidos a partir de datos existentes o generados en cuanto a magnitud de efectos o alteraciones, se evalúan a juicio de quien realiza el estudio. En definitiva, sólo ofrece un sistema de presentación y síntesis de datos.

El método utiliza básicamente un cuadro de doble entrada (matriz), en el que se disponen como filas los factores o componentes ambientales susceptibles de ser afectados y como columnas las acciones que serán causa de posibles impactos.

Cada cuadrícula de interacción se divide en diagonal, la parte superior indica magnitud M (cantidad y calidad del factor), precedido del signo + o - según sea impacto positivo o negativo, y la inferior la importancia I (intensidad o grado de incidencia). Ambas estimaciones están en escala de 1 a 10 y se realizan desde el punto de vista subjetivo al no existir criterios de valoración.

La suma de las filas indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y, por lo tanto, su vulnerabilidad ante el proyecto. La suma de las columnas entrega la valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y por ende su agresividad.

En la matriz original, 100 son las acciones posibles y 88 los factores ambientales, de los que resultan 8.800 interacciones. De éstas se seleccionan las realmente importantes y se construye una matriz reducida con la que es más fácil operar.

De esta manera, la matriz es un resumen y el eje del EsIA adjunto a la misma.

2) *Listas de revisión o chequeo*

Son métodos de identificación cualitativos o semi-cuantitativos muy pobres y simplistas, por lo que se usan en evaluaciones preliminares. Sirven para llamar la atención sobre los impactos más importantes que puedan tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto.

Estos métodos pueden ser de varios tipos según la información que incluyan:

- Acciones asociadas con proyectos o propuestas de desarrollo que puedan producir impacto.
- Factores o componentes ambientales susceptibles de ser alterados.
- Parámetros o indicadores de impactos, representativos de una magnitud.

En atención a la menor o mayor complejidad de las listas de revisión, resultante de lo anterior, es posible dividir las en:

- a) *Listas simples*. Sólo contienen una lista de factores o componentes ambientales susceptibles a recibir impacto. Son más que nada una ayuda de memoria.
- b) *Listas descriptivas*. Dan orientaciones para la valoración ya que indican, por ejemplo, medidas de mitigación, bases para la estimación técnica del impacto, referencias bibliográficas o datos sobre grupos afectados.
- c) *Listas escalonadas*. Son similares a las anteriores, pero con información adicional para facilitar la toma de decisiones. Consisten en una lista de factores o componentes ambientales acompañados de criterios que expresan el valor de esos recursos y el ámbito de interés en ello, así como alternativas de acciones correctivas.
- d) *Cuestionarios*. Consisten en una secuencia de preguntas sistemáticas sobre categorías genéricas de factores o componentes ambientales. Para cada tipo de pregunta existen, generalmente, tres respuestas posibles: "sí", "no" y "no sabe", dependiendo del nivel de conocimiento del impacto. Por agregación de respuestas se puede tener una idea cualitativa de la importancia de un determinado impacto, tanto negativo como positivo.

Las listas de acciones susceptibles de producir impacto sirven para la identificación de relaciones causa-efecto, ya que constituyen las causas de alteraciones en el medio ambiente.

Así, se construye una lista de efectos y acciones específicas sobre la cual se marcan las interacciones más relevantes, ya sea por medio de una escala pequeña (+2 a -2) o por otro baremo sencillo.

Las listas se acompañan de un informe detallado de los factores ambientales considerados, constituyendo en sí un estudio de evaluación más que las mencionadas listas.

Las desventajas principales de las listas de chequeo como método de evaluación de impactos consisten en (Sanz, 1991):

- No proporcionar instrucciones para la interpretación de los efectos indirectos.
- No indicar plazos, ni probabilidad de que se produzca el impacto, ni riesgo asociado.
- No entregar interrelaciones entre componentes ambientales, haciendo difícil detectar efectos secundarios originados por cadenas causa-efecto.
- No ofrecer indicaciones sobre la localización espacial del impacto.

3) Método del CNYRPAB (Departamento de Desarrollo y Planificación Regional del Estado de Nueva York)

Es un método de identificación de los impactos que ocasiona un proyecto, obra o actividad. Es estático debido a que no incluye la variable tiempo.

Utiliza dos matrices. La primera es semejante a la de Leopold y en ella se relacionan las condiciones iniciales del ambiente y el estado de los recursos naturales con las posibles acciones sobre el medio. Se marcan las cuadrículas a las que corresponde un impacto directo y se califican con un número de orden.

Los impactos calificados se interrelacionan en una segunda matriz con el fin de identificar los impactos indirectos.

Así, se destacan los impactos directos e indirectos producidos por una determinada acción y también, en forma inversa, se pueden analizar las causas que dan lugar a un impacto dado.

4) Método de Sorensen

Este es un método dinámico, no cuantitativo, en que los usos alternativos del territorio se descomponen en un cierto número de acciones, referidas a las condiciones iniciales del área en estudio, determinando las condiciones finales una vez estudiados los efectos. Se utilizan tablas cruzadas de usos-acciones y de acciones-condiciones finales, que en definitiva representan relaciones causa-efecto. También se emplean gráficas para las siguientes relaciones: condiciones iniciales-condiciones finales, efectos múltiples-acciones correctivas.

5) Guías Metodológicas del MOPU (Ministerio de Obras Públicas de España)

Las guías parten con una sólida base descriptiva tanto de cada parámetro potencialmente afectable como de las acciones causantes de los posibles impactos, es decir, una descripción de la situación preoperacional. Le sigue una previsión de impactos, en la que se incluyen criterios y alternativas de metodologías de evaluación.

La evaluación del impacto es cualitativa y cuantitativa, generalmente de tipo matricial y batelle, respectivamente.

Además, se entregan las medidas preventivas y correctivas, los posibles impactos residuales y un programa de vigilancia y control.

6) Método del Banco Mundial

En esta metodología los objetivos se fijan en la identificación y medición de los efectos de los proyectos sobre el medio ambiente, señalando los puntos generales que sirven de base para analizar las posibles consecuencias del proyecto, indicando la información precisa y el tipo de experiencia necesaria para estudiar con profundidad los aspectos ambientales de los diferentes proyectos y proporcionando una estructura para la formulación de procedimientos y pautas para el examen y la consideración sistemática de los factores ambientales.

Para facilitar la toma de decisiones según las alternativas presentadas, se realiza una identificación de los factores y posibles efectos ambientales.

7) *Superposición de transparencias*

Este tipo de método fue propuesto por McHarg en 1968. Normalmente se emplea en estudios de impacto ambiental de los usos del territorio ligados con la planificación y ordenación del mismo (autopistas, ferrocarriles, carreteras, gasoductos, etc.). Se elaboran mapas de impacto obtenidos matricialmente, que se superponen y sobre los cuales se señalan con gradaciones de color los impactos deseables.

8) *Método McHarg*

McHarg es el precursor de la planificación ecológica, mediante el establecimiento de mapas de aptitud del territorio para los diversos usos.

Inicialmente se hace una descripción ecológica del lugar, tratando de evaluar las posibilidades de ordenación o planificación y las consecuencias de éstas sobre el medio ambiente, preocupándose especialmente de que los procesos biológicos consten como restrictivos y orientadores en la planificación territorial.

El método consiste en hacer un inventario en forma de mapas de los siguientes factores: clima, geología histórica, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna, y uso actual del suelo.

En seguida se interpretan los datos del inventario en relación con las actividades o acciones objeto de localización, y se traduce en mapas específicos para cada una de las actividades (agricultura, recreo, silvicultura, uso urbano), atribuyendo valores a los procesos.

Al comparar los usos, objeto de localización entre sí, se obtiene una matriz de incompatibilidades. Estos datos se sintetizan en un mapa de capacidad o adecuación.

En forma paralela se realiza un inventario económico y de visualización del paisaje que, junto con la matriz de adecuación, permite a la autoridad competente instrumentar la planificación.

9) *Método Tricart*

Tiene como objetivo principal recoger una serie de datos y conocimientos científicos para comprender la dinámica del medio natural y destacar las zonas y factores que pueden limitar determinados usos del territorio.

Se opera mediante la interacción dinámica entre procesos y sistemas previamente identificados, analizados y localizados.

La base de información del método la constituye la cartografía de todos los elementos naturales (relieve, cubierta vegetal, hidrología, etc.), resultante útil para la ordenación de los recursos hídricos.

10) Análisis de sistemas

Estos tipos de métodos pretenden representar el modo de funcionamiento global del sistema hombre-ambiente, lo cual implica un análisis sistemático que debe definir tanto el objetivo a alcanzar para conseguir la resolución al problema como las soluciones alternativas para alcanzar los objetivos.

Las soluciones alternativas se introducen en un cuadro formalizado que al final entrega la solución óptima.

11) Método de Holmes

Es un método estático y cualitativo, en el que la evaluación está dada por un juicio subjetivo del equipo evaluador. Esto se basa en el hecho que muchos de los parámetros utilizados en los estudios medioambientales no son cuantificables, y por ende el empleo de indicadores numéricos no es válido.

Los factores o componentes ambientales se clasifican por orden de importancia, las variantes del proyecto se comparan cualitativamente por medio de un parámetro seleccionado en forma previa. La mejor variante se elige en función de su importancia y de su posición con respecto a los factores ambientales.

12) Método de Hill-Schechter

Este método parte de una reflexión crítica de los métodos de análisis costo-beneficio, estimando que no permiten integrar todos los elementos y en particular los efectos intangibles.

Trata de evaluar y sopesar globalmente los beneficios y costos sociales, reducidos a valores actuales, que se derivan de una o varias opciones. Esta evaluación de los costos y beneficios se hace normalmente en base a precios ficticios o imputados para aquellos bienes y servicios que no tienen un mercado que los fije, como es el caso de los bienes y servicios medioambientales.

Sin embargo, se puede prescindir de ellos si los costos y beneficios admiten directamente comparaciones que permitan obtener conclusiones sin necesidad de valorarlos en unidades monetarias.

13) Método de Fisher-Davies

Consta de tres etapas:

- La evaluación de la situación de referencia o preoperacional, que es una medida de la degradación del ambiente, puntuando de 1 a 5 de forma subjetiva según el juicio del equipo evaluador interdisciplinario y de acuerdo con la importancia del parámetro medioambiental.
- La matriz de compatibilidad, que relaciona los elementos considerados importantes en la fase anterior y las acciones derivadas del proyecto. Cada casilla de interacción, precedida del signo + o - según el impacto sea positivo o negativo, se califica de 1 a 5. Esta matriz se hace para cada una de las alternativas.
- La matriz de decisión reagrupa los valores atribuidos a los elementos importantes en las diversas alternativas. A la vista de esta matriz se adoptan las decisiones correspondientes al proyecto estudiado.

14) Método del Instituto Batelle-Columbus

Método de carácter global, de modelo sistemático, en contraposición con el de Leopold. Permite la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos. Tiene como función analítica la predicción.

La metodología se basa en la definición de una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales, que representan una unidad o aspecto del medio natural que merece

indicarse por separado, que nos señalan además la representatividad del impacto ambiental derivada de las acciones consideradas del proyecto en cuestión.

Los 78 parámetros se ordenan en primera instancia según 18 componentes ambientales, que a su vez están agrupados en cuatro categorías ambientales. Así, un formato en forma de árbol contiene los factores ambientales en cuatro niveles, denominándose categorías a los del primer nivel, componentes a los del segundo, parámetros a los del tercero y medidas a los del cuarto (Figura 3-4).

Estos niveles van en orden creciente a la información que aportan, constituyendo el nivel 3 la clave del sistema de evaluación, en los que cada parámetro representa un aspecto ambiental significativo, debiendo considerarse especialmente.

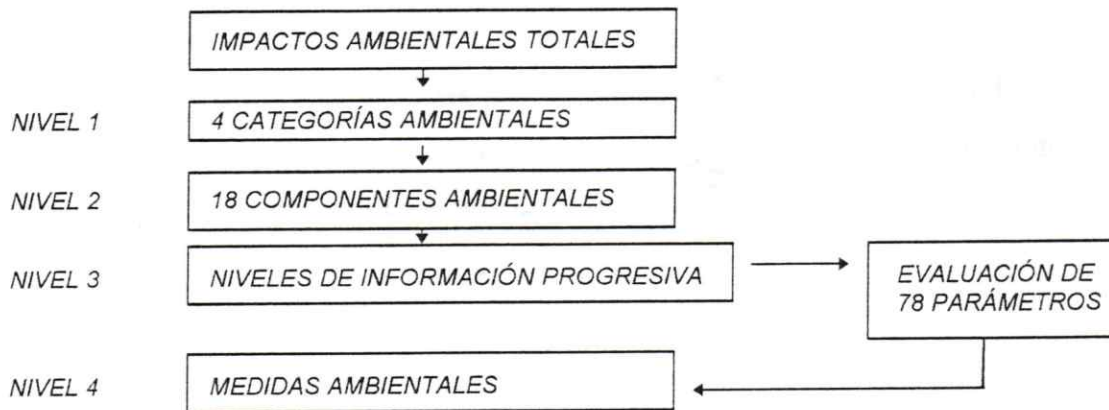


Figura 3-4: Niveles en la metodología Battelle-Columbus (Sanz, 1991).

Los parámetros serán fácilmente medibles, estimándose por medidas o niveles de datos del medio. Dicha estimación, siempre que sea posible, se deducirá de mediciones reales.

En cada EIA concreta, luego de obtener los parámetros que responden a las exigencias planteadas, sus valores correspondientes se transformarán en unidades conmensurables, y por tanto comparables, mediante técnicas de transformación, siendo una de las más usadas la que emplea las funciones de transformación. Las medidas de cada parámetro en sus unidades características, inconmensurables, se trasladan a una escala de puntuación de 0 a 1, que representa el índice de calidad ambiental, en unidades conmensurables.

A cada parámetro, expresado en unidades de calidad ambiental, se le asigna un valor resultado de la distribución de 1.000 unidades, el cual se estima según su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Realizando la suma ponderada de los factores, se obtiene el valor de cada componente, categoría y valor ambiental total.

Este sistema se aplica a la situación del medio con y sin la ejecución del proyecto, y por diferencia se obtendría el impacto neto del mismo para cada parámetro considerado.

Se debe destacar que la asignación de valores a cada parámetro tiene que revisarse según el proyecto, ya que su valor puede variar dependiendo de su mayor o menor incidencia en la evaluación del impacto ambiental.

Cualquiera sea el método adoptado, el aspecto económico se debe tener presente siempre, de manera que los costos de todas las acciones preventivas que en el estudio se proyectan sean menores a los costos producidos por posteriores correcciones debidas a determinados efectos nocivos no previstos en el proyecto inicial.

4. LA AGRICULTURA Y LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL

4.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA AGRICULTURA

El hombre, en su evolución histórica y cultural, ha debido desarrollar la tecnología para transformar a la naturaleza ajustándola a sus necesidades. En este sentido, la agricultura se presenta como el proceso de artificialización del ecosistema lo que implica la transformación de la naturaleza (Gastó, 1980).

La agricultura es una de las actividades más antiguas que se le conoce al hombre, empezando aproximadamente hace diez mil años en el Sudeste Asiático, Asia Menor, en México y Guatemala, con los cultivos de arroz, trigo, maíz, respectivamente. La tracción animal, el arado de fierro y la domesticación de plantas son las principales contribuciones del pasado. Luego, la revolución industrial aporta elementos de tecnificación y fertilización y, finalmente, la revolución tecnológica proporciona elementos como pesticidas, hormonas, sistemas de riego, variedades nuevas, en el contexto de lo comúnmente denominado "revolución verde" y que se aplica en forma generalizada a mediados del siglo XIX (Rodrigo, 1980).

La revolución verde se planteó como estrategia de solución a los problemas de producción en el espacio rural. Su éxito fue la consecuencia de una experimentación contenida dentro de un marco conceptual que reflejaba una realidad definida. En la actualidad, la estrategia es un fracaso generalizado, ya que la realidad es otra. Esta incongruencia entre el enfoque y la realidad es fruto de un anacronismo que se pretende perpetuar (Gastó, 1978).

Hoy, la agricultura en ecosistemas de alto potencial se caracteriza por: ser intensiva en capital, altamente tecnificada y mecanizada, con un gran nivel de input de energía (mecanización del trabajo, fertilizantes, pesticidas, fuerza laboral relativamente pequeña y en disminución) y de output (expresado en rendimiento por unidad de superficie o en eficiencia de trabajo). Durante las últimas décadas el aumento en la productividad ha tenido su origen en el incremento de los rendimientos producto de la intensificación de la agricultura y no en una mayor área cultivada. Sin embargo, desde 1970 se está dando una reducción consistente

en la tasa de incremento de la intensificación debido a que en algunas actividades y regiones agrícolas los rendimientos muestran una tendencia a alcanzar una asíntota.

Varias son las causas que han conducido a esta situación de la agricultura. Gastó y Hirsch-Reinshagen (1995) señalan las siguientes:

- 1) El desarrollo de las ciencias agrícolas y de la tecnología, en forma paralela con la industria.
- 2) La demanda de productos agrícolas.
- 3) La existencia de vastas áreas de ecosistemas de alto potencial.
- 4) La situación favorable de precios de los productos agrícolas y de los insumos.
- 5) El desarrollo de una sociedad de opulencia en el primer mundo y de pobreza en el tercero.

Existen evidencias que, en el largo plazo, esta agricultura de alto input daña el medio ambiente y reduce su productividad potencial. Un ejemplo es el daño provocado en el suelo al reducir la estabilidad de los agregados, aumentar el riesgo a erosión, deteriorar el drenaje interno, incrementar la salinidad, disminuir la fertilidad. Este tipo de agricultura también puede dificultar el manejo del suelo e inhibir los rendimientos y la flexibilidad de labores (Gastó, 1996).

Las tecnologías agrícolas afectan en grado diferente al ecosistema y medio ambiente (Vets, 1977, citado por Gastó, 1996). Algunos métodos agrícolas que son menos perjudiciales y tienen un nivel de input más bajo, no tienen una productividad menor, lo cual está indicando que es posible adoptar tecnologías que reducen los efectos ambientales adversos sin debilitar sus bases económicas.

Los sistemas modernos de agricultura nacen en el siglo XVI, pero sus raíces se originan con anterioridad, a través de un proceso evolutivo continuado.

Para caracterizar la agricultura moderna se deben considerar los siguientes elementos (Gastó, 1996):

- 1) Desarrollo tecnológico
- 2) Influencias ambientales
- 3) Efectos de la agricultura en el ambiente

- 4) Abandono de tierras
- 5) Areas naturales protegidas
- 6) Estilos de agricultura
- 7) Uso múltiple
- 8) Principios ecológicos

El desarrollo tecnológico, que se inicia en el siglo XIX con las estaciones experimentales, los laboratorios de investigación, la revolución industrial y, en general, con el progreso alcanzado en la preparación para la guerra, tiene su gran impulso a mediados del siglo XX (período de postguerra). Entre las tecnologías agrícolas desarrolladas están: la mecanización, la mejora animal y vegetal, los fertilizantes, los pesticidas, las prácticas agrícolas, las estructuras de predio. Estas tecnologías se pueden agrupar en dos categorías:

- Tecnologías orientadas a la intensificación de los rendimientos agrícolas a través del control de los factores de producción.
- Tecnologías que aumentan la eficiencia del trabajo (Ortiz Cañete, 1993, citado por Gastó, 1996).

El estilo de agricultura es otro elemento que ayuda a caracterizar a la agricultura moderna. El término estilo se refiere a la forma en la cual el productor y su familia estructuran la organización del espacio y la agricultura en su predio, en forma simultánea con el establecimiento de relaciones con los mercados, la tecnología y los recursos naturales (Gastó y Hirsch-Reinshagen, 1995). Los estilos de agricultura tienen una ubicación en el tiempo y espacio, y tienden a adaptarse al ámbito donde se desarrollan.

Entre los numerosos estilos de agricultura moderna que existen, adaptados a situaciones diferentes y a preferencias personales, se pueden citar: la revolución verde, las dehesas, los ranchos, la agricultura orgánica, los invernaderos.

Los estilos de agricultura se caracterizan por elementos como: el nivel y tipo de input y el nivel de output. De esta manera, cada estilo presenta atributos y necesidades de inputs distintas, y produce cantidades variables de output e impacto ambiental (Altieri, 1987; Rockefeller Foundation, 1996; Winkelmann, 1993; Hecht, 1985).

El estilo de agricultura debe ser evaluado en relación al potencial del sitio, como una medida de su receptividad tecnológica. Desde esta perspectiva, el estilo de agricultura no es sólo la causa de la regionalización —expresada como marginalización, extensificación, intensificación o industrialización— sino también el efecto (Gastó, 1996).

El uso múltiple tiene sus raíces en tradiciones y conceptos de diversas disciplinas (filosofía, religión, economía, equidad, matemáticas, ciencias ambientales, sociología, cultura). El concepto se establece formalmente en 1960 con la promulgación de la Ley de Uso Múltiple Sostenido por el Congreso de los Estados Unidos, y se refiere a que el uso y la gestión de todos los recursos renovables superficiales debe realizarse en la combinación que mejor se ajuste a las necesidades de la gente sin dañar la productividad de la tierra (Lynch, 1992, citado por Gastó, 1996).

La agricultura moderna incorpora los conceptos ecológicos en la década de los sesenta y durante los setenta desarrolla los conceptos medioambientales. Esto indica la fuerte base ecológica de la agricultura moderna.

En suma, la agricultura moderna está representada por el conjunto formado por: los cultivos intensivos y extensivos, las áreas abandonadas, las áreas naturales protegidas, el uso múltiple y la diversidad de estilos.

El objetivo de la agricultura a nivel mundial ha cambiado. Durante los años 70 y hasta la primera mitad de los 80 el fin que se perseguía era asegurar la alimentación de la humanidad. Hoy lo que se busca es maximizar la eficiencia económica.

En todas las regiones del mundo existe una necesidad política, económica, social, geográfica y ecológica que motiva a desarrollar una agricultura nueva. Esto es, una agricultura mejor adaptada al ambiente, al contexto político y a la institucionalidad vigente (Osten, 1993). En este sentido, cobran importancia los conceptos de “sustentabilidad ambiental y de la agricultura”, que se refieren tanto a la mantención del balance positivo de flujo como a la capacidad de generar rangos medios o grandes de ingresos basado en la reproducción, evaluación y conservación del capital ecosistémico (Gastó y González, 1992).

El concepto de “agricultura sostenible” (Altieri, 1994) exige una gestión de los recursos naturales para que la producción agrícola satisfaga las necesidades crecientes de la población

mundial sin que la base natural de sustentación del planeta sufra un deterioro que perjudique a las generaciones futuras. Así, cada generación debe ser el guardián o “custodian” de los recursos naturales y, en general, del medio ambiente de las generaciones siguientes.

La sustentabilidad tiene un costo adicional en relación a la productividad, que debe ser agregado a los costos de ésta. En los sistemas de baja vulnerabilidad, este costo adicional es inferior y por ende los problemas ambientales son menos que en los sistemas de alta vulnerabilidad (figura 2-3).

La sustentabilidad de los estilos de agricultura se afecta por los atributos del sitio, tales como aquellos relacionados con el potencial erosivo (pendiente, estructura del suelo, cubierta vegetal), las variables climáticas y el uso de la tierra. También es perjudicada por las plagas, y enfermedades, los contaminantes y la persistencia de la cubierta vegetal. El grado inherente de sustentabilidad difiere de un sitio a otro (Gastó, 1996).

En la determinación del grado de sustentabilidad para el desarrollo se deben considerar cinco factores (Gligo, 1987; Mansvelt y Mulder, 1993): coherencia ecológica, estabilidad socioestructural, complejidad infraestructural, estabilidad económico-financiera, riesgo e incertidumbre.

4.2. LA AGRICULTURA EN CHILE

Tradicionalmente la actividad productiva chilena ha estado ligada a la extracción y explotación de los recursos naturales renovables y no renovables. Sin embargo, a medida que la economía se industrializa, cobran importancia las actividades industriales como la textil, metalmecánica y otras de mayor valor agregado.

Chile ha experimentado diversos modelos de crecimiento económico en función de la situación política y económica mundial y de la realidad socioeconómica interna. Estos modelos se han diferenciado en aspectos como: el grado de apertura al comercio internacional, el rol asignado a los agentes económicos estatales y privados, el nivel de utilización y diversidad de instrumentos de política económica (Ministerio de Agricultura,

1995). Los siguientes son modelos de crecimiento económico adoptados en el país en el último siglo:

- Modelo primario-exportador. Su estrategia de crecimiento “hacia afuera” se basa en la capacidad de nuestra economía para insertarse en el comercio exterior por la vía de la elaboración de productos primarios con bajo valor agregado. Este modelo hace crisis en la década de los años 30.
- Modelo de sustitución de importaciones. Tiene una estrategia de crecimiento “hacia adentro” que descansa en la demanda interna del país.
- Modelo de promoción de exportaciones. A fines de los años 70 se vuelve a impulsar el desarrollo de la economía “hacia afuera”.

Pese a que todos estos modelos han descansado fundamentalmente en el uso de los recursos naturales, ninguno ha considerado el medio ambiente en términos de los efectos que los planes de desarrollo, las políticas y las acciones pueden provocar sobre éste. Tal situación se explica por la conceptualización prevaleciente de desarrollo, entendido como crecimiento económico, y por el hecho que la contaminación y degradación ambiental no exhibía los niveles actuales. En consecuencia, no existía una mayor conciencia sobre la problemática ambiental.

El panorama económico nacional de los últimos 25 años se ha modificado producto de los cambios y ajustes de tipo estructural, entre ellos (Jarvis, 1985, citado por Altieri *et al.*, 1994):

- El término del proceso de redistribución de tierras de la Reforma Agraria, con una asignación preferentemente individual.
- El abandono de las políticas proteccionistas como estrategia para promover procesos de industrialización con miras a la sustitución de las importaciones.
- La privatización de empresas y entidades financieras de propiedad del Estado.
- La manifiesta reducción de las barreras y tarifas arancelarias y para-arancelarias.
- La instauración del libre movimiento de capitales.

El crecimiento experimentado por el sector silvoagropecuario se debe a varias razones, entre las principales están el significativo incremento del tipo de cambio real –con excepción del período 1987/1991– y la liberación financiera y comercial. Estas políticas permitieron aumentar la competitividad de los productos agrícolas y silvícolas de exportación (Altieri *et al.*, 1994).

Este fenómeno se ha expresado en una transformación del sector en términos de distribución de la propiedad de la tierra, contribución al producto interno bruto (PIB), mercados y productos de exportación.

De acuerdo a estimaciones de IME-UC, el PIB del sector silvoagropecuario en 1996 se habría expandido en un 2 a 3%, tasa inferior a la de los años 1994 (6,9%) y 1995 (4,8%) como consecuencia de la sequía y de la fuerte baja en el precio de la celulosa. Para 1997 se espera que el PIB ascienda a 5 ó 6%⁵.

Todo lo anterior motivó la adopción progresiva de tecnologías caracterizadas por altos inputs y elevada especialización productiva, dando lugar a un proceso de diferenciación social y productivo significativo.

Por consiguiente, el desarrollo del sector silvoagropecuario de los últimos años tiene un marcado carácter dualista. De un lado está la agricultura empresarial dinámica, pujante y exitosa y, de otro, el segmento campesino empobrecido (Altieri *et al.*, 1994).

Dentro del sector silvoagropecuario, la actividad forestal es la que ha tenido un mayor crecimiento y dinamismo en el último tiempo, tanto en lo referente a bosque nativo como a plantaciones forestales. Sin embargo, 1996 fue un mal año para este subsector (las exportaciones cayeron cerca de un 30%).

También destaca la actividad agroindustrial de exportación, cuya expansión está ligada a la fruticultura (uva de mesa, manzanas, nectarines, ciruelas, peras, berries) y a algunos productos hortícolas (tomates para pasta, pimentón, espárragos). Esta actividad se ha desarrollado de preferencia en unidades productivas medianas y grandes de tipo empresarial, debido al alto capital que requiere.

⁵ Información obtenida del artículo "PIB Agrícola Crecerá entre 5 y 6% este Año". *El Mercurio*, Santiago de Chile, 9 de enero de 1997. p. B14 (En sección: Economía y Negocios).

