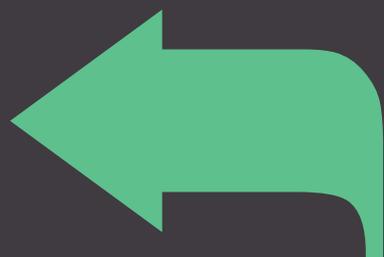
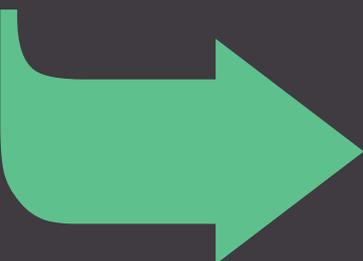


# GESTIÓN AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN A  
SUS INSTRUMENTOS  
Y FUNDAMENTOS

**Eduardo Vidal**  
**Luciana Regaldo**  
editores



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL LITORAL**



Consejo Asesor  
Colección Cátedra  
**Miguel Irigoyen**  
**Bárbara Mántaras**  
**Gustavo Martínez**  
**Isabel Molinas**  
**Héctor Odetti**  
**Ivana Tosti**

Dirección editorial  
**Ivana Tosti**  
Coordinación editorial  
**María Alejandra Sedrán**  
Coordinación diseño  
**Alina Hill**  
Coordinación comercial  
**José Díaz**

Corrección  
**Laura Prati**  
Diagramación interior y tapa  
**Laura Canterna**

© Ediciones UNL, 2022.

—

Sugerencias y comentarios  
[editorial@unl.edu.ar](mailto:editorial@unl.edu.ar)  
[www.unl.edu.ar/editorial](http://www.unl.edu.ar/editorial)

Gestión ambiental: introducción  
a sus instrumentos y fundamentos /  
Luciana Regaldo... [et al.]; editado por Luciana  
Regaldo ; Eduardo Vidal.  
—1a ed.— Santa Fe: Ediciones UNL, 2022.  
Libro digital, PDF/A – (Cátedra)

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-749-347-4

1. Medio Ambiente. 2. Gestión Pública. 3.  
Ambiente. I. Regaldo, Luciana, ed. II. Vidal,  
Eduardo, ed.  
CDD 353.9

---

© María Eugenia D'Ángelo Gagneten,  
Alejandra Durán, María Daniela García,  
Alberto López Calderón, Claudio Passalía,  
Luciana Regaldo, Ulises Reno,  
Carlos Alfredo Scaravino, Eduardo Vidal, 2022.  
© de la prologuista Laura Tarabella, 2022.



# **Gestión ambiental**

## **Introducción a sus Instrumentos y fundamentos**

*Eduardo Vidal*

*Luciana Regaldo*

EDITORES

*María Eugenia D'Ángelo Gagneten*

*Alejandra Durán*

*María Daniela García*

*Alberto López Calderón*

*Claudio Passalía*

*Luciana Regaldo*

*Ulises Reno*

*Carlos Alfredo Scaravino*

*Eduardo Vidal*

**ediciones UNL**

**CÁTEDRA**



«El jardín de las delicias» Artista: El Bosco. Año: c. 1500-1505

*Las generaciones que nos sucedan merecen  
lo mejor de nosotros para recibir un mundo mejor.  
A ellos y ellas les dedicamos este libro.*

### **Agradecimientos**

Agradecemos a los autores y las autoras de los capítulos  
por la comprensión de los objetivos de esta obra  
integradora y por el esfuerzo dedicado a ello.

# Índice

**PRÓLOGO / 10**

**PREFACIO / 13**

## **1. EL MEDIO AMBIENTE Y LOS SERES HUMANOS / 17**

Introducción / 17

Naturaleza y medio ambiente: conceptos diferentes / 17

Distintas visiones de la naturaleza / 19

Humanidad y medio ambiente. Historia de una relación conflictiva / 23

De nuestro pasado primitivo / 23

Las ciudades: un quiebre en nuestra relación con el entorno / 29

Las experiencias del Medioevo / 31

El Renacimiento / 33

La conquista de América / 33

El impacto de la Revolución Industrial / 36

Industrialización en América Latina / 38

La perspectiva del siglo XX / 40

El nacionalsocialismo y el nacimiento de la ecología como ciencia / 43

Ecología socialista / 45

El mundo globalizado / 47

Corolario / 50

Referencias bibliográficas / 51

## **2. DESARROLLO SUSTENTABLE / 53**

Introducción / 53

Desarrollo sustentable / 53

El origen de la crisis / 55

Otras concepciones de la sustentabilidad / 59

Sostenible vs. sustentable / 63

Indicadores del desarrollo sostenible / 64

El esquema de indicadores Presión-Estado-Respuesta (PER) / 65

El rol de Naciones Unidas en el desarrollo sustentable / 73

Para reflexionar / 76

Referencias bibliográficas / 76

## **3. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN AMBIENTAL / 78**

Conceptos y fundamentos / 78

Herramientas / 81

Herramientas preventivas / 82

Normativa en materia de calidad ambiental / 85

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) / 85

Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) / 86

Ordenamiento Territorial (OT) / 87

Principios y objetivos / 91

Análisis y Evaluación de Riesgo Ambiental / 92  
Sistema de Información Geográfica (SIG) / 94  
Indicadores Ambientales / 94  
Monitoreo Ambiental / 95  
Herramientas correctivas / 97  
Sistema Normalizado de Gestión Ambiental (SGA) / 97  
Etiquetado Ecológico / 99  
Análisis del ciclo de vida de los productos / 102  
Instrumentos económicos / 104  
Herramientas curativas o recuperativas / 104

**Conclusiones / 109**

**Referencias bibliográficas / 110**

#### **4. LEGISLACIÓN Y POLÍTICA AMBIENTAL / 113**

**Introducción al capítulo legal / 113**

**Lista de abreviaturas / 114**

**Orden normativo de la conducta humana / 114**

El derecho como objeto de conocimiento / 114

**Las ramas del Derecho positivo / 115**

**Fuentes del derecho / 116**

Fuentes materiales y formales / 116

Enumeración de fuentes formales / 118

**La validez y la vigencia de la norma jurídica / 119**

**Los principios generales del derecho / 120**

**Organización del Estado argentino / 121**

Sistema jurídico argentino / 121

División de poderes. Competencias nacionales, provinciales y municipales / 122

**La supremacía constitucional en el derecho argentino / 128**

Orden normativo / 131

**Derecho ambiental / 132**

Paradigma ambiental / 133

El derecho ambiental como derecho humano / 134

Perspectiva de género en el derecho ambiental / 135

Influencia de la jurisprudencia internacional en materia ambiental / 137

Evolución histórica del derecho ambiental en el continente americano  
y en la Argentina / 138

Principios rectores de las políticas medioambientales / 149

Desarrollo de los principios de política ambiental en la LGA / 150

Evolución legislativa y política: análisis de los presupuestos mínimos  
de protección ambiental / 155

Ley General del Ambiente. Bien jurídicamente protegido / 156

Instrumentos de la política y de la Gestión Ambiental / 157

Ley 11717 de la provincia de Santa Fe. Alcance / 163

**Conclusiones / 165**

**Referencias bibliográficas / 167**

## **5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL / 169**

### **Introducción / 169**

### **Efecto e impacto ambiental / 169**

### **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) / 172**

Definición / 173

Componentes del procedimiento de una EIA / 175

### **Estudio de impacto ambiental EsIA / 179**

Fases de los EsIA / 180

Análisis del proyecto / 181

Acciones susceptibles de producir impactos ASPI / 184

Caracterización y diagnóstico del Sistema Ambiental / 187

### **Metodologías para evaluar el impacto ambiental / 189**

Lista de verificación / 191

Matrices causa-efecto / 194

### **Medidas de mitigación / 203**

Clasificación de las medidas según su objetivo / 204

Medidas según las actividades que se realizan / 207

### **Plan de Gestión Ambiental (PGA) / 210**

### **Informe del Estudio de Impacto ambiental (EsIA) / 212**

### **Referencias bibliográficas / 216**

## **6. INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTALES / 217**

### **Introducción / 217**

### **Indicadores ambientales / 218**

El modelo PER / 220

Escala de análisis de los indicadores / 221

### **Biomarcadores, bioindicadores e indicadores ecológicos / 221**

### **Índices ambientales / 223**

Índice de Calidad del Aire / 224

Índice de Calidad del Suelo / 226

Índice de Calidad de Agua / 227

Índices biológicos / 228

Indicadores e índices socioeconómicos / 231

### **Funciones de transformación / 232**

### **Indicadores de impacto ambiental / 234**

Atmósfera / 236

Ruidos y vibraciones / 241

Agua / 243

Suelo / 248

Cubierta vegetal / 252

Fauna / 256

### **Conclusiones / 258**

### **Referencias bibliográfica / 258**

## **7. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL / 261**

### **Listas de abreviaturas / 261**

#### **Introducción / 263**

Breve reseña histórica de la normalización / 263

Aparición de la International Electrotechnical Commission y la International Organization for Standardization / 264

#### **ISO / 265**

Diferentes tipos de membresía ISO / 265

Objetivo de la ISO / 265

Estándares internacionales ISO / 266

#### **IRAM – Instituto Argentino de Normalización y Certificación / 270**

#### **Origen de la normativa en los sistemas de gestión / 270**

#### **Sistemas Normalizados de Gestión Ambiental / 271**

Antecedentes de los SGA / 272

#### **Auditoría ambiental / 274**

#### **Análisis del ciclo de vida. Desarrollo / 277**

#### **Concepto de indicadores de categoría / 284**

#### **Etiquetado ambiental / 288**

Reglas de Categoría de Producto (PCR) / 290

#### **Referencias bibliográficas / 296**

## **8. ELEMENTOS DE LA ECONOMÍA AMBIENTAL Y ECOLÓGICA / 299**

### **Introducción / 299**

#### **La economía / 300**

#### **Los mercados / 302**

#### **Fallos de mercado: externalidades / 305**

«Solución» a las externalidades desde la economía ambiental / 309

#### **Valor Económico Total (VET) / 309**

#### **Valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales / 311**

Métodos indirectos / 311

#### **Métodos directos / 317**

#### **Instrumentos económicos para la Gestión Ambiental / 318**

Soluciones centralizadas. Incentivos económicos / 319

Soluciones privadas: negociaciones coasianas / 327

#### **Criterios de decisión financieros / 328**

#### **La economía ecológica / 338**

#### **Epílogo / 348**

#### **Referencias bibliográficas / 349**

#### **Sobre las autoras y los autores / 350**

## **PRÓLOGO**

Desde sus comienzos el siglo XXI, el siglo del conocimiento, se ha caracterizado por la rápida evolución de las disciplinas frente a la necesidad de enfrentar y resolver problemas nuevos que no pudieron ser previstos en el curso de su formación inicial. En este contexto, uno de los desafíos para las universidades públicas es el de contribuir significativamente a la construcción de una sociedad más igualitaria, basada en el conocimiento, que afronte los problemas profundizando el perfil de sus actividades en pos de la búsqueda de soluciones, entendiendo que la coproducción de conocimientos con otros actores sociales o productivos, estratégicos, de la región y el mundo, es central al momento de planificar las políticas públicas e innovar en materia de educación e investigación. *Fundamentos de la gestión ambiental. Introducción a los Instrumentos de la Gestión Ambiental* es una producción que reúne los desarrollos y aportes académicos con el propósito de aproximar dimensiones, categorías conceptuales, enfoques y herramientas para el abordaje de conocimientos sobre la gestión ambiental. Este libro trata de aportar elementos para la discusión acerca de la experiencia ambiental de la humanidad y de las distintas culturas y de cómo el nacimiento del concepto de Desarrollo Sostenible (Río, 1992) ha venido dando forma a nuestro desempeño ambiental. La relación espacio, tiempo y sociedad y su interacción con el ambiente están presentes en diferentes pasajes/apartados del libro; la mirada histórica interpela el presente, permite la formulación de nuevos interrogantes y la búsqueda de posibles respuestas a problemáticas actuales y emergentes. El trabajo a diferentes escalas espaciales se observa a lo largo de la obra, como también la referencia de la mirada escalar en el tratamiento de los aspectos normativos y de legislación que involucran las cuestiones ambientales.

Esta obra elaborada por docentes investigadores e investigadoras de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral se ofrece con el objeto de contribuir y complementar la formación de profesionales que sean capaces de tomar decisiones sobre la gestión de los asuntos ambientales desde una mirada que articule dimensiones que trasciendan el campo de actuación específico y el espacio que es objeto de estudio.

Pensar lo ambiental desde la gestión implica atender y dar cumplimiento a la legislación existente; diagnosticar, diagramar, instrumentar y evaluar políticas con la finalidad de mitigar los riesgos que emerjan de las diversas actividades productivas que se realicen. A estos fines se brindan valiosos ejemplos, así como políticas y análisis de aspectos ambientales para poner en evidencia la estructura, los objetivos, las metodologías y las ventajas de implementar un sistema de gestión ambiental.

La naturaleza de la formación en gestión ambiental implica el trabajo interdisciplinar de profesionales especializados en esta temática, no solo como deseable sino como imprescindible. Las interacciones entre los diferentes actores involucrados —tanto de dichos profesionales, como de la sociedad civil en general, partícipe necesaria de toda decisión sobre el ambiente por ser su propietaria— que tienen sus propios códigos, léxicos, prácticas, métodos y actitudes, demandan no ya la voluntad de actuar en forma concurrente, sino de contar con capacidades y habilidades que sostengan la comunicación y la coordinación en pos de plantear soluciones relacionadas con los problemas del medioambiente generados por el ser humano.

Quienes recorran esta obra, dividida en ocho capítulos, se encontrarán con aspectos sobre la relación entre el ambiente y el hombre, el desarrollo sustentable y la gestión ambiental, elementos de educación ambiental, cuestiones normativas, evaluaciones de impacto; indicadores e índices; legislación y políticas; ecología y economía ambiental; instrumentos, técnicas, herramientas y medidas para prevención, reducción y mitigación; diagnósticos y propuestas sobre gestión del riesgo y efectos del ambiente. Una completa introducción para todos aquellos interesados en el desarrollo sostenible y la elaboración de políticas públicas en el territorio en el que nuestra universidad desarrolla integralmente sus actividades académicas sustantivas.

El lector se encontrará con propuestas vinculadas a remediar, mitigar y prevenir problemáticas ambientales, en ciertos casos. En otras ocasiones, se presentan nuevas técnicas, instrumentos y metodologías orientadas a la gestión de residuos en particular y del ambiente, en general. Todas estas acciones exigen, como se ha mencionado, de la coordinación de los actores involucrados en la construcción de un sistema integral de gestión.

Deseamos que este libro sea una contribución que aporte respuestas a las necesidades de la sociedad y de la región, y que pueda constituirse en la base para la generación de políticas que atiendan y puedan colaborar en la resolución de los problemas ambientales emergentes y al desarrollo sostenible.

*Laura Tarabella*

Profesora de Problemáticas Territoriales  
Americanas y Problemáticas  
Territoriales Mundiales.

Decana de la Facultad de Humanidades  
y Ciencias Universidad Nacional del Litoral

## **PREFACIO**

A lo largo de su historia, el ser humano se ha organizado de diferentes formas para proveerse de sus necesidades —materiales y culturales— y estas han definido su relación con el entorno que les dio sustento. No siempre esta relación fue virtuosa sino más bien conflictiva, al menos respecto de la pérdida irreversible de organismos y cambios en las condiciones que sustentan la vida y que, dicho desde una perspectiva antropocéntrica, fue —y sigue siendo— una pérdida irreversible de recursos naturales.

Hay una tendencia a considerar que, en términos ambientales, «todo pasado fue mejor», pero la historia ecológica desmiente categóricamente este mito, a tal punto que ilumina casos de forzosas aniquilaciones de culturas ahogadas en sus propias carencias vitales.

Sin embargo, hay que reconocer que el comportamiento de la sociedad posindustrial profundizó en forma desmesurada los conflictos ya existentes, como la deforestación, la erosión de tierras o el exterminio de especies, y agregó otros: alteración de la atmósfera, contaminación química y radiactiva, etcétera.

Las paradojas de la sociedad moderna son inquietantes. Nuestra capacidad de comprensión del mundo es superada por la incapacidad de protegerlo, por lo menos en términos prácticos. Teorizamos lo impensable, desde la génesis del Universo hasta el hipotético descubrimiento de una nueva partícula que sugieren las expresiones manifiestas sobre la superficie de una hoja. Pero, por otro lado, no logramos lidiar con las desesperantes carencias de la humanidad; estas no necesitan de sofisticadas tecnologías sino de una escala de valores que nos aparte del autismo.

Desde una visión menos pesimista, y de hecho como respuesta a las notables consecuencias de nuestra insaciable intervención sobre el ambiente, hemos consensuado

determinados principios que hacen al desempeño ambiental. Estos se han traducido en acuerdos globales entre naciones que a su vez impulsaron la sanción de un profuso cuerpo normativo. El principio de Desarrollo Sustentable ha condicionado nuestro comportamiento al incorporar la dimensión ambiental a la toma de decisiones, lo que llevó, por ejemplo, a utilizar tecnologías de producción más limpias, o a implementar prácticas de explotación de recursos sustentables, o a obligar a los gobiernos a informar de sus actos y dar cabida a la participación ciudadana, o a responsabilizar de sus actos a quienes contaminen. No obstante, es crucial aclarar que estas prácticas saludables se desvanecen en aquellos países que se muestran incapaces de satisfacer necesidades básicas de una parte considerable de su población. Las vergonzosas disparidades regionales, económicas y sociales, llevan a pensar que en realidad la «cuestión ambiental» es «para pocos».

Argentina, no escapa a su realidad mutante crónica. La visión de condena al «éxito o al fracaso», dependiendo del lado de la sinusoide que se mire, nos aferra al presente; egoístas con el Otro que está y egoístas con el Otro que vendrá. Las crecientes disparidades sociales también se traducen en disparidad de intereses. Por un lado, están aquellos que solo pueden sostener las preocupaciones por sus necesidades inmediatas, con suerte, un poco más que las vitales. Por otro lado, el sector que, si bien no se despega del sube y baja, se garantiza lo suficiente como para poder extender sus expectativas más allá de lo indispensable. Así, el futuro adquiere mayor significancia. El anhelo de trasladar el bienestar de una generación a otra y la seguridad de que estamos «cenándonos» el presente imponen lo ambiental en la agenda del gobernante. Raras veces las acciones se sostienen; no olvidemos nuestro carácter tornadizo.

La cuestión ambiental envuelve al presente y al futuro; y los breves del presente desatienden al futuro. Una sociedad en crisis permanente no puede sostener una agenda compleja como la ambiental. Así como el empoderamiento del ambiente en la Constitución Nacional del año 1994 pareció haber instalado en nuestro país una nueva etapa en la gestión del mismo, en los recientes festejos de las Bodas de Plata de nuestra nueva Carta Magna vemos con preocupación que los esfuerzos destinados a esta cuestión no están a la altura de los anhelos que en ella manifestamos.

Por otra parte, entendemos que la educación formal se ha ido adaptando a estas circunstancias. Especialmente las

universidades que, más allá de haber usufructuado de las prerrogativas que el sayo ambiental otorga, han venido ofreciendo un sinnúmero de carreras y/o cursos que forman profesionales capacitados para involucrarse en asuntos que hacen a lo ambiental. Estas nuevas ofertas educativas han surgido de un «reperfilamiento» de sus programas académicos aunque sin desprenderse del objetivo de la formación disciplinar. Ingeniería Ambiental, Derecho Ambiental, Economía Ambiental, Sanidad Ambiental, son algunos de los ejemplos que encontramos en las propuestas universitarias.

En esta nueva lógica de abordar los problemas, incluyendo el ambiente en la toma de decisiones, nace la Gestión Ambiental como un área de formación. No se trata de una alternativa a la formación disciplinar, sino un complemento que permite obtener una visión global de los problemas. Más allá de los instrumentos particulares que la gestión ambiental nos provee, su fortaleza está en el carácter interdisciplinar que la sustenta. Esto implica interacciones de actores que no siempre son simples, existen léxicos, códigos, prácticas, métodos y actitudes que se han naturalizado en áreas singulares tanto en lo referido a los profesionales en particular como a la sociedad civil en general, partícipe necesaria de toda decisión sobre al ambiente por ser, naturalmente, su propietaria. No se trata ya de la voluntad de actuar en forma concurrente, sino de contar con las capacidades y/o habilidades que sostengan la comunicación.

Aquí radica la desemejanza de la naturaleza de la formación en Gestión Ambiental respecto de la clásica formación profesional de especialidades. En Gestión Ambiental el trabajo interdisciplinar no es solo deseable, es imprescindible.

Esta obra fue desarrollada para cumplir con los requisitos académicos de un curso introductorio a la Gestión Ambiental. En los dos primeros capítulos se aportarán elementos para discutir acerca de la experiencia ambiental de la humanidad a lo largo del tiempo y de las distintas culturas y de cómo el nacimiento del concepto de Desarrollo Sustentable ha venido dando forma a nuestro desempeño ambiental desde su inclusión en la conferencia de Río de 1992. En cada uno de los restantes capítulos se abordan los principales instrumentos que se utilizan para regular el uso correcto del ambiente. Algunos de estos instrumentos surgen de la adaptación de disciplinas específicas, como lo son el derecho o la economía, y otros que se han ido desarrollado interdisciplinariamente,

como los Estudios de Impacto Ambiental, los Indicadores Ambientales o los Sistemas de Gestión Ambiental.

Hemos solicitado a los autores que, al menos como repaso, introduzcan al lector en los fundamentos que dan origen al desarrollo de estos instrumentos de gestión; este piso conceptual y lexicográfico disciplinar es el que permitirá interactuar con profesionales de diversas ramas de la ciencia en la atención de problemáticas ambientales. De todas maneras, sabemos que la tarea es difícil cuando se pretende realizar una síntesis tan ajustada de contenidos para ofrecerlos en tan solo un curso académico. Pero nos tranquiliza el hecho de que la oferta de cursos de posgrado más específicos también aplicables a la Gestión Ambiental son numerosos en muchas universidades del país y serán de mucha utilidad para quienes deseen dedicarse a esta actividad.

*Luciana Regaldo y Eduardo Vidal*

# 5 Evaluación de impacto ambiental

MARÍA DANIELA GARCÍA · EDUARDO VIDAL

## INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como propósito suministrar información sobre los conceptos y procedimientos que se utilizan para elaborar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y servir de soporte a los cursos que se dictan en distintas Unidades Académicas de la UNL.

Aquí se presenta uno de los principales instrumentos preventivos de los que se vale la Gestión Ambiental para prevenir los impactos que las intervenciones humanas generan en el ambiente: la EIA.

## EFFECTO E IMPACTO AMBIENTAL

Antes de entrar en materia es necesario precisar muy bien dos conceptos que son parte fundamental del tema, a saber: impacto ambiental y efecto ambiental.

El término impacto se aplica a la «alteración que introduce una actividad humana en su entorno» (Gómez Orea, 2010); esta última noción identifica la parte del ambiente afectada por la actividad o, más ampliamente, que interacciona con ella.

Otro autor define:

El impacto de un proyecto sobre el ambiente es la diferencia entre la situación del ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación. (Vittora, 2010)

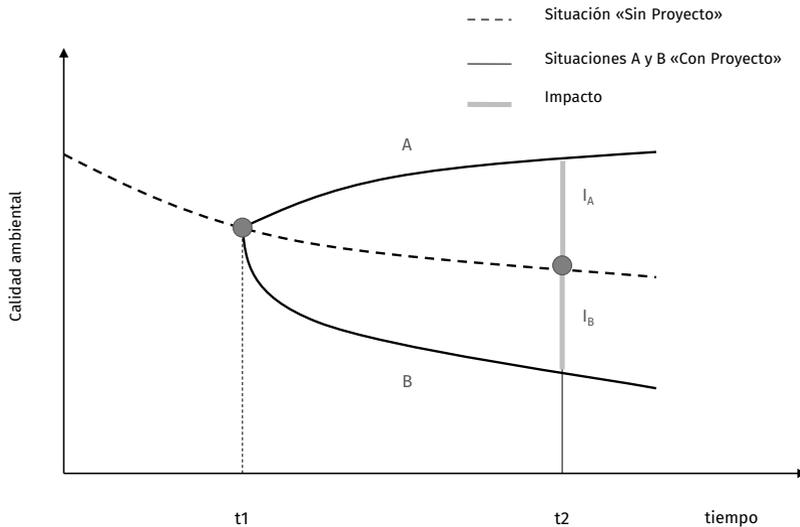


FIGURA 1. IMPACTO AMBIENTAL

En la definición de impacto ambiental de la Figura 1 están implícitos los siguientes conceptos:

La situación de un determinado entorno ambiental se expresa en términos del parámetro Calidad Ambiental (CA).

Los impactos ambientales son los cambios que se producirían sobre la evolución de la CA si se desarrollara un proyecto en comparación a si este no se iniciara. Estos cambios se evalúan como una diferencia entre dos situaciones, «con proyecto iniciado» o «sin proyecto».

La calidad ambiental puede modificarse a lo largo del tiempo debido a fenómenos estrictamente naturales, por eso se evalúa la situación «sin proyecto» lo que algunos autores denominan «línea de base». En la Figura 1 se representan dos posibles situaciones (con impacto positivo (A), con impacto negativo (B)).

La CA puede referirse a solo un factor ambiental (calidad del aire, agua, suelo, calidad de vida, recaudación impositiva, infraestructura, etc.); o la sumatoria de todos ellos lo que representaría el estado del entorno en general.

Los impactos ambientales pueden ser positivos ( $I_A$ ) (mejoramiento de la calidad ambiental) o negativos ( $I_B$ ) (empeoramiento de la CA)

Los impactos ambientales, además de ser función del tiempo, pueden depender del «espacio» o sea el lugar físico dentro del entorno en el cual se llevará a cabo el proyecto.

De la diferencia de las evoluciones de «situación con proyecto» y «situación sin proyecto» se deriva que los impactos ambientales se refieren a las «actuaciones humanas». No se suele aplicar el término impacto a las alteraciones ambientales producidas por fenómenos naturales, como los

daños causados por una tormenta, por un tornado o por la explosión de un volcán, por ejemplo.

Si bien en mucha bibliografía suelen usarse como sinónimos los términos efecto e impacto, estos son en esencia diferentes. Se presentan a continuación esas diferencias para poder comprender el significado que en este capítulo debe atribuírsele a dichos conceptos.

La determinación del impacto ambiental implica asignar un valor al ambiente o al factor ambiental en estudio para determinar su CA.

Un efecto es una manifestación de la alteración de un factor del ambiente (agua, biota, calidad de vida, etc.) producida por una actividad humana. Esta manifestación puede estar representada por una o varias propiedades medibles de dicho componente y en sus correspondientes unidades, por ejemplo:

*Agua:* pH (sin unidad), conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ ), turbidez (NTU), concentración de compuestos (sales, metales pesados, nitratos, etc.) (mg/L).

*Aire:* concentración de gases ( $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{SO}_2$ , etc.) (mg/L), ruido (dB).

*Infraestructura:* redes eléctricas (KW-h), redes viales (km).

*Salud:* Hospitales ( $\text{N}^\circ$ ), esperanza de vida al nacer (años).

*Economía:* ingresos públicos (\$), ingreso personal (\$).

Por otro lado, el impacto ambiental es la interpretación en términos de bienestar humano del efecto ambiental. Es decir, la ponderación o asignación de un valor por parte del evaluador de «cómo afecta» dicho cambio al ambiente en términos de nuestro «beneficio».

El valor del impacto podrá ser más preciso en cuanto se cuente con información producida por proyectos similares, o en ambientes similares en donde sea factible extrapolar resultados, de lo contrario dependerá del momento en que se evalúe si la EIA se realiza *ex ante*<sup>1</sup> o *ex post*.<sup>2</sup>

Siguiendo el ejemplo anterior, el incremento en la concentración de nutrientes en el agua de un lago, produce el efecto (síntoma) de eutrofización del agua en estas condiciones un impacto podría ser la disminución de la pesca en ese lago.