El crecimiento del segmento empresarial agrícola ha sido posible, en parte, por una serie de condiciones favorables para la inversión externa, la adopción y transformación de tecnología extranjera, y por una importación masiva de insumos. Así, los sistemas productivos han alcanzado un alto nivel de productividad y de utilidades, sin embargo, aún no han incorporado el valor del costo ambiental y ecológico de este modelo de producción, el cual ha sido asumido por toda la sociedad.

Por su parte, los campesinos destinan su producción al mercado interno, principalmente de productos de consumo directo como hortalizas, legumbres y tubérculos (Rojas, 1984; Ortega, 1989, citados por Altieri, 1994). Los pequeños productores controlan cerca del 31% de la tierra arable, la que generalmente se explota bajo condiciones de baja productividad. El 58% de estos productores ocuparía tierras ubicadas en áreas marginales en cuanto a productividad (secano costero, secano interior, precordillera) y de gran vulnerabilidad ecosistémica, siendo generalmente parte de un proceso ambiental caracterizado por un ciclo retroalimentado de pobreza, erosión y deforestación (Echeñique y Rolando, 1989, citado por Altieri *et al.*, 1994).

En relación a la tenencia de la tierra, el 71% de las unidades productivas tiene en promedio menos de 5 hectáreas, ocupando cerca del 10% de la superficie en producción. La agricultura empresarial corresponde al 4% de las unidades productivas agrícolas del país, presentan 40 hectáreas en promedio y participan con un 44% de la superficie en producción (Altieri *et al.*, 1994).

En Chile, la agricultura de alto input muestra, al igual que en otras regiones del mundo, una tendencia a alcanzar un cierto nivel de saturación en cuanto a la respuesta de los rendimientos a la aplicación de fertilizantes y/o al proceso acelerado de degradación del ecosistema en que el uso de fertilizantes ya no compensa la pérdida relativa del potencial productivo del suelo (Brown and Wolf, 1984, citado por Altieri *et al.*, 1994).

Los mercados externos hacia donde Chile exporta productos, como frutas y vegetales, establecen estrictos estándares de calidad y requerimientos cuarentenarios, lo cual condiciona a los productores nacionales a usar un alto nivel de insumos de base química, en especial pesticidas y fertilizantes.

La agricultura exportadora chilena sigue, en gran medida, el modelo de agricultura moderna desarrollado en y para California, y al igual que en esa región, en nuestro país se comienzan a evidenciar algunos signos de deterioro ambiental, amenazando así el desarrollo sustentable de la agricultura (NRC, 1989, citado por Altieri *et al.*, 1994).

4.3. PARTICULARIDADES AMBIENTALES DE CHILE

El país presenta un escenario variado en lo que se refiere a geoformas, climas, suelos, vegetación y fauna, lo cual estimula la diversificación del uso de la tierra, del desarrollo tecnológico y de la organización socioantropológica.

La situación de que espacios pequeños de planos y depresiones se intercalen con montañas, cerros y lomas, además de lagos, ríos y mar, hace que el efecto de borde sea mayor, favoreciendo la eco y biodiversidad (Gastó y Hirsch-Reinshagen, 1995).

4.3.1. CLIMA

La variedad de climas que existen en el país se pueden sintetizar, de norte a sur, como sigue:

1) Según la clasificación de Köppen (1948):

- De desierto (BW), entre Arica y Copiapó.
- De estepa (BS), desde Copiapó al valle de Aconcagua y alto altiplano.
- Mediterráneo o templado cálido (Cs), desde el valle de Aconcagua a Temuco.
- Templado lluvioso (Cfs), entre Temuco y Puerto Montt.
- Templado lluvioso frío (Cf), entre Puerto Montt y Aisén).
- Estepas frías (BS), de Aisén a Punta Arenas.
- Polar de tundra (ET), islas occidentales del sur de Chile.
- Polar verdadero o hielos patagónicos (EF).

2) Según el sistema de Clasificación de Ecorregiones la denominación de las categorías climáticas es la siguiente: desértico (BW), estepárico (BS), secoestival (Cs), templado húmedo (Cf), boreal húmedo (Df), nival (EF) y tundra (ET).

4.3.2. HIDROGRAFÍA

Como consecuencia de la disposición del relieve y a la configuración fisiográfica del territorio nacional, encerrado entre la Cordillera de los Andes y la línea de la costa, la mayoría de los ríos son cortos, de rápido descenso y escaso caudal, torrentosos, no apropiados para la navegación y disponen de gran potencial hidroeléctrico. En términos generales, los cursos de agua del norte tienen un régimen nivoso y los del sur pluvial.

Los ríos del país tienen algunas características básicas producto del fuerte desnivel que existe entre el lugar de su nacimiento en la Cordillera de los Andes y su desembocadura en el mar, y son las siguientes (Ministerio de Agricultura, 1995):

- Alta vulnerabilidad de la regulación de sus aguas, lo que se refleja en la baja capacidad de absorber acciones modificadoras antrópicas, es decir, en la facilidad con que se eliminan los mecanismos naturales de regulación.
- Alta capacidad erosiva, producto de la gran velocidad que pueden adquirir sus aguas una vez desreguladas, lo que tiene un alto impacto ambiental negativo. Pero por otro lado, el fluir más rápido de las aguas hace que se oxigenen intensamente, con lo cual se disminuye otro problema ambiental.
- Constituyen vías rápidas de transmisión de sustancias desde el continente al mar, lo que se traduce en que los contaminantes y sedimentos incorporados a los ríos tienden a ser transferidos al mar en corto tiempo.

4.3.3. SUELO

Aptitud y uso de los suelos en el país

Chile continental tiene una superficie de 75,7 millones de hectáreas, presentando suelos con distintas aptitudes (Cuadro 4-1).

De los datos sobre el uso efectivo del suelo (cuadro 4-2) obtenidos en el último Censo Nacional Agropecuario (1976) se observa que las superficies con bosques y montes y con cultivos, son inferiores a la disponibilidad de suelos con aptitud para estos fines. En la ganadería la situación es inversa. Por consiguiente, se mantendrían en uso ganadero tanto

suelos forestales como arables. Es posible suponer que una proporción importante de suelos arables se destinan a praderas mejoradas y que muchos suelos forestales tienen praderas naturales. Esto se explicaría, en parte, por los procesos de deforestación ocurridos en la primera mitad del siglo XX para expandir la frontera agropecuaria (Ministerio de Agricultura, 1995).

Estudios más recientes (INFOR, 1992, citado por Ministerio de Agricultura, 1995) indican que la superficie con uso forestal sería de 23,2 millones de hectáreas, de las cuales 7,6 millones corresponden a bosque nativo productivo, 1,5 millones a plantaciones forestales (1,3 millones de ha. de pino radiata y 0,2 millones de otras especies) y 14,1 millones de ha. a bosque en protección (Cuadro 4-2).

Aptitud del suelo	Millones de ha.	
Aptitud Forestal		11,5
Aptitud Ganadera		8,5
Arables		5,1
• Secano	3,3	
• Riego Permanente	1,2	
• Riego eventual	0,6	
Superficie Improductiva		50,6
Superficie Total País*		75,7

* No considera el Territorio Antártico de Chile.

Cuadro 4-1: Aptitud del suelo en Chile (CORFO, Indicadores Básicos del Sector Agrícola Chileno, citado por Ministerio de Agricultura, 1995).

Tipo de Uso de Suelo	Millones de ha.	
	(1)	(2)
Superficie con cultivos	3,3	
Superficie Ganadera	12,8	
Superficie con Plantaciones Forestales, Bosques y Montes	6,0	23,2
• Bosque nativo productivo		7,6
• Plantaciones forestales (pino radiata y otras especies)		1,5
• Bosque en protección		14,1

(1): Según datos del INE, V Censo Nacional Agropecuario, 1976.

(2): Según datos de INFOR, 1992.

Cuadro 4-2: Uso efectivo del Suelo (Ministerio de Agricultura, 1995).

Según la clasificación de capacidad de uso, en el país existen diferentes tipos de suelos con variados grados de limitación para su manejo:

- Los suelos de las clases I y II tienen un alto potencial productivo y un riesgo relativamente bajo de degradación ambiental, y representan un 0,12% y 0,94% del área total, respectivamente.
- Los suelos clase III y IV pueden ser utilizados para desarrollar explotaciones agrícolas, pero con severas limitaciones, y corresponden a cerca del 6% de la superficie total.
- El área restante presenta un alto riesgo de degradación si no se maneja en forma adecuada. Aquí es donde se realiza la mayor parte de la agricultura.

4.3.4. VEGETACIÓN Y FAUNA

La vegetación varía a lo largo del país, según la altitud, relieve y clima imperante. En el desierto la flora es escasa, se reduce a líquenes, cactus y algunos arbustos xerófitos. Hacia el sur la diversidad vegetal aumenta con la presencia de matorrales costeros, de bosques de especies nativas en el valle central y en la cordillera. En la Región de Magallanes existen bosques deciduos y estepa.

La fauna silvestre nativa de Chile tiene una diversidad menor que la de otros países de Sudamérica, pero un alto endemismo. Existen 746 especies de vertebrados, siendo las más representativas, en cuanto a su distribución, el guanaco, puma, zorro y cóndor. Al dividir el país por ambientes de norte a sur, se tiene a la vicuña y el flamenco como especies típicas del norte; el loro trichahue, la perdiz y el degú en el centro; el pudú, el carpintero negro y el monito del monte en el sur, y el ñandú, el huemul y el pingüino de Magallanes en la zona austral (Ministerio de Agricultura, 1995).

4.3.5. RIEGO

La contribución de la agricultura bajo riego al PIB del sector es de un 60 a un 65%, a pesar que la superficie actualmente regada no supera el 35% del total de suelos arables (Ministerio de Agricultura, 1995). Esto refleja la real importancia que tiene el riego como práctica dentro del quehacer silvoagropecuario nacional.

El país, desde el punto de vista agrícola, se encuentra dividido en seis zonas geográficas clásicas, las que se diferencian básicamente por la magnitud y amplitud del déficit hídrico.

Estas zonas son: Norte Grande (I y II Regiones), Norte Chico (III y IV Regiones), Centro (V, VI y Región Metropolitana), Centro-Sur (VII y VIII Regiones), Sur (IX y X Regiones) y Austral (parte de las Regiones XI y XII donde se practica el riego agrícola en forma excepcional).

El cuadro 4-3 presenta la superficie regada aproximada para cada una de las zonas geográficas del país. Los datos han sido tomados de una publicación de Ministerio de Agricultura (1995).

Zona Geográfica	Superficie Total (Km ²)	Superficie bajo Riego (miles de ha.)	Superficie Riego Permanente (miles de ha.)	Superficie Riego Eventual (miles de ha.)
Norte Grande	185.142	10,3	6,5	3,8
Norte Chico	116.230	131,0	75,3	55,7
Centro	48.110	590,0	463,0	127,0
Centro-Sur	67.231	701,5	315,2	386,3
Sur	98.855	424,5	308,8	115,7

Cuadro 4-3: Superficie bajo riego, permanente y eventual, según la zona geográfica (Ministerio de Agricultura, 1995).

4.4. PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL

4.4.1. ANTECEDENTES GENERALES

Se está frente a un problema o una situación problemática cuando “se experimenta una necesidad o demanda para mejorar a través de alguna clase de actividad o búsqueda de una situación existente hacia otra situación imaginada –situación objetivo– que no puede ser alcanzada inmediatamente o por cualquier actividad habitual o automática” (Nordbeck, 1971, citado por Gastó, 1980).

No se cuenta con un criterio objetivo para determinar la existencia de un problema. Según Clark y Cole (1975) se tiene un problema si se piensa que una situación es indeseable y se requiere de una acción con el fin de mejorarla (Duek y Gastó, 1977).

Un problema puede ser de naturaleza ambiental cuando están involucrados la sociedad, el ecosistema (sistema ambiental) y el fenómeno en sí. Todo hecho que forma parte de la

realidad ambiental –una acción antrópica, un acontecimiento, un proceso natural o un sistema concreto– pasa a ser un fenómeno en el momento en que es conocido por alguien a través de los sentidos. Un fenómeno tiene una dimensión tiempo y espacio. La sociedad percibe el fenómeno y, a través de juicios de valor, determina que éste es un problema ambiental.

Gligo (1987) sostiene que los cambios en la sociedad –expresados en el aumento de tecnologías de transformación de la naturaleza, el uso irracional de los recursos naturales y el deterioro de los ecosistemas– han desencadenado una problemática ambiental que atenta contra la calidad de vida de la población, ya que no sólo disminuye la utilidad del ambiente, sino también su belleza y capacidad de mantener la vida y absorber residuos. La contrapartida está en que el desarrollo tecnológico y la transformación del ecosistema también tienen efectos positivos para la sobrevivencia y adaptación del hombre. Según Gastó (1980), la incorporación de tecnología puede aumentar la productividad del ecosistema y con ello los beneficios directos para la sociedad, pero si no se tiene presente la preservación de los recursos naturales, el sistema se deteriora, y por consiguiente, los beneficios posteriores provenientes de su funcionamiento se reducen.

Fenómenos como la malnutrición, erosión del suelo, la polución general y el deterioro de la calidad estética de algunos componentes ambientales valorados en ciertas culturas, dan cuenta de la creciente falta de equilibrio entre la sociedad y la naturaleza (Simmons, 1982).

Los problemas globales son los que han despertado el mayor interés por parte de la sociedad, entre ellos:

- El suministro de alimentos.
- Las consecuencias de la intensificación de la agricultura.
- Los plaguicidas residuales
- Los efectos de la contaminación de los océanos por petróleo.
- La alteración de los procesos atmosféricos producto del aumento de la carga de CO₂ y partículas.

Los problemas ambientales, como en cualquier otro campo, están definidos por tres elementos: manifestación o efecto, causas y agentes implicados (Gómez Orea, 1992).

Los problemas ambientales de una sociedad deben ser analizados en relación al sistema de referencia, que se centra en torno a la sociedad y se enmarca en un contexto más amplio de problemas y metaproblemas de acuerdo al teorema de Gödel (Gastó, 1996).

Sobre el origen del desequilibrio ambiental se postulan varias teorías en relación a sus causas (aumento de la población humana, distribución de la población, tecnología, etc.). Varios autores concuerdan en que la aplicación inadecuada de la tecnología es el principal factor que incide en la expansión del desequilibrio (Commoner, 1972; Gligo, 1987; Gastó, 1980; Weitsenfeld, 1993). Para Commoner esto se da en los países desarrollados y no en aquellos donde la tecnología está ausente. Es más, cabe esperar que a medida que el proceso de desarrollo va avanzando, el problema ambiental adquiera importancia creciente (figura 4-1). Sin embargo, no se debe olvidar que los problemas ambientales también surgen producto de la falta de desarrollo (Weitsenfeld, 1993).

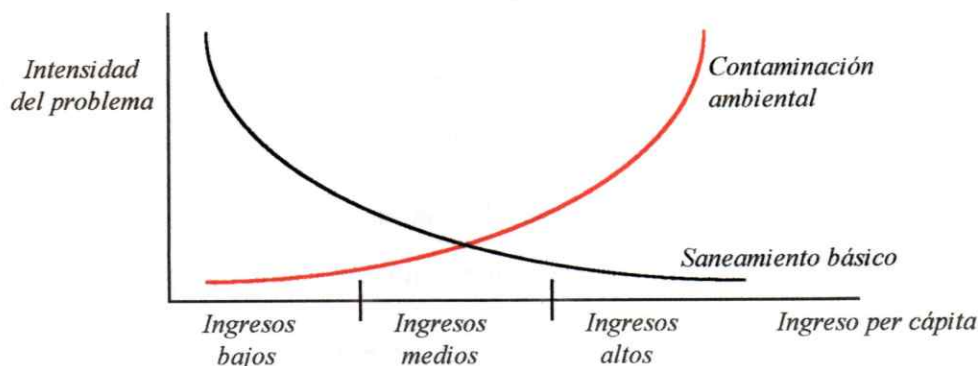


Figura 4-1: Tendencia de los problemas ambientales y de salud en relación al nivel de desarrollo de los países (Weitsenfeld, 1993).

La adición de estímulos tecnológicos para optimizar la respuesta antrópica trae como consecuencia la liberación de gran cantidad de subproductos del proceso productivo, elementos que son de escaso valor para el sistema y que a través de su acción sobre el entorno afectan a los componentes del ecosistema. Si la magnitud y la tasa de aporte de estos subproductos es superior a la capacidad de acumular y a la tasa de reciclaje de la biogeoestructura, entonces, el ecosistema comienza a deteriorarse (Rodrigo, 1980).

De este modo, las actividades de producción silvoagropecuarias, mineras o industriales generan residuos que pueden afectar el medio ambiente y por lo tanto la sustentabilidad de la vida. Cuando tales residuos alteran los recursos naturales se tiene un impacto ambiental, y

cuando provocan reacciones en el medio social, un conflicto social provocado por las externalidades de la producción y que dan origen a denuncias y a exigencias de la autoridad (Schmidt, 1990). Las externalidades si bien no constituyen un impacto, son en esencia un hecho ambiental real, por cuanto son capaces de alterar la calidad de vida del hombre y son un factor de inestabilidad de la producción y una limitante para su desarrollo (Gastó, Schmidt, Trivelli, 1990).

Los problemas ambientales son mayores en los sistemas más vulnerables, en ellos el costo adicional requerido para mantener su sustentabilidad también es mayor.

Tal situación es la que se da en la agricultura, la cual centra su atención en la artificialización y cosecha antrópica del sistema. En este proceso de artificialización se modifica un estado inicial o actual del ecosistema rural por otro considerado óptimo mediante la aplicación de operadores de transformación. El problema ambiental se presenta cuando el estado alcanzado no corresponde al normal o óptimo en un ámbito dado.

Por lo tanto, la agricultura puede provocar efectos positivos o negativos sobre el ecosistema dependiendo de si sus actividades contribuyen a acercar o alejar a éste de su estado óptimo.

La preservación del ecosistema se opone a la agricultura, ya que tiende a minimizar los cambios de estado de manera de aproximarse al estado natural (Gastó, 1980).

Conocer cuáles son los procesos que causan el estado defectuoso de un ecosistema es una necesidad que surge con el fin de evitarlos, o bien, de recomendar tratamientos y estrategias adecuadas para cumplir con los objetivos de la transformación del ecosistema y de esta forma mejorar el estado del mismo. En este sentido, la determinación de las enfermedades ecosistémicas que suelen estar afectando a un ecosistema y su jerarquización resultan de gran ayuda.

Enfermedad ecosistémica o ecológica ha sido definida como cualquier proceso en un ecosistema que presente una tendencia destructiva y que tenga una causa específica y síntomas característicos (Gastó, 1978).

La enfermedad ecosistémica es un estado del ecosistema diferente del óptimo dado por el espacio de solución establecido por la combinación ideal de los objetivos de productividad, equidad y sustentabilidad, en un ámbito y condicionantes dadas por el cambio global. Así, se

representa como la distancia entre el estado ideal y el real del ecosistema para un ámbito determinado (figura 4-2).

Por su parte, salud ecosistémica es el estado del ecosistema que se encuentra dentro del rango definido como óptimo para ese ecosistema con respecto a su armonía y estabilidad y dentro de cada uno de sus subsistemas.

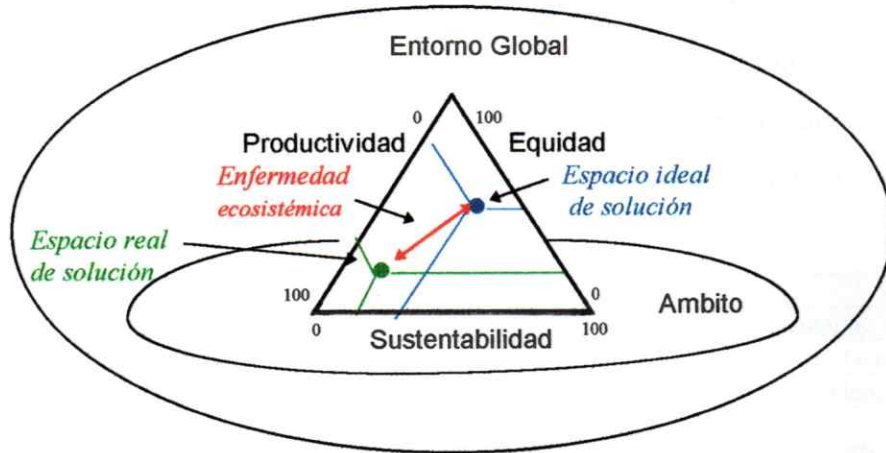


Figura 4-2: Esquema del desplazamiento del espacio de solución como modelo de enfermedad ecosistémica (Gastó, 1996).

La solución de los problemas ambientales es, en último término, de naturaleza política. Las decisiones políticas afectan la estructura económica, el desarrollo tecnológico y la organización social, los cuales deben estar subordinados al ecosistema con todas sus normas de organización y funcionamiento, que obviamente son superiores a la jerarquía humana, a los que el hombre debe someterse y adaptarse (Gorz, 1980, citado por Gastó 1996).

El rol político de la problemática ambiental debe ser considerado como base fundamental para la incorporación real de ésta a la política de desarrollo.

Tanto las entidades gremiales, las universidades y la institucionalidad del Estado participan en una política ambiental común, cual es la toma de conciencia sobre la necesidad de preservar el medio ambiente como un recurso renovable que tiene la característica de ser un capital social heredable por las generaciones futuras y, aceptando que toda producción implica la presencia de residuos, estos deben ser manejados o generados en forma que no superen la capacidad de amortiguación de la naturaleza. Se debe percibir que el desarrollo sostenido es fruto del crecimiento económico, pero este último tiene que ser equitativo con

la calidad de vida de hombre que se menoscaba por efecto del deterioro de la calidad ambiental (Gastó, 1996).

La jerarquización adecuada de los problemas ambientales contribuye a la eficiencia y eficacia en la acción ambiental.

Existen problemas ambientales generales de la población y específicos de cada grupo. Asimismo, se tiene una solución o un conjunto de soluciones. Algunas soluciones son de carácter general, siendo factible aplicar tratamientos generales a la solución del problema, y otras son locales y específicas. Por lo tanto, se puede plantear cuatro situaciones diferentes en relación al grado de generalidad del problema y de la solución (Cuadro 4-4).

		SOLUCIÓN	
		Específica	General
PROBLEMA	Específico	Específico - Específico	Específico - General
	General	General - Específico	General - General

Cuadro 4-4: Relaciones problema-solución de acuerdo al grado de generalidad de estos (Gastó, 1996).

En la actualidad es cada vez más frecuente el tipo de situación específico-específico. Por ello, en cada uno de los casos se deben realizar Estudios de Impacto Ambiental y aplicar simultáneamente soluciones *ad hoc*.

Existen conflictos intersectoriales debido a que algunos ecosistemas presentan condiciones ideales para ser utilizados simultáneamente para más de un uso. Los conflictos más relevantes en el uso de recursos y espacios son: cultivo-urbano, urbano-minero, cultivo-minero, forestal-cultivo, ganadero-forestal, recreación-protección, industrial-residencial, protección-cultivo, y electricidad-cultivo (agua).

En Chile estos problemas han alcanzado magnitudes preocupantes durante el último tiempo. En algunos casos la situación afecta tanto a la dimensión social como a la económica y a la política (por ejemplo, el aire de Santiago). En relación a la agricultura, ésta se puede comportar como emisor de desechos contaminantes a otros sectores del país o como receptor (Gastó, 1996).

Los conflictos entre la minería y la agricultura no son por espacio, sino de naturaleza hídrica y atmosférica. Por ejemplo, en el Norte Grande la minería utiliza recursos hídricos que podrían ser aprovechados en la agricultura. En la región mediterránea las actividades mineras contaminan las aguas de riego y en forma gradual las aguas subterráneas. La contaminación atmosférica en los terrenos circundantes a las refinerías mineras dañan a la agricultura a través de la emanación de gases de las mismas (González y Berquist, 1984, citado por Gastó, 1996). La destrucción de la cubierta vegetal de los recursos mineros y de sus alrededores es otro problema que se produce, especialmente en la pequeña y mediana minería y, que junto con la acumulación de desperdicios mineros y humanos, contribuyen a la desertificación del área.

Los conflictos ambientales deben plantearse en relación a los costos originados por el impacto sobre un determinado sector del país y por los beneficios que recibe el que genera el impacto. Tanto los costos como los beneficios pueden ser privados o sociales (cuadro 4-5). De acuerdo a ello, se tienen cuatro situaciones, en cada una de las cuales la solución que se le dé al problema ambiental debe ser diferente.

		BENEFICIOS	
		Privados	Sociales
COSTOS	Privados	Privados - Privados	Privados - Sociales
	Sociales	Sociales - Privados	Sociales - Sociales

Cuadro 4-5: Situaciones que surgen de la relación entre el origen de los costos ambientales y el grupo beneficiario (Gastó, 1996).

La comunidad informada puede hacer contribuciones positivas y realistas a los problemas ambientales. La información ambiental que necesita la población debe incluir todos los aspectos relativos a la calidad de vida, en especial su relación con la salud y el ingreso derivado de los recursos naturales y del deterioro ambiental. Los aparentes efectos positivos del deterioro ambiental también deberían ser conocidos (cantidad y calidad de empleo generado por las actividades que contaminan y devastan los recursos naturales y el entorno antrópico), así como las relaciones cuantitativas de las actividades que deterioran y mejoran el medio ambiente, desde una perspectiva de sus costos y beneficios.

La información ambiental disponible en el país es, en general, escasa y desorganizada. No existen bases de datos que la agrupen y parametrizen de acuerdo a una sistemática que pondere su relevancia y sitúe en ubicaciones representativas a los problemas geográficos y con la periodicidad requerida. Casi no existen indicadores ambientales confiables y de fácil acceso al público que permitan contar con información objetiva sobre la calidad del entorno inmediato o de cualquier lugar del país (Gastó, 1996).

4.4.2. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL Y SUS CAUSAS

Para abordar los problemas ambientales del espacio rural se debe realizar una descripción completa del ecosistema, pero teniendo de referencia no sólo al propio ecosistema, sino también la relación que se establece entre los problemas del hombre relativos a su calidad de vida y al medio ambiente antrópico, lo cual es el metaproblema. El medio ambiente afecta la calidad de vida y, al mismo tiempo, es afectado como un subproducto de las actividades antrópicas (Gastó, 1996).

La ordenación espacial constituye una herramienta para resolver el metaproblema, tanto en la búsqueda de soluciones a los problemas humanos relativos a su medio ambiente natural, artificial y antrópico, como en la relación urbano-rural y rural-rural.

La mala aplicación de los operadores de artificialización y de ocupación provocan problemas ambientales que se traducen desequilibrios en las distintas capas de estructura del ecosistema predial: biogeoestructura, hidroestructura, tecnoestructura, socioestructura, espacios.

Se puede decir que un problema ambiental es, fundamentalmente, un problema de ordenamiento del territorio, y como tal, es posible de determinar y describir examinando el fenómeno de acuerdo a la capa estructural con que se relaciona y al cumplimiento de las siguientes condiciones del diseño predial que permiten optimizar el ordenamiento territorial (Gastó, comunicación personal, 1997):

- Ecológico o de la naturaleza
- Funcionalidad
- Estética
- Impacto ambiental

- Asentamientos humanos (ocio)

Los problemas ambientales del espacio rural se pueden ordenar y clasificar según algún criterio racional que se elija. Así, se contribuye a facilitar la ubicación del problema, la identificación de las causas y la definición de medidas de prevención o corrección.

Gastó y Hirsch-Reinshagen (1995) ordenan algunos de los problemas ambientales relacionados, de una u otra manera, con la agricultura chilena en base a las distintas capas de estructuras del ecosistema afectadas. Así, definen las siguientes categorías de impacto:

- Impactos biogeoestructurales
- Impactos socioestructurales
- Impactos espaciales
- Impactos tecnoestructurales

Por su parte, Rodrigo (1980) también considera las distintas estructuras del ecosistema predial en la clasificación de enfermedades ecológicas más corrientes, y define además el proceso general de la enfermedad, el tipo y la posible causa.

En el cuadro 5-9 se presenta una ordenación de los problemas ambientales del espacio rural que se basa en las clasificaciones de Gastó y Hirsch-Reinshagen (1995) y de Rodrigo (1980), es decir, dispone los problemas de acuerdo a las capas de estructuras del ecosistema involucradas y considera las cinco condiciones del diseño predial (naturaleza, funcionalidad, estética, impacto ambiental, asentamientos humanos). Además, para cada problema ambiental se señalan las causas antrópicas más comunes, expresadas como operadores de artificialización y de ocupación. Las causas naturales no se consideran en este cuadro, pero se debe tener presente que existen numerosos problemas ambientales que involucran a los distintos recursos naturales y que tienen su origen en causas de índole tanto natural como antrópica.