En el siguiente ejemplo se señala cómo varía la CA con relación al nivel sonoro medido en decibeles (dB) de acuerdo con el lugar donde sea instalada la actividad que produce la alteración.

---

1 Palabra neolatina que significa *antes* del suceso.

2 Ídem, *después* del suceso.

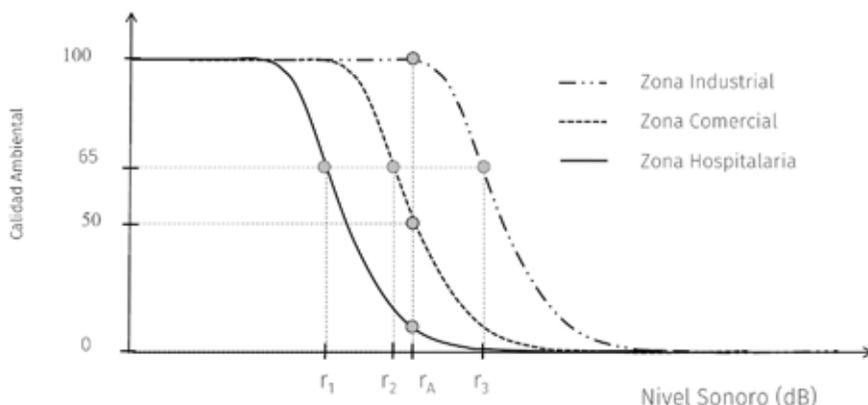


FIGURA 2. VARIACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN FUNCIÓN DEL NIVEL SONORO Y EL USO DEL ESPACIO

En la Figura 2 el efecto ambiental se grafica en la abscisa mientras que el impacto en la ordenada. La pregunta es: ¿cómo se modifica la CA cuando una actividad produce un nivel sonoro  $r_A$ ? Según se aprecia en la figura, un mismo valor del efecto  $r_A$  ocasiona distintos impactos conforme a la zona donde se produce. En una zona industrial no se modifica la CA (100), mientras que en las zonas comercial y hospitalaria la CA disminuye a 50 y 10, respectivamente; vulgarmente se puede traducir como «ese ruido, de intensidad  $r_A$ , en una zona hospitalaria es intolerable y en una industrial pasa desapercibido». La CA disminuye, en cualquier caso, al aumentar el nivel sonoro.

Por otro lado, podría usarse este mismo gráfico para redactar una normativa que establezca niveles máximos permisibles de ruidos según la zona. En principio, se debería establecer el valor de la CA a resignar. Para el ejemplo se supone un valor de 65, que se alcanza para cada zona con magnitudes de intensidad sonora:  $r_1$ ,  $r_2$  y  $r_3$  para la hospitalaria, comercial e industrial, respectivamente. Por último, serán estos los valores máximos permisibles para cada caso.

## EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

La EIA se ha convertido en una de los principales instrumentos preventivos para la gestión del medio ambiente. Se trata de un procedimiento administrativo para el control de los proyectos que se apoya en la realización de estudios técnicos (Estudio de Impacto Ambiental) y en un proceso de participación pública. Tanto el procedimiento como los estudios técnicos conforman un campo de conocimientos al que ninguna profesión puede ser

ajena, y ello porque ayuda a concebir y desarrollar los proyectos de una forma más moderna, internalizando los costos ambientales, porque su aplicación requiere el concurso de equipos multidisciplinares (Gómez Orea, 2010).

La utilización de la EIA como instrumento preventivo para el control ambiental de proyectos comenzó en los últimos años de la década de los 60, primero en los Estados Unidos, y luego se fue introduciendo en otros países desarrollados con carácter obligatorio para ciertos proyectos. También exigían, desde aquellos años, un procedimiento similar los organismos multilaterales internacionales (en particular el Banco Mundial) para controlar el comportamiento ambiental de aquellos proyectos que, financiados por estos, podrían ser ambientalmente conflictivos.

### **Definición**

La EIA es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte las distintas Administraciones Públicas (Gómez Orea, 2010).

Algunas otras definiciones que se pueden citar son:

Proceso de análisis, más o menos largo y complejo, encaminado a que los agentes implicados formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre los efectos ambientales de una acción humana prevista (proyecto) y sobre la posibilidad de evitarlos, reducirlos a niveles aceptables o compensarlos. (Gómez Orea, 2010)

Proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar el efecto de un plan o proyecto sobre el Medio Ambiente interpretado en términos de salud y bienestar humanos. (Conesa, 2010)

Como se destaca en las definiciones, se trata de procesos, es decir, requieren tiempo y dedicación, pero fundamentalmente precisan de un abordaje sistémico en equipos en donde la participación de la interdisciplina es clave. Un equipo interdisciplinario ofrece diferentes miradas de una misma «intervención», lo que contribuirá al enriquecimiento en el análisis del proyecto.

Este proceso permite preidentificar impactos tanto positivos como negativos que sobre el ambiente ejercerá una determinada intervención y se denomina evaluación ex ante. Esta predicción es generalmente de tipo subjetivo y debe estar respaldada por el conjunto de miradas que sobre el tema aportan los integrantes del equipo, quienes poseerán experiencia en el tema

y buen criterio para formular juicios de valor como también por el uso de metodologías adecuadas para cada clase de intervención.

Así, los impactos identificados pueden conducir a una modificación del proyecto que incorpore medidas que los «eviten» y de ese modo desaparecen ya en el diseño ejecutivo del mismo, o a la formulación de medidas que permitan «reducirlos» o «compensarlos». En estos dos casos el impacto no puede evitarse, por lo que es aconsejable buscar el modo de minimizarlo mediante la aplicación de medidas pensadas y diseñadas para tal fin y, en el último caso, el menos deseado por el equipo ambiental, el daño al ambiente puede ser compensado o amortizado.

Tomando en cuenta lo anterior, la EIA se transforma en un instrumento preventivo de conocimiento muy útil para la toma de decisión tanto en el ámbito privado como en el público. Este instrumento contribuye a que quienes deben decidir si avanzar o no con una idea, estén al tanto de las consecuencias perjudiciales y beneficiosas que tiene; así como también y no menos importantes, para que estén alertados o informados acerca de los costos económicos que demandará la aplicación de las medidas antes mencionadas que vuelven viable o amigable el proyecto.

No son pocas las acepciones que el término evaluación de impacto posee. No consiste solamente en una evaluación (desde el punto de vista de estimación de valor) sino, como se menciona anteriormente, en un procedimiento que comprende la idea y desarrollo de la intervención, la presentación del proyecto por el proponente, hasta la declaración de impacto ambiental o certificado de aptitud ambiental por parte de las autoridades competentes en materia ambiental y la comunicación de los resultados a la población afectada.



FIGURA 3. OBJETIVOS DE LA EIA



## **El proyecto y su entorno**

Un proyecto se expresa a través de un documento técnico que define o condiciona la localización y la realización de planes y programas, la realización de construcciones o de otras instalaciones y obras, 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 la de ordenación del territorio. Este proyecto pretende ser desarrollado en un determinado «entorno», entendido este como el ambiente que interacciona con el mismo en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio, etc.) y de salidas (productos, empleo, rentas, etc.) y por tanto en cuanto provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de efectos.

## **Titular del proyecto o promotor**

Se considera como tal a la persona física o jurídica que solicita una autorización o aprobación definitiva relativa a un proyecto. Es quien debe presentar la documentación respectiva ante la autoridad competente, además de un resumen que contiene la información suficiente para que dicha autoridad pueda evaluar la iniciativa respecto de la aprobación y su puesta en marcha.

## **Órgano ambiental competente**

Son los organismos con incumbencias ambientales (autoridad de aplicación, Ministerio, Dirección o Secretaría de Medio Ambiente, entre otros), de los que deriva la potestad de dictar normas, fiscalizar y aplicar exigencias tendientes a gestionar los impactos. Son encargados de ejecutar las disposiciones que correspondan para llevar adelante la EIA; resolver si esta debe ser realizada, definir el alcance de los Estudios de Impacto Ambiental (ESIA) (Screening y Scoping), revisar y/o aprobar los ESIA, organizar el proceso de participación pública y, finalmente, formular la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) u otorgar la licencia ambiental conocida también como Certificado de Aptitud Ambiental en el caso de la provincia de Santa Fe.

## **Órgano público con responsabilidad sustantiva**

Es aquel que, conforme a la legislación aplicable al proyecto de que se trate, ha de conceder la autorización pertinente para su realización.

## Screening

No todos los proyectos, dadas sus características particulares, deben necesariamente ser sometidos a una EIA. El análisis para determinar si el proyecto requiere o no someterse al a dicho procedimiento se denomina Screening (o Cribado, en español). Esta determinación le corresponde al órgano ambiental competente.

Los criterios para determinar si es necesario o no son variados, y uno de ellos es discriminar por actividades. Estas actividades suelen ser aquellas sobre las cuales hay suficiente información respecto de posibles interacciones con ciertos factores ambientales, como las que se consignan en la Figura 6. Otro criterio podría basarse en que determinadas características de una actividad son conocidas por tener efectos importantes sobre el medio (Figura 7).

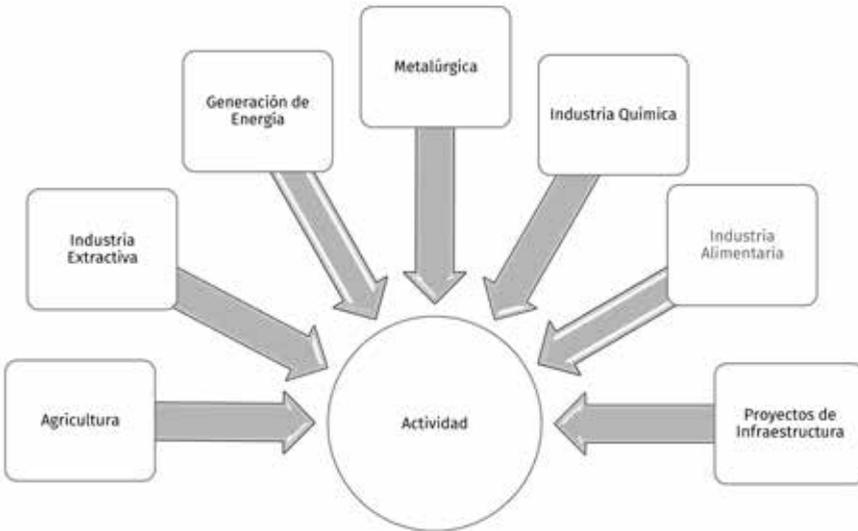
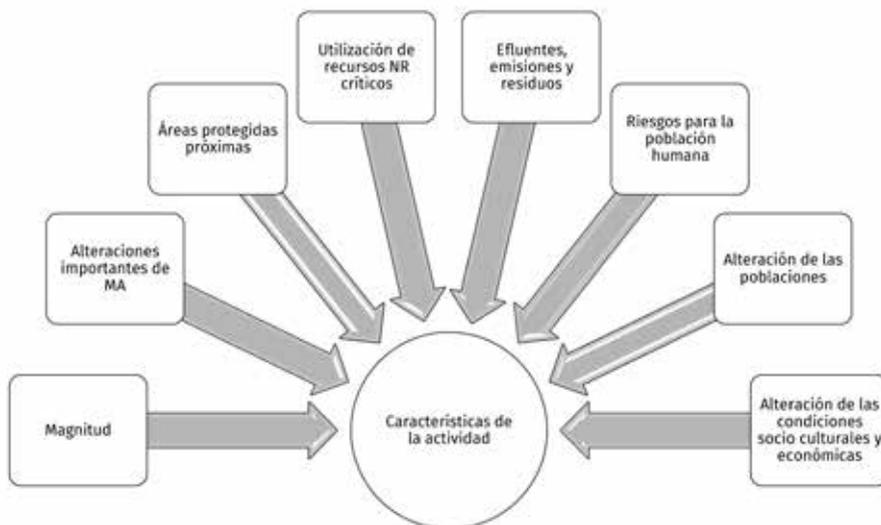


FIGURA 6. SCREENING. LISTA DE ACTIVIDADES



## Scoping

Este término (o Enfoque, en español) aplicado a la EIA, significa contenido y alcance, y puede entenderse como una fase previa al ESIA. Se trata de determinar los factores ambientales que deben ser tenidos en cuenta y el grado de profundidad con que debe analizarse cada uno de ellos y, a partir de esto, establecer determinados requerimientos a tener en cuenta para la elaboración del ESIA. El Scoping es necesario ya que cada proyecto y cada entorno requieren un enfoque específico en función de las particulares circunstancias que le afectan. De otra forma, la tarea que demanda el ESIA puede ser demasiado compleja y desproporcionada si no se definen adecuadamente sus objetivos. En la determinación del contenido y alcance que debe tener una EIA es importante que el organismo ambiental incluya la participación pública.

## Población afectada y proceso de participación pública

La búsqueda de viabilidad de las decisiones ambientales hace que el procedimiento de EIA sea público e informado con la finalidad de dar transparencia a la toma de decisiones. En este sentido, es esencial que en la evaluación ambiental se vea comprometida la comunidad afectada por el proyecto. De esta forma se pueden recoger tempranamente las preocupaciones ambientales existentes y prevenir la generación de conflictos. Se incrementa la calidad de las decisiones, en particular con la entrega de información sobre

situaciones no deseadas por la comunidad derivadas del emprendimiento, proyectos o actividades que pueden maximizar los beneficios sociales.

La participación pública se produce en dos momentos del procedimiento de la EIA. En primer lugar, en la determinación de los alcances y contenido de los ESIA y, en segundo lugar, cuando el órgano ambiental competente pone en consideración el ESIA previa elaboración de la DIA.

La población interviene en el proceso manifestando la percepción social de proyecto y la escala de valores, que resultan determinantes para definir los impactos ambientales significativos del proyecto y su correspondiente valorización. Esta escala de valores es particular para cada población y se sostiene en sus propios estilos de vida, costumbres, tradiciones, etcétera.

Hay que considerar que el objetivo final de todo proyecto es mejorar la calidad de vida de la población, pero la percepción de lo que para cada uno representa este concepto será diferente para los distintos grupos de interés que operan en el ámbito afectado, de tal manera que será en relación a ellos cómo habrá que estimar la aceptación social del proyecto. En esta etapa toma relevancia el mapeo de actores presentes o con injerencia en el proyecto y su rol dentro de la sociedad. Son tareas que generalmente recaen en profesionales formados en las ciencias sociales que forman parte del equipo de la EIA.

### **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**

Es el documento resultante del procedimiento de revisión del ESIA que realiza el órgano ambiental competente respecto de las fases de ejecución, operación y eventualmente abandono del proyecto propuesto.

En la provincia de Santa Fe este documento también se conoce como Certificado de Aptitud Ambiental o simplemente Aptitud Ambiental y es, según el caso, un documento con dictámenes sectoriales, una resolución aprobatoria o una nota mediante la cual la autoridad de aplicación correspondiente aprueba, desde el punto de vista ambiental, el desarrollo de la intervención.

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ESIA**

Se trata del estudio técnico de carácter interdisciplinario que, incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida de los seres humanos (Gómez Orea, 2007).

El ESIA es el documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se quiere llevar a cabo, el cual debe proporcionar antecedentes fundados para poder deducir, identificar e interpretar los efectos o impactos ambientales y describir la o las acciones que implementará para impedir o minimizar los efectos adversos.

Debe ser presentado por el titular del proyecto, y sobre la base del mismo se produce la DIA. Este estudio deberá identificar, describir y valorar de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produciría sobre el entorno que lo alojará.

En conclusión, el ESIA es un elemento de análisis que interviene de manera esencial en cuanto a dar información en el procedimiento administrativo que es la EIA, y que culmina con la DIA.

Prácticamente, el ESIA consiste en un ejercicio de comparación entre dos estados de situación de un mismo ambiente: el «estado cero» o «línea de base», que es condición del ambiente antes de una intervención humana, y el estado del ambiente una vez concretada la intervención (concreción de la obra, implementación de políticas, programas educativos, nuevas leyes, etcétera).

## **Fases de los EsIA**

Las fases por las cuales transcurre un ESIA se pueden sintetizar del siguiente modo:

1. Análisis del proyecto y sus alternativas.
2. Caracterización y diagnóstico del sistema ambiental receptor del proyecto.
3. Identificación de los efectos del proyecto potencialmente impactantes.
4. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados.
5. Identificación de relaciones causa–efecto entre acciones del proyecto y factores del medio.
6. Valoración de los impactos sobre cada factor.
7. Valoración del impacto ambiental global del proyecto.
8. Definición de medidas correctoras, preventivas y compensatorias (medidas de mitigación).
9. Plan de Gestión Ambiental.

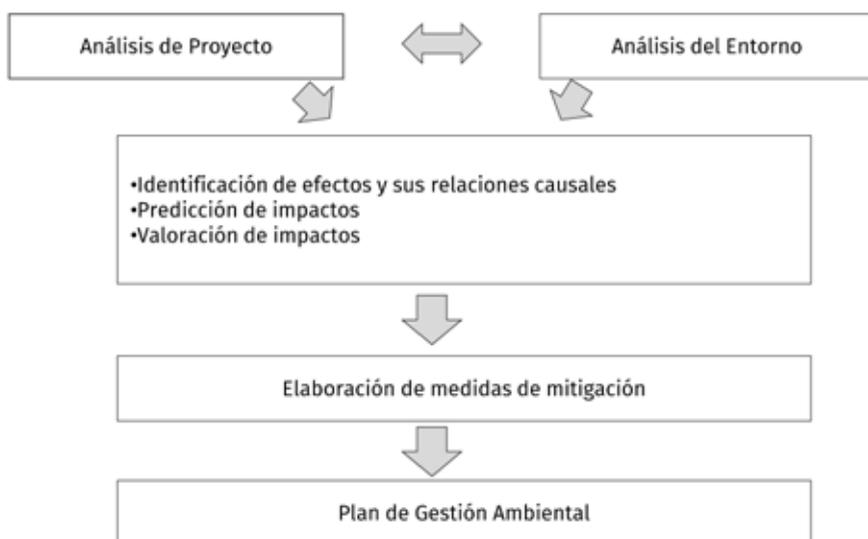


FIGURA 8. FASES DE UN ESIA

## Análisis del proyecto

Esta es una de las primeras fases que deben cumplirse.

Seguindo a Weitzenfel, se puede definir al proyecto como:

unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo económico o social. Esto implica desde el punto de vista económico, proponer la producción de un bien o la prestación de un servicio, con el empleo de una cierta técnica y con miras a obtener un determinado resultado, como ventaja económica y social. (1996)

La descripción del proyecto es una actividad que permite al equipo de trabajo que está realizando el ESIA conocer en detalle las características generales y particulares de la acción propuesta o en análisis, desde la perspectiva de la especialidad o disciplina de cada una de las personas participantes.

Al caracterizar el proyecto, es fundamental enfocarse en aquellos aspectos que provocan gran inquietud en el público y otras partes interesadas, porque mucha información irrelevante puede crear confusión y desviar la atención de aquello que sea significativo.

La intervención a realizar, debe ser conocida y entendida por el equipo encargado de llevar adelante la ESIA. La mejor opción es que el equipo ambiental intervenga junto al equipo de proyecto ya desde la definición del

mismo y sus alternativas, de ese modo este será concebido bajo una perspectiva ambiental e incorporará tempranamente en el diseño mejoras que reducirán los impactos negativos y aumentarán los positivos.

Como resultado de esta fase, el equipo debe obtener un claro conocimiento de las etapas de proyecto, sus fases, los insumos y recursos naturales que demandará la intervención, la localización de las instalaciones y las áreas que serán de forma directa o indirecta influenciadas. En síntesis, deberá poder dar respuesta a las siguientes cuestiones:

La naturaleza o razón fundamental y sus objetivos principales.

El estado: nuevo, en funcionamiento o una ampliación.

Los argumentos que llevaron a tomar la decisión de realizarlo y la forma como se inserta dentro de los planes de desarrollo locales, regionales o nacionales.

El tipo y monto de la inversión.

Descripción general con sus obras complementarias.

Localización física respecto a vías de comunicación y otra infraestructura de servicios, poblaciones existentes, cursos o cuerpos de agua, y otra infraestructura o proyectos en construcción o en funcionamiento.

Las áreas requeridas: total, construida, en zona verde, etc.

Disponibilidad y localización de servicios básicos (vías de acceso, energía, agua potable, alcantarillado) y servicios de apoyo (plantas de tratamiento de aguas residuales, telecomunicaciones, rellenos sanitarios, etcétera).

Descripción y localización de cada una de las obras provisionales, o sea las que se realizan inicial y temporalmente para poder llevar a cabo su desarrollo pero que después desaparecen cuando este empiece a funcionar, tales como: apertura y rehabilitación de vías, campamentos de construcción, almacenes, talleres, patios de servicio, comedores, restaurantes, instalaciones sanitarias, obras de abastecimiento y almacenamiento de combustibles, etcétera.

Descripción y localización de las obras principales, indicando los procesos constructivos, el volumen y tipo de agua (cruda o potable) a utilizar, los recursos, insumos, mano de obra y maquinaria requeridos, etcétera.

Descripción y localización de las obras asociadas, tales como construcción o rehabilitación de vías de acceso; líneas de transmisión y subestaciones eléctricas; sistemas de captación, conducción, tratamiento y distribución de agua; plantas de tratamiento de aguas residuales; líneas o ductos para transporte de combustible, áreas administrativas (oficinas); zonas de servicios (patios de servicio, obras para abastecimiento y almacenamiento de combustibles y materiales); áreas recreativas y campos deportivos para trabajadores, etcétera.

Descripción de los procesos y actividades unitarias, apoyados en diagramas de flujo en que se indiquen tipo y volúmenes de materias primas y demás insumos, almacenamiento, procesos intermedios y finales, salidas de productos, productos intermedios y subproductos, etcétera.

Los cronogramas de construcción, que muestren claramente las escalas de tiempo de cada etapa, obra o actividad.

La cantidad y tipo de mano de obra a utilizar.

De acuerdo con la definición de Weitzenfel citada anteriormente, pueden existir numerosos tipos de proyectos (prestación de servicios, producción de bienes, construcción de infraestructura, agrícola, pecuaria, forestal, etc.), para lo cual se han construido varias clasificaciones o tipologías. Sin embargo, en todos ellos existen tres elementos comunes, que son la principal fuente generadora de impactos ambientales, según se muestra en la Figura 9.

1. *Insumos*: son los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto y pueden ser:

a. *Materias primas*: es importante identificar sitios de extracción (yacimientos), volúmenes, características de toxicidad, maneras de transporte, almacenamiento, pretratamientos, etcétera.

b. *Requerimientos de energía*: la cual puede ser abastecida con base en generación propia o mediante la conexión a sistemas de suministro existentes. En cada una de las opciones es necesario identificar las demandas, las maneras de transporte, el almacenamiento de los combustibles, etcétera.

c. *Requerimientos de agua*: este recurso natural puede ser abastecido con base en un sistema propio, lo que requiere la construcción de obras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución, o mediante la conexión a un acueducto existente, la cual también requiere de una serie de actividades que pueden relacionarse con el entorno.

2. **Procesos:** son las actividades necesarias para la construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Es importante describir, la forma como se llevan a cabo, las tecnologías, los equipos y la maquinaria utilizada, los vertimientos, emisiones y residuos que se generan, la mano de obra empleada, etc.; con el propósito de identificar su interacción con el medio ambiente.
3. **Productos:** son el resultado del proceso y es importante conocer sus características, especialmente en cuanto a su toxicidad o capacidad de contaminación, además de la forma de almacenamiento, transporte, etcétera.

Por lo tanto, cuando se esté realizando la caracterización del proyecto y la identificación de las Acciones Susceptibles de Producir Impacto (ASPI), como se verá más adelante, se deben analizar con detenimiento cada uno de estos elementos, con el fin de precisar y hacer un barrido completo de la forma como se «conectan» los proyectos con el ambiente. Esta es la finalidad de la caracterización del proyecto dentro de la EIA.



**FIGURA 9.** ESQUEMA DE LAS RELACIONES PROYECTO-AMBIENTE.

FUENTE: ARBOLEDA, 2008.

### **Acciones susceptibles de producir impactos ASPI**

Como ya se mencionó, el objetivo de esta fase inicial del ESIA es proporcionar información sobre el proyecto o la actividad sobre la que se está realizando esta evaluación, haciendo énfasis en las acciones potencialmente impactantes, de tal forma que permita determinar los impactos ambientales que se puedan generar.

Para lograr lo anterior, se requiere realizar una lectura de la información técnica, de ingeniería y operacional del proyecto «con ojos ambientales» es decir, realizar un análisis de la documentación correspondiente con la finalidad de detectar aquellas acciones (actividades, operaciones, procedimientos,

elementos, aspectos, tareas, etc.) que están relacionándose de cualquier manera con el ambiente, porque son estas las que producirán, directa o indirectamente, los cambios en algunos de los componentes de dicho entorno. Estas acciones se denominan ASPI.

Por ejemplo, las excavaciones, el mantenimiento de maquinaria y equipos, la remoción de vegetación, etc., son ASPI porque están interactuando con el ambiente y por ende tienen la capacidad de ocasionar modificaciones en algunos de sus componentes, ya sea porque generan sedimentos, producen vertimientos o residuos o afectan la composición florística respectivamente.

Por ello, el objetivo del análisis ambiental de la información técnica del proyecto es identificar sistemáticamente todas las posibles acciones con capacidad de generar modificaciones al ambiente. Sin embargo, a efectos prácticos y para facilitar el manejo de la información (que para algunos proyectos puede ser altamente voluminosa), se deben determinar solamente las ASPI que obedezcan a los siguientes criterios:

*Que sean significativas:* es decir que sean relevantes o ajustadas a la realidad del proyecto y con capacidad de generar consecuencias notables en las condiciones ambientales. Sin embargo, se deben incluir aquellas sobre las cuales se tengan dudas o desconocimiento sobre sus probables consecuencias (principio de precaución).

*Que sean excluyentes/independientes:* esto es, que sea posible individualizarlas para evitar solapamientos o superposiciones que puedan generar una doble contabilidad en sus consecuencias, o también para evitar confusiones en el proceso evaluativo, como podría ocurrir si se maneja un nivel de generalidad muy grande. Por ejemplo, la actividad «apertura de accesos» es una actividad del proyecto que evidentemente tiene la capacidad de generar impactos ambientales, pero tomada de esta manera tan amplia, es muy difícil visualizar la relación proyecto-ambiente y por eso se recomienda descomponerla en otras acciones que representen de manera más clara la forma como se presenta esta relación: si se describe el proceso de la construcción de una vía, se puede decir que primero se «remueve la vegetación», luego se hacen las «excavaciones», después se hacen los «rellenos», posteriormente se «construyen las obras de arte», después se «construye la subbase», luego «la base» y más adelante se «coloca el afirmado». Cada una de estas actividades son realmente las ASPI de la actividad construcción o apertura de accesos. Por eso, cuando se estén identificando las ASPI se debe tratar de definir actividades muy específicas que no se puedan separar o dividir.

*Que sean identificables/ubicables:* es decir que sea posible su definición clara y fácil sobre planos o los diagramas de procesos.

*Que sean cuantificables:* que sea factible expresarlas por medio de números o rangos para facilitar la valoración y la interpretación de las

consecuencias que puede generar. Esto no siempre sucede, sobre todo con algunas acciones que se relacionan con aspectos sociales.

*Que cubran el ciclo de vida del proyecto:* es importante que se identifiquen las ASPI para cada una de las etapas en que se va a desarrollar el proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y desmantelamiento.

Cada una de las ASPI debe tener una descripción lo más completa posible que indique sus características, localización, flujos asociados, momento del ciclo del proyecto en que se produce, duración de la actividad, etcétera.