Esta forma de organizar los problemas ambientales facilita la tarea de identificación de las acciones de un proyecto o actividad silvoagropecuaria que potencialmente pueden generar efectos en el medio ambiente, y por consiguiente, a la determinación de las relaciones causa-efecto.

4.4.3. PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ESPACIO RURAL CHILENO

La existencia en el país de un escenario variado en lo que se refiere a climas, geoformas, suelos, vegetación y fauna, conduce a la diversificación del uso de la tierra, del desarrollo tecnológico y de la organización socioantropológica. Por lo tanto, los problemas ambientales, a diferencia de algunas regiones desarrolladas del Europa, se producen a pequeña escala y no tienen el efecto combinado y multiplicado de la gran escala (Gastó y Hirsch-Reinshagen, 1995).

En base a la información disponible sobre procesos de degradación de recursos naturales renovables del país, se puede decir que algunos de los principales problemas ambientales que afectan el espacio rural en Chile son:

- 1) Deterioro de los suelos por erosión.
- 2) Desertificación
- 3) Contaminación del suelo por residuos antrópicos.
- 4) Contaminación química del agua.
- 5) Contaminación de las aguas superficiales por aguas residuales.
- 6) La sobreexplotación del recurso forestal nativo y de las praderas naturales.
- 7) Destrucción de la vegetación por efecto del fuego y quema.
- 8) Alteración del hábitat y disminución de la distribución geográfica de especies de la fauna silvestre.

1) Erosión

El deterioro del suelo por erosión es el problema ambiental de mayor trascendencia nacional, debido a su representación espacial –el 53% de la superficie del país está afectada por algún tipo de erosión– y a su responsabilidad en una serie de efectos concatenados como son: la sedimentación de ríos, zonas marinas costeras, lagos, embalses y otras obras de riego y de generación de electricidad, de puertos y de campos agrícolas; inundaciones; pérdida de vida útil de estructuras antrópicas, otros (Ministerio de Agricultura, 1995).

Estudios comparativos basados en Larson *et al.*, 1983 (citado por Altieri *et al.*, 1994), sugieren que la pérdida de suelos en varias regiones del país, por el tipo de manejo efectuado, debieran superar el nivel tolerable para mantener un alto nivel de productividad en el tiempo (11,2 TM/ha.).

La distribución de las tierras erosionadas de Chile no es regular, existen áreas escasamente erosionadas y otras en que las pérdidas tanto físicas del suelo como de su capacidad productiva son casi irrecuperables.

Según el catastro del IREN (1979), realizado mediante análisis de imágenes del satélite LANDSAT y que entregó información sobre la superficie afectada y la intensidad del proceso erosivo en cada región administrativa del país, el 78,5% del área estudiada (34.490.753 hectáreas) exhibía niveles de erosión moderado, severo y muy severo. Además, el 75% de los suelos de secano, ya sea de aptitud agrícola, ganadera o forestal, están degradados por procesos erosivos de consideración.

Los problemas de degradación por erosión más importantes se encuentran en la zona altiplánica; cordones y sierras andinas en el Norte Chico; Cordillera de la Costa, particularmente entre Valparaíso y Concepción (secano costero); Lomajes del Valle Longitudinal al sur del río Ñuble; y en la Estepa Patagónica.

Las grandes extensiones de terrenos erosionados en el país están relacionadas a la vulnerabilidad (fragilidad) de los ecosistemas. Así lo demuestra el estudio de fragilidad realizado por IREN (1979), el cual concluyó que:

- La mayor parte de los suelos erosionados en forma grave o moderada en los ecosistemas áridos y semiáridos de la zona norte del país se concentran en los sectores con índices extremos de fragilidad, presentando niveles de cobertura vegetal entre 0 y 40%.
- Hacia la zona centro sur los suelos afectados por erosión se encuentran básicamente en áreas con índices intermedios de fragilidad y cubierta vegetal entre 41 y 80%.
- Al sur de la VIII Región, la mayor parte de los casos de erosión corresponden a moderados y leves, y se presentan en sectores con índices de fragilidad menores que, por lo general, tienen una cubierta vegetal de 60 a 80%.

Los factores que inciden en la vulnerabilidad son: la topografía de cerros y lomajes, el grado de destrucción de la cobertura vegetal, ciertas características climáticas y la mayor o menor resistencia de los suelos a la degradación por erosión. Si a la vulnerabilidad de los ecosistemas se añade el desarrollo de explotaciones silvoagropecuarias sin considerar su capacidad de uso, ni los efectos de determinadas actividades productivas forestales, se tiene como resultado el grado de deterioro señalado (Ministerio de Agricultura, 1995).

Los efectos adversos en la capacidad productiva de las pérdidas físicas de suelo no han sido evaluados. Tampoco se conoce la cuantía de los daños extraprediales causados por el arrastre de materiales del suelo y la posterior sedimentación en ríos, lagos, etc.

2) Desertificación

La desertificación es el proceso de degradación de la tierra —entendida como los recursos locales de suelo, agua y vegetación— en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de varios factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas (UNCED, 1992, citado por Ministerio de Agricultura, 1995).

Si bien, la principal causa de la desertificación radica en las acciones antrópicas, las condiciones climáticas naturales, especialmente las sequías, también pueden tener un rol en determinadas circunstancias.

Esta degradación implica una reducción de los recursos potenciales a través de una combinación de procesos que actúan sobre la tierra y que incluyen, principalmente, erosión hídrica y eólica, sedimentación, disminución de la diversidad natural y de los rendimientos de cosecha, salinización y sodificación.

La superficie estimada que se encuentra afectada por procesos de desertificación en Chile corresponde al 63% del territorio nacional continental, según cálculos del CIREN (citado por Duery, 1997).

Los impactos físicos, químicos y biológicos de los procesos de desertificación no sólo ocasionan la pérdida física y fertilidad del suelo, embancamiento y sedimentación de cursos de agua y bajos rendimientos de cultivo, sino también tienen una connotación socioeconómica al generar pobreza y migración rural.

En Chile se estima que 1,5 millones de personas se encuentra afectada directamente por problemas de desertificación, lo que representa un 13% de la población nacional, sin considerar la urbana (Ministerio de Agricultura, 1995).

Entre las causas predominantes de los procesos de desertificación en las distintas regiones del país se encuentran la deforestación, el sobrepastoreo y la sobreutilización agrícola, los incendios forestales, el uso del suelos sin considerar su aptitud. La zona que se presenta más afectada es la árida y semiárida (I a V Regiones), seguida por la semiárida y subhúmeda (V a X Regiones) y finalmente por la zona húmeda y austral (X a XII Regiones).

La herramienta más importante para controlar la erosión y la desertificación es la constitución de una cubierta vegetal.

La alta magnitud de la desertificación y erosión en nuestro país motivó el proyecto que, desde 1993, están realizando los gobiernos de Chile y Japón a través de CONAF y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). El proyecto pretende controlar la erosión y combatir la desertificación mediante el manejo integral de microcuencas, las que se consideran como unidades de planificación y ejecución para la gestión múltiple de los recursos naturales, y además, mitigar la sequía, enfrentar las inundaciones y alcanzar una producción sustentable.

Las áreas seleccionadas del proyecto comprenden el sector secano costero severamente erosionado de Alto Loica, ubicado en la comuna de San Pedro; el sector precordillerano de Yerba Loca, en la comuna de Lo Barnechea, y el sector altamente desertificado de Las Cañas, localizado en la comuna de Illapel, IV Región (Duery, 1997).

3) Contaminación del suelo por residuos antrópicos

Se puede determinar si un suelo está contaminado o no en función de la cantidad de microorganismos encargados de la degradación de contaminantes orgánicos que están presentes. En un suelo poco contaminado existen del orden de 10^7 a 10^9 de bacterias, hongos y otros microorganismos por gramo de suelo.

Los contaminantes edáficos se pueden clasificar en endógenos y exógenos, según provengan del mismo suelo o del exterior, respectivamente (Doménech, 1995). Se tiene un

contaminante endógeno cuando un componente se acumula a concentraciones nocivas para las especies vivas producto de un desequilibrio natural. Ejemplos son: la toxicidad por aluminio como consecuencia de las lluvias ácidas, la oxidación de la pirita en suelos piríticos, el exceso de iones Na^+ en suelos alcalinos.

Sin embargo, la contaminación exógena es la que presenta las situaciones más problemáticas, debido a que si el aporte de residuos supera la velocidad de asimilación del suelo, estos se acumulan y alteran el equilibrio natural. Ejemplo son la presencia en el suelo de iones de metales pesados, de compuestos orgánicos (hidrocarburos, pesticidas, fertilizantes).

Los residuos de origen antrópico, procedentes de la industria, actividades mineras, aplicación de pesticidas o también del tráfico rodado, emiten grandes cantidades de partículas que después de un tiempo de permanencia en la atmósfera precipitan lejos del lugar donde han sido vertidas.

Contaminación de suelos por pesticidas

Básicamente se distinguen tres tipos de pesticidas, según el elemento biótico que se quiere combatir: insecticidas, fungicidas y herbicidas.

En la actualidad existen alrededor de 100 mil formaciones distintas que implican 1.500 principios activos, situación que es consecuencia de la capacidad de la gplaga para volverse resistente a un insecticida después de la aplicación reiterada de éste.

La peligrosidad de un pesticida en un determinado ambiente, como puede ser el suelo, está asociada a su persistencia y toxicidad. Esta última es inherente a todos los pesticidas, no así la capacidad de permanecer ejerciendo su acción deletérea por largos periodos, situación que se traduce en translocaciones a otros sistemas como plantas y animales (bioacumulación).

Los pesticidas organoclorados son persistentes –un 50% de la cantidad aplicada persiste en el suelo al cabo de diez años– y algunos compuestos de esta familia presentan bioacumulación (DDT). Por estas razones su aplicación está decreciendo, pero aún son productos muy utilizados.

En el país, prospecciones realizadas por INIA durante 1988 (INIA, 1990, citado por Ministerio de Agricultura, 1995) en el horizonte Ap de suelos ubicados entre la VI y IX regiones, para los plaguicidas organoclorados lindano, DDT y metabolitos, aldrín, dieldrín, heptacloro epóxido y clordano, dan cuenta de los porcentajes de ocurrencia y contenidos máximos (mg/kg.). Los mayores porcentajes de ocurrencia se dan en la zona norte, decreciendo hacia el sur. El porcentaje máximo se dio en la VI Región (83%) y el mínimo en la XI Región (27%).

Los plaguicidas organoclorados que se detectaron a lo largo de toda el área estudiada fueron lindano, dieldrín y DDT; estos dos últimos no se encontraron en la XI Región. Heptacloro epóxido, metabolitos del DDT y clordano se presentaron menos. En la mayoría de los casos se trata de contaminación relictual, vigente casi exclusivamente por la persistencia ambiental de estos compuestos.

Los plaguicidas organofosforados también son frecuentemente usados, a nivel mundial se introdujeron a mitad del siglo XX, aunque los primeros se sintetizaron en los años 30. Son menos estables químicamente que los organoclorados y por ende, menos persistentes. Además no son bioacumulativos, con lo que no hay posibilidad de incorporación a la cadena trófica. Algunos de estos compuestos son muy tóxicos, razón por la que se han usado como arma en la guerra química (paratión).

Los carbamatos es otro grupo de plaguicidas. Los tiocarbamatos son compuestos análogos. Otros plaguicidas son las triazinas, los derivados de la urea y los compuestos pirídicos y biperidínicos, los que se usan como herbicidas. También están los organometálicos de mercurio, estaño y zinc, compuestos que se utilizan como fungicidas.

Otro grupo de plaguicidas que va en aumento corresponde a los piretroides. Los primeros insecticidas de este tipo utilizados en prácticas agrícolas fueron la permetrina y la cipermetrina, en la década de los 70. En la actualidad, aproximadamente el 15% del mercado mundial de plaguicidas corresponde a piretroides, el 25% a carbamatos y el 40% a organofosforados (Doménech, 1995).

Contaminación por metales pesados y metaloides de origen minero industrial

La acumulación de elementos químicos como metales pesados y metaloides en los horizontes superiores del suelo puede incidir en forma desfavorable en la productividad agrícola del mismo. La toxicidad neta de estos elementos depende del efecto inactivador del suelo, el que tiene relación directa con el contenido y tipo de arcillas, materia orgánica y pH.

Existe una variada gama de metales que contaminan el suelo y que provienen de residuos resultantes de las actividades mineras e industriales (metalurgia, maderera, otras), y también de la combustión de cenizas, desechos humanos, restos de materia orgánica, fertilizantes, residuos de alimentos, agricultura. Los principales metales son arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, manganeso, molibdeno, níquel, plomo, antimonio, selenio, vanadio, zinc. El cadmio y el mercurio son los más tóxicos.

Entre el suelo y el hombre se interpone una fase vegetal y otra animal que actúa como mecanismo regulador, desde la perspectiva de la salud humana, al reducir el impacto negativo de un enriquecimiento mineral en su dieta.

La contaminación del recurso suelo en el país por sustancias químicas tóxicas, provenientes de actividades mineras e industriales, tiene dos modelos de descarga (Ministerio de Agricultura, 1995):

- a) Hídrica. Por la descarga a ríos y esteros de relaves y otros residuos disueltos, cuyas aguas abajo son fuente de riego, pudiendo afectar a grandes extensiones de suelo pero con bajas tasa de acumulación por unidad de superficie. Dada la dilución natural de los contaminantes en los cursos de agua, los efectos en cultivos, ganado o población humana son a largo plazo.
- b) Atmosférica. Por la descarga fumígena de fundiciones que aportan gases, polvo y material particulado de metales pesados. El área afectada tiende a ser reducida y la concentración de elementos contaminantes en la superficie del suelo considerable. Los daños en cultivos, ganado y población humana, debido a la escasa dilución de los contaminantes, son apreciables en un corto plazo.

Las actividades de mayor impacto ambiental, por su incidencia en la economía nacional, son las relacionadas con la minería del cobre. La explotación de este metal constituye un riesgo

para el ambiente debido a su toxicidad. Le sigue en importancia el molibdeno, metal más tóxico que el cobre y con fuerte capacidad de biomagnificación en las cadenas tróficas. El hierro por su menor toxicidad no tiene la relevancia ambiental del cobre, aún cuando es el con mayor volumen de producción. En general, la contaminación incluye, al menos, dos elementos (González, 1992). Ejemplos de ello se dan en Puchuncaví (contaminación de Cu asociada a As y Pb) y Catemu (Cu se asocia a Pb y Cd).

La División de Protección de los Recursos Naturales Renovables del SAG tiene antecedentes sobre la distribución en el país de los principales contaminantes químicos del suelo provenientes de emanaciones fumígenas y efluentes líquidos de actividades minero industriales, estimándose en 60 mil hectáreas la superficie total afectada (Ministerio de Agricultura, 1995). Los contaminantes fumígenos más comunes son el anhídrido sulfuroso, material particulado sedimentable, metales y metaloides asociados a los particulados.

Entre los tipos de fuentes de contaminación química, además de las fundiciones y tranques de relaves relacionados con la minería del cobre, se encuentran: plantas de pellets férricos (p.e., Valle del Huasco, III Región), plantas de cemento (Calera, V Región; Polpaico, Región Metropolitana), plantas de tostación de concentrados (Rungue, Región Metropolitana), plantas de cobre y asbesto (Lampa), fundiciones de carburo (Nos), fundiciones de concentrados de molibdeno (Nos).

Las "lluvias ácidas" se generan cuando las emisiones de dióxido de azufre, al entrar en contacto con la humedad del aire, se transforman en un ácido de propiedades corrosivas, produciendo problemas de clorosis y necrosis en follajes; caída de frutos; irritaciones en las vías respiratorias del ganado; daños en techumbres, alambrados de cercos y parronales; acidificación del suelo (Villaseca, 1983). Tanto en Puchuncaví como en Catemu se ha demostrado la existencia de "lluvias ácidas".

Existen antecedentes de que algunos cultivos establecidos en suelos con un exceso de cobre y/o regados con agua efluente proveniente de tranques de relaves, presentan anomalías (clorosis en tabaco y remolacha azucarera) o efectos en su potencial productivo (frejol, naranjo, duraznero, otros).

También se conocen los graves efectos que puede causar un exceso de molibdeno y azufre en la dieta de los animales rumiantes, por lo que es posible que el consumo diario del ganado de agua y alimentos sólidos enriquecidos con estos elementos les provoque trastornos como molibdenosis y poliencefalomalasia (Ministerio de Agricultura, 1995).

4) Contaminación química del agua

Contaminación por residuos de pesticidas

La información que se tiene en el país sobre el tema es escasa. INIA realizó una prospección en 1990, entre los ríos Cachapoal y Bío-Bío, la cual reflejó que las aguas no son una fase preferente de acumulación de residuos de pesticidas organoclorados. Los herbicidas presentan la situación contraria dado su alta afinidad por el agua; según antecedentes de países europeos, se transportaría y acumularían en napas subterráneas en niveles que son perjudiciales para uso agrícola y consumo humano o animal (Ministerio de Agricultura, 1995).

Contaminación por fertilizantes y abonos nitrogenados

El nitrato es un fertilizante que contribuye a la ocurrencia de problemas ambientales importantes, relativo al ciclo del nitrógeno y a la salud humana (Doménech, 1995). Los nitratos –aportados por fertilizantes, desechos de animales u otros procesos– acumulados en el subsuelo pueden incorporarse, por lixiviación, a las aguas subterráneas o ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios, los nitratos también actúan como nutrientes de la flora acuática, pudiendo dar paso a la eutroficación del medio.

Un exceso de nitratos en aguas subterráneas usadas para el consumo humano puede desencadenar procesos cancerígenos, debido a su transformación a nitritos mediante bacterias presentes en el estómago y en la vejiga. A su vez, los nitritos se convierten en ciertos compuestos cancerígenos que afectan el estómago y el hígado.

La cantidad de nitratos que se lixivian hacia horizontes más profundos del suelo depende de la pluviosidad, la vegetación, la textura y tipo de suelo (carga).

Los desechos líquidos de los animales que se evacúan al suelo tienen un impacto mayor que los residuos sólidos, ya que se mineralizan más rápido, lixivian más fácilmente y suelen llevar

disuelto restos de antibióticos. Además, la aplicación de residuos líquidos en dosis elevadas puede conducir a una salinización del suelo.

El uso en exceso de fertilizantes y abonos nitrogenados puede generar óxido nitroso (N_2O), gas muy estable que difunde a la atmósfera donde permanece durante años, pudiendo alcanzar las capas altas de la troposfera e introducirse en la estratosfera, donde se transforma en óxido nítrico, compuesto que participa en las reacciones de eliminación del ozono.

Contaminación química de las aguas continentales

Las aguas superficiales del Norte Grande (Regiones I y II) son fuertemente salinas (sulfatadas, cloradas), moderadamente sódicas, con contenidos de arsénico y boro muy elevados en algunas cuencas producto del vulcanismo cuaternario aún activo en la zona. Por ello, su uso para el riego es limitado.

A partir de la III Región la calidad química de las aguas mejora, disminuyendo la carga de electrolitos. Desde el río Elqui (IV Región) hacia el sur las aguas son aptas para el riego, salvo excepciones puntuales, pero ahora su calidad empieza a ser alterada por causas antrópicas, como son las descargas desde importantes centros mineros, que se reflejan a través de la presencia de cianuro en las aguas.

En los ríos de la zona central del país (Aconcagua, Maipo, Rapel, otros) la carga salina aumenta hacia la desembocadura aunque sin alcanzar niveles de riesgo. Como el incremento se produce aguas abajo de centros urbanos, se estima que su origen principal son las aguas servidas no tratadas. Este es el caso del Zanjón de la Aguada, el que además presenta concentraciones de nitrato y metálicas elevadas, estas últimas producto de la incorporación de RILES no tratados desde industrias ubicadas en el perímetro urbano.

El contenido de nitrógeno-nitrato generalmente se usa como indicador de la contaminación agrícola. La presencia de este elemento en las aguas podría ser beneficiosa para el riego aguas abajo, pero también negativa, por el hecho de reducir las posibilidades de otros usos, como por ejemplo para consumo humano.

La asociación entre centros urbanos y concentración de nitratos aguas abajo de éstas, indica que la principal fuente de nitrógeno son las aguas servidas antes que los aportes por uso de fertilizantes. Sin embargo, la contribución de cada fuente debería dimensionarse.

En la VI Región se repite la contaminación por sales provenientes de centros mineros. En las aguas del río Coya dominan los sulfatos y una gran riqueza cúprica, mayoritariamente disuelta y asociada a contenidos menores de zinc, manganeso y plomo.

Los ríos de la zona centro-sur (Regiones VII y VIII) presentan baja carga de electrolitos como resultado de las condiciones climáticas y de la menor riqueza geoquímica. En esta zona las fuentes de contaminación están representadas por las industrias de aserrío, plantas papeleras, petroquímicas, metalúrgicas y otras, las cuales no sólo contaminan los ríos (p.e., río Bío-Bío recibe abundantes volúmenes de residuos fibrosos de difícil degradación, aserrín, virutas, compuestos químicos y otras descargas), sino también de las zonas costeras (p.e., Bahía de San Vicente, VIII Región).

Hacia el sur existen antecedentes puntuales sobre el aumento de compuestos químicos y cobre en las aguas de los ríos, que incluso causan la muerte de peces (p.e., río Valdivia), y que se supone proviene de descargas residuales de actividades forestales y derivadas (Ministerio de Agricultura, 1995).

5) Contaminación de las aguas superficiales por aguas residuales

La descarga de aguas servidas no tratadas es el proceso contaminante de aguas de mayor relevancia en Chile. Se presenta en todo el país debido a que no existen sistemas de tratamiento. Su expresión es máxima aguas abajo de Santiago. Un ejemplo es el Zanjón de la Aguada, cuyo curso concentra casi el 75% de las aguas residuales de Santiago

Este problema generalmente se asocia a una proliferación de microorganismos patógenos para el ser humano, transmitidos a través de sus propias deposiciones (Ministerio de Agricultura, 1995).

En la Región Metropolitana, la contaminación microbiológica de las aguas superficiales tiene gran importancia debido a que el recurso se utiliza para el riego de gran parte de la producción hortícola del país. Afortunadamente, las aguas de pozo no tienen este problema.

La descarga de aguas servidas no tratadas a los cursos de agua también producen un aumento en el contenido salino y en la concentración de nitratos, situación que se aprecia aguas abajo de los centros poblados de la zona central.

6) Sobreexplotación del recurso forestal nativo y de las praderas naturales

Bosque nativo

El bosque nativo aporta al hombre una diversidad de beneficios, algunos de los cuales no tiene un valor económico, como son la regulación del ciclo hidrobiológico, la mantención de la biodiversidad, el control de la erosión, entre otros.

De los 23,2 millones de ha. con uso forestal en el país, 7,6 millones corresponden a bosque nativo productivo y 14,1 millones de ha. a bosques en protección que ocupan suelos de capacidad de uso VIII. Los 1,5 millones de ha. restantes están con plantaciones de pino radiata y otras especies (INFOR, 1992, citado por Ministerio de Agricultura, 1995).

En 1987 los bosques nativos empezaron a incorporarse a la producción de astillas, la cual ha ido aumentando año a año. Esta situación junto al interés del sector privado por sustituir con especies exóticas de rápido crecimiento, coloca en riesgo el futuro del bosque nativo.

Praderas naturales

En el país existen 12,8 millones de ha. de praderas, lo que corresponde al 18,8% de la superficie total del país. De éstas, 10,8 millones de ha. (84,6%) son praderas naturales.

El sobrepastoreo en praderas naturales genera consecuencias sobre la vegetación misma, como disminución de la materia seca en la temporadas de crecimiento posteriores, descenso en la capacidad de carga de las praderas y pérdida de biodiversidad de la comunidad vegetal. Las altas cargas animales o la fuerte presión de pastoreo generan un consumo selectivo de ciertas especies o grupos de especies vegetales, lo que en el tiempo se traduce en un cambio de la composición botánica original.

El sobrepastoreo marca el inicio de un proceso de degradación de los recursos naturales debido a la pérdida de materia orgánica, lo que favorece la erosión y los procesos de desertificación.

En las Regiones I, II y III el efecto del sobrepastoreo es importante, en especial en la zona altiplánica. La introducción progresiva de ganado ovino a los sobrecargados bofedales conduce a un deterioro progresivo de la condición de la pradera.

En extensas zonas del Norte Chico, la existencia de ganado caprino en praderas ya deterioradas ha llevado al ecosistema a un estado *agri deserti*.

En las Regiones IV y V el sobrepastoreo también constituye la causa principal del daño de las praderas, en especial las praderas estepáricas de la alta cordillera (veranadas) y las del secano interior.

En la Cordillera de la Costa de la zona centro, la acción combinada de los cultivos de secano y de la ganadería, en conjunto con el desmonte y la cosecha de leña ha conducido a un deterioro generalizado de las praderas y con ello de la propia ganadería.

La pradera de la Patagonia también se encuentra afectada producto de un uso intensivo que supera la capacidad natural de uso del ecosistema. La composición botánica y productividad han disminuido en el tiempo, y simultáneamente se ha producido una invasión y dominancia de especies leñosas y herbáceas de bajo valor pastoril.

7) Destrucción de la vegetación por efecto de fuego y quema

El totalidad de los incendios forestales en el país se originan por la negligencia y descuido del hombre, causando la destrucción total o parcial de la vegetación y, por consiguiente, otros problemas como la erosión del suelo, la pérdida de hábitats de fauna silvestre y la contaminación atmosférica.

Evidencia de esto se encuentra en los alrededores de Valparaíso y Viña del Mar, la precordillera de la Región Metropolitana, la Cordillera de la Costa desde la VI a la VIII Regiones y en las zonas boscosas de la IX, X y XI Regiones.

De acuerdo a estadísticas, en los últimos años se han afectado cerca de 390 mil ha. promedio anuales por el fuego, de las cuales 45 mil corresponden a incendios forestales y 350 mil a quemas (Ministerio de Agricultura, 1995).

8) Alteración del hábitat y disminución geográfica de las especies de fauna silvestre

Los procesos de contaminación del suelo, aire y agua producto de actividades mineras, industriales, silvoagropecuarias, causan mortalidad directa de animales o generan condiciones no aptas para su normal desarrollo en esos ambientes.

Algunos ejemplos son la contaminación por cadmio, cobre, molibdeno y compuestos de azufre en la zona de Chuquicamata (II Región), Potrerillos (III Región), Caletones (IV Región), Ventanas y Chagres (V Región). Otros elementos contaminantes que afectan la fauna silvestre en el país son las aguas residuales de la producción de celulosa (p.e., Laja, Constitución Arauco), el hierro (Hiasco, La Serena), el petróleo (Estrecho de Magallanes, Quintero, Con-Cón, Talcahuano), las aguas residuales de la industria procesadora de harina de pescado (Arica, Iquique, Tocopilla, Mejillones, San Antonio, Talcahuano, entre otros).

Por su parte, los procesos productivos intensivos de la agricultura generan contaminantes peligrosos en forma directa para la fauna silvestre, como pesticidas, contaminación biológica, otros.

5. METODOLOGÍA PROPUESTA

5.1. INTRODUCCIÓN

Si bien la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se debe plantear de manera específica para cada caso, de modo de conocer el medio afectado y las características de las acciones del proyecto que se va a emprender, y de buscar la manera de expresar en forma eficaz la relación entre medio ambiente y proyecto, es posible definir una metodología sistemática y sistémica de EIA que, teniendo un tronco común, admita variaciones para adaptarse a las necesidades particulares de cada proyecto.

Siguiendo esta idea, en el presente capítulo se propone una pauta metodológica para la evaluación del impacto ambiental de aquellos proyectos o actividades silvoagropecuarias que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 10 de la Ley N°19.300 y en el artículo 3 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deben someterse de manera obligatoria al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) a través de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

En el cuadro 5-1 se mencionan los proyectos o actividades del sector silvoagropecuario que deben cumplir con lo anterior, ya sea mediante la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o la elaboración del EsIA antes mencionado.

La figura 5-1 muestra el procedimiento administrativo del SEIA y el trámite que deben seguir los EsIA una vez elaborados.

Como se indica en esta figura, los proyectos silvoagropecuarios comprendidos en el artículo 3 del Reglamento⁶, o aquellos que se acogen voluntariamente al SEIA, deberán elaborar un EsIA cuando generen o presenten algunos de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley N°19.300 y en los artículos 5 al 11 del Reglamento. Estos efectos, características y circunstancias se señalan en el cuadro 5-2.

⁶ Para efectos de esta tesis, el término Reglamento se utilizará para referirse al Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Proyectos o actividades del sector silvoagropecuario que deberán someterse al SEIA, mediante la presentación de una DIA o la elaboración de un EsIA, según artículo 3 del Reglamento del SEIA (extracto del Diario Oficial de la República de Chile, 3 de abril de 1997) *.

- a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas.
- Presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:
- a.1) Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a 5 metros (5 m) o una longitud de coronamiento igual o superior a quince metros (15 m).
- a.2) Drenaje o desecación de vegas y bofedales ubicados en las Regiones I y II, cualquiera sea su superficie.
- Drenaje o desecación de cuerpos naturales de aguas tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, turberas, vegas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en el inciso anterior, cuya superficie afectada sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha.), tratándose de las Regiones I a IV, o a veinte hectáreas (20 ha.), tratándose de las Regiones V a VII y Metropolitana, o a treinta hectáreas (30 ha.), tratándose de las Regiones VIII a XII. Se exceptúa de lo dispuesto en este literal, la desecación de suelos con problemas de drenaje y cuya principal fuente de abastecimiento de agua provenga de aguas lluvias, tales como los suelos "ñadis".
- a.3) Dragado de fango, piedras, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas terrestres, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de material a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones I a III, o a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones IV a XII.
- Dragado de fango, piedras, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cien mil metros cúbicos (100.000 m³) de material a extraer y/o remover.
- a.4) Defensa o alteración de un cuerpo, cauce o curso de agua terrestre, tal que para su modificación se movilice una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos de material (20.000 m³), tratándose de las Regiones I a V y Metropolitana, o cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) tratándose de las Regiones VI a XII.
- l) Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales. Se entenderá que estos proyectos o actividades son de dimensiones industriales cuando se trate de:
- l.1) Agroindustrias, donde se realicen labores u operaciones de limpieza, clasificación de productos según tamaño, y calidad, tratamiento de deshidratación, congelamiento, empacamiento, transformación biológica, física o química de productos agrícolas, y que tenga capacidad para generar una cantidad total de residuos sólidos igual o superior a ocho toneladas por día (8t/d), en algún día del período de producción, o que generen residuos tóxicos.
- l.2) Mataderos con capacidad para faenar animales en una tasa total de producción final igual o superior a doce toneladas por hora (12 t/h), medida como el promedio del período de producción.
- l.3) Planteles y establos de crianza y/o engorda de ganado bovino para producción de carne, donde se mantengan confinadas, en patios de alimentación, por más de un mes, un número igual o superior a trescientas (300) unidades animal.
- l.4) Planteles y establos de engorda, postura y/o reproducción de animales avícolas con capacidad para alojar diariamente una cantidad igual o superior a cien mil (100.000) pollos o veinte mil (20.000) pavos; planteles de crianza y/o engorda de animales porcinos, ovinos, caprinos u otras especies similares, con capacidad para alojar diariamente una cantidad, equivalente en peso vivo, igual o superior a cincuenta toneladas (50 t).
- l.5) Planteles de lechería de ganado bovino u ovino donde se mantengan confinadas, en régimen, en patios de alimentación, un número igual o superior a trescientas (300) unidades animal.

Cuadro 5-1: Proyectos o actividades silvoagropecuarias que obligatoriamente deben someterse al SEIA (Reglamento del SEIA, 1997).

Proyectos o actividades del sector silvoagropecuario que deberán someterse al SEIA, mediante la presentación de una DIA o la elaboración de un EsIA, según artículo 3 del Reglamento del SEIA (continuación) *.

- m) Proyectos de desarrollo o explotación forestales en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales. Se entenderá que estos proyectos o actividades son de dimensiones industriales cuando se trate:
- m.1) Proyectos de desarrollo o explotación forestal que abarquen una superficie única o agregada de más de veinte hectáreas anuales (20 ha./año), tratándose de las Regiones I a IV, o de doscientas hectáreas anuales (200 ha./año), tratándose de las Regiones V a VII, incluyendo la Metropolitana, o de quinientas hectáreas anuales (500 ha./año), tratándose de las Regiones VIII a XI, o de mil hectáreas anuales (1.000 ha./año), tratándose de la Región XII, y que se ejecuten en:
- suelos frágiles, entendiéndose por tales aquellos susceptibles de sufrir erosión severa debido a factores limitantes intrínsecos, tales como pendiente, textura, estructura, profundidad, drenaje o pedregosidad; o
 - terrenos cubiertos de bosque nativo, entendiéndose por tales lo que se señale en la normativa pertinente.
- m.2) Industria de celulosa, de pasta de papel y papel, cuyo consumo anual de madera sea igual o superior a trescientos cincuenta mil metros cúbicos sólidos sin corteza (350.000 m³ssc/año).
- m.3) Plantas astilladoras y aserraderos cuyo consumo de madera, como materia prima, sea igual o superior a veinticinco metros cúbicos sólidos sin corteza por hora (25 m³ssc/año).
- m.4) Plantas elaboradoras de paneles cuyo consumo de madera, como materia prima, sea igual o superior a diez metros cúbicos sólidos sin corteza por hora (10 m³ssc/año).
- n) Proyectos de explotación intensiva, cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos. Se entenderá por proyectos de explotación intensiva aquellos que impliquen la utilización, para cualquier propósito, de recursos hidrobiológicos que se encuentren oficialmente declarados en alguna de las siguientes categorías de conservación: en peligro de extinción, vulnerables, y raras; y que no cuenten con planes de manejo; y cuya extracción se realice mediante la operación de barcos fábrica o factoría.
- ñ) Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son habituales cuando se trate de:
- ñ.1) Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización de sustancias tóxicas, con fines industriales o comerciales, en una cantidad igual o superior a cien kilogramos (100 kg. mensuales).
- p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualquiera otra área colocada bajo protección oficial en los casos en que la legislación respectiva lo permita.
- q) Aplicación masiva de productos químicos en áreas urbanas o zonas rurales cercanas a centros poblados o a cursos o masas de aguas que puedan ser afectadas. Se entenderá por aplicación masiva los planes y programas destinados a prevenir la aparición o brote de plagas o pestes, así como también aquellos planes y programas operacionales destinados a erradicar la presencia de plagas cuarentenarias ante emergencias fitosanitarias o zoonosanitarias, que se efectúen por vía aérea sobre una superficie igual o superior mil hectáreas (1.000 ha.). Asimismo, se entenderá que las aplicaciones en zonas rurales son próximas cuando se realicen a una distancia inferior a cinco kilómetros (5 km.) de centros poblados o a cursos o masas de aguas.

**La lista no es excluyente, es decir, los proyectos no comprendidos en este artículo pueden acogerse en forma voluntaria al SEIA.*

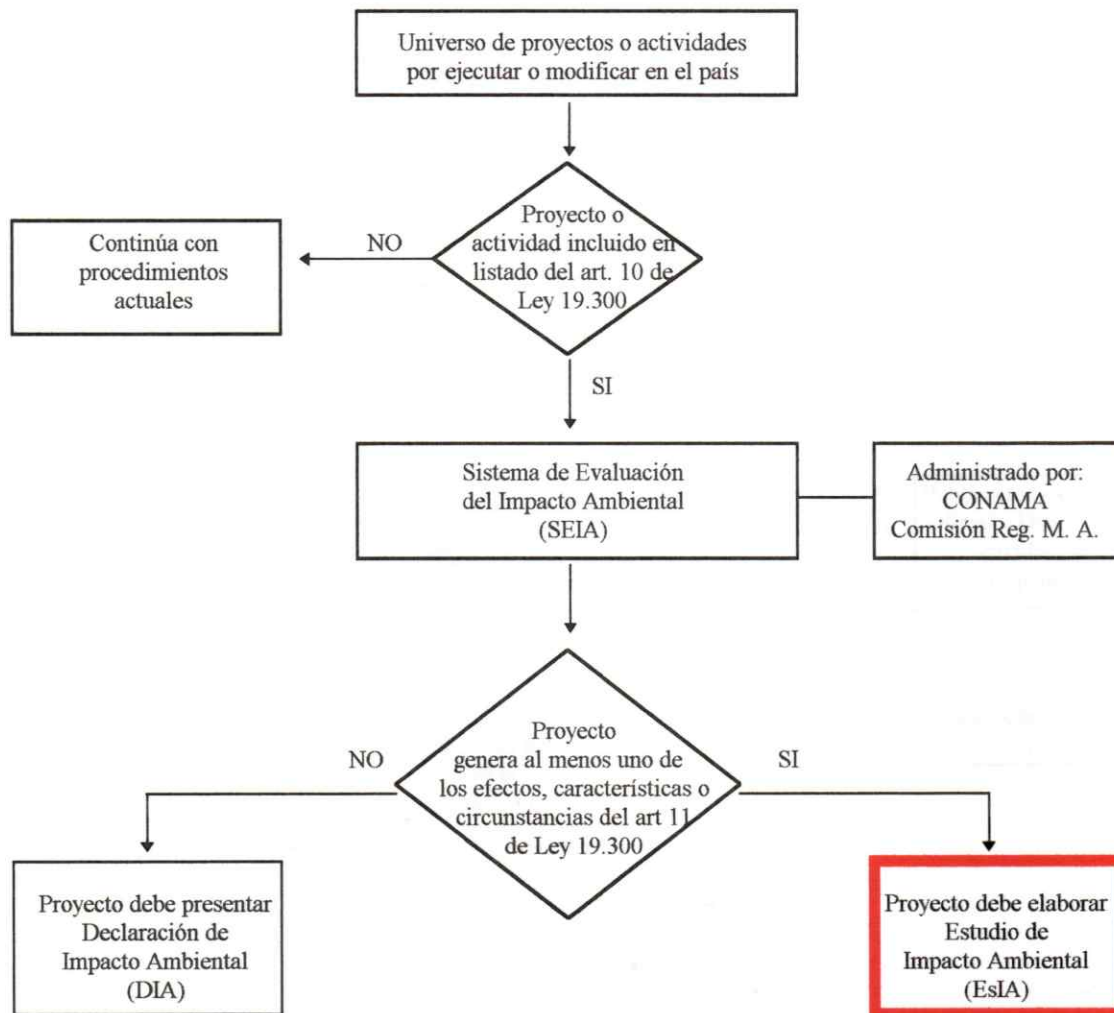
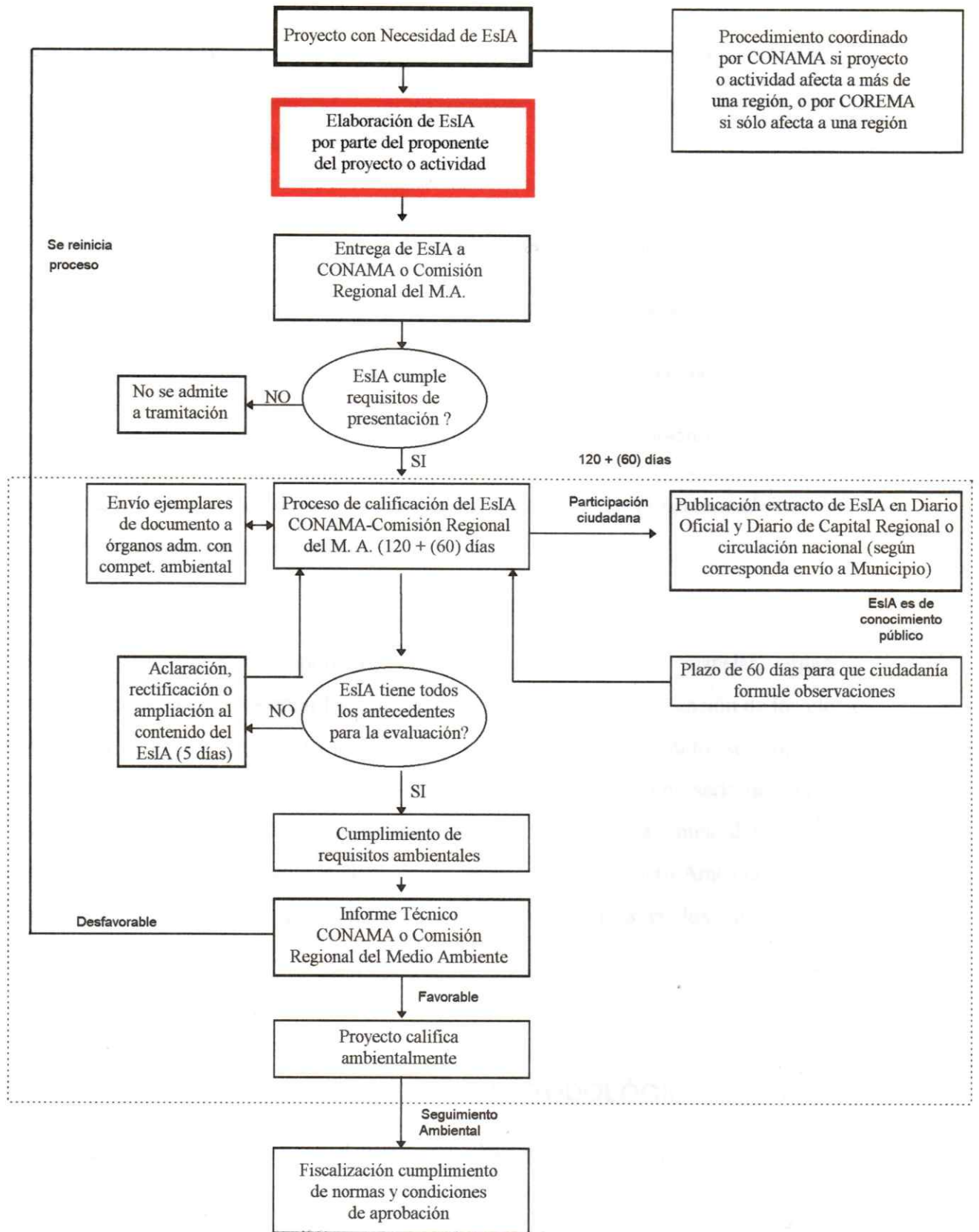


Figura 5-1: El Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) y su procedimiento administrativo, y la tramitación de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) según la Ley N°19.300 y el Reglamento respectivo (adaptación a partir de Salamanca, 1996).



Continuación figura 5-1: La tramitación de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) en el SEIA (Ley N°19.300 y Reglamento respectivo).

Efectos, características o circunstancia, generadas o presentadas por un proyecto o actividad, que definen la pertinencia de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (artículo 11 de la Ley N°19.300 de 1994).

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y
- f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico, y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Cuadro 5-2: Efectos, características o circunstancias que definen la necesidad de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (Ley N°19.300, 1994).

Esta pauta metodológica proporciona una estructura básica para manejar, organizar, seleccionar, comparar y presentar la información requerida en la identificación de los efectos ambientales potenciales y su correspondiente valoración. Con este sentido, se propone una secuencia racional de actividades y tareas concretas –apoyadas en una serie de técnicas e instrumentos– que permitirá: llevar a cabo, de manera ordenada, integral y simple, el proceso de EIA, específicamente la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA); y cumplir con las exigencias de contenido y alcance establecidas en los cuerpos legales mencionados anteriormente.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PAUTA METODOLÓGICA

Esta pauta metodológica trata de satisfacer ciertas características, como son el ser sistémica, sistemática y objetiva.

- Es sistémica porque considera al proyecto o actividad silvoagropecuaria y al medio ambiente en su totalidad, y también a las interacciones entre ambas partes, tratando de

comprender su comportamiento como sistema. Además, la pauta metodología incorpora a los diferentes actores sociales y agentes económicos –comunidad afectada, organizaciones públicas de carácter ambiental, promotor del proyecto, profesionales a cargo de la elaboración del EsIA, autoridades superiores– que, de una u otra forma, se ven involucrados en el proyecto, tomando en cuenta sus intereses y opiniones.

- Es sistemática porque establece una secuencia de pasos y actividades a seguir –en la etapa de planificación del proyecto– para la elaboración del EsIA, las que finalizan con la presentación del informe de dicho estudio. Propone, también, un sistema de presentación y síntesis de la información relevante, en especial de aquella que dice relación con los efectos generados sobre los distintos factores o componentes ambientales y su valoración. Con ello, se contribuye a garantizar la credibilidad y consistencia del EsIA.

Se debe señalar que esta pauta metodológica es flexible en relación a su estructura de tipo secuencial, ya que hace posible efectuar retrocesos y avances en coherencia con el carácter reiterativo y cíclico de la evaluación ambiental. Así, se puede dar un constante ir y venir sobre las acciones del proyecto y los factores o componentes del medio ambiente, con el fin de conocer mejor sus interrelaciones y, en definitiva, el impacto ambiental.

- Es objetiva por el hecho de proponer el uso de técnicas, instrumentos y criterios lo más objetivos posibles, de manera que la información que se obtenga acerca del proyecto, medio ambiente y efectos que el primero genera en el segundo, sea imparcial, correcta y completa, de acuerdo al nivel de detalle requerido.

Se pueden mencionar otras características de esta pauta metodológica, por ejemplo: es dinámica –incluye la variable tiempo– y cuantitativa; incorpora la certidumbre asociada a las predicciones de los efectos; propone un método para estandarizar las magnitudes de los impactos, transformándolas en magnitudes comparables, como lo son las unidades de calidad ambiental que toman valores entre 0 y 1.

5.3. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Para una mejor comprensión y utilización de la pauta, las distintas actividades o tareas a desarrollar para cumplir con los contenidos del EsIA establecidos en el Reglamento del SEIA se agruparán en las siguientes etapas:

- Etapa I : Identificación de Efectos Ambientales.
- Etapa II : Valoración de Impactos.
- Etapa III: Planes de Corrección de Impactos y Seguimiento Ambiental.
- Etapa IV: Presentación de Estudio a CONAMA y Comunicación de Resultados a la Comunidad.

La figura 5-2 muestra el proceso general de la metodología propuesta.

Las distintas etapas en que se compone esta pauta metodológica serán precedidas por una figura que muestra el procedimiento correspondiente.

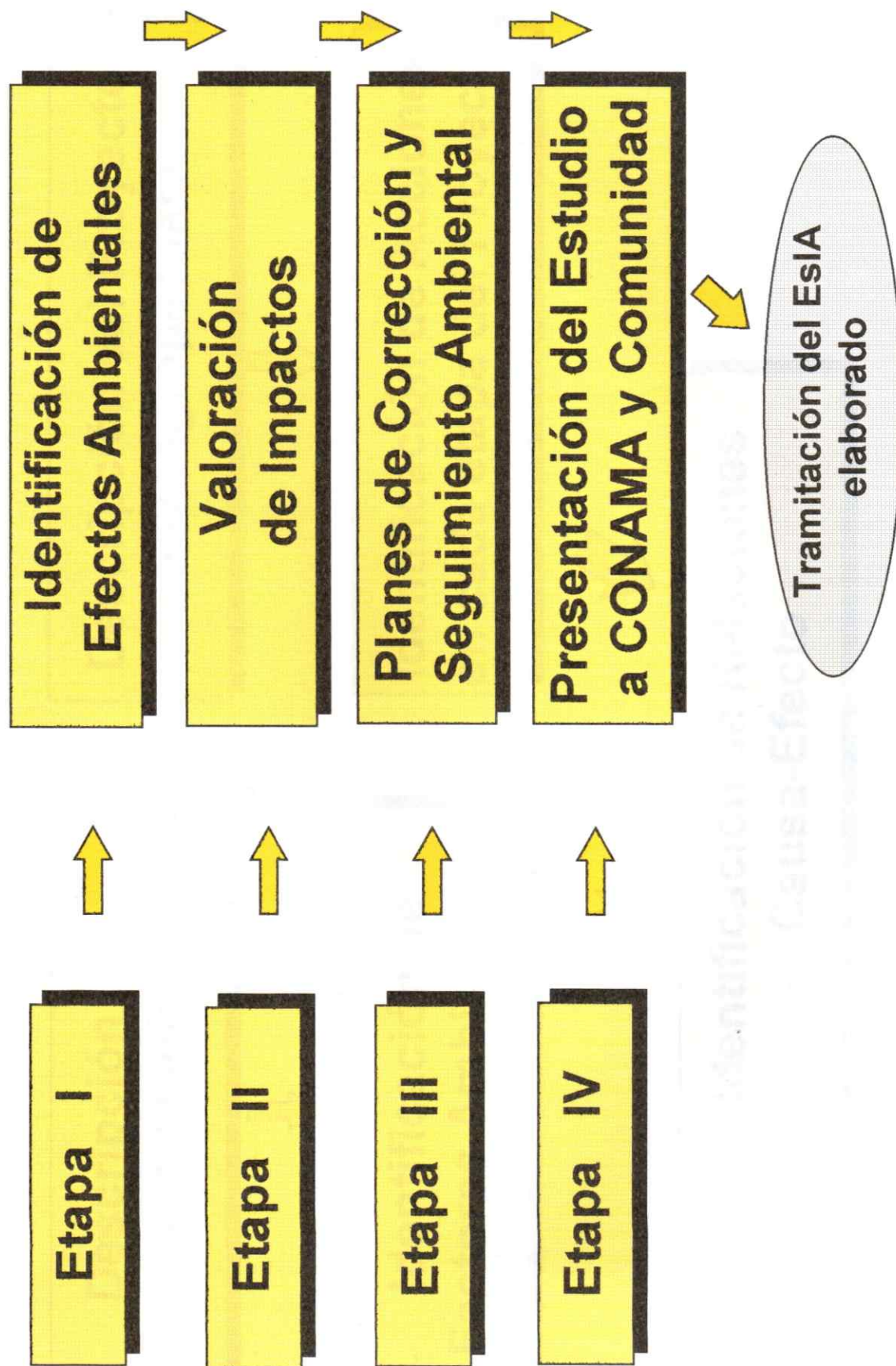
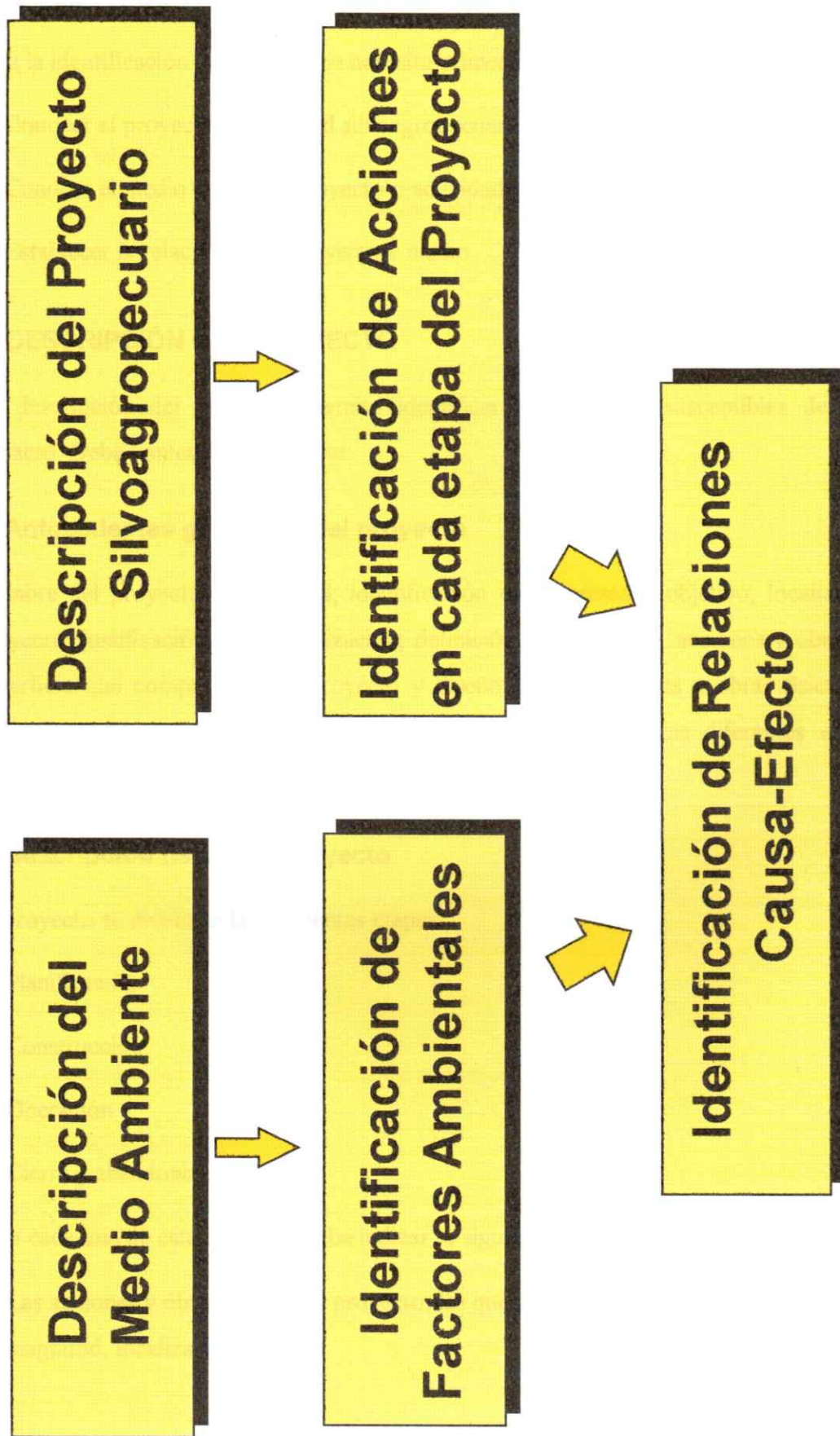


Figura 5-2: Esquema del proceso general de la metodología propuesta.

Etapa I



ETAPA I. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Para la identificación del impacto se necesita primeramente:

- A. Conocer el proyecto o actividad silvoagropecuaria.
- B. Conocer el medio en que el proyecto o actividad va a desarrollarse.
- C. Establecer la relación entre proyecto y medio.

A. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La descripción del proyecto permite identificar las acciones susceptibles de producir impacto. Debe contener lo siguiente:

1) Antecedentes generales del proyecto

Nombre del proyecto o actividad; identificación del interesado; objetivo; localización del proyecto; justificación de la localización; definición de las partes, acciones y obras físicas; superficie que comprenderá el proyecto y diseño de sus acciones y obras físicas; monto estimado de inversión; vida útil; descripción cronológica de las diferentes etapas del proyecto (según artículo 12 del Reglamento).

2) Descripción física del proyecto

El proyecto se divide en las siguientes etapas:

- a) Planificación
- b) Construcción
- c) Operación
- d) Cierre y abandono

Para cada una de estas etapas se debe indicar lo siguiente:

- Las acciones y obras físicas del proyecto, las que deben quedar determinadas en cuanto a: magnitud, localización espacial.

Especial descripción merecen las acciones y obras que potencialmente pudieran generar los efectos, características o circunstancias establecidas en el cuadro 5-2.

- Los requerimientos y tecnología que se utilizan: materias primas e insumos, fuentes de energía, productos, cantidad y calidad de emisiones y residuos, disposición y manejo de desechos, maquinaria, mano de obra requerida, etc.
- El momento de realización de las acciones dentro de lo que es el programa de desarrollo del proyecto (cronograma).
- Las obras auxiliares requeridas. Por ejemplo, zonas de extracción de áridos, de acopio de materiales, talleres de obra, desviaciones auxiliares, otras.

Dado que el proyecto debe ser evaluado para todas sus etapas, acciones y obras susceptibles de causar impacto, se recomienda organizar estos componentes en un cuadro de la siguiente forma:

ETAPAS DEL PROYECTO	PLANIFICACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	CIERRE Y ABANDONO
Acciones				
Obras auxiliares				

Para la descripción del proyecto, los profesionales a cargo de la elaboración del EsIA pueden tomar como referencia proyectos silvoagropecuarios similares.

Además, el proyecto se debe analizar de acuerdo a su contexto, dado por:

- La legislación aplicable y el marco administrativo.
- Las directrices y planes existentes.
- La localización geográfica del proyecto.