Para la identificación de las ASPI no hay una regla o norma general, ya que existe un número muy significativo de posibilidades, de variaciones tecnológicas, de procesos constructivos y operativos, etc., que hacen que cada proyecto sea casi irreplicable. Es por ello que identificar ASPI es más una construcción colectiva entre los profesionales participantes del equipo del EsIA, a partir de la información que cada uno de acuerdo con su especialidad haya obtenido del análisis del proyecto.

Pero se puede decir que para cada componente del proyecto se debe hacer un barrido y tratar de identificar acciones que se encuentren en algunas de las siguientes categorías:

Acciones que modifican la calidad y el uso del suelo.

Acciones que modifican la calidad, disponibilidad y uso del agua (vertimientos de aguas de lavado, de proceso o domésticas).

Acciones que actúan sobre el medio biótico (la flora y la fauna).

Acciones que modifican la estabilidad del suelo.

Acciones que implican deterioro del paisaje.

Acciones que implican consumo de recursos naturales.

Acciones que implican emisión de contaminantes a la atmósfera (gases, olores, ruidos, material particulado, calor).

Acciones que repercuten sobre la infraestructura existente.

Acciones que producen residuos (especiales y no especiales).

Acciones que se derivan del almacenamiento de residuos.

Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.

Acciones que generan peligros o riesgos para la comunidad y el ambiente (incendio, explosión, derrames, fugas, inundación, accidentes, etc.).

Acciones que incumplen con la normativa ambiental vigente.

Para una mejor organización en la identificación de las ASPI conviene subdividir los proyectos en distintas categorías (fases, elemento y acciones concretas), como se indica en la Figura 10, aplicadas a algunos elementos de la construcción de una ruta.

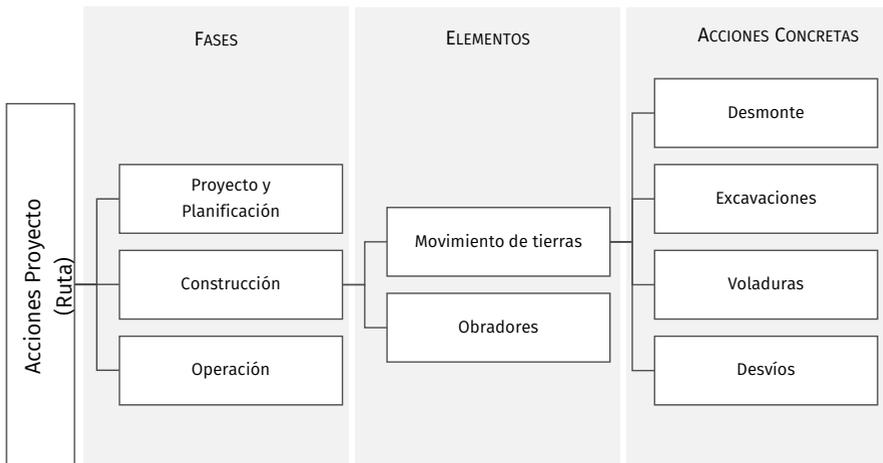


FIGURA 10. SEGMENTACIÓN DE ACCIONES. EJEMPLO DE APLICACIÓN A UN PROYECTO DE RUTA. FUENTE: ADAPTADA DE GÓMEZ OREA, 2010.

## Caracterización y diagnóstico del Sistema Ambiental

Esta fase consiste en la búsqueda, análisis y generación de información necesaria y suficiente para comprender el funcionamiento del sistema ambiental «sin proyecto», las causas históricas que lo han producido y la evolución previsible si no se actúa. Los componentes que deben desarrollarse guardan estrecha relación con el tipo de proyecto y el ambiente que lo recibe. Así, en aquellos netamente urbanos, con ambientes totalmente intervenidos, es muy posible que el análisis y conocimiento de la vegetación, fauna y/o ecosistemas, se limite al arbolado urbano, la presencia de espacios verdes como plazas y parques. Por otro lado, en los que intervengan zonas de humedales y bosques con características ecosistémicas complejas el análisis demandará de la mayor atención.

El análisis ambiental estará basado inicialmente en una indagación exhaustiva de la información existente. Esta indagación se complementará con un relevamiento de campo completo y detallado a lo largo del área de influencia del emplazamiento propuesto, donde se realizarán dentro de lo posible la mayor cantidad de mediciones directas (generación de datos primarios).

De manera adicional, se documentarán fotográficamente las condiciones ambientales previas a la intervención, en especial los sitios más sensibles y representativos del área de estudio, así como aquellos donde se prevea aplicar medidas de restauración, rehabilitación o mitigación (recomposición de taludes, revegetación, recuperación de suelos, etc.) que permitan su posterior comparación. La información proveniente de consultas individuales podrá utilizarse cuando sea pertinente pero no substituirá a la proveniente de fuentes científicas reconocidas.

Con el mismo sentido que se aplica a la selección de las ASP, el medio ambiente puede ser desagregado en distintas categorías para facilitar el análisis pormenorizado. En la Figura 11 se presenta un ejemplo de esta desagregación, mientras que en la Figura 12 se exponen los factores mínimos que deben ser tenidos en cuenta para la elaboración de un ESIA.

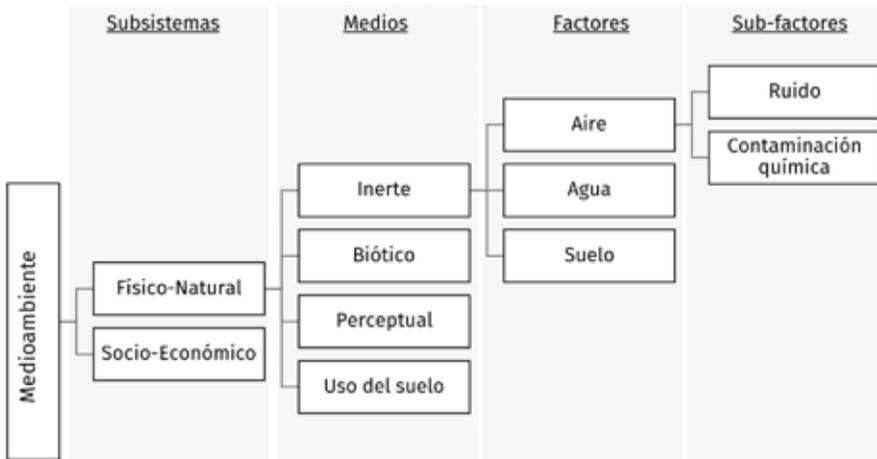


FIGURA 11. FACTORES AMBIENTALES

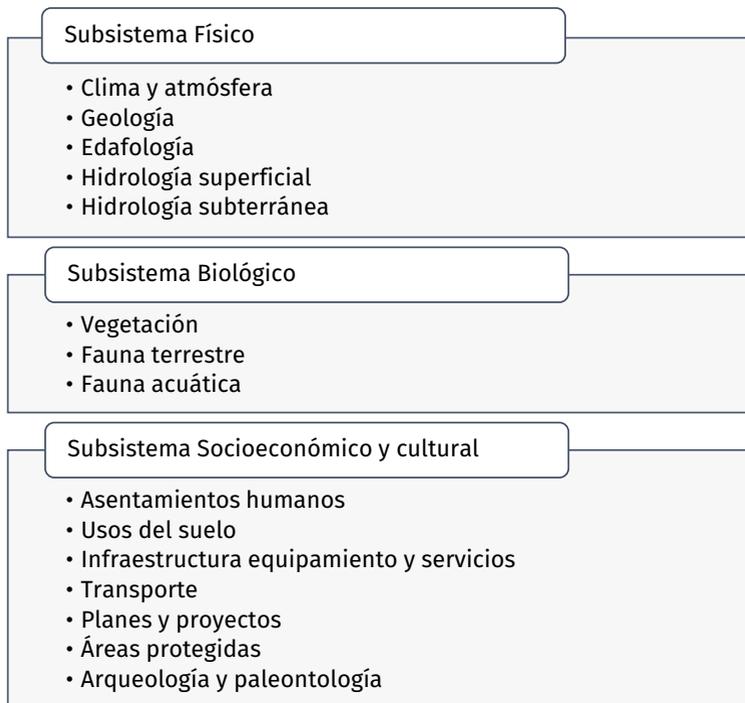


FIGURA 12. SISTEMA AMBIENTAL. ANÁLISIS DE COMPONENTES MÍNIMOS

Una cuestión importante al caracterizar el entorno es su delimitación. Esta se refiere a la distribución espacial de las intervenciones ambientales del proyecto. Está claro que no todos los componentes o factores del ambiente se verán alterados geográficamente de la misma forma. Por ejemplo, para un determinado proyecto, la emisión sonora puede tener una distribución espacial distinta a la contaminación química o a la afectación de la fauna y seguramente a los aspectos sociales, de difícil determinación, como los ingresos de la población o la recaudación impositiva.

Como pauta de trabajo se pueden considerar las: Áreas de Influencia Directa (AID) y Áreas de Influencia Indirecta (AII) del proyecto. El AID será aquella que reciba los impactos ambientales de forma directa, donde la manifestación de la mayoría será inmediata.

Se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Para evaluar el AII se considerarán, como mínimo, las áreas de dispersión de contaminantes que podrían derramarse accidentalmente en cursos de agua o infiltrarse en acuíferos, y las emisiones atmosféricas y sonoras.

Para los casos de emisiones atmosféricas con elementos potencialmente contaminantes, la evaluación del AII se realizará atento a los mecanismos y procesos de la atmósfera que originan el transporte y la difusión bajo las condiciones locales específicas. De este modo se calculará el área de decaimiento de los contaminantes atmosféricos para la condición operativa y climática más desfavorable del área de estudio.

Para los casos de emisiones sonoras, la evaluación del AII se hará teniendo en cuenta la ubicación de las fuentes generadoras de ruidos, en las condiciones operativas y climáticas más desfavorables del área de estudio y sin considerar posibles factores de atenuación.

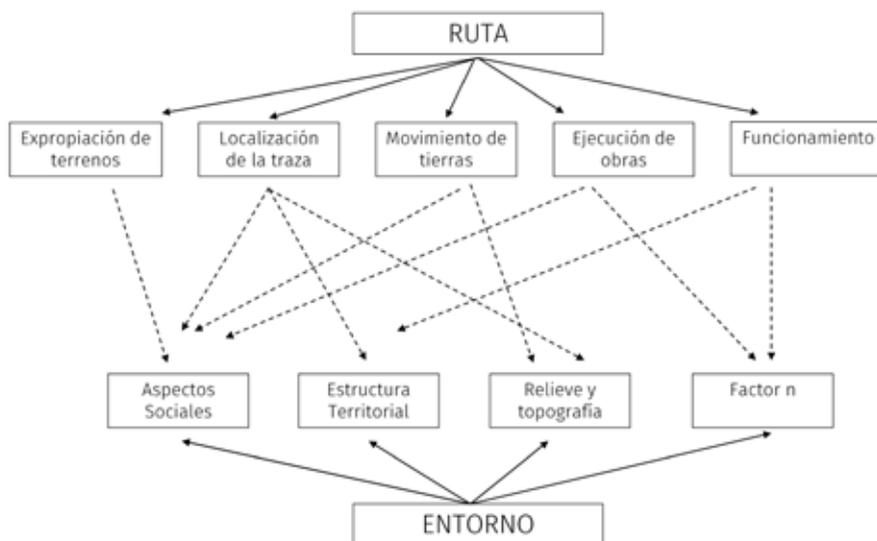
Para los casos de impactos sobre el medio socioeconómico y cultural, la evaluación del AII contemplará las posibles interferencias con actividades llevadas a cabo por pobladores o usuarios que no residen en el AID, en particular aquellos que la utilizan de modo estacional u ocasional y en las que, eventualmente, las tareas de construcción u operación pudieran influir en la modificación de esas actividades.

La delimitación del área de influencia para realizar el ESIA es esencial ya que esodetermina la necesidad de relevar información ambiental, que suele ser una actividad que demanda tiempos y/o costos considerables.

## **METODOLOGÍAS PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL**

Como se mencionó, el objetivo más importante del ESIA es ayudar a comprender la evolución en tiempo y espacio de la relación proyecto-ambiente. Una vez desagregados ambos, resta analizar las interacciones correspondientes, que derivaran en un probable efecto/impacto ambiental.

En el siguiente ejemplo de la Figura 13 se analiza la relación de un proyecto de construcción de una ruta con el entorno correspondiente con el ya comentado proyecto «Ruta». Se indica mediante una flecha la aparición de una afectación por parte de una determinada acción sobre un factor ambiental, que ha sido evaluada como posible.



**FIGURA 13.** GRÁFICO DE INTERACCIONES ENTRE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE RUTAS Y EL ENTORNO. FUENTE: ADAPTADO DE GÓMEZ OREA, 2010.

La finalidad de las distintas metodologías que se utilizan en los ESIA para la evaluación de los impactos es, precisamente, facilitar el análisis de estas relaciones acciones–factores, para sintetizar luego la relación global proyecto–ambiente.

Existen numerosos modelos y procedimientos para evaluar impactos sobre el ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos cualitativos y otros que, operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo, llegan a resultados del tipo cuantitativo.

Cabe aclarar que cada uno de los métodos posee distintos niveles de complejidad, de ventajas y desventajas. Teniendo en cuenta las particularidades de un proyecto y de la estimación de la importancia de las posibles interacciones ambientales, se seleccionará una metodología o, comúnmente para proyectos de gran envergadura, varias metodologías en paralelo.

En la Figura 14 se describen de modo sintético diferentes metodologías. En este capítulo se describirán solo dos de ellas, las listas de verificación y las matrices, que son las más utilizadas en la práctica.