De acuerdo a lo establecido en la letra “e” del artículo 12 del Reglamento, el estudio deberá contener un “plan de cumplimiento de la legislación ambiental” que, según corresponda, indicará:

- La normativa de carácter general aplicable al proyecto; las normas de carácter específico asociadas directamente con la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza, el uso y manejo de los recursos naturales, la fiscalización y los permisos sectoriales ambientales que el proyecto requiere para su ejecución.
- La forma en que se dará cumplimiento a las obligaciones contenidas en esas normas.

En Chile se han establecido estándares para agua de consumo humano, bebida de animales, vida acuática, uso recreativo y riego, además de aquellos establecidos para situaciones específicas. Pero se carece de normas de calidad ambiental como por ejemplo, sobre descargas a sistemas de alcantarillado y residuos industriales líquidos específicos según tipo de industria. Sólo existen normas de calidad de aire y normas de emisión para fuentes fijas y móviles en términos de concentraciones de los principales contaminantes atmosféricos.

Ante esta falta de normas de calidad ambiental, los proyectos que se han sometido al SEIA en forma voluntaria han utilizado como referencia criterios y estándares desarrollados en otros países, especialmente en Estados Unidos. En el futuro, se tomarán como referencia las normas de calidad ambiental y emisión vigentes en la Confederación Suiza, según lo establece el artículo 7 del Reglamento.

El anexo 1 presenta algunas normas relacionadas con el recurso agua.

B. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE O ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (LÍNEA DE BASE)

Paralelamente, se establece la línea de base, la que analiza el entorno que será afectado o área de influencia del proyecto con el fin de identificar los factores o componentes ambientales⁷ susceptibles de ser alterados por las acciones del proyecto.

La línea de base debe contener:

⁷ Para efectos de este trabajo, el término factor ambiental se usa como sinónimo de componente ambiental.

1) Definición y descripción del área de influencia del proyecto

El área de influencia se establecerá para cada factor o componente ambiental que se encuentra en el entorno afectado por el proyecto y que es susceptible de ser alterado, en especial para aquellos que dan origen a la necesidad de elaborar un EsIA de acuerdo a lo establecido en el artículo 11 de la Ley N°19.300 (cuadro 5-2). La razón de definir el área de influencia para cada factor es que ésta varía según el factor estudiado.

2) Diagnóstico del medio

Se caracteriza a los factores o componentes ambientales del área de influencia del proyecto en las siguientes situaciones:

- 1) En el estado actual (situación preoperacional del proyecto o estado “cero”).
- 2) Eventualmente, en la situación futura “sin” proyecto.

Para la elaboración del diagnóstico del medio se recomienda:

- a) Definir el nivel de detalle con que se tomará la información y, por consiguiente, la escala de trabajo.
- b) Identificar los factores o componentes ambientales de los distintos subsistemas del medio ambiente que pueden verse afectados por alguna de las acciones del proyecto, y seleccionar aquellos más significativos que definan el medio.
- c) Recoger la información necesaria para cada uno de los factores o componentes ambientales seleccionados con el nivel de detalle que exige su interpretación y en función de la escala de trabajo.
- d) Traducir la información sobre el estado actual de cada factor en índices conmensurables y comparables, es decir, se determina la calidad ambiental (CA) de los factores en la situación preoperacional, o eventualmente en su situación futura “sin” proyecto.

Definición del nivel de detalle y escala de trabajo

La escala de trabajo a la que se toma la información requerida depende de:

- El área de influencia de cada factor o componente ambiental en estudio.

- El proyecto: su naturaleza y magnitud.
- El entorno del proyecto: su complejidad, calidad, vulnerabilidad. Por ejemplo, ambientes únicos o muy sensibles requieren un mayor nivel de detalle y por lo mismo, una escala de trabajo mayor.

Si bien esta pauta está dirigida a evaluar ambientalmente proyectos o actividades a desarrollarse a escala predial, la metodología también es aplicable y válida para proyectos de niveles superiores, como la comuna y la región.

Las escalas que generalmente se usan según el nivel del proyecto son:

- a) 1/50.000 ó 1/25.000: proyectos a nivel nacional o regional.
- b) 1/25.000 ó 1/10.000: proyectos a nivel subregional o de comarca.
- c) 1/10.000 ó 1/5.000 : proyectos a nivel del municipio.
- d) 1/2.000 ó 1/1.000 : a nivel de espacio, para el estudio de factores.

Identificación de los factores o componentes ambientales y selección de aquellos más significativos que definan el medio.

En la tarea de identificación de los factores o componentes ambientales –entendidos como elementos, cualidades o procesos– susceptibles de ser afectados, se debe entender que estos se interrelacionan e integran en distintos subsistemas y que a su vez se pueden descomponer en parámetros. Estos subsistemas, según el artículo 12, letra f, del Reglamento son:

- Medio físico
- Medio biótico
- Medio socioeconómico
- Medio construido
- Patrimonio cultural
- Paisaje
- Areas de riesgo

Los profesionales a cargo de la elaboración del EsIA podrán apoyarse en los siguientes instrumentos para la identificación de los factores o componentes ambientales que posiblemente se verán afectados:

- Escenarios comparados (análisis de proyectos o actividades silvoagropecuarias similares).
- Cuestionarios. Corresponden a un tipo de "listados de chequeo" y consisten en un conjunto de preguntas sistemáticas sobre categorías genéricas de factores ambientales. Normalmente tienen tres respuestas (sí, no, no sabe). Por agregación se puede tener una idea cualitativa de la posibilidad que tiene un factor de ser alterado tanto positiva como negativamente. Su ventaja es permitir asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis cuando se hace en forma sistemática (Bisset, 1987).

Como se mencionó anteriormente, se debe considerar el artículo 11 de la Ley N°19.300 de modo de seleccionar aquellos factores ambientales del área de influencia del proyecto que, al verse potencialmente afectados por éste, dan origen a la necesidad de elaborar el EsIA.

La selección también puede realizarse en base a criterios. Por ejemplo, en el medio biótico se deberían elegir aquellos factores que se encuentran en alguna categoría de conservación (en peligro de extinción, vulnerable, rareza, amenaza indeterminada, insuficientemente conocida), o que presenten atributos tales como (Gómez Orea, 1992): diversidad, complejidad, irreversibilidad, singularidad genética (endemismo, exclusividad), valor ecológico, valor individual (carácter epónimo, topónimo), insustituible, elevada madurez, continuidad de poblaciones o especies que deben conservarse, proximidad al clímax, naturalidad, significación para la zona, estabilidad, abundancia relativa (dentro y fuera del área), representatividad, proximidad al límite de su hábitat.

Además, los factores a seleccionar deben ser representativos del entorno afectado, relevantes, excluyentes, de fácil identificación en lo que se refiere al concepto y a su apreciación en los datos de campo o de fuentes documentales existentes, y en lo posible de fácil cuantificación.

Recolección de la información necesaria para cada uno de los factores o componentes ambientales seleccionados

La información requerida deberá contener datos cualitativos y/o cuantitativos de los factores o componentes ambientales seleccionados. En lo posible se busca determinar la magnitud del factor ambiental o de su indicador ambiental, dependiendo de si se trata de un:

- a) Factor cuantificable directamente. Por ejemplo: temperatura, pH del suelo, productividad agrícola, caudal de ríos, oxígeno disuelto en el agua, ruido, niveles de contaminación, erosión, empleo, renta, densidad de población, riesgo de accidentes, tamaño medio de parcelas de cultivo, etc.
- b) Factor cuantificable a través de un indicador. Por ejemplo: calidad del agua expresada por el oxígeno disuelto en ella, eutroficación expresada por la cantidad de nutrientes.
- c) Factor cualitativo. Por ejemplo: una formación vegetal, el paisaje.

Dado que un factor o componente ambiental cuantificable indirectamente puede tener varios indicadores, el profesional a cargo del estudio deberá seleccionar, en cada caso, el tipo y número de indicadores basándose en aspectos como: la naturaleza del proyecto; las características locales, comunales o regionales del medio donde se insertará el proyecto.

Así, ambientes únicos o muy sensibles deben ser descritos con mayor nivel de detalle a través de indicadores que permitan conocer en profundidad el área en cuestión y los posibles efectos del proyecto.

Una vez definidos los indicadores, la unidad de medida queda delimitada en forma automática.

En el anexo 2 se listan algunos indicadores de impacto para distintos factores o componentes ambientales. La lista no pretende ser exhaustiva, ya que le corresponde al evaluador seleccionar aquellos de mayor significancia para el proyecto en consideración.

Según la forma como se obtiene la información requerida, se tienen los siguientes tipos de datos:

- a) Primarios: Recolectados por prospección directa (en terreno) a través de monitoreos, involucrando muestreos de campo o toma de datos cada cierto tiempo según un plan establecido.
- b) Secundarios: Recogidos desde bibliografía y fuentes documentales existentes como encuestas, entrevistas, estadísticas históricas, registros meteorológicos, mapas topográficos, estudios geológicos, hidrológicos o edafológicos, estudios de la economía local. Se debe analizar la calidad de esta información y homogeneizar las escalas para permitir la comparación de distintas variables.
- c) Elaborados: Corresponde a información expresada en índices complejos que se obtienen por combinación de datos primarios mediante modelos matemáticos u otras formas. Ejemplos: índice de calidad del agua, clases agrológicas, riesgos de erosión.

En esta pauta se recomienda recolectar la información relativa a los factores o componentes ambientales de manera individual y no en unidades integradas del territorio o como subsistema. Las razones son las siguientes: el área de influencia del proyecto no siempre es la misma para todos los factores susceptibles de ser alterados; los parámetros o características de los factores, que son indicadores de su calidad o de su situación, son distintos; en el desarrollo de un proyecto específico no se afectan necesariamente todos los factores posibles.

Existen técnicas e instrumentos que facilitan la obtención de información y que garantizan la confiabilidad y posterior análisis de datos; algunas se adaptan mejor a determinados grupos de factores ambientales, por ejemplo:

- Los métodos de identificación y análisis de los procesos del suelo, que se agrupan en observaciones y mediciones directas, utilizan datos de teledetección, métodos paramétricos, fotografías aéreas, imágenes satelitales y de radar, muestreos de campo.
- Las técnicas de análisis de flora pueden corresponder a dos tipos:
 - Métodos fisionómicos: Describen la fisonomía y estructura de la vegetación de manera general, con el fin de caracterizar la comunidad. Lo que interesa es el tamaño, la forma de crecimiento y la densidad de plantas. Ejemplos son: los métodos que describen la

estratificación de la vegetación, el método de descripción estructural de Dansereau, el esquema de Fosberg-IBP.

- Métodos florísticos: Describen la flora en su totalidad para conocer la composición y abundancia de especies. Requieren de la identificación de todas las especies y del diseño de muestreos más o menos complicados (p.e., cuadrante, porcentaje de cobertura).
- 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 huellas, fecas, nidos llamadas, 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.
- Métodos para medir la calidad del paisaje: pueden ser directos, indirectos o mixtos.
- Para un análisis social se emplean datos primarios y/o secundarios. Entre las técnicas de recolección y análisis de los datos primarios cuantitativos están las encuestas estructuradas con base probabilística y los análisis estadísticos. Para los datos cualitativos primarios se cuenta con técnicas que permiten el conocimiento de las relaciones sociales y económicas que establecen los habitantes al estructurar un sistema productivo; se conoce el valor que ellos asignan a los atributos ambientales de la zona y su disposición a los cambios (p.e., traslado físico). Las técnicas más usadas son la Delphi (prioriza y califica variables discretas), el Focus Group, la Observación Participante, las Entrevistas. Los datos secundarios utilizan instrumentos como el Censo, la ficha CASEN y la ficha CAS u otras fuentes de carácter más regional o local.

Los datos cuantitativos que fuese posible obtener en relación a cada uno de los factores o componentes ambientales seleccionados, esto es, las magnitudes de la calidad de los factores o de sus indicadores —expresadas en las unidades propias y por lo tanto, no comparables— se pueden ordenar de la forma como lo muestra el cuadro 5-3.

Subsistema	Factor Ambiental	Indicador	Unidad de Medida	Magnitud Incommensurable
Medio Físico				
Medio Biótico				
Medio Socioeconóm.				
Medio Construido				
Patrimonio Cultural				
Paisaje				
Areas de Riesgo				

Cuadro 5-3: Presentación de la información cuantitativa de cada factor o componente ambiental, medida de manera directa o a través de un indicador.

Transformación de la información sobre el estado actual de cada factor en índices conmensurables

Se determina la calidad ambiental de los factores en la situación actual (preoperacional del proyecto) o, eventualmente, en la situación futura “sin” proyecto.

Esta información será utilizada en la etapa de valoración de impactos para compararla con la calidad ambiental que presente ese mismo factor como resultado de los efectos que generen las acciones del proyecto sobre él, y determinar por diferencia el impacto neto del factor.

Para llevar a cabo esta actividad se recurre a las funciones de transformación, cuya aplicación se explica en la etapa de valoración del impacto.

C. RELACIONES ENTRE ACCIONES Y FACTORES AMBIENTALES

1) Matriz de interacción causa-efecto

Una vez identificadas las acciones físicas para cada etapa del proyecto (“i” acciones) y los factores o componentes ambientales susceptibles de recibir impacto (“j” factores), se analizan las características y parámetros que confieren importancia a estos factores y se

establece qué acciones inciden sobre cada uno de ellos y de qué manera. Así, quedan identificados los posibles efectos⁸ del proyecto sobre el medio ambiente.

Esta información se ordena gráficamente en la matriz de interacción causa-efecto, que corresponde a un cuadro de doble entrada en cuyas columnas se disponen las etapas y las “i” acciones del proyecto, en las filas los “j” factores ambientales ordenados de acuerdo al subsistema a que pertenecen y, en la interacción de ambos, los efectos “ij”, los cuales se representan con una letra “E” (cuadro 5-4).

		PROYECTO													
		Etapas		Planificación			Construcción			Operación			Cierre y Abandono		
M E D I O A M B I E N T E	Factores del Medio Ambiente	Acciones Factores													
	Medio Físico				E										
	Medio Biótico					E									
	Medio Socioecon.									E					
	Medio Construido														
	Patrimonio Cultural														
	Paisaje						E								

Cuadro 5-4: Matriz de interacción causa-efecto.

En esta pauta no se entrega una matriz de interacción causa-efecto tipo, con acciones y factores ambientales generales para cualquier proyecto silvoagropecuario, debido a que cada entorno rural y proyecto de esta naturaleza tiene sus factores y acciones específicas.

Sin embargo, considerando que hay acciones comunes para distintos proyectos o actividades del sector silvoagropecuario y que los factores o componentes ambientales susceptibles de

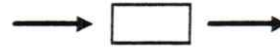
⁸ En rigor, los términos “efecto” e “impacto” no se deben usar indistintamente debido a que “efecto” se refiere a la modificación de un factor ambiental, e “impacto” a la valoración del efecto, a su interpretación en términos de salud y bienestar humano.

En esta tesis ambos términos se emplean de acuerdo a lo anterior. Sin embargo, se debe tener presente que en el Reglamento del SEIA esta distinción no es tan clara.

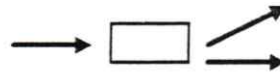
ser afectados se repiten en la mayoría de las situaciones, el cuadro 5-9 sobre problemas ambientales del espacio rural sirve de referencia para establecer la relación causa-efecto, esto es, la identificación de los posibles efectos ambientales de un proyecto de esta naturaleza.

Al momento de establecer las relaciones causa-efecto se debe tener presente que se puede estar frente a una de las siguientes “relaciones de causalidad” (Rodrigo, comunicación personal, 1997):

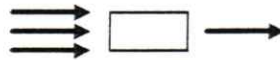
a) Causa simple genera efecto simple



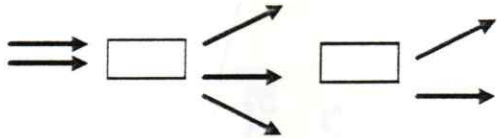
b) Causa simple genera efectos múltiples



c) Causas múltiples generan efecto simple



d) Causas múltiples generan efectos concatenados



En la práctica, es poco común que se den relaciones causa-efecto del tipo simple-simple.

2) Selección de efectos

Se deben seleccionar los efectos “ij” más importantes, los que se ordenan como se muestra en el cuadro 5-6. De acuerdo al Reglamento y a la normativa ambiental pertinente, estos corresponden a los efectos adversos o alteraciones significativas sobre los recursos naturales, los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, el valor paisajístico o turístico de una zona, el patrimonio cultural. También se debiera seleccionar los efectos positivos significativos.

Etapa II

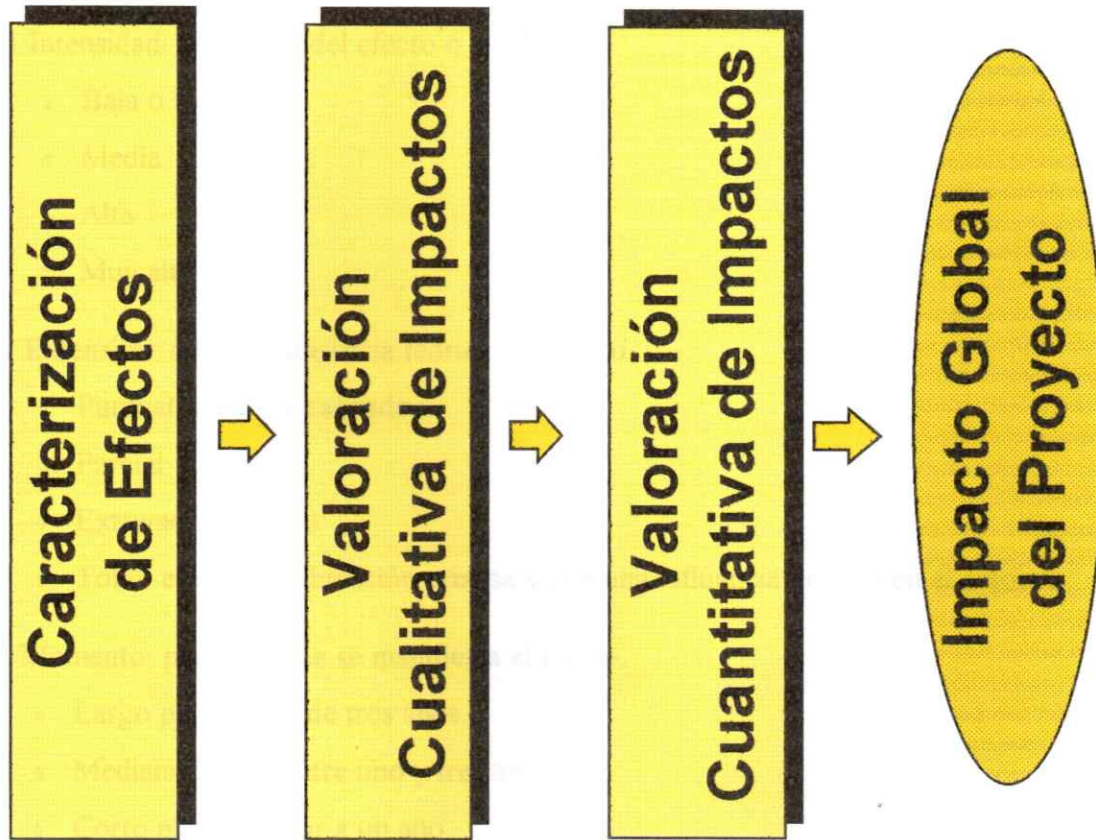


Figura 5-4: Etapa II, de Valoración de Impactos.

ETAPA II. VALORACIÓN DE IMPACTOS

A. CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS

Los efectos generados de cada interacción acción-factor ambiental, seleccionados, se deben caracterizar de acuerdo a los siguientes criterios o atributos cualitativos de impacto:

- a) Carácter:
 - ◊ Positivo (+)
 - ◊ Negativo (-)
 - ◊ Previsible pero difícil de determinar (x)

- b) Intensidad: severidad del efecto o alteración.
 - ◊ Baja o mínima
 - ◊ Media
 - ◊ Alta
 - ◊ Muy alta

- c) Extensión: área de influencia teórica del efecto.
 - ◊ Puntual: efecto localizado
 - ◊ Parcial
 - ◊ Extremo o extenso
 - ◊ Total: efecto sin ubicación precisa y con una influencia general en el entorno.

- d) Momento: plazo en que se manifiesta el efecto.
 - ◊ Largo plazo: más de tres años.
 - ◊ Mediano plazo: entre uno y tres años.
 - ◊ Corto plazo: menor a un año
 - ◊ Inmediato: el efecto comienza al mismo tiempo que la acción que lo genera.

- e) Persistencia: tiempo de duración del efecto.
 - ◊ Fugaz: menor a un año.
 - ◊ Temporal: entre uno y tres años.
 - ◊ Pertinaz o larga: entre cuatro y diez años.
 - ◊ Permanente: mayor a diez años.

f) Reversibilidad

- ◊ Reversible en el corto plazo: menor a un año.
- ◊ Reversible en el mediano plazo: entre uno y tres años.
- ◊ Reversible en el largo plazo: más de tres años.
- ◊ Irreversible: imposibilidad de recuperación por medio naturales.

g) Certidumbre o probabilidad de ocurrencia

- ◊ Poco probable
- ◊ Probable
- ◊ Muy probable
- ◊ Cierto

B. VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO

Corresponde a la calificación de los efectos “ij” de acuerdo a los atributos cualitativos establecidos anteriormente.

Se establecen cuatro categorías discretas para todos los atributos de acuerdo a una escala de puntuación que toma valores desde mayor que cero hasta uno. Cada una de las categorías representa alguna forma de los atributos. Los rangos de cada categoría se presentan en el cuadro 5-5.

Categoría	Rango	Intensidad (I)	Extensión (E)	Momento (M)
1	$> 0 \text{ y } \leq 0,25$	Baja o mínima	Puntual	Largo plazo
2	$> 0,25 \text{ y } \leq 0,50$	Media	Parcial	Mediano plazo
3	$> 0,50 \text{ y } \leq 0,75$	Alta	Extremo	Corto plazo
4	$> 0,75 \text{ y } \leq 1,0$	Muy alta	Total	Inmediato
Categoría	Rango	Persistencia (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad (R)
1	$> 0 \text{ y } \leq 0,25$	Fugaz	Poco probable	Reversible corto plazo
2	$> 0,25 \text{ y } \leq 0,50$	Temporal	Probable	Reversible mediano plazo
3	$> 0,50 \text{ y } \leq 0,75$	Pertinaz o larga	Muy probable	Reversible largo plazo
4	$> 0,75 \text{ y } \leq 1,0$	Permanente	Cierto	Irreversible

Cuadro 5-5: Escala de puntuación según las categorías de los distintos atributos cualitativos de impacto.

Luego cada atributo cualitativo del efecto “ij” se ubica dentro de una categoría y se le asigna el puntaje correspondiente.

En base a esto se construye una matriz de calificación de efectos (cuadro 5-6), cuyos componentes se ordenan como sigue:

- En filas se disponen los efectos “ij” que fueron seleccionados por su importancia.
- En columnas van los atributos cualitativos de impacto.

Efectos	Atributos Cualitativos de Impacto							Valor de Calificación
	Carácter	Intensidad (I)	Extensión (E)	Momento (M)	Persistencia (P)	Certidum. (C)	Reversibil. (R)	
Efecto 1.1		0,5	0,3	0,7	0,8	1,0	0,2	0,58
⋮								
Efecto 2.1		0,2	0,8	0,6	0,5	0,3	0,5	0,48
⋮								
Efecto ij								

Cuadro 5-6: Matriz de calificación de efectos.

La suma de los puntajes individuales asignados a cada uno de los atributos del efecto “ij” permite obtener el valor de calificación del impacto (V_{ij}) para dicho efecto, mediante la siguiente expresión:

$$V_{ij} = \frac{\text{Suma de los puntajes de los atributos}}{\text{Valor de suma máximo para un efecto}} = \frac{(I + E + M + P + C + R)}{6}$$

Donde: V_{ij} = valor de calificación del impacto generado por la acción “i” sobre el factor ambiental “j”.

I, E, M, P, C, R = corresponden a los puntajes de los atributos de intensidad, extensión, momento, persistencia, certidumbre y reversibilidad, respectivamente.

Así, de la matriz de calificación de efectos se puede extraer la siguiente información:

- 1) Factores que se impactan en mayor o menor medida, a través de la suma de los valores de calificación presentados por los distintos efectos sobre un factor ambiental “j”.
- 2) Acciones más o menos agresivas, sumando los valores de calificación de aquellos efectos generados por una acción “i”.

- 3) Valor de calificación para cada efecto (V_{ij}), dato que posteriormente se utilizará en el cálculo del impacto global.

C. VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS

Pasa por cuatro fases:

- 1) Predicción de la magnitud de cada impacto en unidades heterogéneas, inconmensurables.
- 2) Transformación de esos valores en unidades homogéneas de impacto ambiental, comparables.
- 3) Suma de los impactos parciales para obtener un valor de impacto total.
- 4) Análisis del impacto ambiental global del proyecto sobre el medio ambiente.

1) Predicción de la magnitud de cada impacto en unidades inconmensurables

Predecir la magnitud del impacto equivale a medir la cantidad del factor o componente ambiental alterado o de su indicador.

Formas de expresar la magnitud del impacto

De acuerdo a la naturaleza de los factores o componentes ambientales –cuantificables directamente, cuantificables a través de un indicador, cualitativos– es la forma en que puede expresarse la magnitud del impacto sobre cada uno de ellos. De este modo:

- a) Para aquellos factores ambientales que en la situación preoperacional del proyecto se cuantificaron directa e indirectamente, se predice la magnitud del impacto de cada uno de los efectos “ ij ” generados por las acciones “ i ” sobre ese factor “ j ”, es decir, se predice la cantidad del factor o indicador alterado, según sea el caso.

b) Para factores y efectos cualitativos de carácter subjetivo, el impacto se puede expresar como porcentaje de pérdida o ganancia de calidad sobre la calidad "sin" proyecto, o bien, a través de escalas ordinales o de puntuación establecidas en base a análisis de preferencias o en base a criterios objetivos. Por ejemplo:

- La pérdida de ocupación de una formación vegetal se puede determinar ponderando la superficie destruida por el índice de calidad de esa formación.

Este índice se deduce de ciertas características o criterios objetivos, tales como: singularidad, diversidad, complejidad, irreversibilidad, singularidad genética (endemismo, exclusividad), valor ecológico, valor individual (carácter epónimo, topónimo), vulnerabilidad de una especie, rareza (carácter relictico o raro en una región), peligro para la subsistencia y conservación en buen estado sanitario, insustituible, elevada madurez, continuidad de poblaciones o especies que deben conservarse, proximidad al clímax, naturalidad, significación para la zona, estabilidad, abundancia relativa (dentro y fuera del área), representatividad, proximidad al límite de su hábitat. El valor del índice de calidad del factor aumenta en la medida que se presentan estos criterios.

- El deterioro de la calidad del paisaje se puede determinar multiplicando la superficie de la cuenca visual por un índice que represente la pérdida de valor de las unidades de paisaje. Este índice se obtiene mediante un análisis de preferencias.

Instrumentos de predicción de la magnitud del impacto

No existe un método de predicción que se pueda utilizar en todas las situaciones de impacto. Sin embargo, algunos se ajustan mejor a cierto tipo de problemas y factores ambientales.

La selección del método dependerá de:

- Los recursos disponibles (tiempo, dinero, información).
- La naturaleza del proyecto (tipo)
- Los efectos previamente establecidos, su importancia para la salud y bienestar de la población.

- La diversidad y características de los ecosistemas y ambientes involucrados, con sus distintos componentes.

Regla para la elección: usar el método que por menores costos económicos, tiempo y mayor simpleza, satisfaga las necesidades proyectadas.

Entre los instrumentos disponibles para la predicción de la magnitud del impacto están: los modelos matemáticos, los modelos físicos, la experimentación, los datos históricos, el juicio de expertos.

En la práctica, la predicción se realiza a través de un proceso cíclico y combinado entre los distintos instrumentos. De este modo:

- 1) Los modelos matemáticos se usan para predecir la magnitud del impacto sobre factores como: agua, aire, suelo, vegetación, fauna.

Se debe considerar que la aplicación de los modelos matemáticos debe pasar por las siguientes fases: desarrollo, calibración, aplicación y análisis de sensibilidad.

Ejemplos de estos modelos se presentan en el anexo 3.

- 2) Los modelos físicos se usan en la predicción del transporte de contaminantes en el agua y aire bajo condiciones complejas donde otros modelos no son confiables.
- 3) Los datos históricos se usan como base de predicción donde existe mucha información y otros métodos menos factibles. Por ejemplo, riesgos de trabajo por exposición a productos químicos tóxicos. Generalmente se complementan con el juicio de expertos.
- 4) El juicio de expertos se usa en conjunto con otros tipos de métodos de predicción o donde otras técnicas no son factibles. Prestan utilidad cuando la predicción es compleja, como ocurre en la contaminación del suelo por la disposición de residuos sólidos.

Cualquiera sean los instrumentos escogidos, se debe realizar un análisis crítico de los datos a utilizar, tanto primarios como secundarios, y de los resultados obtenidos.

2) Transformación de las unidades heterogéneas de magnitud de impacto a unidades conmensurables de calidad ambiental

Funciones de transformación

Hasta este punto del estudio se cuenta con:

- Datos de la magnitud o calidad de los factores ambientales o de sus indicadores en la situación “sin” proyecto.
- Predicciones de la magnitud o calidad de esos mismos factores como resultado de los efectos producidos en la situación “con” proyecto.

Ambos tipos de magnitudes están expresados en las unidades de medida propias de cada factor o indicador, lo que impide hacer comparaciones. Para superar este problema se utilizará la técnica de funciones de transformación, la cual relaciona la magnitud de cada factor o su correspondiente indicador, expresada en la unidad de medida propia de éste, con su calidad ambiental (CA), expresada en unidades de calidad ambiental.

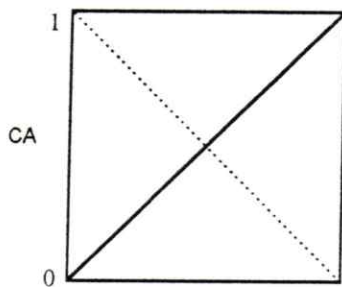
La relación se representa en un sistema de coordenadas. En las ordenadas se sitúa la calidad ambiental estandarizada (valores entre 0 y 1), y en la abcisa la magnitud del factor o indicador ambiental.

En esta pauta se trabaja con valores absolutos de calidad ambiental, aunque también se pueden usar las variaciones de calidad ambiental entre la situación “con” y “sin” proyecto.

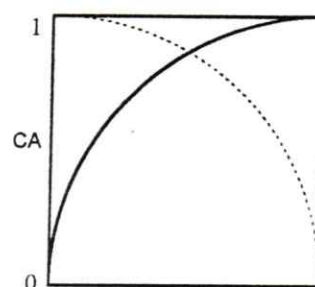
La figura 5-5 muestra los tipos básicos de funciones de transformación, los que se pueden dibujar con tramos rectos o curvos.

Se usarán las funciones de transformación disponibles, realizando los ajustes correspondientes. De no contar con la función para transformar la magnitud de un determinado factor o efecto, se deberá construir la función de acuerdo al método propuesto por Gómez Orea (1992):

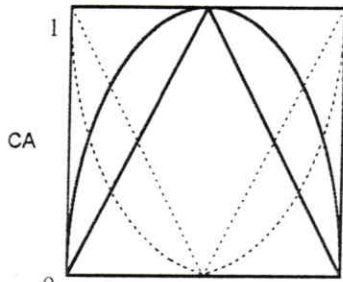
- a) Recabar información que relacione el factor considerado con la calidad ambiental. Para ello considerar los criterios aceptados por la comunidad científica o expertos en el tema, la legislación aplicable y las preferencias sociales en la materia.



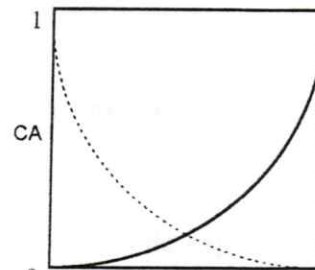
La CA es proporcional a la magnitud del factor.
 Directa: vegetación natural.
 Inversa: especies dañinas.



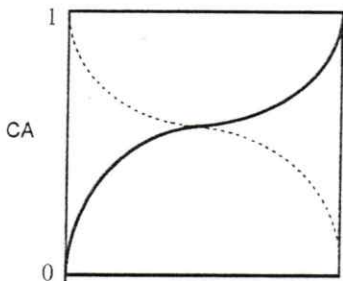
La CA crece rápidamente cuando la magnitud es baja y lentamente cuando es alta, y a la inversa.
 Directa: suelo agrícola productivo, olores.
 Inversa: pérdida de agua en cuencas, erosión de suelo.



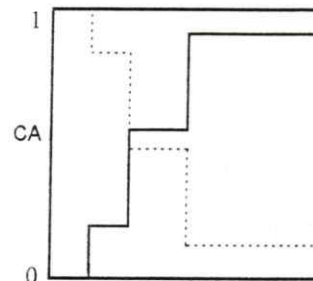
Valores máximos de CA se dan para valores intermedios de M, pudiendo ser CA proporcional o no a M.
 Directa: temperatura y pH del agua



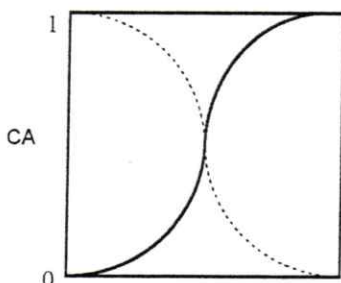
La CA crece lentamente cuando M es baja y más que proporcionalmente cuando M es alta, y a la inversa.
 Directa: complejidad de la vegetación.
 Inversa: efecto estético por variación nivel de agua en embalse.



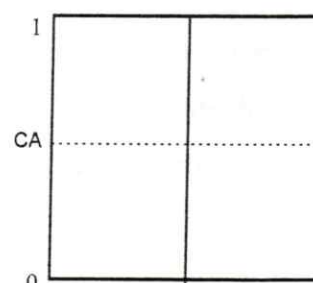
La CA se magnifica en los extremos y disminuye en los valores M intermedios del factor.
 Directa: rareza de elementos singulares del paisaje.
 Inversa: turbidez del agua.



La CA varía de manera discontinua al aumentar la magnitud del factor.
 Directa: valores históricos.
 Inversa: sólidos disueltos en agua.



La CA se magnifica para valores intermedios del factor y disminuye en los extremos.
 Directa: oxígeno disuelto en agua.
 Inversa: coliformes fecales.



La CA es aceptable o no aceptable a partir de un umbral de M, obien, CA es independiente de M.
 Ej.: sustancias tóxicas.

Figura 5-5: Formas básicas de las funciones de transformación y algunos ejemplos. (Conesa-Fdez., 1993; Gómez Orea, 1992).

- b) Seleccionar un panel de expertos, independientes cuando se trate de contribuir funciones básicas, y representativos de los grupos de interés social cuando se trate de ajustarlas a una zona concreta.
- c) Pedir a cada uno de los expertos que construya su propia gráfica teniendo en cuenta la información obtenida en la letra (a) y la formas básicas de las funciones.
- d) Construir las curvas ajustándolas a la opinión media del panel cuando existan fuertes discrepancias.
- e) En caso contrario, discutir conjunta o individualmente (tipo Delphi) para buscar la convergencia de criterios.
- f) Obtener los resultados finales o repetir el método con otro grupo de expertos, dando así mayor confiabilidad y credibilidad al resultado.

Dado que se está trabajando con valores absolutos de calidad ambiental, la función de transformación se aplica a cada factor ambiental en la situación “con” y “sin” proyecto.

Para calcular calidad ambiental de un factor en la situación “sin” proyecto, se llevan los datos de magnitud del indicador o factor ambiental recogidos en la fase preoperacional del proyecto y expresados en las unidades propias del indicador (última columna del cuadro 5-3), al eje de las abscisas de las correspondientes funciones de transformación, obteniendo en las ordenadas el valor de calidad ambiental (CA_{sin}).

La misma operación se realiza con las magnitudes inconmensurables de los distintos efectos que se producen sobre un factor ambiental en la situación “con” proyecto.

De este modo, por un lado se tiene el valor de calidad ambiental del factor en la situación “sin” proyecto (CA_{sin}), y por otro, los valores de calidad ambiental de los distintos efectos generados sobre ese mismo factor ambiental en la situación “con” proyecto (CA_{con}).

Ponderación de la magnitud del impacto para cada efecto

En esta fase se trabaja con las magnitudes de los distintos efectos “ij” generados sobre un factor “j” determinado, expresadas en unidades de calidad ambiental, es decir, con valores de calidad ambiental de la situación “con” proyecto (CA_{con}).

Cada uno de estos valores –que serán tantos como efectos haya sobre el factor “j”– se ponderan por su respectivo valor de calificación del impacto (V_{ij}), calculado en forma previa en la matriz de calificación de impacto (cuadro 5-6).

Al multiplicar el valor de calidad ambiental de cada uno de los efectos “ij”, causados por las distintas acciones “i” sobre el factor “j”, por su correspondiente valor de calificación (V_{ij}) se obtiene como resultado la calidad ambiental ponderada de cada efecto.

$$CA \text{ ponderada del efecto "ij"} = CA \text{ del efecto "ij"} * V_{ij}$$

Luego, se calcula la calidad ambiental total de cada factor o componente ambiental sumando las calidades ambientales ponderadas de los distintos efectos sobre cada uno de esos factores:

$$CA \text{ total del factor "j"} = \Sigma CA \text{ ponderada de los efectos "ij"}$$

Impacto Neto

Hasta aquí se tiene:

- CA del factor “j” en la situación “sin” proyecto (CA_{sin}).
- CA del factor “j” en la situación “con” proyecto (CA_{con}), resultado del procedimiento de cálculo desarrollado anteriormente.

De la diferencia entre ambos valores de calidad ambiental se obtiene el valor del impacto neto sobre el factor “j”, expresado en unidades homogéneas y por tanto comparables.

$$Impacto \text{ Neto sobre el factor "j"} = CA_{con} - CA_{sin}$$

Este valor de impacto neto sobre un factor “j” puede corresponder a una de las tres siguientes posibilidades:

- Impacto negativo, si la calidad ambiental disminuye ($CON-SIN < 0$).
- Impacto positivo, si la calidad ambiental aumenta ($CON-SIN > 0$).
- Impacto neutro, si la calidad ambiental se mantiene ($CON-SIN = 0$)

El cálculo de impacto neto se realiza para cada uno de los factores o componentes ambientales susceptibles de ser afectado por alguno de los efectos identificados, seleccionados y caracterizados. Los resultados obtenidos se trasladan a la matriz síntesis (cuadro 5-7).

3) Suma de los impactos parciales para obtener un valor de impacto global

Determinación de la importancia relativa de cada uno de los factores ambientales

Es necesario determinar la importancia relativa de cada uno de los factores o componentes ambientales en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente en el ámbito de referencia considerado, y por ende, para la calidad de vida de la población humana. Para ello, se atribuye a cada factor ambiental "j", un valor de importancia (I_j), que resulta de la distribución relativa de mil unidades de calidad ambiental asignadas al total de factores ambientales. Este valor también se traslada a la matriz síntesis (cuadro 5-7).

Este valor de importancia de los factores es independiente del proyecto sometido a evaluación, pero dependiente de las variables que influyen en la calidad de vida de la sociedad. Si bien estas variables cambian según el modelo de evaluación de la calidad de vida, la tendencia actual considera aquellas que se relacionan con aspectos como: nivel de renta o ingresos, nivel de información y conocimiento (cultura, educación, capacidad de captación, sensibilidad) y salud.

Existen métodos para ponderar los distintos factores ambientales. Por ejemplo, las consultas a paneles de expertos, a la comunidad o los agentes económicos mediante encuestas tipo Delphi.

Según Batelle, los valores de importancia de los factores no deberían variar de un proyecto a otro dentro de zonas geográficas y contextos socioeconómicos similares.

No obstante lo anterior, la asignación de los valores de importancia de los factores ambientales variará de acuerdo al caso concreto, y se efectuará según el método de cálculo escogido en la ocasión.

Impacto total de cada factor o componente ambiental

Una vez determinados los valores de importancia de cada uno de los factores o componentes ambientales, se procede a ponderar o multiplicar el valor de impacto neto de cada factor "j" por su correspondiente valor de importancia (I_j), obteniéndose el impacto total de ese factor.

$$\text{Impacto Total del factor "j"} = \text{Impacto Neto del factor "j"} * I_j$$

Impacto global del proyecto sobre el medio ambiente

De la suma de los impactos totales de los distintos factores ambientales se obtienen los impactos totales para cada subsistema y, finalmente, el impacto global del proyecto sobre el medio ambiente en que se insertará, cuyo valor en términos absolutos fluctuará entre ± 1.000 unidades de calidad ambiental, dado que los impactos netos parciales pueden ser positivos, negativos o neutros.

Los datos y resultados del proceso de cálculo de la etapa II de la metodología propuesta se presentan de un modo gráfico, resumido y sistemático en la matriz síntesis de valoración de impacto (cuadro 5-7), la cual facilita el manejo e interpretación de la información.

4) Análisis del impacto ambiental global del proyecto sobre el medio ambiente

El valor de impacto ambiental global del proyecto, obtenido anteriormente, tiene dos formas de expresarse:

- En términos absolutos, es decir, en unidades de calidad ambiental (CA).
- Como índice, calculado para las siguientes situaciones que consideran:
 - a) Los impactos negativos y positivos.
 - b) Sólo los impactos negativos.

Valoración Cuantitativa

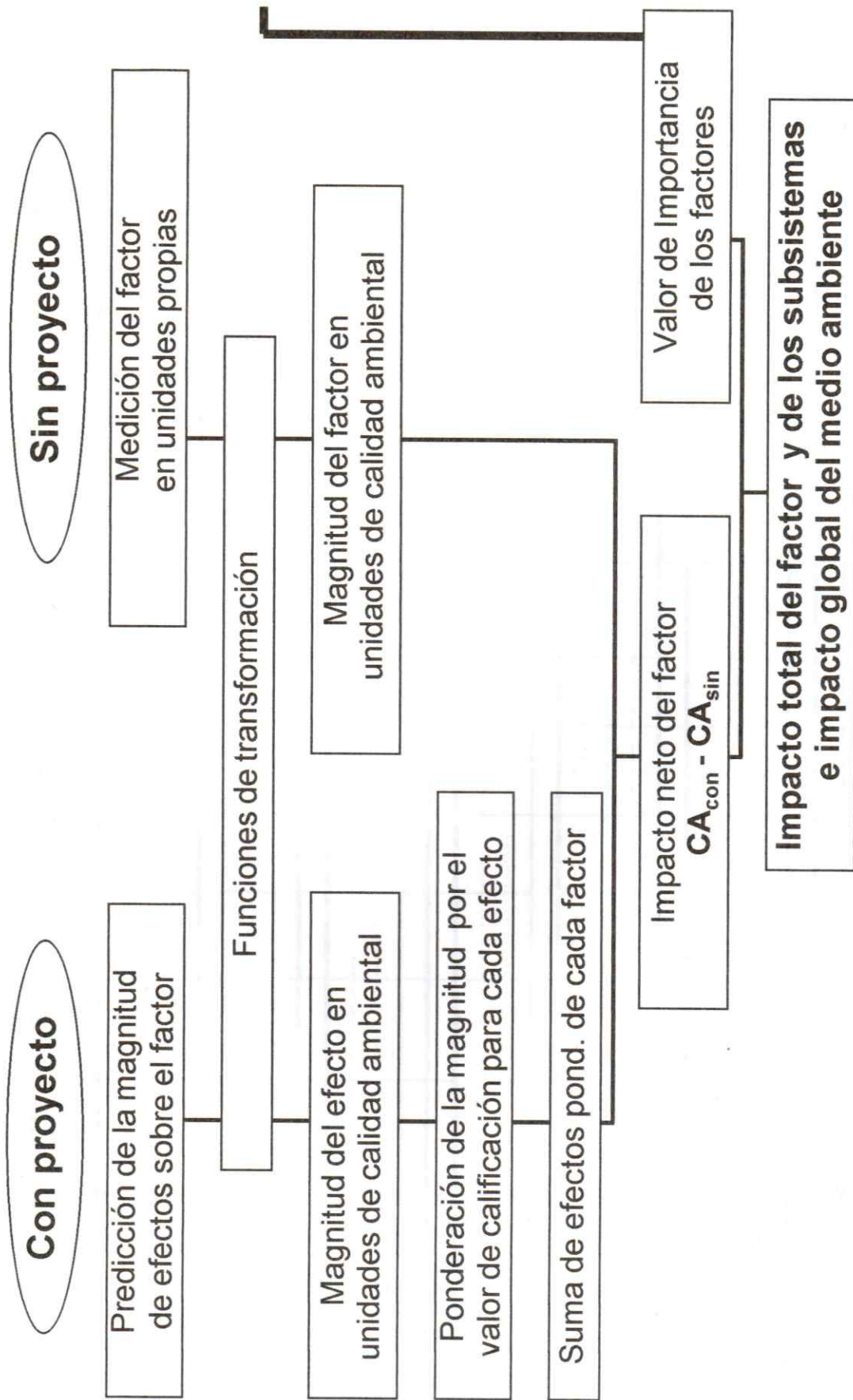


Figura 5-6: Procedimiento a seguir para la valoración cuantitativa de impactos ambientales.

(1) Efectos (Eij) * y Factores (Fi)	(2) Valor de Calificación (Vij)	(3) Indicador Ambiental	(4) Unidad de Medida	(5) Magnitud Incomms		(6) Magnitud Comms.		(7) CA ponderada por Vij	(8) Impacto Neto del Factor	(9) Valor Importancia del Factor (I)	(10) Impacto Total del Factor
				CON	SIN **	CA _{con}	CA _{sin}				
Efecto 11											
Efecto i 1											
Total factor 1											
Efecto 12											
Efecto i 2											
Total factor 2											
Total M. Físico											
Efecto 13											
Efecto i 3											
Total factor 3											
Total M. Biótico											
Efecto 14											
Efecto i 4											
Total factor 4											
Efecto 15											
Efecto i 5											
Total factor 5											
Total M. Socioecon.											
Efecto 16											
Efecto i 6											
Total factor 6											
Total P Cultural											
Total Medio Ambiente										1000	

* i = acción del proyecto; j = factor ambiental. ** Magnitud del factor en la situación "sin" proyecto, este valor viene de la última columna del cuadro 5-3.

Cuadro 5-7: Matriz Síntesis de Valoración de Impactos Ambientales.

Para establecer la correspondencia entre el índice y el valor absoluto de impacto ambiental global, se utilizan las funciones de las figuras 5-7 y 5-8, que en este caso se han definido como lineales, pero que podrían tener otra forma. Las ecuaciones de estas funciones son:

a) $y = 5 * 10^{-4} x + 0,5$

b) $y = 10^{-3} x$

Donde: y = índice de impacto global (valores entre 0 y 1)

x = impacto global absoluto (valores entre -1.000 y +1.000) CA.

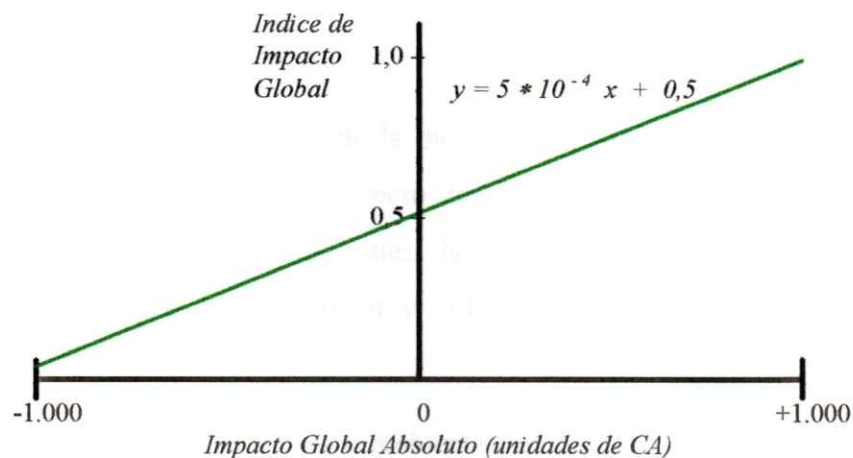


Figura 5-7: Función que relaciona el índice de impacto global y el impacto global absoluto para valores negativos y positivos.

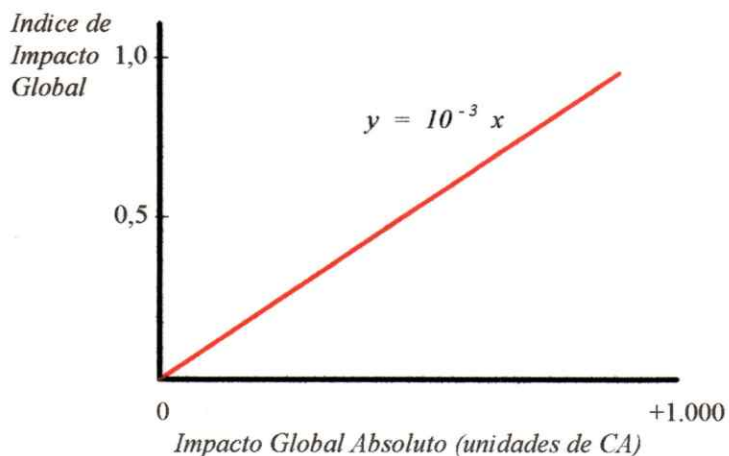


Figura 5-8: Función que relaciona el índice de impacto ambiental global y el impacto ambiental global absoluto para valores negativos solamente.

Luego, en base al valor de impacto ambiental global, expresado en términos absolutos o como índice, se puede establecer categorías de aceptación de impacto, en que mediante una decisión política se fije el valor máximo de impacto negativo aceptable para los proyectos que se van a instalar en esa zona geográfica o del territorio. Esta decisión política debe reflejar los antecedentes técnicos y los criterios de la sociedad.

Se debe contar con reglas claras para los agentes económicos que actúan en el mercado, las cuales se tienen que definir antes, con métodos objetivos, sobre todo dado que no existen normas de calidad ambiental para muchos aspectos del medio ambiente.

Como resultado de la aplicación de la metodología propuesta en esta pauta, el valor del impacto ambiental global del proyecto ha integrado: las predicciones cuantitativas y cualitativas de los efectos ambientales, la percepción y opinión de la comunidad que posiblemente será afectada, el juicio y criterio de los profesionales participantes en el estudio.

El análisis o evaluación del impacto ambiental del proyecto se ha abordado no sólo desde una perspectiva ecológica, sino también social, al considerar el juicio de valores que la sociedad emite o tiene con respecto al proyecto y su impacto.

Etapa III

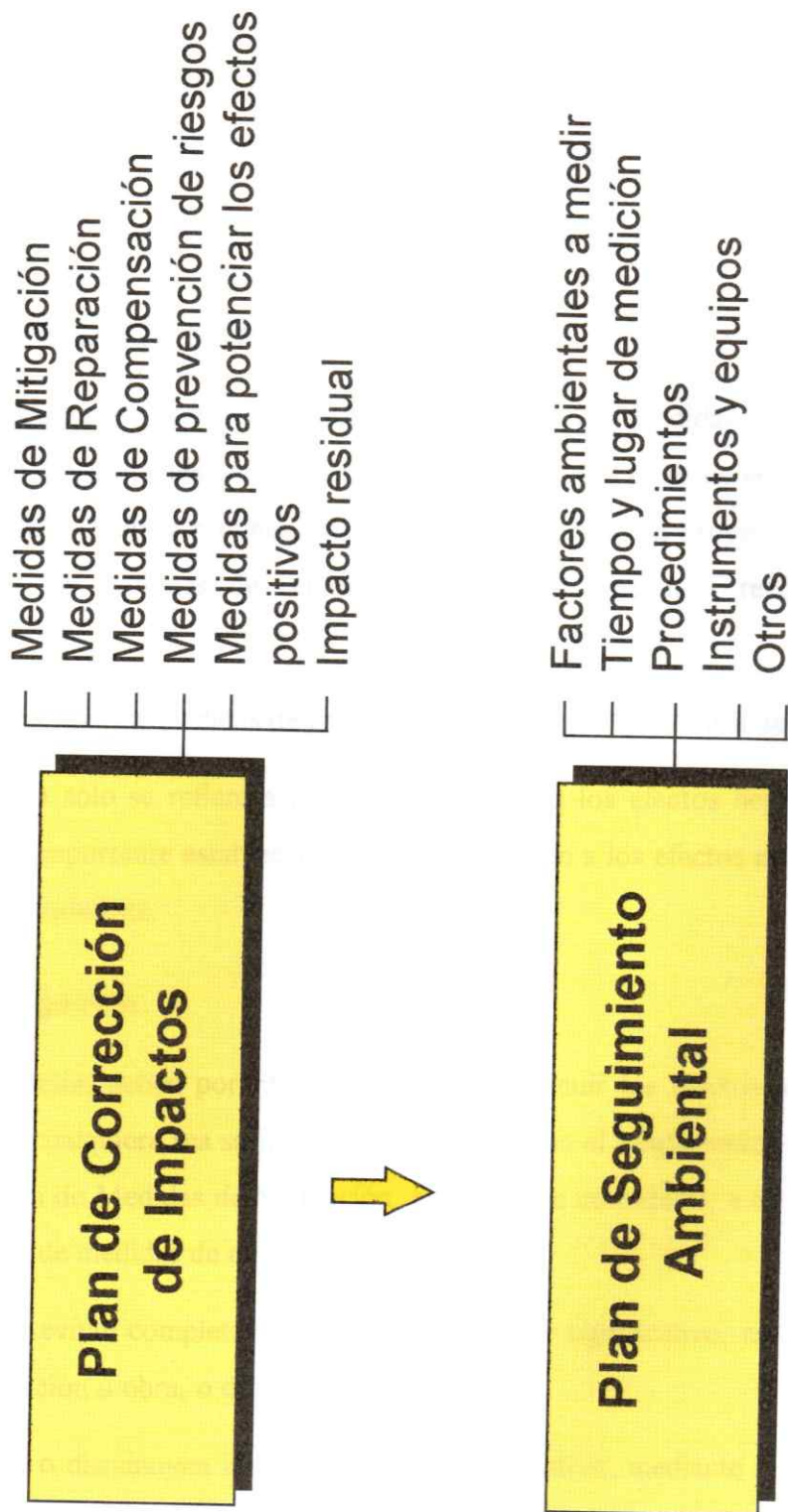


Figura 5-9: Etapa III, Planes de Corrección de Impactos y de Seguimiento Ambiental.

ETAPA III. PLANES DE CORRECCIÓN DE IMPACTOS Y DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) también debe contener un:

A. Plan de Corrección de Impactos.

B. Plan de Seguimiento Ambiental.

A. PLAN DE CORRECCIÓN DE IMPACTOS

El Plan de Corrección de Impactos corresponde al Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación mencionado en el Reglamento. En él se deben describir las medidas a adoptar para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad silvoagropecuaria y las acciones de reparación y/o compensación a realizar cuando corresponda.

También se deben describir las medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes.

Si bien el Reglamento sólo se refiere a medidas orientadas a los efectos negativos de un proyecto, también es importante establecer medidas en relación a los efectos positivos. Este aspecto se tratará más adelante.

1) Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución. Según el Reglamento (artículo 59) se expresan en un Plan de Medidas de Mitigación, el cual debe considerar, a lo menos, uno de los siguientes tipos de medidas de mitigación:

- 1) Las que impiden o evitan completamente el efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una acción u obra, o de alguna de sus partes.
- 2) Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la acción u obra, o de algunas de sus partes, o a través de la implementación de medidas específicas.

Los tipos de medidas de mitigación que se pueden incluir en el plan pueden corresponder a:

- a) Medidas de ingeniería. Por ejemplo, tratamiento de desechos, equipos de control.
- b) Medidas de manejo. Definen las condiciones de operación del proceso con el fin de que se ajusten a las situaciones ambientales.

En la selección de las medidas de mitigación de un proyecto de desarrollo se consideran aspectos como (Weitsenfeld, 1990):

- La naturaleza del proyecto, ya que las medidas de mitigación pueden ser específicas para ciertos tipos de desarrollo.
- La etapa de desarrollo del proyecto, debido a que algunas medidas sólo son factibles en etapas específicas.
- El clima y las condiciones físicas locales.
- El objetivo del proyecto. Las medidas deben permitir cumplir con dicho objetivo dentro del período requerido.
- Los factores social, cultural y político de la localidad, los cuales pueden afectar severamente la factibilidad de ciertos tipos de medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación pueden estar dirigidas u operar sobre:

1) La causa del impacto (acción del proyecto), para modificar a ésta o a su efecto. Por ejemplo:

- Filtros en los efluentes, decantadores para la captación de aguas de escorrentía que arrastran contaminantes, insonorizantes, etc.
- Medidas dirigidas a los procesos productivos.