Reuniones de expertos	Solamente para un impacto muy concreto y circunscrito. El método Delphi ha sido de gran utilidad en estos casos.
Listas de verificación	Listas exhaustivas que permiten identificar rápidamente los impactos. Existen las puramente “indicativas” y las “cuantitativas”, que utilizan estándares para la definición de los principales impactos.
Matrices	Estos métodos consisten en tablas de doble entrada, con las características y elementos ambientales y con las acciones previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes. En matrices más complejas pueden deducirse los encadenamientos entre efectos primarios y secundarios.
Grafos y diagramas de flujo	Tratan de determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir tipos de impactos esperados.
Cartografía ambiental o superposición de mapas (overlay)	Se construyen una serie de mapas representando las características ambientales que se consideren influyentes. Los mapas de síntesis permiten definir las aptitudes o capacidades del suelo ante los distintos usos, los niveles de protección y las restricciones al desarrollo de cada zona.
Redes	Son diagramas de flujo ampliados a los impactos primarios, secundarios y terciarios.
Sistemas de Información Geográficos	Son paquetes computacionales muy elaborados, que se apoyan en la definición de sistemas. Son más difíciles de usar en la identificación de impactos ya que, para ello, necesariamente deben estar integrados en el modelo. Tienen más relevancia en la evaluación de la importancia y magnitud de los impactos.

FIGURA 14. METODOLOGÍAS ESIA

### Listas de verificación

Estas, también denominadas de chequeo o *checklist*, son metodologías de identificación muy simples usadas en evaluaciones preliminares. Fueron confeccionadas por diversas fuentes, sobre la base de información relevada como resultado de experiencias previas de proyectos y/o ambientes similares, por ejemplo: listas de chequeo para proyectos de plantas nucleares, deforestación de grandes extensiones, producción de fármacos, etc. Sirven para llamar la atención sobre los impactos más relevantes. Consisten en cuadros que brindan un rápido recorrido por el ambiente y los efectos que sobre el mismo puede tener determinada intervención.

Esta identificación se puede realizar a través de la formulación de preguntas utilizando para ello las filas del cuadro, en donde para cada pregunta hay más de una respuesta, o mejor dicho la respuesta puede conformarse con distintos atributos que evalúen el impacto en las columnas: signo (+ o -), alto medio o bajo, permanente o temporario, focalizado o disperso, etcétera).

Otra forma de armar el cuadro es directamente desagregando los componentes del ambiente bajo estudio en una columna y en la otra ponderando el efecto esperado a través de dos o tres atributos simples tales como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Checklist simple para proyecto de Drenaje Urbano

Componente susceptible de ser impactado	Efecto producido
<b>Sistema natural</b>	
Clima	Nulo
Sistema hídrico	+ Medio
Suelo	+Medio a alto
Flora y fauna	- Bajo
<b>Sistema antrópico</b>	
Esquema productivo	+ Alto
Salud	+ Medio
Vinculación regional	+ Bajo
Ocupación Laboral	+ Bajo
Área anegadas	+ Alto

En la Tabla 2 se presenta otro ejemplo de lista de chequeo para una obra lineal como, por ejemplo, un gasoducto. Las referencias utilizadas se presentan a continuación:

Afectación: S: sí afecta, N: no afecta.

Signo: signo (+): efecto positivo sobre el ambiente; signo (-): Efecto negativo.

Duración: P= permanente (más de 20 años<sup>3</sup>); T = temporario.

Intensidad: Importancia de un efecto en función del grado de modificación de la calidad ambiental preexistente: A= alta, M= media, B= baja.

Magnitud: Área de influencia de la afectación: A = alta, afecta más allá de 50 m a cada lado del eje de pista; M = media, afecta hasta 25 m a cada lado del eje de pista; B = baja, afecta 10 m a cada lado del eje de pista.

<sup>3</sup> Equivalente a una generación.

**Tabla 2.** Cheklist más complejo para obras lineales, por ejemplo: gasoducto

Componentes ambientales	Tipo		Durac.	Intens.	Magn.
	S/N	+/-			
<b>Ecosistemas</b>	S/N	+/-	P / T	A,M,B	A,M,B
Afectación a sitios de valor ecológico singular					
Afectación de alguna característica natural particular					
Afectación a la fauna silvestre (hábitat)					
Afectación a vegetación de valor					
<b>Recursos Hídricos</b>	S/N	+/-	P / T	A,M,B	A,M,B
Afectación a la profundidad del nivel freático					
Afectación a la calidad del agua subterránea					
Afectación a las condiciones de drenaje					
Afectación a cauces naturales superficiales					
Afectación a la calidad de las aguas superficiales					
Afectación al uso del agua superficial					
Afectación al sistema de escurrimiento superficial					
<b>Riesgos Naturales</b>	S/N	+/-	P / T	A,M,B	A,M,B
Vulnerabilidad del proyecto a amenazas naturales					
Modificación del riesgo ambiental existente a causa del proyecto					
Modificación del riesgo de inundación existente a causa del proyecto					
Modificación de condiciones de erosión a causa del proyecto					
<b>Aspectos Socioeconómicos</b>	S/N	+/-	P / T	A,M,B	A,M,B
Modifica condiciones de vida de la población					
Modifica circulaciones					
Afecta a otras infraestructuras					
Afecta a viviendas y/o instalaciones de uso comunitario y/o privado					
Afecta sitios de valor histórico, arqueológico o paleontológico					
<b>Usos Del Suelo</b>	S/N	+/-	P / T	A,M,B	A,M,B
Modifica el uso actual del suelo					
Modifica el uso potencial del suelo					
Modifica el valor de los inmuebles					
Modifica características visuales de factores naturales o culturales					

Como puede observarse, estas tablas sirven para poder realizar una rápida identificación de aquellos componentes del ambiente que podrían verse afectados y en qué magnitud.

Dependiendo de la magnitud del proyecto a evaluar, la mayoría de las veces este es solo el comienzo de una evaluación de impactos. El paso siguiente consiste en un análisis detallado de los efectos de la obra, programa o proyecto en el ambiente.

### **Matrices causa-efecto**

Dentro de las metodologías más usadas se encuentran las matrices causa-efecto.

Este tipo de matrices deriva de la conocida Matriz del Leopold, que fue desarrollada a principio de los años 70 (Leopold et al., 1971) para ser aplicada en proyectos de construcción de represas, pero además es especialmente útil, dado su enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de aquellos proyectos de los que se prevén grandes impactos ambientales. Fue el primer método que se estableció para los ESIA.

Este procedimiento admite una evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos en una matriz que cuenta con 88 parámetros ambientales y 100 posibles acciones.

Para la identificación de efectos utilizando matrices, como la indicada en la Tabla 3, se comienza colocando las acciones del proyecto en las columnas y en las filas los factores ambientales.

Una vez que se haya completado esta matriz con las ASPI seleccionadas y los factores ambientales se debe realizar la predicción de impactos (figura 8). Esto consiste en revisar cada celda de la matriz, que representa el cruce acción-factor, y evaluar si de esta interacción puede surgir un cambio importante (impacto significativo); entonces se marca esta celda con una cruz. Después de completar el análisis, si hubiera un factor que no interacciona con ninguna acción o una acción que no interacciona con ningún factor, se remueve la fila o la columna completa (según corresponda). Así, se obtiene una matriz depurada (de menor dimensiones que la original) lo que permite un ahorro importante de esfuerzo al momento de tener que asignar valores a los impactos.

**Tabla 3. Matriz de identificación de impactos**

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS				Acciones			
				A1	A2	A3	
<b>Factores Ambientales</b>							
Medio Físico	Inerte	Aire	Calidad del aire	(±) I M			
		Agua	Calidad del agua superficial				
		Tierra	Calidad				
	Biótico	Flora	Interés				
			Densidad				
	Fauna	Calidad					
		Abundancia					
	Perceptual	Paisaje	Calidad				
			Recursos científicos culturales				
	Medio, socio-económico y Cultural	Rural	Recreativo	Ocio y recreo			
Turístico							
Urbano		Productivo	Cambio de uso productivo				
			Infraestructura	Red de transportes			
Social, cultural y Económico		Cultural	Factores Culturales y Educativos				
			Servicios	Comercio			
			Población	Calidad de vida			
	Economía	Inversiones					

El último paso es la valoración de los impactos, que consiste en medir la «gravedad» del mismo si es negativo o la «bondad» si es positivo.

Las formas de valorar los impactos dependerán del alcance de cada estudio, que en general está dado por la complejidad del proyecto y/o del entorno donde se propone alojarlo; se puede hacer de formas más simples cualitativas o en formas cuantitativas muy sofisticadas.

### **Valoración cualitativa**

Las valoraciones cualitativas se basan en juicios más o menos objetivos realizados por expertos en el campo ambiental correspondiente (químicos, biólogos, economistas, etc.). Se pueden utilizar distintos tipos de escalas, como simples juicios por ejemplo: compatible, moderado, severo o crítico; escalas que pueden ir de 0 a 5 o 0 a 10 o bien de distintos colores. Dependerá del grado de detalle que se pueda obtener a partir de la información disponible.

En otros casos se pueden utilizar dos conceptos, el de «importancia» y el de «magnitud». Se entiende por importancia al grado de alteración de un factor ambiental y la magnitud a la cantidad de ese factor afectado dentro del entorno que ha sido establecido para dicho proyecto, por ejemplo, para la construcción de un barrio habitacional, se puede talar el 10 % de los árboles existentes. La importancia será alta, pero la magnitud baja; caso contrario se pueden podar el 100 % de los árboles y, en este caso, será de importancia baja pero de magnitud alta. Aquí se pueden aplicar las mismas escalas para ambos conceptos.

A continuación se desarrollará un método de valoración cualitativa usando una matriz, que es una adaptación de la matriz de Leopold realizada por el autor español Vicente Conesa Fernández Vitora (2010) y que se basa en las indicaciones de la legislación española para el desarrollo de las EIA.

La metodología planteada para el cálculo del impacto ambiental define una serie de parámetros para caracterizar el ambiente (ver Tabla 4). En primer lugar, se realiza un análisis de tipo cualitativo, para el cual se desarrolla una matriz de importancia. En una segunda instancia se calcula la magnitud, con la cual se obtiene un valor cuantitativo de impacto que es muy útil ya que permite «comparar» alternativas de un mismo proyecto a través de ponderaciones numéricas.

Para evaluar los impactos, se plantea una matriz del tipo causa-efecto, como la de la Tabla 3. Las ASPI del proyecto los factores ambientales se pueden seleccionar tomando como base las indicaciones realizadas anteriormente.

**Tabla 4.** Caracterización de los impactos ambientales

Impacto Ambiental	<u>Signo</u>	Positivo (+)			
		Negativo (-)			
		Indeterminado (X)			
	<u>Valor</u> (Grado de Manifestación)	<u>Importancia</u> (grado de manifestación cualitativa)	Grado de Incidencia	Intensidad	
				Caracterización	Extensión
			Momento de manifestación		
			Persistencia		
			Reversibilidad		
			Sinergia		
			Acumulación		
Efecto					
Periodicidad					
Recuperabilidad					
<u>Magnitud</u> (grado de manifestación cuantitativa)	Cantidad				
	Calidad				

### Construcción de la matriz de importancia

El desarrollo de la matriz de importancia es la parte de valoración cualitativa del método.

Una vez determinadas las acciones del proyecto y los factores del ambiente, se identifican en los casilleros de cruce de las diferentes filas y columnas las interacciones potenciales (positivas y negativas) que ocurrirían entre cada acción del proyecto y cada factor ambiental.

**Tabla 5.** Parámetros para la evaluación de la importancia

<b>Naturaleza (Signo)</b>		<b>Efecto (EF)</b>		<b>Intensidad (I)</b>	
Beneficioso	+	Indirecto	1	Baja	1
Perjudicial	-	Directo	4	Media	2
				Alta	3
				Muy alta	8
				Total	12
<b>Extensión (EX)</b>		<b>Recuperabilidad (MC)</b>		<b>Momento (MO)</b>	
Puntual	1	Recuperable inmediato	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Recuperable	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Mitigable	4	Inmediato	4
Total	8	Irrecuperable	8	Crítico	8
Crítica	12				
<b>Persistencia (PE)</b>		<b>Reversibilidad (RV)</b>		<b>Acumulación (AC)</b>	
Fugaz	1	Corto plazo	1	Simple	1
Temporal	2	Medio plazo	2	Acumulativo	4
Permanente	4	Irreversible	4		
<b>Sinergia (SI)</b>		<b>Periodicidad (PR)</b>			
Sin sinergismo	1	Irregular	1		
Sinérgico	2	Periódico	2		
Muy sinérgico	4	Continuo	4		

Luego de la identificación, se hace un análisis de la naturaleza de la interacción (positiva/negativa) y una evaluación de la importancia (I) de la misma. Ello permite jerarquizar los efectos en función de la sensibilidad del medio receptor.

La importancia de cada impacto se establece a través de una fórmula en la que se integran los parámetros según los valores que figuran en la Tabla 5. A continuación, se describen dichos parámetros:

### Intensidad (I)

Grado de incidencia de la acción sobre el factor. Los valores se sitúan entre 1 y 12. Un valor 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una afectación mínima.

### Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto del entorno, en que se manifiesta tal efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene carácter puntual (1). Si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación el impacto será parcial (2) y extenso (4).

En el caso de que el efecto sea Puntual pero se produzca en un lugar crítico, se le dará un valor de 4 unidades por encima del que el correspondería en función del % de extensión.

### Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del efecto ( $t_j$ ) sobre el factor del medio considerado.

Así, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a 1 año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo entre 1 y 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado (1).

De igual modo, si existe una circunstancia que lo hace crítico, por ejemplo: ruido por la noche cercano a un hospital, se le suman de 1 a 4 unidades al valor estipulado.

### Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la aplicación de medidas correctoras.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz (1), si dura entre 1 y 10 años temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años lo consideramos permanente (4).

La persistencia es independiente de la reversibilidad. Un efecto permanente (contaminación del Uruguay por vertidos de pasteras) puede ser reversible (depuración, el agua puede recuperar su calidad al cabo de un tiempo de cesar el vertido ante una mejora en el proceso interno de la planta, etc.) o irreversible (pérdida de calidad ambiental ante la tala de un bosque no se recupera por más que cese la acción).

#### Reversibilidad (rv)

Posibilidad de reconstrucción del factor afectado o de retornar a las condiciones previas a la acción por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar.