2) Los factores o componentes del medio, que pueden comportarse como receptor del efecto, o bien, como agente transmisor o vector. A través de las medidas se persigue fortalecer a los factores ambientales, aumentar su capacidad de asimilación, favorecer los procesos naturales de regeneración o suavizar los efectos una vez producidos. Por ejemplo:

- Para factores que sirven de agente transmisor: orientación de edificios que favorezca la dispersión de contaminantes, disposición de residuos al resguardo de los vientos para evitar arrastres y dispersión de malos olores.
- Para factores que son receptores del efecto: aumento de la aireación y caudal de las aguas, tratamientos que fortalecen la vegetación.

Dependiendo del número de factores o efectos ambientales a los que se dirigen las medidas, éstas pueden ser:

- Medidas monovalentes, específicas de un sólo tipo de efecto.
- Medidas polivalentes, atienden a varios efectos a la vez. Este caso es el más común debido al carácter de interrelación de los factores ambientales (p.e., las medidas que protegen y conservan el suelo también cuidan la vegetación, las aguas, la fauna y el paisaje; la reforestación tiene efectos sobre el ruido, la erosión del suelo, el paisaje, la fauna, las aguas).

2) Medidas de reparación y/o restauración

Las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los factores o componentes del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser esto posible, restablecer sus propiedades básicas. Estas medidas se expresarán en un Plan de Medidas de Reparación y/o Restauración, según lo establece el Reglamento en su artículo 60.

3) Medidas de compensación

El fin de las medidas de compensación es producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado. Se expresan en un Plan de Medidas de Compensación (artículo 61 del Reglamento), el que incluirá el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o factores ambientales afectados por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad.

Debe entenderse que se trata de compensación ambiental y no económica, de lo contrario se puede prestar para confusión.

El Reglamento establece en su artículo 62 que tanto las medidas de reparación como de compensación se deben llevar a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos significativos, resultantes de la ejecución o modificación del proyecto o actividad, se presenten o generen.

4) Medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes

La finalidad de las medidas de prevención de riesgos es evitar que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio ambiente, y la de las medidas de control de accidentes es permitir la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal de un proyecto o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente (artículo 63 del Reglamento).

Estas medidas se deben proponer cuando de las actividades de predicción y evaluación del impacto ambiental –etapa II, de valoración del impacto– se deducen eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente.

Estas medidas tienen relación con la mejora de las condiciones de seguridad, la prevención de riesgos naturales, entre otras cosas.

5) Medidas dirigidas a potenciar efectos positivos

Es importante considerar la adopción de medidas dirigidas a mejorar los efectos positivos de un proyecto o sus acciones, o bien, a introducirlos cuando no los haya. Por ejemplo:

- Un embalse destinado al riego se puede utilizar para actividades recreativas, pesca o para combatir incendios.
- La aplicación de fango de aguas residuales en tierras agrícolas, previamente tratado, es una forma de reciclar el carbono y los nutrientes necesarios para los cultivos.

También se debieran definir medidas orientadas a aprovechar mejor las oportunidades que ofrece el medio natural para el mejor funcionamiento del proyecto (p.e., localizar un embalse en zonas donde el aporte de nutrientes sea escaso, evitando la eutroficación del mismo).

Se recomienda ser claro coherente y conciso en la presentación de las medidas de corrección. Se pueden usar fichas en las que se describa aspectos como: efecto al que se

dirige, medida de corrección (entendida como medida de mitigación, reparación o compensación, según corresponda), objetivo, eficacia, impacto residual, elementos de impacto de la propia medida, necesidad de mantenimiento, precauciones de seguimiento, entidad responsable de su gestión, momento de su inclusión, facilidad de ejecución y gestión, costos de ejecución y mantenimiento, prioridad.

6) Impacto Residual

A través de la evaluación del efecto de las medidas de mitigación sobre el medio ambiente, es posible identificar los “impactos residuales” que se tendrán como resultado de las distintas etapas del proyecto o actividad silvoagropecuaria, esto es, los impactos no factibles de eliminar.

El procedimiento para la cuantificación del impacto residual es el mismo aplicado en la valoración del impacto neto de cada factor producto de la ejecución del proyecto (situación “con”), y que se desarrolló en el punto C de la etapa II de esta pauta metodológica, con la diferencia que ahora se aplica a los valores de calidad del factor estimados para la situación “con medidas de mitigación”. De este modo, los pasos a seguir son los siguientes:

- 1) Predecir los efectos que las medidas de mitigación i' causarán sobre los factores ambientales j .
- 2) Establecer el valor de calificación para cada efecto $(V_{i'j})$, según la escala de puntuación definida para los atributos cualitativos de impacto (cuadro 5-5).
- 3) Predecir la magnitud del impacto en unidades inconmensurables, recurriendo a indicadores cuando corresponda.
- 4) Transformar la magnitud a unidades de calidad ambiental (CA) por medio de las funciones de transformación.
- 5) Ponderar los valores de calidad ambiental de cada efecto $i'j$ por su valor de calificación $(V_{i'j})$, y luego por sumatoria obtener la calidad ambiental ponderada del factor j .
- 6) Calcular el impacto neto del factor mediante la diferencia entre la calidad ambiental de la situación “con medidas de mitigación” y la calidad ambiental en la situación preoperacional (“sin” proyecto). Si el resultado es negativo, entonces se tiene un impacto

residual. Mediante la sumatoria de los impactos netos de los distintos factores se obtiene el impacto total para los subsistemas ambientales y, finalmente el impacto global para el medio ambiente.

Estos resultados también se ordenan y presentan gráficamente de la forma como lo muestra el cuadro 5-8.

(1) Efectos (Eij) * y Factores (Fj)	(2) Valor de Calificación (Vij)	(3) Indicador del Efecto	(4) Unidad de Medida	(5) Magnitud Incommensurable		(6) Magnitud commensurable		(7) CA ponderada por Vij	(8) Impacto Neto del Factor	(9) Valor de Importancia del Factor (I)	(10) Impacto Total del Factor y Residual
				CON	SIN	CA _{con}	CA _{sin}				
Efecto 11											
Efecto i 1											
Total factor 1											
Efecto 12											
Efecto i 2											
Total factor 2											
Total M. Físico											
Efecto 13											
Efecto i 3											
Total factor 3											
Total M. Biótico											
Efecto 1 4											
Efecto i 4											
Total factor 4											
Total M. Socioecon.											
Efecto 15											
Efecto i 5											
Total factor 5											
Total P Cultural											
Total Medio Ambiente										1000	

* i' = medida de corrección; j = factor ambiental.

Cuadro 5-8: Matriz de Corrección de Impactos.

B. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Plan de Seguimiento Ambiental de un proyecto o actividad tiene por finalidad asegurar que los factores o variables ambientales relevantes que dieron origen al EsIA evolucionen según lo establecido en el informe que forma parte de la evaluación respectiva (artículo 64 del Reglamento).

Este plan debe contener, cuando sea procedente:

- La definición de los factores ambientales que serán sujeto de medición y control.
- Los indicadores o parámetros que serán utilizados para caracterizar el estado y evolución de dichos factores. De acuerdo a los valores que tomen los indicadores podrá establecerse si existe la necesidad de aplicar medidas de corrección complementarias.
- La identificación de los sitios de medición y control.
- La frecuencia de las mediciones.
- Las características técnicas de los equipos e instrumentos.
- Los procedimientos y metodologías que se utilizarán para el funcionamiento de los equipos.
- Otros aspectos relevantes.

El Plan de Seguimiento Ambiental se elabora para ser aplicado durante las etapas de construcción, operación, y cierre y abandono del proyecto.

Este plan permite realizar una evaluación *ex-post*, una vez transcurrido un período razonable, para ver en qué medida se cumplen las predicciones y si es necesario adoptar nuevas medidas de corrección o curativas hacia el futuro.

El plan debe entenderse como un conjunto de criterios de carácter técnico que, en base a la predicción realizada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá a los organismos del Estado que participan en el SEIA fiscalizar de manera más eficaz y sistemática tanto el cumplimiento permanente de las normas y condiciones sobre las cuales se aprobó el EsIA como de las alteraciones de difícil previsión que pudieran aparecer.

Etapa IV

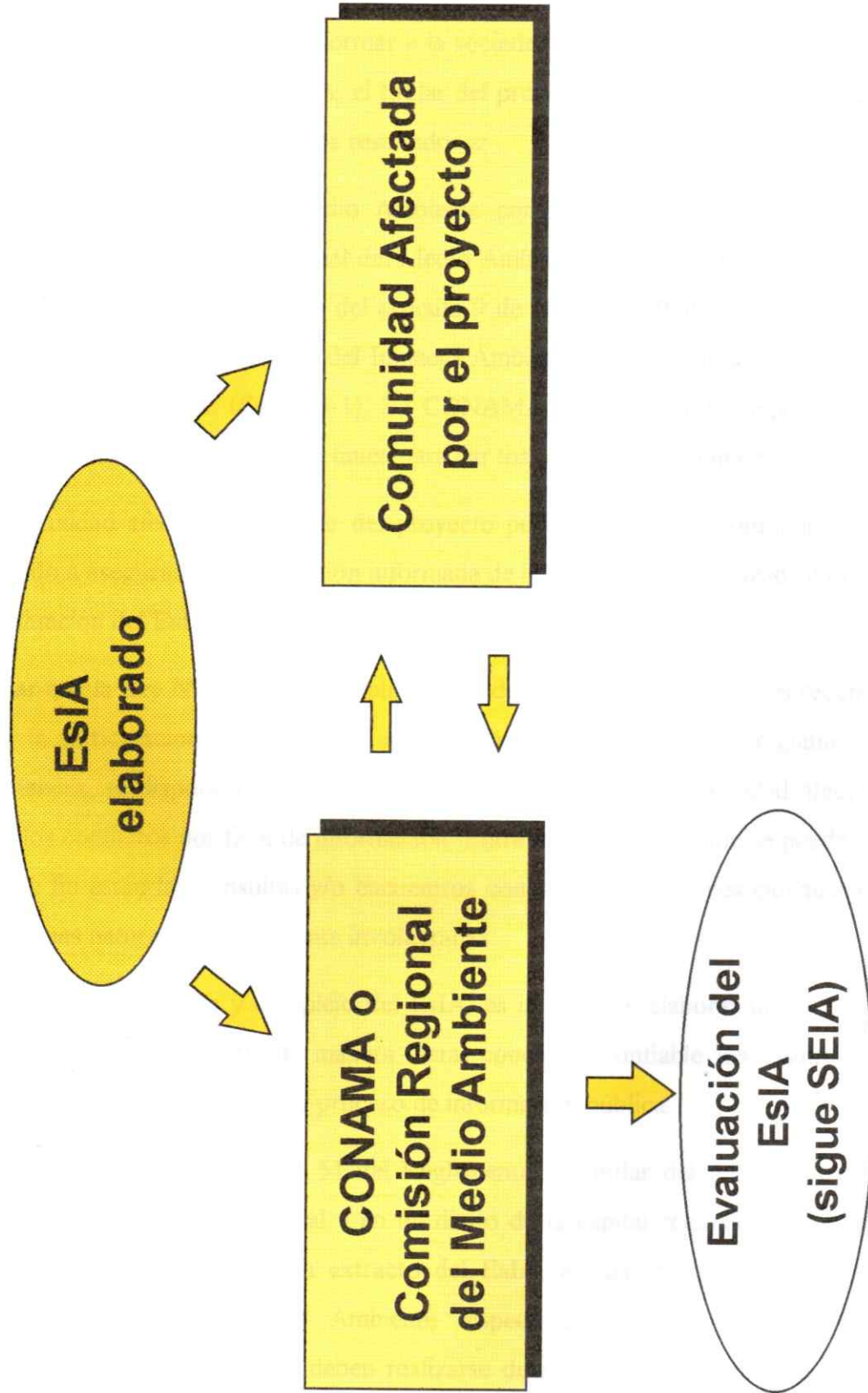


Figura 5-10: Etapa IV, Presentación del Estudio a CONAMA y Comunicación de Resultados a la Comunidad.

ETAPA IV. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO A CONAMA Y COMUNICACIÓN DE RESULTADOS A LA COMUNIDAD

El objetivo final de toda EIA es informar a la sociedad del costo ambiental de un proyecto. Por esto, una vez elaborado el EsIA, el titular del proyecto o actividad silvoagropecuaria, o su representante, debe comunicar los resultados a:

- a) La Comisión Regional del Medio Ambiente correspondiente, o bien, a la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), según lo dispuesto en los incisos segundo y tercero del artículo 9 de la Ley N°19.300. Con la presentación del EsIA se inicia la Evaluación del Impacto Ambiental y, de cumplir con los requisitos, se acoge a tramitación (figura 5-1). La CONAMA o la Comisión Regional del Medio Ambiente constituye la ventanilla única para dar los permisos ambientales.
- b) La comunidad afectada. El titular del proyecto puede definir un programa de acciones destinado a asegurar la participación informada de la comunidad organizada en el proceso de evaluación del EsIA presentado, cuando lo considere necesario.

A pesar que la Ley N°19.300 no lo obliga, para determinados proyectos es recomendable iniciar la participación ciudadana con anterioridad a esta etapa formal reglamentada. De esta manera, se dispone de más tiempo en la relación con la comunidad afectada y se evitan los conflictos por falta de información. Entre las actividades que se pueden realizar con este fin están las consultas y/o encuentros con las organizaciones ciudadanas o con las personas naturales directamente involucradas.

Dado el carácter amplio y complejo del EsIA, es importante elaborar un documento de síntesis capaz de transmitir de manera clara, concisa y confiable los resultados al no especialista, contribuyendo así al proceso de información pública.

Además, de acuerdo al artículo 51 del Reglamento, el titular del proyecto o actividad debe publicar en el Diario Oficial y en un diario de la capital regional o de circulación nacional, según sea el caso, un extracto del EsIA, el cual debe estar visado por la Comisión Regional de Medio Ambiente respectiva o por la CONAMA, según corresponda. Las publicaciones deben realizarse dentro de los diez días siguientes a la presentación del estudio.

SUBSISTEMA	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTROPICA
<p style="text-align: center;">B I O G E O E S T R U C T U R A*</p>	<p style="text-align: center;">RECURSO SUELO</p>	<p>A. Degradación física del suelo por:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Erosión (hídrica y eólica, formación de dunas) 2. Pérdida de estructura del suelo <p>B. Deterioro de la fertilidad del suelo por:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Salinización y/o componentes fitotóxicos (Na, B, As) 2. Acidificación 3. Disminución del contenido de nutrientes y materia orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas culturales en el sentido de la pendiente del terreno • Cultivos reiterativos en suelos no arables • Siembras anuales de cereales y cultivos chacareros en terrenos con pendiente > 3%, sin seguir curvas de nivel. • Sobreutilización de praderas y vegetación arbustiva (sobrepastoreo, sobretalajeo) • Tala rasa de vegetación • Remoción de cubierta vegetal • Incendios y quema forestales, de pastizales y/o rastrojos agrícolas • Pastoreo intensivo • Uso de maquinaria pesada y/o en época no adecuada • Preparación del suelo en profundidad y mezcla del mismo con frecuencia • Cultivos por tiempo prolongado • Falta de incorporación de materia orgánica • Uso de fertilizantes amoniacales • Baja cantidad y calidad del agua de riego • Vertidos de residuos industriales, de minas de sal • Uso de fertilizantes • Meteorización química • No drenar aguas superficiales en suelos de drenaje imperfecto • Precipitaciones ácidas húmedas (lluvia ácida) y secas • Incorporar materia orgánica de residuos vegetales ácidos o compuestos con N y S • Uso de fertilizantes amoniacales o a base de fosfatos • Cosechas sucesivas (cultivos intensivos) • Barbecho al descubierto • Rotaciones que no incluyen el establecimiento de praderas por unos años • No aplicación de estiércol voluminoso • Bajo retorno de residuos vegetales al suelo • Remoción de cubierta vegetal • Arar en profundidad, mezclando cubierta vegetal y subsuelo (efecto dilución) • Lixiviación • Erosión

*Biogeoestructura tiene componentes o factores ambientales que corresponden a lo que en el Reglamento se denomina Medio Físico y Medio Biótico.

Cuadro 5-9: Problemas ambientales del espacio rural.

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
<p style="text-align: center;">B I O G E O S T R U C T U R A</p>		<p>B. Deterioro de la fertilidad del suelo por: 4. Disminución de la actividad biológica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de pesticidas no específicos u otros compuestos químicos • Aplicación de fertilizante y estiércol con alto contenido de N amoniacal (p.e., sulfato, purines de cerdo) en suelos húmedos y de drenaje pobre. • Aplicación de fango de aguas residuales que contienen metales pesados
	<p>RECURSO SUELO</p>	<p>C. Contaminación del suelo agrícola por: 1. Contaminantes inorgánicos (Zn, Cu, Pb, Mo, As, SO_x, NO_x)</p> <p>2. Contaminantes orgánicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de pesticidas que tienen compuestos inorgánicos (Pb, Cu, As) en el i.a. en horticultura. • Aguas residuales de la industria • Aplicación de fango de aguas servidas sin tratar (Zn, Mo, Cr, Cu, Pb, Ni, Hg) • Aguas residuales domésticas • Deposición atmosférica (gases, material particulado) desde complejos minero industriales • Mayoría de los pesticidas (organoclorados, organofosforados) • Uso excesivo de fertilizantes y abonos nitrogenados • Desechos líquidos y sólidos de animales a pastoreo • Residuos del predio • Derrame de aceite, combustible, lubricantes • Solventes industriales • Aguas residuales industriales, domésticas • Aplicación al terreno de fango de aguas residuales no tratadas • Basura urbana depositada inadecuadamente en suelos agrícolas (escurrimiento de efluentes) • Vertederos abandonados (emanación de gases, percolación de líquidos, contaminación de aguas subterráneas)
		<p>D. Cambio de Uso del suelo sin considerar aptitud</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de suelos arables de alta productividad o interés silvoagropecuario por expansión urbana • Suelo agrícola ocupado por industrias, galpones, vertederos, plantas de tratamientos de aguas servidas, torres de alta tensión, ductos de combustible, plantas hidroeléctricas, carreteras, minas, cementerios, etc. • Cultivos en suelos con aptitud forestal o con bosques en protección

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST.	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
B I O G E O E S T R U C T U R A	RECURSO AIRE	<p>A. Contaminación del aire por:</p> <p>1. Gases</p> <p>2. Material particulado sedimentable (metales pesados frecuentes: Cu, Zn, Pb, Mo, As)</p> <p>3. Malos olores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quema, incendios • Emisiones de SO₂ de origen industrial (fundiciones de Cu), quema de combustibles fósiles o dendroenergéticos (plantas termoenergéticas) • Emisiones de NO₂ industriales • Material particulado (MP) de origen minero industrial (fundiciones) • Aguas residuales industriales, domésticas • Desechos líquidos y sólidos de ganado • Alimentos para animales descompuestos o en mal estado de conservación • Aplicaciones de pesticidas
	RECURSO FLORA	<p>A. Pérdida de vegetación</p> <p>B. Contaminación de la vegetación</p> <p>C. Sobreexplotación del recurso flora</p> <p>D. Disminución de especies vegetales nativas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incendios de montes y pastizales con acumulación de forraje seco y material leñoso • Quema de rastrojos y matorrales fuera de control • Extracción de leña y desmonte • Plagas nuevas introducidas (insectos, hongos) • Consumo selectivo de determinadas especies vegetales por el ganado • Comercio e intercambio de genética • Riego con aguas residuales no tratadas • Residuos de pesticidas que pueden tener un efecto tóxico • Deposition atmosférica de metales pesados provenientes de complejos minero industriales • Sobrepastoreo de praderas naturales • Tala indiscriminada de bosque nativo • Sustitución por áreas de cultivo, praderas, plantaciones forestales

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
B I O G E O E S T R U C T U R A	RECURSO FAUNA	A. Disminución de especies de fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión del horizonte silvoagropecuario y productivo en general • Competencia y desplazamiento por animales domésticos introducidos a áreas de matorrales o praderas naturales • Enfermedades de ganado doméstico • Introducción de especies domésticas • Predadores foráneos oportunistas: animales cimarrones (gatos y perros asilvestrados), coati, roedores <i>Rattus</i>, visón, etc. • Contaminación de agua, suelo, aire por industrias, minería, agricultura (pesticidas, contaminantes biológicos, metales pesados) • Caza y comercio ilegal de especies: caza deportiva, caza de subsistencia, caza comercial.
	BIODIVERSIDAD	A. Deterioro de la diversidad biológica terrestre y de aguas continentales	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en el uso de la tierra • Uniformidad en el uso de la tierra en grandes áreas • Contaminación de suelos y aguas • Mayor demanda y extracción de aguas • Sustitución de formaciones vegetales nativas • Urbanización de ambientes naturales con fines habitacionales o recreativos • Intensificación de la minería • Obras públicas y/o privadas de gran envergadura (sistemas de generación y transmisión de energía, vías de comunicación, obras de riego, otras) • Sustitución en agricultura de variedades y razas locales antiguas, genéticamente heterogéneas, por variedades modernas homogéneas y de amplia aceptación
	PAISAJE	A. Deterioro del paisaje (contaminación visual)	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de áridos y arcillas superficiales aplicables a la construcción • Escombros en terrenos agrícolas y áreas naturales • Basura urbana en espacios rurales • Animales muertos • Incendios y quemas no controladas • Tala rasa de bosques • Estructuras o mensajes en lugares inadecuados (propaganda visual en espacios naturales)

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
B I O G E O E S T R U C T U R A	CLIMA	A. Alteraciones climáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Silvicultura • Plantas hidroeléctricas • Obras de riego de gran envergadura
	OTROS	A. Pesticización	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación de cultivos inadecuada • Monocultivo • Aplicación de pesticidas que crean resistencia en plagas
		B. Desertificación	<ul style="list-style-type: none"> • Deforestación, extracción de leña • Sobrepastoreo y sobreutilización agrícola • Incendios forestales • Uso del suelo sin considerar su aptitud
			C. Aridización

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
<p style="text-align: center;">H I D R O E S T R U C T U R A*</p> <p style="text-align: center;">RECURSO AGUA</p>		<p>A. Contaminación de agua por:</p> <p>1. Desechos orgánicos</p>	<p><i>Domésticos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • aguas servidas de pueblos vertidas a cursos de agua sin tratar <p><i>De industrias:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desechos industriales que van a agua de riego o cursos de agua (industria papetera, de aserrío: sustancias tóxicas, aserrín, viruta) <p><i>Del predio:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Efluentes de ensilaje y residuos de alimento • Estiércol y purines de ganado confinado y a pastoreo • Pesticidas orgánicos que caen al agua durante la aplicación, preparación, lavado de equipo • Fertilizantes en exceso (principalmente amoniacales) • Baño de ovejas y medicamentos veterinarios • Agua de lavado de vegetales • Leche descartada y suero • Agua de lavado de corrales, sala de ordeña, criaderos de cerdos • Agua de lavado de plantas procesadoras de leche • Agua de lavado de mataderos • Combustibles y lubricantes de desecho, filtraciones y derrames
		<p>2. Minerales (metales pesados y otros compuestos tóxicos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades mineras circundantes a terrenos agrícolas, ríos, canales • Aguas residuales industriales eliminadas a cursos de agua • Depositación atmosférica desde complejos minero industriales • Fuentes domésticas
		<p>B. Diminución del agua disponible para la agricultura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mal manejo durante captación, conducción, distribución y aplicación del agua a cultivo y plantaciones • Manejo inadecuado de cuencas: acciones que conducen a procesos erosivos • Extracción y secamiento de fuentes de agua por industria, minería, plantas hidroeléctricas, urbanización • Extracción de agua mediante ductos • Baja capacidad de regulación de cursos de aguas debido a insuficiencia de embalses naturales y artificiales
		<p>C. Alteraciones en el flujo y calidad de cursos de agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentación de cauces y de obras de infraestructura productiva por falta de labores de limpieza, deforestación en la parte alta de cuencas • Actividades silvícolas que devastan la cobertura vegetal

*La hidroestructura involucra al recurso agua, el cual pertenece al Medio Físico señalado en el Reglamento. Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
H I D R O E S T R U C T U R A	RECURSO AGUA	D. Eutroficación acelerada de cuerpos hídricos	<p><i>Ingreso de nutrientes provenientes de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Descargas de aguas residuales domésticas no tratadas • Lixiviación de fosas sépticas • Lavado, arrastre, lixiviación de fertilizantes • Fosfatos derivados de detergentes • Piscicultura (alimentos, desechos metabólicos) <p><i>Transformación de cuerpos de agua de escurrimiento rápido en aguas apozadas (tranquilas):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Represas • Tranques • Otros

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
<p style="text-align: center;">T E C N O E S T R U C T U R A *</p> <p style="text-align: center;">INFRAESTRUCTURA</p>		<p>A. Redes de transporte y servicios</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desconexión de transporte y comunicación 2. Deterioro de infraestructura vial <p>B. Estructuras tecnológicas y prediales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Destrucción o deterioro de construcciones agrícolas 2. Gigantización de estructuras tecnológicas y prediales 3. Miniaturización de estructuras tecnológicas y prediales 4. Derrame de efluentes del ensilaje 5. Pérdidas del recurso hídrico 6. Desechos de animales en las estructuras de confinamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de caminos, vías férreas, puentes, rutas • Carencia o escasez de medios de comunicación (teléfono, fax, correo, radio, TV, revistas y periódicos, otros) • Erosión • Paso de transporte pesado y/o en exceso • Quema de neumáticos en caminos asfaltados <ul style="list-style-type: none"> • Incendios • Falta de labores de mantenimiento y/o reparación <ul style="list-style-type: none"> • Desarmonía en relación a la posición y tamaño de la cuenca y a la organización del espacio como medio ambiente humano • Falta de cercos, corrales, represas • Falta de recursos • Silos mal diseñados, difíciles de llenar, compactar y/o sellar • Insuficiencia de estructuras de captación de agua (bocatomas), de conducción (canales revestidos, canoas, sifones), de distribución (marcos partidores, compuertas, tubería, otros) • Filtraciones de agua en estructuras de almacenamiento • Ineficiencias o carencia de sistemas de recolección y/o almacenamiento de desechos
		<p>C. Equipos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Deterioro de maquinaria y equipo agrícola 2. Derrame de combustible y lubricantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso y mantención de maquinaria inadecuados • Fallas en maquinaria y equipos

* La tecnestructura corresponde a lo que en el Reglamento se denomina Medio Construido. Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
<p style="text-align: center;">T E C N O E S T R U C T U R A</p>		<p>A. Desubicación de los componentes estructurales del predio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de un plan ordenación y de diseño predial
	<p style="text-align: center;">E S T R U C T U R A E S P A C I A L</p>	<p>B. Deformación espacial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Subdivisión de la tierra por herencia, loteos, asentamientos humanos, incorporación de tecnologías viales, adquisición de otras propiedades
		<p>C. Fragmentación o división inconveniente del espacio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Subdivisión de la tierra en propiedades más pequeñas que no constituyen unidades viables para fines productivos, ecológicos y/o estéticos • Cercados que dividen artificialmente (tapias, pircas)
		<p>D. Concentración excesiva de población en un tiempo y lugar dados I. Atochamientos vehiculares</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia de vías expeditas y en buen estado • Falta de sincronización de semáforos • Insuficiencia de cajas en plazas de peajes

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTROPICA
	RECURSO CULTURAL**	<p>A. Alteración de elementos del patrimonio cultural nacional (monumentos; construcciones, sitios con valor antropológico, arqueológico, científico, o histórico o con carácter de singular)</p> <p>B. Alteración de sistemas de vida y costumbres de grupos humanos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones que implican remoción, destrucción, traslado, deterioro o modificación de elementos del patrimonio cultural • Proyectos, acciones, obras localizadas en lugares o sitios donde se realizan manifestaciones propias de la cultura folklora de un grupo humano
S O C I O E S T R U C T U R A *	POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS	<p>A. Problemas demográficos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disminución de la densidad poblacional (desplazamiento) 2. Desplazamiento de la población 3. Problema de estructura de edades de la población (pirámide inversa) 4. Alteraciones en la relación población activa/población inactiva <p>B. Riesgos a la salud y seguridad de la población humana</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Enfermedades contagiosas, parasitarias, otras (brucelosis, tuberculosis bovina, ántrax, cólera, etc.) 2. Enfermedades nerviosas 3. Enfermedades carenciales (desnutrición proteica) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de asentamientos humanos en ecosistemas aptos o donde se requiere población para el desarrollo del sistema • Migración en busca de nuevas y mejores oportunidades de trabajo • Migración por razones de estudio • Reasentamiento de comunidades humanas (migración involuntaria) • Migración de jóvenes a la ciudad • Desempleo, escasez de fuentes de trabajo • Consumo de alimentos (carne, vegetales) y/o agua contaminados • Contacto con animales enfermos • Aumento de las exigencias en rendimiento laboral, educacional, etc. • Dificultad de acceso a la naturaleza por las personas • Pérdida de las condiciones de ocio y recreación por escasez de espacios naturales adecuados para la recreación • Estilo de vida (acelerado, con múltiples actividades) • Hábitos de consumo • Bajo nivel de ingreso

* El subsistema socioestructura equivale al Medio Socioeconómico mencionado en el Reglamento.

**Para efectos de este trabajo, el término "cultural" comprenderá los aspectos históricos, científicos, educativos y culturales propiamente tal.

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

SUBSIST	FACTOR AMBIENTAL	PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSA ANTRÓPICA
S O C I O E S T R U C T U R A	P O B L A C I O N Y A C T I V I D A D E S E C O N Ó M I C A S	<p>B. Riesgos a la salud y seguridad de la población humana</p> <p>4. Efectos tóxicos de biocidas sobre trabajadores agrícolas y pobladores rurales</p> <p>5. Accidentes laborales en la actividad silvoagropecuaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulación y/o aplicación de agroquímicos sin adoptar las medidas de precaución • Caídas, cortes con elementos de vidrio o metal, etc.
		<p>C. Alteraciones en el sistema económico de la población</p> <p>1. Subutilización de subsidios estatales y otros beneficios</p> <p>2. Baja participación económica</p> <p>3. Depresión de actividades económicas existentes en el lugar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Administrativa, desinformación • Distribución

Problemas ambientales del espacio rural (continuación).

6. CONCLUSIONES

- La Evaluación del Impacto Ambiental es el principal instrumento de gestión ambiental que se ve potenciado con el Reglamento respectivo.
- En el sector silvoagropecuario numerosos proyectos tendrán que hacer el Estudio de Impacto Ambiental. De los cerca de 150 proyectos que se sometieron de manera voluntaria al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) entre 1990 y marzo de 1996, el 7% correspondió al sector silvoagropecuario. A futuro se espera que el número de estos sea como mínimo un 10% de un total de 1000 proyectos que se estima ingresarán al Sistema que ya es obligatorio, de los cuales el 40% correspondería a Estudios de Impacto Ambiental.
- Para una mayor eficacia en el logro de los objetivos de desarrollo sustentable para Chile, la Evaluación del Impacto Ambiental debe necesariamente complementarse con otros instrumentos de gestión ambiental, tales como el ordenamiento territorial, las normas de calidad ambiental y los planes de manejo de los recursos naturales, que actualmente presentan un bajo desarrollo en el modelo de gestión ambiental chilena.
- Existe una alta subjetividad y falta de métodos cuantitativos en las metodologías de evaluación de impacto ambiental disponibles, lo que muchas veces impide la posibilidad de contar con resultados objetivos que respondan a un fin, independiente de quien hace la evaluación.
- La "Pauta Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental de los Proyectos Silvoagropecuarios" constituye una opción para el empleo de métodos que permitan la cuantificación de impactos ambientales. Además, contempla la participación de los actores sociales en etapas anteriores al ingreso del estudio al SEIA.

- La pauta desarrollada en la presente tesis corresponde a una metodología pensada especialmente para proyectos silvoagropecuarios, pero que puede llegar a hacerse extensiva a otros sectores productivos.
- La pauta metodológica propuesta está planeada para lograr una mejor coordinación y articulación interdisciplinaria con otras profesiones que deben participar en los Estudios de Impacto Ambiental.
- Dado que la evaluación ambiental ha pasado a ser un complemento obligatorio de la evaluación técnico-financiera de los proyectos silvoagropecuarios, es imprescindible incorporar este tema a la malla curricular de las carreras relacionadas con este sector productivo, como son Agronomía e Ingeniería Forestal. Sólo así, los futuros profesionales del agro podrán integrar de manera holística los objetivos del desarrollo sustentable.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CA	Calidad Ambiental
CEQ	Consejo de Calidad Ambiental
CIREN	Centro de Información de Recursos Naturales
CNYRPAB	Departamento de Desarrollo y Planificación Regional del Estado de Nueva York
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
CONICYT	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DIRECTEMAR	Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante
DFL	Decreto con Fuerza de Ley
DL	Decreto Ley
DS	Decreto Supremo
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA	Agencia de Protección Ambiental
ES	Espacio Solución
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
FONDECYT	Fondo de Desarrollo de Ciencia y Tecnología
ha.	Hectárea
IA	Impacto Ambiental
IDCV	Índice de Desarrollo de las Condiciones de Vida Humana
IF	Índice de Fragilidad
IME-UC	Instituto de Mediciones Económicas Universidad Católica
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
INN	Instituto Nacional de Normalización
IREN	Instituto de Investigación de Recursos Naturales

JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
MOPU	Ministerio de Obras Públicas de España
NEPA	Acta Política Nacional Ambiental
Nch	Norma chilena
ODEPA	Oficinas de Estudios y Políticas Agrarias
p.e	Por ejemplo
PEMIAs	Programas Mínimos de Evaluación de Impacto Ambiental
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
SAG	Servicio Agrícola Ganadero
SEGPRES	Secretaria General de la Presidencia
SEIA	Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental
SNASPE	Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado

REFERENCIAS

1. ALHÉRITIÈRE, Dominique. 1983. La Evaluación de los Impactos en el Medio Ambiente y el Desarrollo Agrícola. FAO. Roma, Italia. 109 p.
2. ALTIERI, M. *et al.*, 1994. Agricultura Sustentable: Un Caso de Simulación para Chile. Impresora Gutemberg. Talca, Chile. 92 p.
3. BANCO MUNDIAL, Departamento del Medio Ambiente. 1991. Libro Consulta para Evaluación de Impacto Ambiental.
4. BISSET, R. 1987. Methods for Environmental Impact Assesment: A Selective Survery with Case Studies. *En:* Biswas, A.K. y A. Geping, eds. Environmental Impact Assesment por Developing Countries. Tycooly International, London.
5. CANTER W., Larry. 1986. General Concepts of EHIA. *En:* Seminario de Evaluación de Impacto Ambiental. Abril 1986, México.
6. CEPAL. 1991. Evaluaciones del Impacto Ambiental en América Latina y El Caribe. Publicaciones de las Naciones Unidas. Santiago, Chile. 232 p.
7. CHILDE V., Gordon. 1954. Los Orígenes de la Civilización. Breviario. Fondo de Cultura Económica. México. D. F.
8. CONAMA. 1994. Perfil Ambiental de Chile. Segunda Edición. Palma Impresos. Santiago, Chile. 569 p.
9. CONAMA y Agencia de Protección Ambiental USA. 1993. Principios de Evaluación de Impacto Ambiental. Alfabet Impresores. Santiago, Chile.
10. CONAMA. 1994. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Alfabet Impresores. Santiago, Chile.
11. CONAMA/BIRF. 1994. Proyecto de Instituciones del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 21 p.
12. CONESA FDEZ.-VITORA, V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 276 p.

13. COSCOLLA, Ramón. 1993. Residuos de Plaguicidas en Alimentos Vegetales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 205 p.
14. DOMÉNECH, Xavier. 1995. Química del Suelo: el Impacto de los Contaminantes. Miraguano Ediciones. Madrid, España. 190 p.
15. DUERY, Lilian. 1997. Manejo de Cuencas: Conaf y Expertos de Japón dan Solución a Procesos Erosivos. El Mercurio, Santiago, Chile, 23 de enero de 1997. Cuerpo C (En sección: Medio Ambiente y Desarrollo).
16. GASTÓ, Juan. 1978. Ecodesarrollo y Sociedad de Consumo. *Revista Universitaria* (1). Pontificia Universidad Católica de Chile.
17. GASTÓ, Juan, 1979. Seminarios sobre Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina.
18. GASTÓ, Juan. 1980. Ecología: el Hombre y la Transformación de la Naturaleza. Santiago, Chile, Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 573 p.
19. GASTÓ, Juan. 1983. Bases Ecológicas de la Transformación de la Agricultura. Sistemas en Agricultura IISA 8306. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
20. GASTÓ, Juan. 1996. Bases Ecológicas de la Política Ambiental. *En*: Seminarios Regionales: La Función del Municipio en el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (1996, Chile). División de Organizaciones Sociales - D.O.S., Ministerio Secretaría General de Gobierno, Chile. pp. 13-58.
21. GASTÓ, Juan. 1996. Manual de Ordenamiento Territorial (manuscrito, documento en proceso). Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
22. GASTÓ, J., R. ARMIJO y R. NAVA. 1984. Bases Heurísticas del Diseño Predial. *Sistemas en Agricultura*, 84-07. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

23. GASTÓ, J., F. COSIO y D. PANARIO. 1993. Clasificación de Ecorregiones y Determinación de Sitio y Condición. Ediciones Red de Pastizales Andinos (REPAAN). Quito, Ecuador. 254 p.
24. GASTÓ, J., C. GONZÁLEZ y P. RODRIGO. 1993. Bases para la Planificación y Desarrollo de Ecosistemas Prediales. *Ciencia e Investigación Agraria*, 20 (3): 149-159.
25. GASTÓ, J., J. E. GUERRERO y F. VICENTE. 1994. Bases Ecológicas de los Estilos de Agricultura y del Uso Múltiple. *En: Curso Hacia un Nuevo Sistema Rural*. Universidad Antonio Machado. Baeza, Jaen. España.
26. GASTÓ, J y P. HIRSCH-REINSHAGEN. 1995. Agricultura e Impacto Ambiental. *En: SOCHIPA* (octubre 1995, Chile). Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 24 p.
27. GASTÓ, J., LAVANDEROS y P. RODRIGO. 1994. Hacia un Ordenamiento Ecológico-administrativo del Territorio. Ministerio de Bienes Nacionales. Santiago, Chile. 197 p.
28. GASTÓ, J. y E. SCHMIDT. 1992. Agricultura y Medio Ambiente. *Panorama Económico de la Agricultura*. Enero-febrero, 1992, N° 80, pp. 24-28.
29. GASTÓ, J. E. SCHMIDT y M. TRIVELLI. 1990. Medio Ambiente; ¿Realidad o Moda?. Centro de estudios Públicos. Serie Documentos de Trabajo 143. Santiago, Chile. 83 p.
30. GLIGO, N. 1987. Política, Sustentabilidad y Evaluación Patrimonial. *Revista Pensamiento Iberoamericano*: 23-39 ICI-CEPAL. Madrid, España.
31. GÓMEZ OREA, Domingo. 1992. Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid, España. 222 p.
32. GÓMEZ, Sergio. 1988. La Agricultura Chilena: las Dos Caras de la Modernización. FLACSO. Santiago, Chile. 304 p.
33. KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo Cultural Económico. México, D.F.

34. LAILHACAR, Sergio. 1989. Bases Ecológicas para el Desarrollo Rural integrado y la Lucha contra la desertificación en Zonas Áridas y Semiáridas de Africa y América Latina: Guía de Terreno. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile. Coquimbo, Chile. 27 p.
35. LEAL, José y DEL CANTO, Susana. 1994. Estado del Arte y Problemas de Aplicabilidad de los Estudios de Impacto Ambiental. *En*: Curso de Especialización en Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental. Santiago, Chile. 49 p.
36. LEYES, Decretos, Reglamentos y Tratados: El Laberinto Ambiental. *El Mercurio*, Santiago, Chile, 5 de enero de 1997. p. B5 (En sección: Economía y Negocios).
37. LURASCHI PANDOLFI, Marco. 1995. La Agricultura en relación a los Acuerdos Comerciales y el Medio Ambiente. *Panorama Económico de la Agricultura*, N°96: 20-24.
38. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1995. Marco General de la Política Ambiental. 2ª edición. ODEPA. Santiago, Chile. 253 p.
39. MONTENEGRO, Sergio. 1995. Ley de Bases del Medio Ambiente. *En*: Curso de Evaluación de Impacto Ambiental (Enero 1995, Santiago, Chile). Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, Programa en Gestión y Ordenamiento Ambiental.
40. NAVA, R., ARMIJO, R. y GASTÓ, J. 1979. Ecosistema. La Unidad de la Naturaleza y el Hombre. Universidad Auton. Agr. Antonio Narro. México. 332 p.
41. NIJKAMP, P. 1990. Regional Sustainable Development and Natural Resource Use. *En*: World Bank Annual Conference on Development Economics (abril, 1990. Washington D. C).
42. RODRIGO, Patricio. 1980. Desarrollo de un Planteamiento Metodológico Clínico de Ecosistemas para el Ecodesarrollo. Tesis (Magister en Producción Animal). Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 282 p.

43. SALAMANCA, Carlos. 1996. El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y su utilidad en la Gestión Ambiental Comunal y Regional. *En*: Seminarios Regionales: La Función del Municipio en el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (1996, Chile). División de Organizaciones Sociales - D.O.S., Ministerio Secretaría General de Gobierno, Chile. pp. 139-160.
44. SANHUEZA, Pedro. 1995. El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Chileno e Introducción a la Evaluación del Impacto Ambiental. *En*: Curso de Evaluación de Impacto Ambiental (Enero 1995, Santiago, Chile). Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, Programa en Gestión y Ordenamiento Ambiental.
45. SANHUEZA, Pedro. 1995. Metodologías y Técnicas de Evaluación del Impacto Ambiental. *En*: Curso de Evaluación de Impacto Ambiental (Enero 1995, Santiago, Chile). Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, Programa en Gestión y Ordenamiento Ambiental.
46. SANHUEZA, Pedro. 1995. Métodos para Predecir Efectos Finales, Selección de Alternativas, Medidas de Mitigación y Monitoreo Ambiental. *En*: Curso de Evaluación de Impacto Ambiental (Enero 1995, Santiago, Chile). Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, Programa en Gestión y Ordenamiento Ambiental.
47. SANZ CONTRERAS, José Luis. 1991. Concepto de Impacto Ambiental y su Evaluación. *En*: INSTITUTO TECNOLÓGICO MINERO. Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales. ITGE. Madrid, España. pp. 27-38.
48. SCHMIDT, Eduardo. 1990. Medio Ambiente en Medicina Veterinaria. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 12 (2): 42. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
49. SCHMIDT, Eduardo. 1993. Variables Ambientales en la Evaluación de Proyectos Pecuarios. *Ciencia e Investigación Agraria*, 20 (2): 430-436.
50. SECRETARÍA DE ESTADO DE ESPAÑA-MOPT. 1991-1992. Guías Metodológicas para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental: Repoblaciones Forestales. 3ª edición. PRISMA, Industria Gráfica S.A. Madrid, España. Volumen 3.

51. SECRETARÍA TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE CONAMA. 1993. Repertorio de la Legislación de Relevancia Ambiental Vigente en Chile. CONAMA. Santiago, Chile. 846 p.
52. SIMMONS, I. G. 1982. Ecología de los recursos Naturales. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 463 p.
53. SMITH F., Gonzalo. 1994. La noción de calidad de vida: su rol en el derecho y particularmente en el derecho urbanístico. Tesis (Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales). Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Derecho. Santiago, Chile. 108 p.
54. UNESCO-PNUMA. 1989. Glosario de Términos sobre Medio Ambiente. Programa Internacional de Educación Ambiental. UNESCO/OREALC. 25 p.
55. VILLASECA S., 1983. Acidez de Aguas Lluvias en la Región Metropolitana y V Región. *En*: III Simposio sobre Contaminación Ambiental (1983, Santiago, Chile). INIA, Ministerio de Agricultura.
56. WEITSENFELD, Henyk. 1990. Manual Básico de Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud de Proyectos de Desarrollo. ECO. México. 198 p.
57. YAMAMOTO, Hidemasa. 1995. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en Japón. *En*: Seminario "Evaluación Impacto Medio Ambiental: La Experiencia de Japón" (1995, Santiago, Chile). 79 p.
58. ZIMMERMANN C., Robert. 1983. Impactos ambientales de las Actividades Forestales. (Guía FAO: Conservación) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 80 p.

ANEXO 1

Estándares de calidad del agua*

Indicador	Unidad	Estándar	Método de Análisis
Actividad:			(1)
- Alfa total	pCi/l	15,00 (6) (7)	
- Beta total	pCi/l	1000,00 (6) (8)	
	pCi/l	50,00 (6) (9)	
Aldrin	µg/l	0,03	(1)
Amoniaco	mg/l	0,25	(1)
Arsénico	mg/l	0,05	(1)
Cadmio	mg/l	0,01	(1)
Cianuro (como CN)	mg/l	0,20	(1)
Clordano	µg/l	0,30	(1)
Cloro residual	mg/l	≥ 0,20 (2)	Método colorimétrico (3)
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/l	250,00 (4)	(1)
Cobre	mg/l	1,00 (4)	(1)
Coliformes fecales	NMP/100 ml	ausentes (5)	Mét. de los tubos múltiples (3) Mét. de filtración por membrana (3)
Color verdadero	unidades de escala Pt-Co	20,00	Método arbitral (3) Método de rutina (3)
Compuestos fenólicos	mg/l	0,002	(1)
Cromo hexavalente	mg/l	0,05	(1)
DBO ₅ a 20°C	mg/l	3,00	(1)
DDT	µg/l	1,00	(1)
2,4D	µg/l	100,00	(1)
Detergente	mg/l	0,50	(1)
Dieldrin	µg/l	0,03	(1)
Endrin	µg/l	0,20	(1)
Estrocio 90	pCi/l	10,00 (6)	(1)
Fenoprop (2,4,5-TP)	µg/l	10,00	(1)
Fierro	mg/l	0,30 (4)	(1)
Flúor (como F ⁻)	mg/l	1,50	(1)
Heptaclor (epóxido)	µg/l	0,10	(1)
Hexaclorobenceno	µg/l	0,01	(1)
Lindano	µg/l	3,00	(1)
Magnesio	mg/l	125,00	(1)
Manganeso	mg/l	0,10 (4)	(1)
Mercurio	mg/l	0,001	(1)
Metoxiclor	µg/l	30,00	(1)
Nitratos	mg/l	10,00 (4)	(1)
Nitritos	mg/l	1,00	(1)
Olor		inodora	Método cualitativo (3)
pH		6,0 - 8,5	(1)
Plomo	mg/l	0,05	(1)

*Los estándares de calidad presentados en este anexo han sido tomados del "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Conceptos y Antecedentes Básicos" (CONAMA, 1994).

Estándares de calidad del agua (continuación)

Indicador	Unidad	Estándar	Método de Análisis
Radium 226	pCi/l	3,00 (6)	(1)
Residuos sólidos filtrables	mg/l	1000,00 (4)	(1)
Sabor		insípido	Método cualitativo (3)
Selenio (selenio)	mg/l	0,01	(1)
Sulfatos	mg/l	250,00 (4)	(1)
Toxafeno (canfeclor)	µg/l	5,00	(1)
Triclorometano	mg/l	0,10	(1)
Turbiedad Unidades Nefelométricas (formacina)		5,00	Difracción de la luz con aparato Helligi (3) Método de la Reglilla (Sichtscheibe) (3) Método de la aguja (3)
Zinc	mg/l	5,00 (4)	(1)

NOTAS:

- (1) Cuando no exista norma chilena sobre el método de ensayo para un determinado requisito, se debe usar aquellos métodos señalados en la última edición del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater".
- (2) Un número menor o igual al 20% de las muestras puede tener una concentración residual de desinfectante activo inferior al mínimo establecido. Pero solamente un 5% de las muestras puede tener una concentración residual de 0,0 mg/l.
- (3) Instituto Nacional de Normalización. Nch 412. Of N°63. Agua para fines industriales - ensayos - examen organoléptico.
- (4) Ministerio de Salud puede aceptar un contenido mayor de estas sustancias.
- (5) Cuando se trata de agua potable distribuida por redes se considera como potable desde el punto de vista bacteriológico a aquella que cumpla las siguientes condiciones:
 - a) de todas las muestras analizadas al mes, puede indicar presencia del grupo coliforme:
 - i) 10% de las muestras, cuando se haya analizado 10 o más muestras en el mes.
 - ii) una muestra, cuando se haya analizado menos de 10 muestras en el mes.
 - b) de todas las muestras analizadas al mes, puede indicar presencia gérmenes del grupo coliforme en una concentración igual o superior a 5 gérmenes/100ml:
 - i) el 5% de las muestras, cuando se haya analizado 20 o más muestras en el mes.
 - ii) una muestra, cuando se haya analizado menos de 20 muestras en el mes.
- (6) $1 \text{ pCi} = 1^{-12}$.
- (7) Incluyendo Ra-226 y otros emisores alfa.
- (8) Excluyendo Sr-90, Ra-226 y otros emisores alfa.
- (9) Incluyendo Sr-90, corregida para el K-40 y otros radioemisores naturales.

FUENTE:

Instituto Nacional de Normalización. 1984. Norma Chilena Oficial N° 409/1 Of. N° 84. Agua potable. Parte 1: Requisitos. Aprobada por el Ministerio de Salud mediante decreto Supremo N°11 del 16/01/1984. Publicado en el Diario Oficial el 3/03/1984.

ANEXO 2

Listado de Indicadores

Factor Ambiental	Indicador	Unidad
Aguas superficiales y aguas subterráneas	Normas de calidad del agua	
	Temperatura	°C
	pH	-
	Conductividad	µmhos/cm a 25°C
	Turbiedad (Unidades Nefelométricas)	
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l
	DBO ₅ a 20°C	mg/l
	DQO	mg/l
	Oxígeno disuelto	mg/l
	Alcalinidad Total (Ca CO ₃)	mg/l
	Nitratos	mg/l
	Nitritos	mg/l
	Amonio	mg/l
	Nitrógeno Kjeldahl	
	Sales: Fosfatos, Sulfatos, Cloruros	mg/l
	Sodio	%
Hierro, Manganeseo, Calcio, Magnesio, Potasio, Sílice, Mercurio, Cadmio, Arsénico, Plomo, Cobre	mg/l	
Coliformes Totales y Fecales	NMP/100 ml	
Pesticidas	µg/l	
Aceites y grasas flotantes	mg/l	
Aire (calidad del aire y emisiones)	Material particulado suspendido total	mg/Nm ³
	Material particulado sedimentable	µg/Nm ³
	Fracción respirable (PM10)	µg/Nm ³
	Monóxido de carbono (CO)	µg/Nm ³
	Anhídrido sulfuroso (SO ₂)	µg/Nm ³
	Oxidos de nitrógeno (NO, NO ₂ , totales)	µg/Nm ³
	Hidrocarburos volátiles (CH ₄ y otros)	µg/Nm ³
	Oxidantes fotoquímicos (ozono)	µg/Nm ³
	Arsénico	µg/Nm ³
	Opacidad	mg/m ³ Unid. de esacala

Indicadores de impacto para distintos factores ambientales (CONAMA, 1994; Gómez Orea, 1992).

Listado de Indicadores (continuación)

Factor Ambiental	Indicador	Unidad
Confort sonoro	Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)-Pers. afectadas	dB(A)
Capacidad agrológica del suelo	Superficie equivalente de clase agrológica I	%
Relieve y carácter topográfico	Superficie con relieve alterado-Variación pendiente media	%
Caudales fluviales	Variación del caudal instantáneo	%
Drenaje superficial	Alteración de la red superficial de drenaje	%
Drenaje agrícola: drenes subterráneos	Alteración de drenes agrícolas	%
Erosión	Erosión potencial media	Kg/m ² año
Erosión	Parcelas agrícolas erosionadas	%
Vegetación natural	Superficie equivalente de alto valor de conservación	%
Hábitats faunísticos	Superficie equivalente de hábitats faunísticos	%
Movilidad de especies	Superficies de hábitats faunísticos aislados	%
Unidades de paisaje	Superficie equivalente de alta vulnerabilidad	%
Empleo	Tasa de actividad	%
Renta	Variación de la renta per cápita	%
Aceptabilidad social del proyecto	Pobación en contra del proyecto-Alegatos, declaraciones	%
Valor del suelo rústico	Suelo afectado revalorizable	%
Estructura de las parcelas	Reducción del tamaño de parcela	%
Actividades económicas afectadas	Descenso de facturación en sectores afectados	%
Actividades económicas inducidas	Incremento de facturación en sectores afectados	%
Caminos y sendas	Variación relativa de longitud de vías rurales	%
Uso agrícola	Producción agrícola	%
Uso ganadero	Producción ganadera	%
Uso forestal	Producción forestal	%
Espacios de ocio	Grado de saturación del espacio urbano	m ² /hab.
Parques y jardines	Nivel dotacional en parques y jardines	m ² /vivienda
Equipamientos y servicios dotacionales	Niveles dotacionales comparativos	Eqp/mil
Comunicaciones: teléfonos/telégrafos	Comunicaciones - Población afectada	hab.
Infraestructura hidráulica	Infraestructura hidráulica - Población afectada	%
Infraestructura eléctrica	Infraestructura eléctrica - Población afectada	%
Infraestructura energética	Infraestructura energética - Población afectada	%
		%

Indicadores de impacto para distintos factores ambientales (CONAMA, 1994; Gómez Orea, 1992).

ANEXO 3

Modelos de predicción de la calidad de los factores ambientales

Factor	Tipos de Modelos	Características y Observaciones
AGUA	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	Se basan 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 de Descargas Térmicas	Consideran adiciones algebraicas de temperatura en forma de calor (energía). Permiten establecer zonas de impacto (bidimensional o tridimensional) producto de descargas de aguas de enfriamiento.
	Modelos de Escorrentía	Establecen efectos de un proyecto en términos de cantidad y distribución temporal de 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. Aplicable a medios saturados y no saturados. Generalmente de mayor complejidad matemática que los modelos de aguas superficiales, requiriendo técnicas numéricas para la resolución de las ecuaciones sustentables.
	Modelos de Calidad de Agua	Incluyen modelos hidrológicos y existen en gran número. Ejemplos de estos modelos son: <ul style="list-style-type: none"> • Qual II: Estado estacionario y dinámico. Aplicable a ríos. Simula clorofila, amonio, nitratos, niritos, fosfatos, DBO, oxígeno disuelto, coliformes, sustancias conservativas y temperatura. • WASP y varios otros desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y el United States Geological Survey (USGS): Similares al anterior. De los modelos hidrológicos de gran uso se pueden mencionar al Stanford Watershed Model, el Hydrocomp Model y los modelos SWMM y HEC-1 y HEC-2.
AIRE	Modelos Gaussianos de Difusión	Para plumas de chimeneas (emisión fija continua). Recomendado para fuentes pequeñas.
	Modelos Puff o de emisión fija instantánea	
	Modelos de difusión para fuentes aéreas	Superposición de modelo de Gauss para varias plumas
	Modelos de línea	Serie de emisiones de lumas o puff en línea
	Modelos de difusión para fuentes móviles en ciudad	Street Canyon Model, Highway Models, Box Models, etc.
	Modelos estadísticos para difusión de partículas	
SUELO	Ecuación Universal de Pérdida de Suelos	$A = R * K * LS * C * P$ <p>Donde:</p> <p>A= Pérdida estimada de suelo por unidad de superficie para un período dado.</p> <p>R= Factor lluvia; número de unidades índice de erosividad (EI) para un período dado. EI es la medida de la fuerza erosiva de una lluvia determinada.</p> <p>K= Factor erosionabilidad del suelo; tasa de erosión por unidad de índice de erosividad para un suelo determinado.</p> <p>LD= Factor pendiente; incluye los factores longitud (L) e inclinación de la pendiente (S).</p> <p>C= Factor cobertura y manejo de cultivo.</p> <p>P= Factor práctica de medidas contra la erosión.</p>

Algunos tipos de modelos de predicción de calidad del agua, aire y suelo (Ministerio de Agricultura, 1995).