#### Recuperabilidad (mc)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado o la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna 1 o 2 según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente el efecto es mitigable toma valor 4, cuando es irrecuperable (tanto por acción natural como antrópica) le asignamos 8. En el caso de que sea irrecuperable pero se puedan introducir medidas compensatorias, asume un valor de 4.

#### Sinergia (si)

Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea. Por ejemplo, si la dosis letal de un producto A es  $DL_A$  y de uno B  $DL_B$  significa que la dosis letal de la presencia conjunta  $DL_{AB}$  es mayor ( $DL_{AB} \geq DL_A + DL_B$ )

### Acumulación (AC)

Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera (metales pesados acumulados en tejidos, compactación del suelo, etcétera).

### Efecto (EF)

Se refiere a la acción causa–efecto o sea la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de la acción.

El efecto puede ser directo o primario (emisión de  $\text{CO}_2$  en el aire del entorno) o indirecto o secundario (la transformación del  $\text{CO}_2$  emitido en  $\text{O}_3$  y la destrucción de la capa de ozono).

### Periodicidad (PR)

Corresponde a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo), por ejemplo: la ocupación de un espacio ante una construcción, el incremento de incendios durante periodos secos es periódico, intermitente y continuo en el tiempo.

Luego de evaluar cada parámetro, estos se incorporan a la siguiente fórmula polinómica:

Conesa clasifica la importancia (que toma valores entre 13 y 100) como:

Irrelevantes: < 25

Moderados: 26 a 49

Severos: 50 a 75

Críticos: > 75

Una vez aplicada la fórmula de valoración de importancia se obtiene una matriz similar a la que se presenta en la Tabla 6.

**Tabla 6. Matriz importancia en etapa constructiva**

ELEMENTOS AMBIENTALES		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
<b>Medio Físico</b>	Aire	F1	-45			-45	-48	-46	-46				
		F2	-29		-41	-41			-28				-28
		F3								-26		-28	
		F4	-37	-24	-37	-37	-38	-41	-38	-24		-38	-41
	Agua	F5	-31										
		F6					-40				-40		
		F7										-46	
	Tierra	F8				-49	-46					62	
		F9	-38										
	Paisaje	F10										-23	
<b>Medio Biológico</b>	Fauna	F11											
<b>Medio Socioeconómico y Cultural</b>	Usos del suelo	F12											
		F13											
	Infraestructura	F14	61					-51	-48				
		F15											
		F16											
	Servicios	F17											
		F18											54
	Calidad de vida	F19	62								62		
		F20	59								53		

## Valoración cuantitativa

Para proyectos para los cuales no se esperan alteraciones elevadas sobre el medio esta matriz de importancia confeccionada puede ser el final del proceso de evaluación. Caso contrario se debe seguir con el cálculo de la magnitud, que es la parte cuantitativa de la evaluación. Se dice cuantitativa ya que en la mayoría de los casos es factible arribar a un valor numérico objetivo, aun así, para determinados factores ambientales, cuando los datos disponibles sean insuficientes, se utilizarán valores del tipo cualitativos.

La estimación de la magnitud se basa en el uso de indicadores ambientales, estos tienen la capacidad de representar el estado de un factor ambiental, bien en la situación «sin proyecto» como en la «con proyecto», cuya diferencia, como ya se ha visto, representa el impacto sobre cada factor ambiental. La magnitud del impacto ambiental estará dada en unidades de Calidad Ambiental (CA). En el Capítulo VI de este libro se podrán encontrar en detalle el desarrollo y aplicación de indicadores aplicados al cálculo de impactos ambientales.

Después de estimadas la incidencia y la magnitud del impacto de cada acción del proyecto sobre cada factor ambiental se deben integrar en un solo valor que represente el impacto total:

$$IA_{i,j} = f(I_{i,j}, M_{i,j})$$
$$IA_t = \sum IA_{i,j}$$

Donde  $I_{i,j}$  y  $M_{i,j}$  son la incidencia y la magnitud de cada acción (i) sobre cada factor (j), que dan como resultado a través de la función  $f$  el valor del impacto puntual  $IA_{i,j}$ . Por otro lado,  $IA_t$  representa el impacto total del proyecto dado por la sumatoria de todos los impactos puntuales.

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Cuando ya han sido estimados los impactos ambientales de cada acción sobre un determinado factor ambiental, en caso de que alguno de ellos sobrepase los niveles de aceptabilidad se deberán implementar medidas que, en términos generales, se denominan «de mitigación», cuyo objetivo será evitar o atenuar el nivel del impacto cuando este sea de signo negativo o maximizarlo cuando sea positivo.

Estas pueden agruparse de acuerdo con el objetivo a alcanzar o bien según el tipo de medidas.

## Clasificación de las medidas según su objetivo

### Medidas de prevención

Son acciones encaminadas a «evitar» los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. Es decir, son aquellas medidas que buscan eliminar a priori las causas que pueden generar impactos negativos y por lo tanto, hacen parte de la etapa de estudio y diseño del proyecto o antes de que se inicie la construcción. El impacto no se da, por lo tanto no disminuye la calidad ambiental del factor considerado. En la Figura 15 se grafican las situaciones «con» y «sin» proyecto;  $t_1$  corresponde al momento del inicio del proyecto,  $t_2$  a la implementación de la medida y  $t_3$  a la aparición de un impacto esperado. En este caso no se ven modificaciones ambientales debido a la medida de medida aplicada.

Por ejemplo, como medidas de prevención se pueden implementar cambios en el diseño del proyecto, en los procesos de construcción u operación, en las tecnologías utilizadas, en su localización, en el calendario de trabajo, etc., los cuales tienen que ser incorporados al proyecto antes de su construcción.

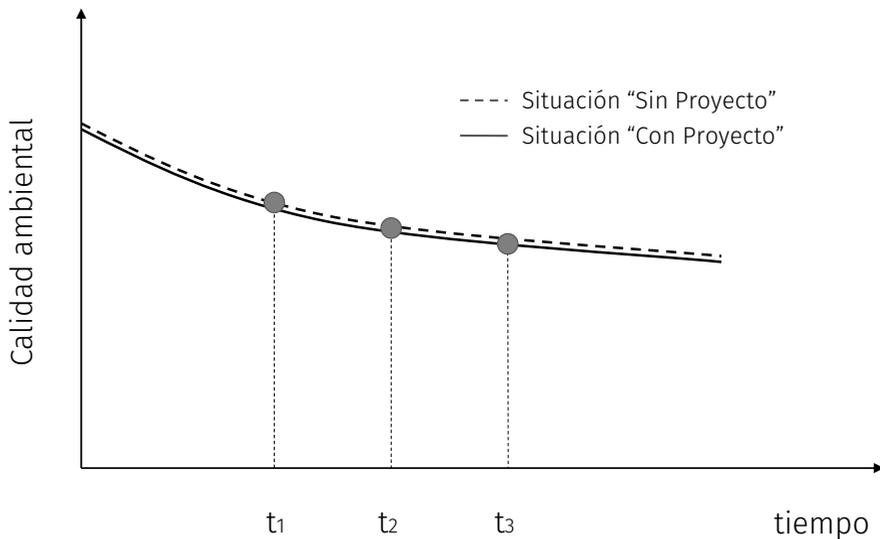


FIGURA 15. ACCIÓN DE LA MEDIDA PREVENTIVA

## Medidas de mitigación

Son acciones dirigidas a «minimizar» los impactos y efectos negativos o de «maximizar» lo positivos de una actividad. En este sentido, se deben considerar todas las posibilidades técnicas, administrativas u operacionales que puede tener el proyecto. Si bien el impacto se da, al inicio, es posible corregirlo y obtener una calidad ambiental del factor considerado «aceptable», «asumible» por el ambiente o por la normativa. En la Figura 16 se grafican las evoluciones del ambiente con y sin proyecto;  $t_1$  corresponde al inicio de una actividad y  $t_2$  a la implementación de la medida de mitigación.

Por ejemplo, para controlar la contaminación del agua por aguas residuales, se pueden utilizar sistemas de separación por gravedad o tratamientos biológicos o químicos, con lo cual se estaría reduciendo la cantidad de contaminantes que estaría llegando a los cuerpos de agua (magnitud) y por lo tanto minimizando la significancia del impacto ambiental. Con estas medidas se está actuando sobre el proyecto, sus tecnologías y procesos.

De la misma manera, si se aplican medidas de mitigación se pueden aumentar los aspectos positivos que en sí tiene la obra, por ejemplo, modificando la traza de una carretera para que preste un tipo diferencial de servicio o llegue a más personas.

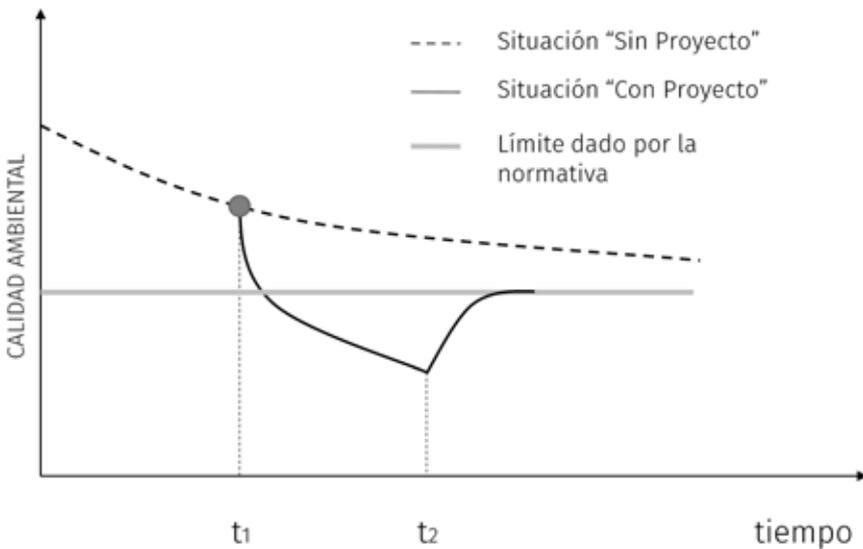


FIGURA 16. ACCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

## Medidas de corrección

Son acciones dirigidas a «recuperar, restaurar o reparar» las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad. Es decir, son las medidas en las que se actúa directamente sobre el recurso afectado, tratando de restablecer las condiciones en las que se encontraba sin la presencia del proyecto. El impacto se da, pero se corrige retornando a la calidad ambiental inicial del factor considerado. En la Figura 17,  $t_1$  es tiempo en el cual se pone en marcha el proyecto (y también en el cual se ve impactado el ambiente) y en el  $t_2$  se aplica la medida correctiva.

Por ejemplo, para controlar los efectos de las excavaciones sobre el suelo, se tienen que adelantar actividades de restauración o recuperación en el suelo directamente, tales como fertilizaciones, etc. Con estas medidas se está actuando sobre el recurso afectado.

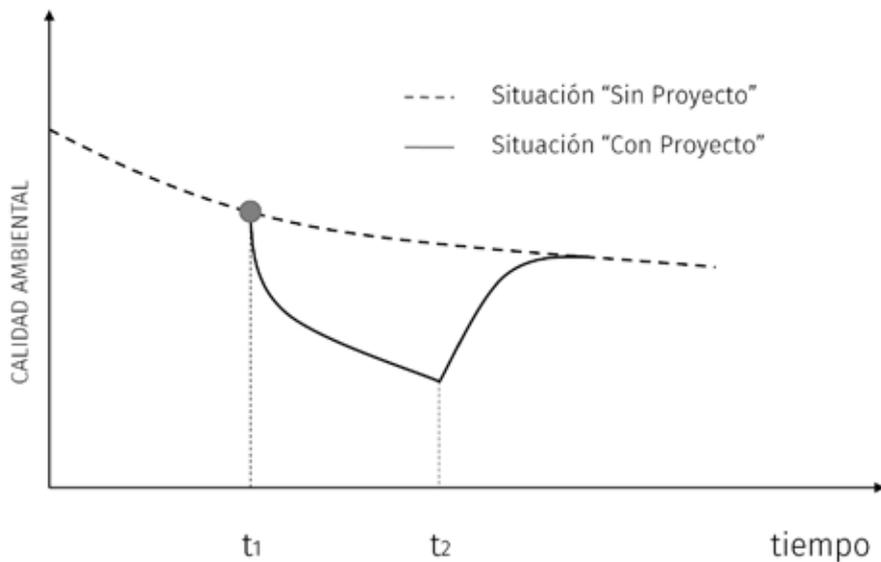


FIGURA 17. ACCIÓN DE UNA MEDIDA CORRECTIVA

## **Medidas de compensación**

Son las obras o actividades dirigidas a «resarcir y retribuir» a las comunidades, las regiones, localidades y entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos. Se denominan también medidas de «reemplazo» y su propósito es compensar a la comunidad o al Estado por la pérdida de un recurso ambiental en un lugar determinado, con la conformación o creación de este mismo tipo de recurso en otro lugar (Weitzenfeld, 1996). También aplican para la gestión de los impactos residuales o sea aquellos que no se pueden manejar completamente. Pueden comprender el pago en dinero a la comunidad para compensar la pérdida de actividades productivas o la construcción de obras o actividades para resarcir por el daño de un determinado recurso. Por ejemplo, la pérdida de vegetación por efecto de un embalse, se tiene que compensar con la creación de una zona forestal de condiciones similares a la inundada en otra zona, ya que físicamente es imposible reemplazarla en el mismo embalse.

## **Medidas según las actividades que se realizan**

De acuerdo con las características y forma de adelantar las medidas de manejo, estas se pueden denominar de tres maneras (Weitzenfeld, 1996).

### **Medidas de ingeniería o estructurales**

Son la solución más común para el manejo de los impactos de un proyecto. Comprende la construcción de obras o estructuras, la instalación de equipos o la utilización de materiales que atenúen las consecuencias ambientales adversas de una determinada acción. Normalmente, estas soluciones se consideran como una parte del proyecto o de la ingeniería de construcción y por lo tanto se debe procurar que queden incluidas en los diseños o procedimientos del mismo. En la Tabla 7 se presentan algunos ejemplos de este tipo.

**Tabla 7. Ejemplos de medidas estructurales**

Componente	Impacto	Medida de manejo
Aire Agua	Contaminación por partículas	Instalación de ciclones, filtros, cámaras de sedimentación, separadores inerciales, precipitadores electrostáticos.
	Contaminación por ruido	Instalación de mofles, barreras, cambios en el proceso.
	Contaminación por gases	Construcción torres de lavado y absorbedores
	Contaminación por orgánicos	Instalación de plantas de lodos activados, filtros rociadores, lagunas de estabilización y de oxidación.
	Contaminación por grasas	Construcción de trampas de grasas.
	Contaminación por sólidos	Instalación de sistemas de filtración (gravedad, flujo ascendente) o tanques sedimentadores.
	Contaminación por inorgánicos	Instalación de sistemas de absorción.
	Incremento de temperatura	Construcción de torres o lagunas de enfriamiento.
Suelo	Incremento erosión	Protección de los taludes (terrazas, cubierta vegetal).
Fauna	Pérdida rutas de migración	Construcción de escaleras para peces en represas o pasajes bajo carreteras.

FUENTE: WEITZENFELD, 1996

### Medidas no estructurales o de proceso

Como su nombre lo dice, son medidas muy diferentes a las anteriores, así mismo según Weitzenfeld:

Estas medidas involucran el conocimiento de las condiciones del proceso con el fin de ajustarlas a las necesidades ambientales. Se basan en el conocimiento de que existen niveles tolerables de impactos sobre el ambiente, los cuales pueden variar con el tiempo. Por lo tanto, los objetivos de estas medidas son el monitorear las condiciones ambientales y el mantener un nivel del impacto dentro de los rangos aceptables y/o tolerables. Anteriores. (Weitzenfeld, 1996)

En la Tabla 8 se muestran algunos ejemplos de este tipo de medidas.

**Tabla 8. Ejemplo de medidas no estructurales**

<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida de manejo</b>
Aire	Incremento de contaminantes durante inversiones atmosféricas	Paro de la planta durante las inversiones
Agua	Decremento del oxígeno disuelto durante sequías	Regulación de la descarga de desechos en estas épocas
Suelo	Incremento de la erosión por prácticas agrícolas	Rotación en el uso del suelo para mantener la cobertura vegetal
Fauna	Separación entre el hábitat de una especie y su área de apareamiento	Cerrado de carreteras durante la temporada de apareamiento
Social	Sobrecarga en los servicios públicos y de salud por los trabajadores	Ampliar capacidad de atención de servicios
	Pérdida actividad productiva en la población afectada	Emplear a personas afectadas en labores del proyecto o recomposición de base económica

FUENTE: WEITZENFELD, 1996.

### **Políticas, normas, procedimientos**

Se trata de medidas de tipo administrativo, pero de obligatorio cumplimiento para los constructores u operadores de un proyecto, y que pueden ser parte de una política empresarial, de las normas y procedimientos operacionales establecidos por la empresa o de los contratos de construcción u operación que requieren los proyectos.

En la Tabla 9 se exponen algunos ejemplos de estas medidas.

**Tabla 9.** Ejemplos de medidas de normas, procedimientos

<b>Impacto</b>	<b>Medidas de manejo</b>
Deterioro de la calidad del agua por aceites v lubricantes	Prohibir lavar la maquinaria y equipos sobre las corrientes de agua
Deterioro de la fauna por actividades de caza v pesca	Prohibir a los trabajadores la caza y la pesca por métodos que le ocasionen daños (armas de fuego. venenos. etc.)
Deterioro de la vegetación por incendios	Prohibir las fogatas cocinar con leña
Deterioro de la calidad del aire por quemas agrícolas	Reglamentar la utilización de esta práctica agrícola (épocas, condiciones. frecuencia. etc.)
Incremento riesgos de accidentalidad por aumento de tráfico	Reglamentar la velocidad de los vehículos
Disminución de la calidad de vida por ruido en zonas residenciales	Reglamentar las actividades que ocasionen el ruido (restricción de niveles de ruido, de horarios. etc.)

FUENTE: WEITZENFELD, 1996.

## **PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)**

En la bibliografía y/o legislación se lo denomina también Plan de Manejo Ambiental (PMA) o Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS).

Constituye el conjunto de obras o actividades que se formulan e implementan para atender los impactos ambientales identificados y valorados en las fases anteriores. Es en sí mismo la forma en que se conecta la EIA, que es un ejercicio teórico, prospectivo y básicamente de trabajo de oficina o gabinete, con la implementación o construcción del proyecto. Es decir, el plan es la parte de la EIA que se materializa mediante ejecución de una serie de acciones que se proponen para el manejo de los impactos ambientales. Algunas personas consideran que la parte más importante de la EIA es la identificación y evaluación de los impactos ambientales, y por lo tanto concluyen que si esta parte quedó bien hecha el EIA está correcto. Esta posición es equivocada porque

ninguna EIA puede ser calificada como satisfactoria sino se incorpora de manera explícita la eliminación, neutralización, reducción, o compensación de los impactos ambientales significativos, especialmente durante la fase de construcción, operación y abandono. (Espinoza, 2002)

Por eso, el PGA o PMA debe ser un documento técnico de muy buena calidad y con un buen nivel de detalle en donde se expliciten las medidas concretas a tomar por cada impacto significativo detectado.

El plan debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Cubrir todas las fases del proyecto: es preciso plantear medidas de manejo no sólo para construcción, sino también para las fases de operación y mantenimiento e inclusive para el desmantelamiento o abandono, si el proyecto las considera.

Enfoque preventivo: la prevención debe ser el principal criterio para la formulación de las medidas, ya que no sólo es la opción más conveniente para evitar el deterioro ambiental, sino también para reducir los costos de manejo. Es decir, se debe tratar de reducir las consecuencias del impacto desde el mismo diseño de las obras o la conceptualización de las actividades, ya que esta es la manera más fácil y eficiente para lograr mitigar los daños sobre el ambiente.

Asociación de impacto–medida: el plan debe responder única y exclusivamente al manejo de los impactos ambientales que ocasionan los proyectos. Del mismo modo que la caracterización del ambiente no debe convertirse en escenario de investigación, los planes de manejo ambiental no pueden ser el elemento para la solución de la problemática ambiental y aun social de las regiones donde se insertan los proyectos. Esto es importante de tenerlo claro no solo para los especialistas, sino también para las autoridades ambientales y otros evaluadores de los estudios, sobre todo para los grandes proyectos de infraestructura, que muchas veces se miran como «reemplazo» del estado y se le quieren «pegar» una serie de acciones u obras que no tienen que ver con los impactos que la obra ocasiona.

Potencializar los impactos positivos: la mejor manera de compensar al ambiente y las comunidades por los daños que les ocasionan los proyectos, es logrando sacar el máximo provecho a los impactos positivos que de ellos se pueden derivar, sobre todo los de tipo social. Muchas veces este es un aspecto que se pasa por alto y se desperdician oportunidades que podrían ser fuente de muchos beneficios ambientales.

Tener presente el estado del proyecto: las medidas de manejo deben llevarse a un nivel de diseño similar al de la fase en que se encuentra el proyecto. Es decir, no se puede pretender que las medidas de manejo estén totalmente diseñadas cuando el proyecto apenas esta como una idea o en la fase de reconocimiento y tampoco lo contrario.

Responsabilidad de la implementación y control del plan: el responsable de adelantar las acciones propuestas es el proponente, propietario o promotor del proyecto, lo mismo que de efectuar el monitoreo o seguimiento propuesto para asegurar el funcionamiento del mismo (aunque lo haga a través de contratistas). Algunas empresas consideran que esta responsabilidad es de las autoridades ambientales y esto es erróneo. Aunque en determinados proyectos o para ciertos impactos pueden participar diferentes entidades públicas y privadas en la ejecución de algunas medidas, la responsabilidad de la ejecución y de los resultados es del propietario.

El PGA se estructura en programas que contienen las medidas mencionadas. Cada programa posee un objetivo, metodología, medidas, materiales e instrumental, cronograma, personal afectado y responsabilidades y costos de las medidas.

Los costos de los programas forman parte del costo total del proyecto. Algunos programas que pueden formar parte del PGA son:

Programa de Contingencias.

Programa de Monitoreo.

Programa de Seguimiento y Control.

Programa de Difusión y Comunicación.

Programa de Manejo de la Circulación.

Programa de Gestión de Residuos.

Programa de Manejo de Flora y Fauna.

## **INFORME DEL ESIA**

Como último componente de la EsIA se encuentra el informe del estudio. Este deberá ser completo y estar conformado como mínimo por secciones tales como:

Resumen ejecutivo.

Introducción.

Metodología.

Marco legal.

Descripción analítica del proyecto.

Diagnóstico ambiental de base.

Evaluación de impactos ambientales.

Conclusiones y recomendaciones.

Bibliografía.

Anexos o Apéndices (si corresponde).

Equipo técnico responsable del ESIA.

### Resumen ejecutivo

Sintetizará e ilustrará los resultados más destacados del estudio, de modo tal que éstos queden claros, tanto a expertos como al público general. Además, describirá las zonas ambientalmente más sensibles a las obras y tareas del proyecto y resumirá los impactos ambientales detectados en ellas, enfatizando los más significativos.

### Introducción

Se establecerán los objetivos del EIA, sus alcances y los antecedentes pertinentes al área en estudio con implicancias directas a la problemática ambiental del proyecto.

### Metodología

En esta sección se especificarán y detallarán, en lenguaje claro y sencillo, todos los métodos y técnicas utilizados para elaborar los estudios de evaluación de impacto.

Se identificarán todas las fuentes de información utilizadas (directas o indirectas), incluyendo los nombres de los informadores contactados y la vinculación a la institución donde desarrolla actividad, cuando corresponda. En particular, puede ser conveniente consultar a institutos o centros de investigación y a las universidades que hayan realizado o se encuentren realizando estudios en la zona.

#### Delimitación del área de influencia

Debe estar descripta, calculada y fundamentada de acuerdo a los que establezca la norma o bien siguiendo las pautas discutidas bajo el título «Caracterización y diagnóstico del sistema ambiental receptor del proyecto».

#### Marco legal

Esta sección incluirá una enumeración y breve descripción de las normas legales vigentes aplicables en la jurisdicción del proyecto (nacionales, provinciales y municipales), resaltando las exigencias ambientales contenidas en ellas y las normativas que regulen los usos del suelo y definan formas de ocupación territorial.

El marco normativo debe estar asentado en este capítulo, donde pueda observarse un análisis de las leyes y su real implicancia en el proyecto. No deben enumerarse todas las leyes ambientales vigentes solo las más importantes y aquellas que se refieran directamente al proyecto o a alguno de sus componentes.

Hay que tener en cuenta además que, si en el EsIA se utilizan estándares o límites de calidad ambiental, estos se incluirán en esta sección conforme a un formato de ilustraciones según corresponda (tablas, figuras, etc.), no siendo necesario su repetición en el Anexo o Apéndice legal, si lo hubiera.

#### Descripción analítica del proyecto

La descripción general del proyecto incluirá una síntesis de las principales características técnicas del diseño de ingeniería o de implementación de planes, programas, leyes, etc. que correspondan al proyecto, a modo de resumen ejecutivo, evitando repetir información y de forma que cualquier persona que lo lea pueda dimensionar y entender de qué se trata la intervención propuesta.

En esta sección es conveniente ilustrar emplazamientos, distancias a centros poblados, afectaciones, etc., mediante un mapa o figuras correctamente tituladas y en caso de utilizarse ilustraciones de otras personas u organismos las mismas deben estar correctamente referenciadas.

Se deberán identificar y evaluar explícitamente los indicadores correspondientes a actividades indirectas o inducidas por el proyecto en la etapa constructiva y de operación, por ejemplo:

Tránsito (particularmente vehicular).

Extracción de fauna y flora (incluye deforestación).

Extracción de elementos con valor cultural (fósiles, artefactos arqueológicos).

Interferencia con asentamientos humanos (viviendas).

Interferencia con actividades agropecuarias, actividades turísticas y recreativas.

Las acciones deberán servir de base para evaluar los impactos ambientales y para planificar y formular las medidas a adoptar en el Plan de Gestión Ambiental de la obra

#### Diagnóstico ambiental de base

Este capítulo presenta un análisis y descripción de los componentes ambientales, que, de acuerdo al tipo de proyecto y al ambiente receptor, merecen presentarse. Contendrá los aspectos físicos, biológicos, sociales, culturales, económicos que forman parte del ambiente receptor y revisten interacción con el proyecto. Además de texto deben utilizarse herramientas gráficas como imágenes y mapas que ilustren y localicen los factores descritos.

#### Identificación y valoración de impactos

Esta sección presentará los resultados de la aplicación de la metodología que el equipo eligió para evaluar los impactos, además de los cuadros, listas, matrices y/o gráficos en donde se observe esta valoración. Se deberán presentar descripciones de los principales impactos en texto y en gráfica destacando la localización de los mismos en el área de proyecto.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARBOLEDA, JORGE** (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín.
- CONESA FERNÁNDEZ VITORA, VICENTE** (2003). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4ta. ed. Mundi Prensa Libros.
- GÓMEZ OREA, DOMINGO** (2010). Evaluación de Impacto Ambiental. 2da. ed. Mundi Prensa Libros.
- GÓMEZ OREA, DOMINGO; GÓMEZ VILLARINO, MAURICIO** (2007). Consultoría e Ingeniería Ambiental: planes, programas, proyectos, estudios, instrumentos de control ambiental, dirección y ejecución ambiental de obras, gestión ambiental de actividades. Mundi Prensa Libros.
- LEOPOLD, LUNA B.; CLARKE, FRANK E.; HANSHAW, BRUCE B.; BALSLEY, JAMES R.** (1971). A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey Circular, 645. Geological Survey.
- SILVA DUTRA DE OLIVERIA, ISABEL; MONTAÑO MARCELO; PEREIRA DE SOUZA, MARCELO** (2009). Avaliação Ambiental Estratégica. Suprema.
- WEITZENFELD, HENYK** (1996). Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud de acciones proyectadas. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente.