

# EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Domingo Gómez Orea \*

Se hace una aproximación conceptual, administrativa y técnica a la EIA en cuanto instrumento de gestión ambiental. A continuación se pasa revista a los proyectos a que debe aplicarse, enumerando las exigencias legales y de planificación que lo exigen. Se expone una sistemática general para la evaluación del impacto que da paso a la propuesta de un modelo concreto materializado en una estructura formal y en un procedimiento para cumplimentarla.

## 1. ¿QUE ES LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)?

La EIA admite varias aproximaciones que, al girar en torno al mismo tema, resultan interdependientes entre sí.

### 1.1 Aproximación conceptual

La EIA es un *proceso de análisis*, más o menos largo y complejo, encaminado a formar un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre la importancia de los impactos de una acción humana prevista (a la que en lo sucesivo llamaré «proyecto», dando a este término su significado más general) y la posibilidad de evitarlos o reducirlos a niveles aceptables. La EIA se aplica a proyectos previstos, no a proyectos realizados; para éstos solo cabe hablar de EIA en relación con sus efectos futuros.

### On Measuring Impact on Living Space (EIA)

A conceptual, administrative and technical approximation as to the nature of this factor is made in the light of its use as a living space handling element. This is followed by a review of such projects in which it would be applicable. Here, the legal and planning requirements that would make this necessary are laid out. A general system for the nice ascertaining of the same is proposed, this, in turn, leads on to a further proposal for a specific real model within a formal structure and the manner in which this, in its turn, could be put into effect.

### 1.2 Aproximación administrativa

La EIA es un *procedimiento administrativo*, es decir, un conjunto de trámites administrativos conducentes a la aceptación, modificación o rechazo de un proyecto en función de su incidencia en el medio ambiente y de la valoración que de esa incidencia haga la sociedad afectada. Se trata, pues, de un instrumento administrativo de control de proyectos, que debe incorporar en su procedimiento la participación pública.

### 1.3 Aproximación técnica

Técnicamente, la EIA es un proceso de análisis para *identificar* (relaciones causa-efecto), *predecir* (cuantificar), *valorar* (interpretar), *prevenir* (corregir de forma preventiva) y *comunicar* (participación pública) el impacto ambiental de un proyecto en el caso de que se ejecute. Su finalidad es contribuir a la toma de decisiones por parte del órgano competente de la administración, según el

\* Domingo Gómez Orea es Doctor Ingeniero Agrónomo, profesor titular E.T.S. Ing. Agr. Politécnica de Madrid.

procedimiento legalmente establecido, en la idea de que la decisión sobre un proyecto será probablemente más acertada si se somete a este análisis que si no se hace.

#### 1.4 Otras aproximaciones

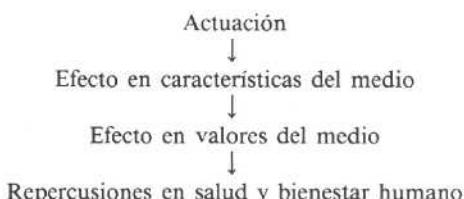
Desde el punto de vista de la ordenación del territorio, la EIA puede considerarse como un instrumento para la regulación del uso del suelo, cuya mayor virtualidad la adquiere cuando se utiliza en la normativa de un plan para controlar la localización y desarrollo de aquellas actividades, públicas o privadas que, no estando incluidas en su programa de actuaciones y siendo, en principio, conflictivas, aparecen expectantes en el territorio.

Por último, la EIA resulta también un instrumento de diseño en la redacción de proyectos en cuanto permite, tal como propicia la CEE en su último Plan de Acción, internalizar sus costes ambientales, generar nuevas alternativas al proyecto y mejorar las soluciones técnica y económicamente viables.

La experiencia de su aplicación en numerosos países, desde los últimos años de la década de los 60, muestra a la EIA como una poderosa herramienta para obligar a que se considere el hecho ambiental en los proyectos potencialmente dañinos. Su eficacia aumenta cuando se integra en los procedimientos de planeamiento existentes a condición de que no alarguen los procesos de toma de decisiones.

#### 1.5 Impacto ambiental

En general, el término impacto indica la alteración que la ejecución de un proyecto introduce en el medio, expresada por la diferencia entre la evolución de este «sin» y «con» proyecto. Su interpretación en términos de salud y bienestar humano es lo que define el impacto ambiental.



Por tanto, el concepto de impacto ambiental implica tres procesos consecutivos:

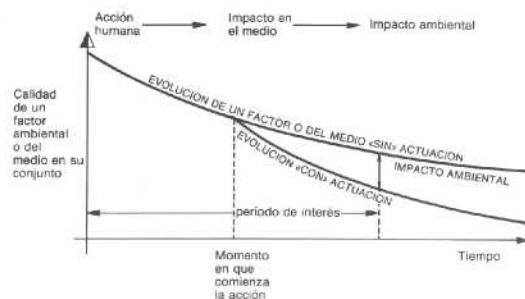


Figura 1. Ilustración del concepto de impacto

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

Como se aprecia en la figura 1, el impacto en el medio, representado por la superficie rayada, es variable en el tiempo y, por supuesto, en el espacio, pudiendo adoptar dicha variación distintas formas, tal como muestra la figura 2.

#### 1.6 Las causas del impacto

Los impactos ambientales dependen de la naturaleza, localización y tamaño del proyecto; pueden ser positivos o negativos, reversibles o irreversibles, directos o inducidos, permanentes o temporales, simples o acumulativos, a corto, medio o largo plazo, etc.

Sin embargo, la preocupación ambiental surge, en la época moderna, por el fuerte predominio de los impactos negativos; las actividades que los originan se resumen, con bastante exactitud, de la siguiente manera:

##### 1.6.1 Cambio en los usos del suelo

Estos, que suelen ser de carácter irreversible, pueden producirse por diversas razones:

a) Por ocupación del espacio, tal como urbanización, localización industrial, infraestructuras, repoblaciones forestales, roturaciones, transformaciones en regadio, equipamiento recreativo al aire libre y, en general, todas aquellas actividades consumidoras de espacio.

b) Por inducción de actividad, que a su vez puede manifestarse de distintas formas:

- Atracción de actividad de un proyecto hacia su entorno más o menos próximo, caso muy típico de las carreteras que se convierten en ejes de desarrollo.

- Revalorización del suelo rústico en el área de influencia de un centro de actividad.

- Depresión de actividad en zonas generalmente de carácter rural, induciendo así vaciado de población y consiguiente desertización.

- Presión sobre el entorno resultante del funcionamiento de una actividad, tal como ocurre con numerosos desarrollos turísticos en zonas frágiles.

- Aumento de accesibilidad por apertura de nuevas vías de comunicación a espacios aislados y consiguiente presión sobre ellos.

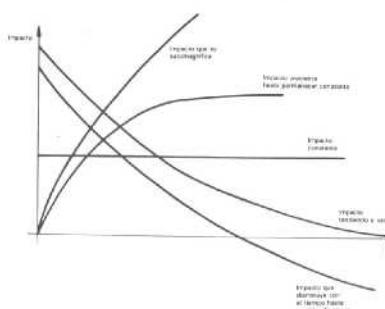


Figura 2. Variación del impacto con el tiempo

### 1.6.2 Emisión de agentes contaminantes

Introducción de elementos, energía o subproductos indeseados, extraños al medio, improcesables o en cantidades superiores a la capacidad de asimilación de éste.

Aun admitiendo que todo producto adquiere su carácter contaminante en función de la cantidad en que se aporte al medio, resulta útil distinguir los siguientes tipos:

a) Productos reciclables o procesables en los circuitos biológicos, cuyo efecto contaminante se debe a la cantidad de efluente incorporado al ecosistema. Se trata, en realidad, de un exceso de riqueza.

b) Productos intrínsecamente nocivos, cualitativamente contaminantes, a los que se atribuye este carácter cuando existe en dosis detectables por los instrumentos de medida.

c) Contaminación visual por introducción de elementos discordantes en el paisaje.

d) Introducción de flora y fauna exóticas, intencionada o casual, tal como puede ocurrir con los controles biológicos sobre enfermedades y plagas.

### 1.6.3 Sobreexplotación de recursos naturales y/o ecosistemas

Estos efectos se producen cuando se extrae al medio o a un ecosistema bienes o servicios en cantidad superior a las tasas de renovación interanual. Las actividades más significativas en este aspecto tienen un marcado carácter agrario, tal como:

a) Pastoreo con excesiva carga de ganado y/o empleando técnicas inadecuadas: quema de matorral en pendientes fuertes o en terrenos muy deleznables, ausencia de rotaciones, etc.

b) Extracción de recursos acuíferos subterráneos por encima de la recarga media anual.

c) Extracción de recursos acuíferos superficiales sin respetar caudales «ecológicos» mínimos.

d) Extracción abusiva de madera, leñas, etc. de los bosques, sin un plan previo que garantice su «producción sostenida».

e) Recolección espontánea e indiscriminada de especies aromáticas, culinarias y medicinales de terrenos naturales sin un control basado en un plan previo de aprovechamiento.

f) Pesca y caza sobre especies protegidas, no cinegéticas y/o con artes, técnicas y épocas inhábiles.

g) Prácticas de cultivo esquilantes sobre estructura y fertilidad del suelo.

h) Intensidad de cultivo no acompañada a la capacidad de uso agrario del suelo.

i) Extracción de arenas y otros materiales para cultivos especiales y otros usos con graves modificaciones de la morfología del suelo, del paisaje y de otros recursos culturales.

### 1.6.4 Subexplotación de recursos naturales y/o ecosistemas

Conviene señalar que en muchos casos –el paradigma de los cuales, aunque no el único, serían

las comarcas deprimidas con población envejecida o vaciadas de ella– el impacto ambiental deriva no tanto de un exceso de actividad como de una falta o escasez de ella. En países poblados desde antiguo es difícil, excepto en las escasas áreas de carácter estrictamente natural, desvincular el equilibrio ambiental de la presencia humana, sobre todo si se incluye en el concepto de medio ambiente, además de los aspectos físico-naturales, factores culturales, estéticos, sociales y económicos.

Hay zonas cuya conservación exige la continuidad del uso y aprovechamiento que tradicionalmente viene haciendo; si éste entra en declive por razones de localización, expectativas o coyuntura económica, el impacto surge precisamente por falta de actividad, y ello puede ser ambientalmente menos deseable que la introducción de actividades que aparentemente resultan dañinas. Tal es el caso, por ejemplo, de fomentar industrias de base agraria en una vega cuya agricultura languidece por falta de estímulos frente a la competencia de otros sectores económicos, si ello propicia el mantenimiento de la actividad agraria que de otra forma entraría en declive.

Algunos ejemplos podrían ser:

- La degradación de importantes zonas de ecosistemas de dehesa por falta de los cuidados culturales inherentes a su explotación.

- El abandono de la agricultura en los espacios periurbanos, que se ven ocupados por otras múltiples actividades que la ciudad expulsa por su carácter o por su consumo extensivo de suelo, produciéndose de esta forma un espacio invertido y un paisaje sin vigor.

- El abastecimiento de pastizales y praderas por falta de suficiente carga pastante.

- El crecimiento desmesurado de poblaciones animales cinegéticas o silvestres por falta de caza o de depredadores.

La tipología de impactos esbozada responde a la exigencia de la Directiva 85/337 CEE, relativa a EIA, cuando señala que toda EIA debe contener una descripción de los efectos importantes que el proyecto puede producir por:

- La propia existencia del proyecto.
- Los recursos naturales que utilizará.
- La emisión de contaminantes.

### 1.7 Atributos del impacto ambiental

Todo impacto ambiental está definido por su *signo* (+, benéfico o -, perjudicial), su *magnitud* (cantidad y calidad del factor afectado) y su *importancia* dependiente de una serie de atributos de tipo cualitativo de los cuales consideramos los siguientes como más significativos:

- La intensidad o grado de incidencia.
- La extensión o área de influencia del efecto en relación con el total del entorno considerado.
- El momento o lapso de tiempo que transcurre entre la acción y la aparición del efecto.
- La reversibilidad o posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el efecto.

- La persistencia o tiempo de permanencia del efecto.

Esta importancia debe magnificarse cuando se da alguna circunstancia que haga crítico el impacto: ruido en la noche, vertido contaminante inmediatamente arriba de la toma de agua de un pueblo, etc.

### 1.8 Medio ambiente (MA, en lo sucesivo)

Hay distintas aproximaciones a la concreción del concepto:

#### 1.8.1 General

El MA es el entorno vital: el conjunto de los elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia.

#### 1.8.2 Administrativo-operativa

La CEE, en su Directiva 85/337, que más abajo se comenta, da una relación de factores que deben considerarse en las EIA. Según ella, el MA sería el sistema constituido por:

- El hombre, la fauna y la flora.
- El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- Las interacciones entre los factores citados.
- Los bienes materiales y el patrimonio cultural.

#### 1.8.3 Utilitaria

La sociedad consumista considera el MA como:

- Provisor de recursos naturales.
- Soporte de actividades.
- Receptor de desechos y residuos no deseados.

### 1.9 Evaluación del impacto ambiental de proyectos versus evaluación de proyectos

Del mismo modo que todo proyecto contiene en su propio proceso de formulación una evaluación económica y financiera, y cuando se trata de proyectos públicos, una evaluación social, cabe pensar que también debe incluir una evaluación ambiental. Por tal se ha de entender la medida del comportamiento del proyecto desde el punto de vista de las interacciones recíprocas con su entorno.

La Directiva 85/337 CEE contempla esta evaluación, pero de manera externa al proceso de elaboración del proyecto.

Sin embargo, dado que el medio ambiente no debe considerarse como un sector más, un mero conjunto de variables que se añaden al proyecto, sino como un enfoque global, un nuevo estilo en la concepción de éste y de sus posibles alternativas, parece más correcto, al menos teóricamente, hablar de *evaluación de proyectos sin calificativos*, o si se quiere de *evaluación multicriterio de proyectos*, en la que participaría el conjunto de factores que intervienen en la decisión. De esta forma se evitaría la eterna discusión entre las variables que tienen carácter ambiental y las que no lo tienen.

## 2. JUSTIFICACION CONCEPTUAL DE LA EIA

La exigencia administrativa de controlar ciertos proyectos mediante el poderoso instrumento que es la EIA surge del estado actual de la interacción del hombre con su entorno.

### 2.1 Importancia de los impactos negativos

Aunque esta interacción puede ser positiva o negativa, son los efectos negativos los que han despertado una generalizada preocupación ambiental que se manifiesta en la creciente conciencia social sobre el tema, cuyas causas más importantes pueden resumirse así:

- Conciencia mundial -a partir de la iniciación de los vuelos espaciales- de lo precioso, limitado y frágil del planeta Tierra.
- Desplazamiento del concepto de calidad de vida -e incluso de desarrollo- desde lo cuantitativo y monetario hacia lo cualitativo e intangible.
- Incertidumbre sobre la naturaleza, signo, lugar y momento de ciertos efectos.
- Carácter irreversible de muchos impactos.
- Descomunal capacidad de alteración del medio por parte del hombre.
- La gran cantidad de población afectada por impactos de fácil percepción.

Este generalizado sentir no es compartido por parte de ciertos grupos -muy minoritarios- que consideran el actual estado de cosas como un episodio más de la historia del planeta, cuyas consecuencias se inscriben en la lógica del principio darwinista de evolución de las especies.

### 2.2 Importancia de adaptar los proyectos a su entorno

La conciencia ambiental no se queda en la simple reacción ante efectos negativos, sino que propicia aquellos proyectos más afines con las características físico-naturales, culturales, sociales, estéticas y económicas del medio en el que se ubica; un desarrollo, en suma, desde dentro.

En este sentido, que puede denominarse amplio, tan rechazable es un proyecto porque produzca un impacto ambiental negativo demasiado alto como porque se plantee desvinculado de las aptitudes y actitudes, sociales y naturales, de su entorno.

Este planteamiento se resuelve metodológicamente en la EIA, insistiendo en la generación explícita de alternativas a los objetivos del proyecto. Sin embargo, es la inscripción de los proyectos en planes previos el camino teóricamente más adecuado para conseguir dicha integración. En este caso, el plan contemplará los proyectos ambientalmente compatibles y/o más adaptados a la zona; unos, generalmente públicos, formando parte de su propio programa de actuaciones -inversiones-, otros -generalmente de iniciativa privada- quedarán regulados en la normativa que debe contener todo plan.

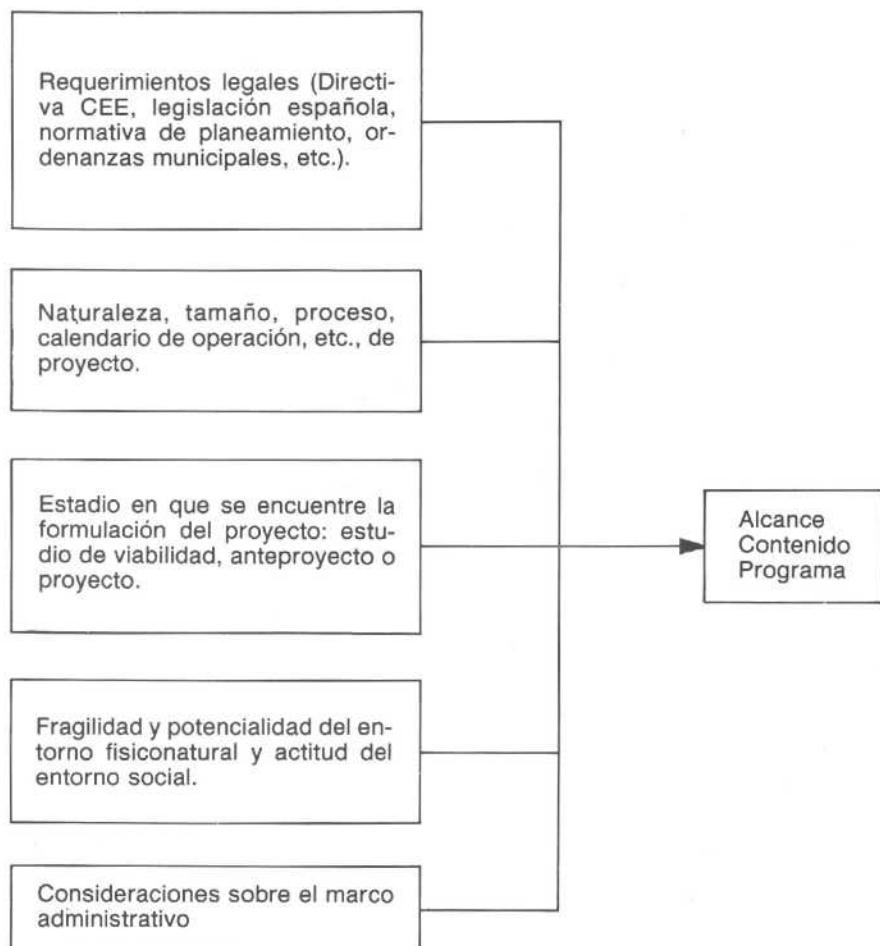


Figura 3. *Deducción del alcance, contenido y programa de EIA*

### 2.3 La opción preventiva frente a la curativa

Ante la problemática esbozada caben dos opciones: preventiva y curativa; si bien para episodios pasados es esta última la única posible, hacia el futuro todos los países coinciden, entre sí y con los teóricos del medio ambiente, en adoptar políticas de tipo preventivo, dejando las curativas para, de forma complementaria, atacar aquellos impactos no corregibles en la fuente. Este enfoque preventivo implica un cierto conformismo con el actual estado de conservación del medio ambiente desde el momento en que se plantea para actuaciones futuras, y sólo para instalaciones actuales en relación con sus efectos hacia el futuro.

Las políticas preventivas adoptan tres formas:

i) *La normativa en materia de calidad ambiental*: conjunto de disposiciones legales y administrativas dirigidas a mantener los parámetros ambientales dentro de límites aceptables. La CEE dispone de un amplísimo elenco de «Directivas» en este campo.

ii) *La planificación* –en cuanto proceso racional de toma de decisiones orientado a la definición de un curso de acción futuro, para resolver problemas, satisfacer necesidades y aprovechar oportunidades de un determinado sistema territorial– en todas y cada una de sus múltiples formas: nacio-

nal, regional, local y particular; integral y sectorial; física, económica y social; espacial; urbana y rural; a corto, medio o largo plazo; ordenación territorial.

iii) *La EIA*, en cuanto proceso encaminado a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar, por vía preventiva, el efecto de un proyecto sobre el medio ambiente.

A esta última se dedica este trabajo en lo que sigue.

## 3. CASOS EN QUE DEBE HACERSE

### 3.1 Exigencia legal

#### 3.1.1 Legislación específica

a) La Directiva 85/337 CEE sobre evaluación de las incidencias de los proyectos públicos y privados en el medio ambiente. Esta importantísima directiva comunitaria señala, en su artículo 2, que «los Estados miembros adoptarán las disposiciones necesarias para que, antes de conceder la autorización, los proyectos que puedan tener repercusiones importantes sobre el medio ambiente, en particular debido a su naturaleza, sus dimensiones o su localización, se sometan a una evaluación en lo que se refiere a sus repercusiones». En su anexo 1 la directiva enumera una serie de tipos de

proyectos que, en cualquier circunstancia, considera con repercusiones importantes y, por tanto, quedan sometidas siempre al procedimiento de evaluación; en su anexo 2, sin embargo, incluye los tipos de proyectos que sólo deben someterse a dicho procedimiento de evaluación cuando los Estados miembros consideren que sus características lo exigen. A tal fin los Estados miembros podrán determinar, de entre estos últimos, aquellos que deben someterse a evaluación en cualquier caso, o establecer criterios y/o umbrales para determinar cuáles, de entre los demás, se vinculan a dicha evaluación.

b) El Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, sobre evaluación de impacto ambiental, constituye la trasposición al Derecho español de la Directiva 85/337. En su único anexo, donde enumera los tipos de proyectos obligatoriamente sometidos a EIA, añade a los del anexo 1 de la Directiva comunitaria las «primeras repoblaciones cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas» y «extracción a cielo abierto de hulla, lignito y otros minerales», ambos correspondientes al anexo 2 de la Directiva comunitaria. Sin embargo, no menciona criterios ni umbrales en relación con la vinculación a EIA del resto de los proyectos enumerados en el anexo 2, aspecto éste criticado en círculos técnicos y jurídicos españoles y comunitarios.

En la actualidad se está elaborando un reglamento que desarrolla este Real Decreto.

### 3.1.2 Legislación sectorial

a) El Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas vincula la concesión de licencia, para las actividades clasificadas, a una evaluación de sus repercusiones sobre la sanidad ambiental y a la especificación de las medidas correctoras que se utilizarán con exposición de su eficacia y seguridad.

b) La Orden ministerial del Ministerio de Industria de 18 de octubre de 1976, sobre protección del ambiente atmosférico, prevé la posibilidad de exigir un estudio de impacto ambiental para la instalación, ampliación, modificación o traslado de industrias potencialmente contaminantes de la atmósfera.

c) El Real Decreto Legislativo de 15 de octubre de 1982, sobre restauración de espacios naturales afectados por actividades extractivas, introduce, junto al plan de restauración, la obligación de presentar un estudio del impacto ambiental.

d) La Ley de Aguas de 2 de agosto de 1985, en su artículo 90, establece como preceptiva la presentación de una evaluación de efectos en el medio ambiente en la tramitación de concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico.

e) Legislación de las Comunidades Autónomas como, por ejemplo, el Principado de Asturias para las carreteras.

**3.2 Exigencia de organismos públicos gestores,** que pueden condicionar la concesión de licencias o autorizaciones a la explicitación de la incidencia en el medio.

**3.3 Exigencias de planes de diverso tipo,** que pueden especificar en su programa de actuaciones este requerimiento para las actividades contempladas en él, así como someter al mismo en su normativa las actividades no incluidas en tal programa.

**3.4 Autoexigencia,** que el promotor de un proyecto público o privado se autoimpone para mejorar su calidad, funcionando en tal caso la EIA como un instrumento de diseño.

## 4. MOMENTO EN QUE DEBE HACERSE

### 4.1 Inclusión temprana de consideraciones ambientales

La Directiva 85/337 CEE, en coincidencia con la opinión de técnicos y científicos, subraya «que la mejor política de medio ambiente consiste en evitar, desde el principio, la creación de contaminaciones o daños, más que combatir posteriormente sus efectos y la necesidad de tener en cuenta, lo antes posible, las repercusiones sobre el medio ambiente en todos los procesos técnicos de planificación y decisión».

### 4.2 Situación de la EIA en el proceso de toma de decisiones

En función del lugar en que se ubique la EIA en el proceso de toma de decisiones sobre un proyecto, caben tres enfoques:

*Reactiva*, cuando se sitúa la EIA después de haber decidido la ejecución del proyecto; es una práctica no recomendable porque de los tres tipos de decisión a que, bien utilizada, puede conducir la EIA –aceptación, modificación o rechazo– en este caso sólo es real la aceptación, difícil y, en tal caso, ineficaz la modificación e impensable el rechazo del proyecto. El proceso de toma de decisiones en este supuesto pasa por las siguientes fases:



*Semiadaptativo*, cuando la EIA se sitúa antes de decidir la ejecución del proyecto, tal como indica el esquema adjunto. Este enfoque es el que se viene practicando en la actualidad y es el que implícitamente supone la aplicación de la Directiva 85/337 CEE.



*Adaptativo*, este enfoque considera que todo proyecto debe estar contemplado en un plan previo, en su normativa o en su programa de actuaciones, y, por tanto, o bien se encuentra ambientalmente integrado o el plan especificará, en su caso, el alcance y contenido de la EIA, orientándola hacia los aspectos más importantes o conflictivos. Es el enfoque recomendado por los teóricos del medio ambiente. En este caso, las fases del proceso de toma de decisiones serían:



## 5. CONTENIDO, ALCANCE Y PROGRAMAS DE LA EIA

### 5.1 En general

El *contenido* de una EIA se refiere fundamentalmente a las variables o factores ambientales que se van a considerar, el *alcance*, al grado de profundidad con que se van a tratar y el *programa*, al calendario en que se van a desarrollar las distintas fases del trabajo en relación con el propio proceso de desarrollo del proyecto. El contenido, alcance y programa de la EIA depende:

- Del marco legal y administrativo que lo regula y controla.
- De la naturaleza, tamaño, proceso tecnológico y calendario de operación del proyecto a evaluar.
- Del estado en que se encuentra el proceso de toma de decisiones sobre el proyecto: estudio de viabilidad -anteproyecto- proyecto.
- De la fragilidad y potencialidad del medio físico-natural en que se ubique.
- De la aptitud de su entorno social.

En particular el programa de la EIA debe señalar las fases de su desarrollo, el plazo, los informes a emitir con fechas y contenido, los documentos de participación y debate y las relaciones con los organismos gestores y con la población afectada: reuniones, coordinación de organismos y participación pública.

### 5.2 El «Scoping»

El «*Scoping*» es una fase previa de la EIA, prevista en la legislación de ciertos países europeos, dirigida a encuadrar su contenido en relación con la Administración y con la población afectada. Se justifica por el hecho de que cada proyecto requiere un enfoque específico. En general, esta fase incluye cuatro etapas:

- Preparación de un informe preliminar definiendo la actividad propuesta y sus posibles efectos.
- Notificación a las partes interesadas -Administración competente y público- y recogida de sus puntos de vista.
- Determinación del contenido y alcance del estudio: alternativas (al menos, la «O» y la que esté ambientalmente más aceptada), factores ambientales y temas a profundizar.
- Emisión de directrices específicas para la realización de la EIA.

### 5.3 Tipos de EIA según alcance, contenido y programa

Aunque por el momento no hay nada legislado a nivel nacional sobre los tipos de EIA en función del proyecto, parece importante, en aras de un manejo eficaz de esta poderosa herramienta, adecuar su alcance, contenido y programa al caso concreto de que se trate. De acuerdo con esto y con carácter general pueden distinguirse los siguientes tipos de EIA:

*Informe de impacto ambiental*: Se aplicaría a proyectos a los que en principio se les supone un impacto bajo; consistiría en unas simples consideraciones sobre el efecto previsible realizado sobre alguna lista de revisión, preferiblemente específica, rematado con unas conclusiones valorativas del impacto. Si este informe se considera suficiente, el proyecto pasaría a aceptación; en caso contrario, habría que pasar a:

*Evaluación simplificada de impacto ambiental*; se aplicaría a proyectos a los que en principio se supone impacto medio; consistiría en la identificación, caracterización y valoración *cuantitativa* de la magnitud, intensidad e importancia del impacto ambiental, utilizando, para ello, escalas de puntuación. Si este análisis no proporciona el suficiente conocimiento para decidir sobre la aceptación, modificación o rechazo del proyecto, habría que pasar a una:

*Evaluación detallada de impacto ambiental*; ésta se aplicaría a proyectos a los que se supone de antemano impacto fuerte. Contiene todas las fases de la metodología que se expone más abajo -identificación, cuantificación, valoración, medidas correctoras y proceso de participación pública-. La EIA detallada se inicia con una:

*Evaluación preliminar de impacto ambiental*, que es un proceso con el mismo contenido que la EIA detallada, pero realizado con la información existente y los correspondientes trabajos de campo. Si este análisis no fuese suficiente para decidir, habría que pasar a una:

*Evaluación detallada de impacto ambiental propiamente dicha*. En ésta el proceso se formaliza con todos los datos necesarios, siendo generalmente indispensable realizar campañas de muestreo, tomas sistemáticas de datos, etc., para conseguir aquellos de los que no se dispone.

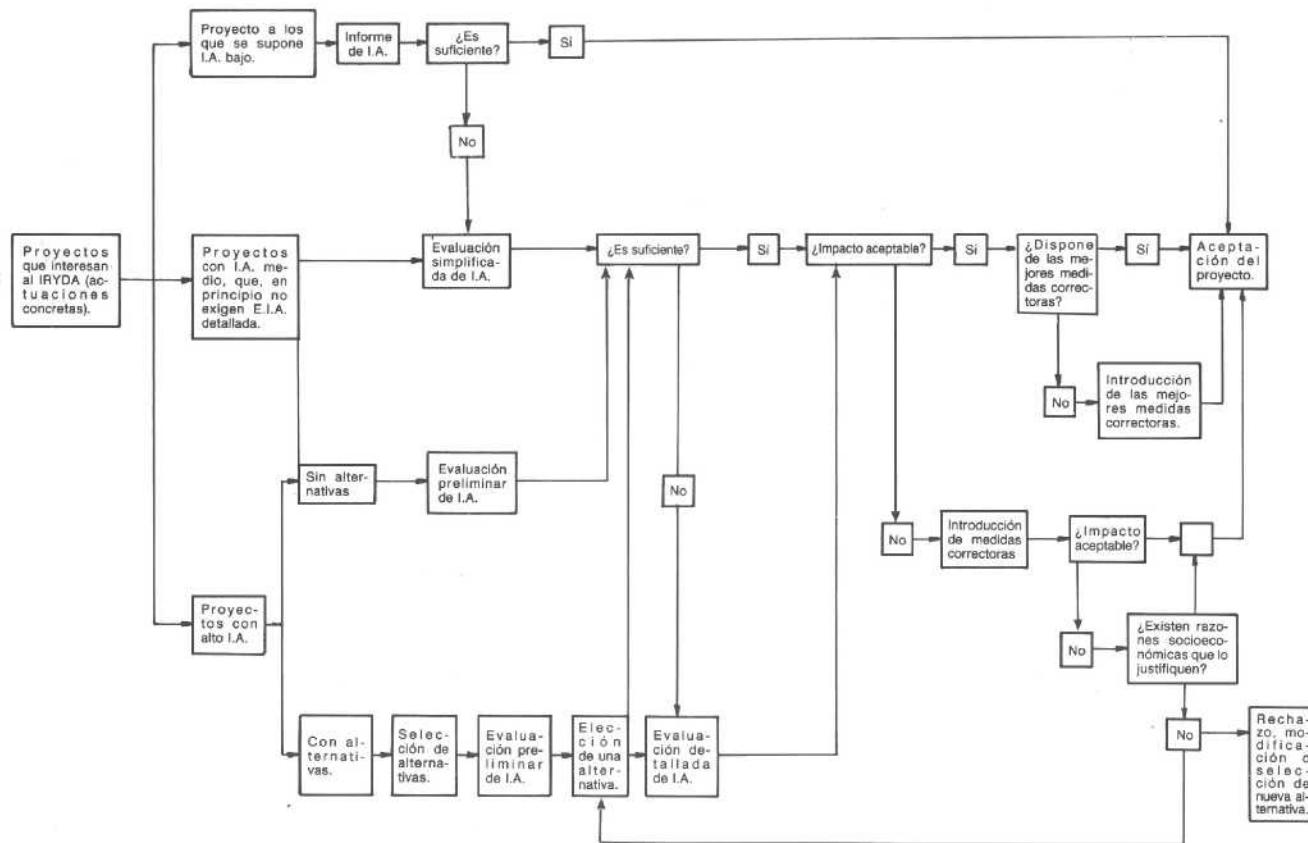


Figura 4. *Tipos de proyectos y su relación con el desarrollo de EIA*

El esquema de la figura 4 ilustra, de forma ampliada, lo expuesto en este epígrafe. En él conviene resaltar una cuestión importante; un proyecto con impacto inaceptable debe ser mejorado mediante las oportunas medidas correctoras; si aun así resulta alto, antes de rechazarlo hay que plantearse la siguiente pregunta: ¿existen razones de tipo económico o social que lo justifique? Sólo si la respuesta es negativa procede el rechazo del proyecto.

Otra cuestión es de resaltar en el esquema: la conveniencia de preguntarse sobre si el proyecto dispone de las mejores medidas correctoras antes de proceder a su aprobación.

## 6. QUIEN HACE LA EIA

La EIA incluye numerosos juicios de valor y elementos subjetivos, por lo que su fiabilidad y consistencia dependen necesariamente del autor del trabajo. Una primera afirmación resulta clara: la EIA es tarea de un equipo multidisciplinar que debe trabajar de forma integrada. Por otra parte, hay dos estamentos implicados en la decisión: el promotor y la Administración responsable de la autorización del proyecto; en consecuencia, hay tareas asignables a uno o a otro. Para dilucidar esta cuestión es necesario diferenciar varios conceptos en función de su contenido (figura 5):

*EsIA (Estudio de Impacto Ambiental) es la parte presumiblemente objetiva de la EIA, aunque*

incluya ciertos elementos de carácter intangible. Comprende la *identificación* y *predicción* del impacto sobre los factores ambientales, expresados en unidades heterogéneas, bien directamente o a través de algún indicador. En ciertos casos puede incluir la valoración de los impactos, pero sólo en el sentido de expresarlos en unidades de medida común y no de interpretación social.

Lo realiza el promotor del proyecto con arreglo al contenido que fija para ello la Directiva 85/337 CEE:

#### 1. Descripción del proyecto, incluyendo:

- Una descripción de las características físicas del conjunto del proyecto y de las exigencias en materia de utilización del suelo durante las fases de construcción y funcionamiento.

- Una descripción de las principales características de los procedimientos de fabricación, con indicaciones sobre la naturaleza y cantidad de materiales utilizados.

- Una estimación de los tipos y cantidades de residuos y emisiones previstos (contaminación del agua, del aire y del suelo, ruido, vibración, luz, calor, radiación, etc.) que se derivan del funcionamiento del proyecto previsto.

2. Eventualmente, un resumen de las principales alternativas examinadas por el promotor y una indicación de las principales razones de la elección, teniendo en cuenta el impacto ambiental.

3. Una descripción de los factores ambientales que puedan verse afectados de forma considerable

DECISION DE  
REALIZAR LA  
E. I. A.

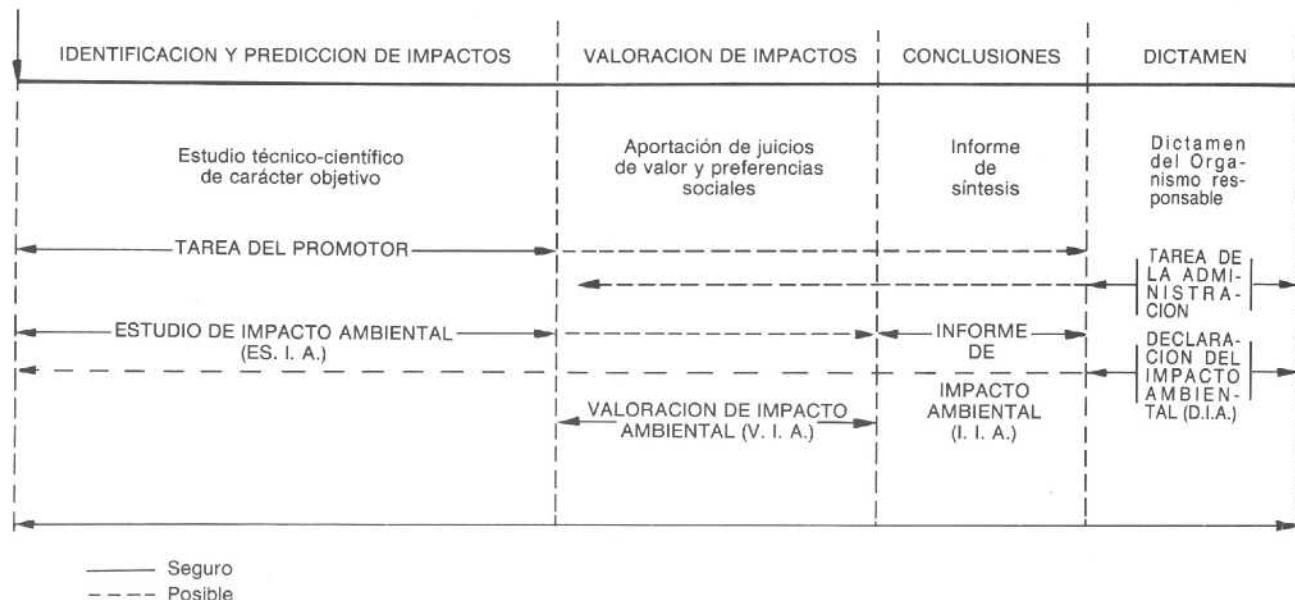


Figura 5. Ilustración de conceptos

por el proyecto propuesto, en particular, la población, la fauna, la flora, el suelo, el agua, el aire, el clima, los bienes materiales, incluidos el patrimonio arquitectural y arqueológico, el paisaje y la interacción entre los factores citados.

4. Una descripción de los efectos importantes (directos e indirectos secundarios, acumulativos, a corto, medio y largo plazo, permanentes o temporales, positivos y negativos) del proyecto sobre el medio, debido a:

- La existencia del proyecto.
- La utilización de los recursos naturales.
- La emisión de contaminantes

y la mención de los métodos de previsión utilizados para evaluar los efectos.

5. Una descripción de las medidas previstas para evitar, reducir y, si fuere posible, compensar los efectos negativos importantes.

6. Un resumen no técnico de las informaciones transmitidas, basado en las rúbricas mencionadas.

7. Un resumen de las principales dificultades (lagunas técnicas o falta de conocimientos) encontrados por el promotor al recoger las informaciones requeridas.

*VIA (Valoración del Impacto Ambiental)*, por tal entendemos en este documento la última parte del EsIA consistente en expresar tal impacto en unidades de impacto ambiental, a partir de la magnitud e importancia del impacto y del peso relativo de los factores afectados. La unidad de impacto ambiental es un concepto abstracto que sólo tiene valor comparativo dentro de las alternativas de un mismo proyecto o de proyectos similares en una misma región cuando los analiza un mismo equipo o cuando se utilizan metodologías y criterios idénticos si se trata de equipos distintos.

Esta valoración requiere de juicios de valor y de apreciaciones subjetivas en la necesaria interpretación de la escala de valores sociales en un tiempo y lugar dados.

Conviene resaltar que también se puede considerar la VIA, particularmente desde el punto de vista de la Administración pública, como la interpretación del IA en términos de su importancia o significación para la salud y bienestar humano.

En el primer sentido, la valoración, en cuanto parte integrante del EsIA, la realizaría el promotor, quien debe explicitar con la máxima claridad los criterios y juicios de valor utilizados. En el segundo sentido, en cambio, tal valoración será tarea de la Administración.

*IIA (Informe de Impacto Ambiental)*, es un documento para participación y debate público y, por tanto, claro, conciso, coherente, progresivo en su exposición y completo. Parece razonable que lo elabore la Administración sobre la información facilitada por el promotor.

*DIA (Declaración de Impacto Ambiental)*, en la aceptación más comúnmente utilizada en España, es el dictamen que emite el órgano responsable de la Administración, teniendo en cuenta el estudio realizado y el resultado de la participación pública, aceptando, rechazando o modificando el proyecto.

## 7. COMO SE HACE LA EIA

Sea cual sea el alcance y complejidad de la EIA a realizar y el modelo general que se adopte, para su materialización, ha de pasar, necesariamente, por una serie de fases y desarrollar un conjunto de tareas relacionadas entre sí, que, dispuestas de forma secuencial, constituyen el diagrama metodo-

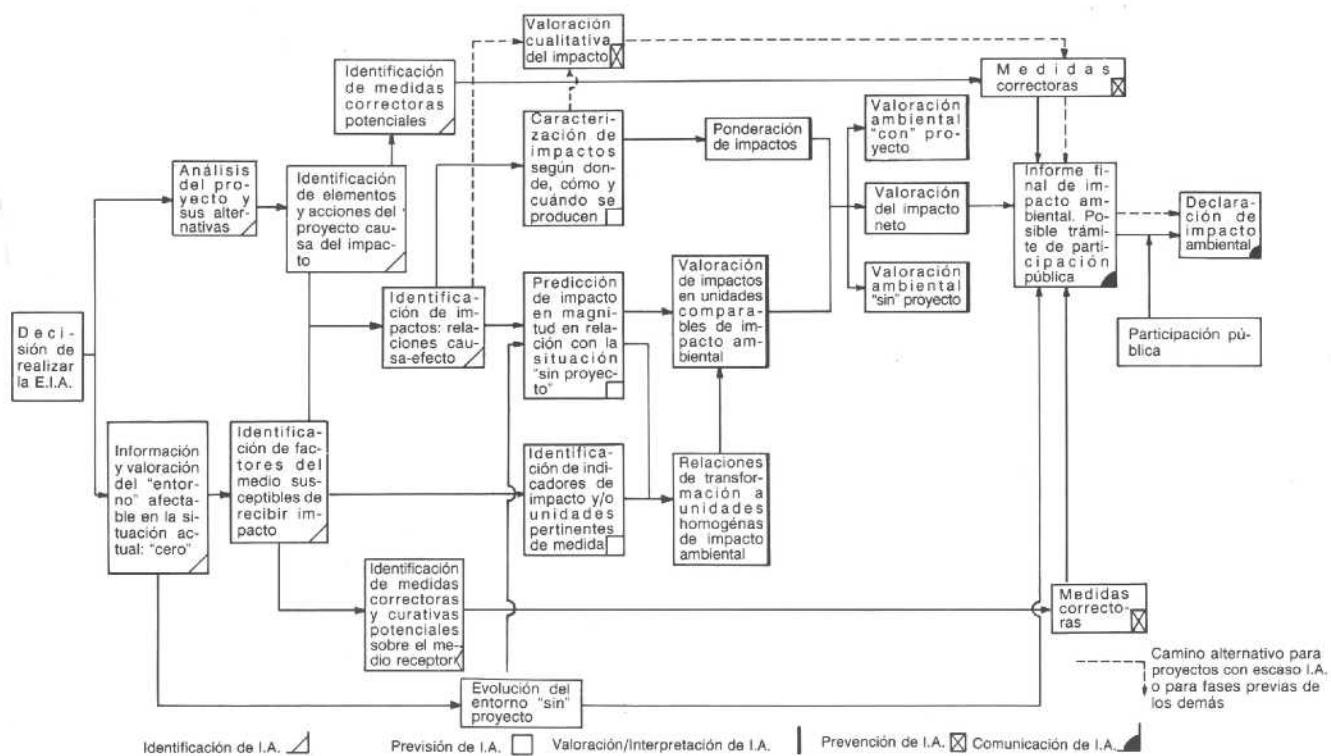


Figura 6. Diagrama del esquema metodológico general

lógico de la figura 6. Contiene las cinco funciones de la EIA que se enunciaron en el Ep. 1.3: *identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar* el IA de un proyecto.

Aunque el diagrama metodológico define una estructura secuencial, en realidad el proceso de evaluación ambiental es cíclico, desarrollándose en un continuo ir y venir sobre las acciones del proyecto y los factores del medio, orientado al mejor conocimiento de sus interrelaciones y, en suma, de los efectos ambientales.

En él se ha intentado reflejar tareas y contenido distintos y, por tanto, caminos que se bifurcan, proporcionando salidas correspondientes a diferentes niveles de aproximación y detalle en el estudio, que pueden corresponder bien a proyectos con implicaciones ambientales diferentes o bien a proyectos en niveles distintos de definición (estudio de viabilidad, anteproyecto, proyecto); a los distintos tipos, en suma, de EIA, citado en el Ep. 5.2.

En términos esquemáticos cualquier proyecto puede evaluarse en tres niveles de aproximación: el primero, el más elemental consistiría en reflexionar, teniendo como referencia una lista -a ser posible específica- de chequeo, sobre los efectos ambientales del proyecto para decidir si son tolerables, incluir precauciones ambientales o que debe pasarse a una evaluación más detallada. El segundo nivel de aproximación consistiría en hacer una simple evaluación cualitativa del impacto sobre una matriz en la que se enfrentan las acciones impactantes del proyecto con los factores impactables del medio. El tercer nivel

correspondería al desarrollo de la metodología completa que se expone en este epígrafe.

## 7.1 Identificación del impacto

La identificación del impacto pasa por:

- Conocer el proyecto y sus alternativas.
- Conocer el medio en el que va a desarrollarse.
- Establecer la relación entre ambos.

### 7.1.1 *El proyecto*

El proyecto, sea cual sea su naturaleza, debe considerarse desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio y, por tanto, en términos de aprovechamiento de las oportunidades de éste y de los efectos del proyecto sobre él.

El segundo aspecto, efectos del proyecto en el medio, constituye el objetivo y contenido central de los EsIA, que a su vez son la base de las EIA en cuanto instrumentos de gestión ambiental. A él se refiere fundamentalmente el esquema metodológico que se desarrolla aquí.

La adaptación del proyecto a las características -naturales, étnicas, culturales, sociales y económicas- del medio se considera en la metodología de EIA a través de:

- *Los objetivos del proyecto*, para enjuiciar si pueden conseguirse con otros planteamientos distintos más adaptados al medio. Además, el análisis de los objetivos socioeconómicos debe orientar sobre el grado de sacrificio ambiental justificado por ellos en la zona.

– *Las alternativas del proyecto*, para ver en qué medida se han considerado las más adaptadas al medio, y ello en términos de su localización, proceso productivo y su tecnología, tamaño, calendario de ejecución y funcionamiento y desmantelamiento o abandono.

El análisis del proyecto para la EIA debe contener además:

- La situación del proyecto en su contexto
  - en relación con la legislación vigente,
  - en relación con las directrices y planes existentes,
  - en relación con la realidad geográfica en que se ubica.
- La descripción física del proyecto
  - elementos constituyentes,
  - tecnología,
  - programa de desarrollo del proyecto incluyendo modificaciones y desmantelamiento.
- Otros datos de interés para la EIA.

#### 7.1.1.1 Situación del proyecto en su contexto

Esta se analiza a través de las siguientes facetas:

*El cumplimiento de la legislación vigente* en materia ambiental define una serie de objetivos a que deben atender las alternativas del proyecto; hábitats y/o especies protegidas, legislación sobre vertidos, sobre actividades molestas, insalubres y peligrosas, etc., restringen el grado de libertad de opción en la localización, tamaño y tecnología del proyecto.

*La relación con los planes existentes, directrices y políticas* debe considerarse en dos sentidos: *a)* cumplimiento de la normativa y especificaciones que le afectan, y *b)* efecto del proyecto en el desarrollo del plan. El planeamiento a considerar será todo el que le afecte tanto de ámbito nacional, como regional y local. Particular interés tiene el cumplimiento de la normativa urbanística, que, siendo de carácter generalmente local, determina fuertemente la conflictividad del proyecto. Asimismo, las directrices, políticas y planes de ordenación territorial que atribuyen funciones específicas a cada punto del territorio; dentro de éstos, los Planes Especiales de Protección del Medio Físico establecidos en la Ley del Suelo y redactados en numerosas provincias españolas, son de excepcional importancia, pues su cumplimiento garantiza, en la mayoría de los casos, la adaptación del proyecto al medio.

Cuando un proyecto está integrado en los planes vigentes su conflictividad se reduce y, en todo caso, las incidencias ambientales de imposible solución serían achacables al plan.

*La localización geográfica del proyecto*, es uno de los aspectos determinantes de su impacto ambiental; de ahí la importancia de la ordenación del territorio como instrumento de previsión y prevención de impactos; y ello no sólo a nivel regional, sino local y particular; por ejemplo, difícilmente se evitarán olores de un matadero si se sitúa a barlovento de un núcleo urbano.

La localización física ha de describir no solamente al proyecto en su conjunto, sino también a sus partes y elementos.

Por otro lado, y para cada alternativa, habrá que especificar la relación del proyecto –en términos de oportunidad y efectos– con las infraestructuras –de transporte, energéticas, de comunicación, de aguas y de saneamiento– y equipamientos sociales de su entorno, porque esos elementos del medio suelen considerarse como receptores de impacto ambiental.

#### 7.1.1.2 Descripción física del proyecto

Este abarca varios aspectos:

– Partes o elementos de que consta el proyecto y exigencias de utilización del suelo en las fases de construcción y funcionamiento.

– Tecnología que utilizará el proyecto y proceso tecnológico de operación cuando se trate de proyectos de transformación, expresados en forma de balances y diagramas de flujo; éstos deben contener:

- Insumos: agua, energía, fertilizantes, materias primas, en su caso, etc., y su relación con la zona, sobre todo en términos de procedencia y detracción de otras actividades.
- Productos: intermedios, finales y subproductos, así como su probable destino.
- Tipos y cantidades de emisiones y residuos no deseados.
- Maquinaria que se prevé utilizar tanto para la construcción como para el funcionamiento.
- Mano de obra requerida en las diferentes fases, características, procedencia y necesidades, renta en comparación con las actividades tradicionales de la zona.

Las llamadas *tecnologías apropiadas*, que son aquellas que se orientan no tanto a la mayor producción cuanto a «resolver los problemas de cada momento y lugar», se consideran ambientalmente preferibles.

– Programa de desarrollo del proyecto, especificando las fases de:

- Formulación del proyecto (viabilidad, anteproyecto y proyecto).
- Construcción.
- Puesta en marcha y operación.
- Previsiones de modificación y/o ampliación a medio y largo plazo.
- Abandono y desmantelamiento.

La importancia del calendario que define las diferentes fases se justifica porque el impacto debe evaluarse para cada una de esas fases: construcción, operación y abandono, y porque dicho calendario define unos hitos que han de coordinarse con el propio programa de desarrollo de la EIA; hitos que marcan momentos cruciales para introducir medidas correctoras del impacto ambiental.

– Alternativas del proyecto examinadas por el promotor, criterios de elección a la vista de sus efectos ambientales.

- Estimación de los proyectos inducidos que, a su vez, desencadenarán nuevos impactos.

Evidentemente, cuando la EIA se incorpore como anexo al proyecto y no siga el correspondiente trámite administrativo puede evitarse esta descripción y análisis y considerar como tal el propio documento del proyecto.

#### 7.1.1.3 Identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

En primer lugar conviene diferenciar los *elementos* del proyecto o partes en que puede desmembrarse éste para mejor detectar las *acciones* o causas desencadenantes de impacto. Un elemento de un proyecto de concentración parcelaria es, por ejemplo, la nueva red de caminos, y las acciones causa de impacto correspondientes serían: desbroce y despeje, explanación, afirmado, desmontes y terraplenes y obras de fábrica. Esto para la fase de construcción; para la fase de operación, las acciones se limitarían prácticamente al paso de vehículos con la consiguiente emisión de ruidos y gases.

La división de un proyecto en partes y elementos a efectos de evaluar su incidencia ambiental interesa sobre todo para proyectos extensos donde las diferencias geográficas son decisivas y donde el grado de complejidad aconseja descomponerlo en elementos más sencillos.

En todo caso, el proyecto puede expresarse en forma de un árbol que represente la división sucesiva de sus elementos en varios niveles; el último nivel representará acciones fáciles de identificar como causas origen de impacto; en ellas se incluyen también las que corresponden a elementos temporales o accesorios como zonas de depósito de maquinaria de obra, talleres y oficinas de obra, desvíos provisionales de ríos o carreteras, etc.

Estas acciones han de quedar determinadas cuantitativamente en:

- Magnitud: superficie y volumen ocupados, volúmenes de agua detraídos, cantidad de residuos, superficie y número de expropiados.
- Flujo (caudal de vertidos, flujo de vehículos, personas, etc.).
- Localización espacial.
- Momento en que se produce la acción.

Para la identificación de las acciones conviene ayudarse por diversos instrumentos existentes, tal como:

- Cuestionarios generales o específicos para diversos tipos de proyectos como, por ejemplo, el desarrollado por el autor para proyectos de transformación en regadío; estos cuestionarios suelen utilizarse, además y principalmente, para la emisión rápida de juicios sobre los proyectos a que se aplica; además, ayudan a la reflexión y a la detección de los principales conflictos.

- Consulta a paneles de expertos, que deben estar formados, al menos, por expertos en el proyecto, por expertos en el entorno y por representantes de los grupos afectados.

- Escenarios comparados, es decir, análisis empírico de situaciones donde el proyecto a evaluar ha sido realizado.

- Matrices generales de relación causa-efecto, tal como la de Leopold, cuyas entrada por columnas tipifican un amplio conjunto de acciones susceptibles de producir impactos o la elaborada por la Comisión Internacional de Grandes Presas.

La relación definitiva de acciones debe atender a los siguientes criterios:

- I) Que sean *significativas*. Es decir, capaces de producir algún efecto sobre alguno de los factores contemplados dentro del entorno del proyecto.
- II) Que sean *independientes*. Para evitar duplicaciones en la caracterización de los impactos.
- III) Que se ajusten a la *realidad del proyecto*. Es decir, que estén estrechamente vinculadas con lo verdaderamente relevante en el proyecto, tanto en su fase de construcción como de operación y abandono.
- IV) Que sean *medibles/cuantificables* en la medida de lo posible. En este sentido, se intentará que la totalidad de acciones puedan ser expresadas numéricamente según una escala finita de intervalos.

#### 7.1.1.4 Identificación de medidas correctoras potenciales

Las medidas correctoras se pueden dirigir a la causa del impacto, en cuyo caso se incorporan al proyecto, o bien a paliar efectos, en cuyo caso actúan sobre el medio tratándose de verdaderas medidas curativas que pueden estar previstas en el proyecto.

Dichas medidas deben compararse con otras opciones correctoras que brinde la tecnología actual y los avances tecnológicos razonablemente previsibles a corto plazo, incluyendo una estimación de costes, dato este de interés para la ponderación posterior de los factores o indicadores de impacto.

### 7.1.2 El medio o entorno afectado

#### 7.1.2.1 Definición y delimitación

Llamamos «entorno» del proyecto al ambiente que interacciona con el proyecto en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio, etc.) y de salidas (productos, efluentes, empleo, renta, etc.) y, por tanto, en cuanto proveedor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de efectos.

El ámbito geográfico del entorno corresponde al área de extensión de las interacciones que se pretende analizar; por ello no puede delimitarse en conjunto y «a priori», sino según exigencias del estudio de cada fenómeno considerado.

Temáticamente, el «entorno» está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pueden agruparse en los siguientes paquetes o subsistemas:

- *Medio físico* o sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural tal como lo encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población.

- *Población*, sus atributos y sus relaciones sociales.

- *Actividades económicas*.

- *Infraestructuras y equipamientos*.

- *Sistemas de núcleos habituados*.

- *Marco legal e institucional*.

#### 7.1.2.2 Información y diagnóstico del medio «sin» proyecto

Se trata en esta fase de conocer y comprender el entorno afectado en sus variables de estado y de flujo. La complejidad de su estudio puede constituir un importante desafío si no está el proyecto a evaluar contemplado en planes previos, porque se parte de cotas de conocimiento generalmente muy bajas. Si, por el contrario, el proyecto surge de un plan, por estar previsto en su programa de inversiones o regulado en su normativa, el estudio del entorno para la EIA estará orientado hacia los aspectos más conflictivos o menos controlados por el plan, simplificándose extraordinariamente la tarea.

Como todo diagnóstico debe contener:

- Una descripción del estado actual: estado «cero».

- Una interpretación de dicho estado a la luz de las causas históricas que lo han propiciado.

- Una predicción de su evolución «sin» proyecto, con respecto a la cual han de estimarse los efectos del proyecto.

Opcionalmente, una valoración ambiental de la situación actual y de su evolución.

La aproximación al conocimiento del entorno debe hacerse de forma integrada, es decir, mediante equipos pluridisciplinares que, trabajando de forma coordinada, ponen el énfasis en la comprensión de la interacción entre los elementos más que en los propios elementos. Aunque la expresión prospección integrada se ha utilizado, sobre todo en el reconocimiento del medio natural, es aplicable, al menos conceptualmente, al conjunto del entorno.

Conviene acompañar esta tarea de un análisis de la aceptación y/o conflictividad social generada por el proyecto, teniendo en cuenta el papel de la sociedad en la detección de los efectos ambientales relevantes y en su importancia relativa. Para ello conviene considerar que dicha conflictividad puede producirse:

- Entre intereses y preferencias contrapuestas de agentes sociales; por ejemplo, promotores del proyecto y grupos negativamente afectados por él.

- Entre objetivos sociales: por ejemplo, proteger los suelos de vega y maximizar la accesibilidad de las actividades económicas.

- Derivados de la distinta capacidad de interferencia entre las partes implicadas: prepotencia de los organismos responsables de grandes infraestructuras sobre los agricultores, por ejemplo.

#### 7.1.2.3 Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos

Por factores del medio susceptibles de recibir impactos entendemos los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto.

La identificación de factores ambientales se facilita progresando por aproximaciones sucesivas, y haciendo uso de los mismos instrumentos que se citaban para detectar las acciones del proyecto a causa del impacto (cuestionarios, consulta a paneles, escenarios comparados, matrices generales causa-efecto), a los que habría que añadir otras listas incluidas en modelos generales de evaluación. Sin embargo, estos instrumentos, desarrollados para países y contextos particulares, nunca deben sustituir –sólo ayudar– a una seria reflexión sobre el proyecto a evaluar.

Como en el caso de la identificación de acciones del proyecto, en su determinación, además de la referencia de las listas de chequeo, deben aplicarse los siguientes criterios:

- Ser *representativos* del entorno afectado, es decir, del impacto total de la obra sobre el medio ambiente.

- Ser *relevantes*, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

- Ser *excluyentes*, es decir, sin solapamientos ni redundancias.

- Referirse a efectos *cuantificables* físicamente, en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles.

- De fácil *identificación* tanto en su concepto (definición nítida) como en su apreciación sobre información estadística, mapas de trabajo de campo.

Es conveniente plantear también aquí las opciones que la tecnología actual (y la razonablemente previsible a corto plazo) proporciona para la corrección de las alteraciones sufridas por el medio receptor, así como sus costes, dato éste que intervendrá en la ponderación de los factores que definitivamente se adopten como indicadores del impacto.

Genéricamente la Directiva 85/337 CEE de 5-7-85 considera, como aspectos a incluir:

- El hombre, la fauna y la flora.

- El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.

- La interacción entre los anteriores apartados.

- Los bienes materiales y el patrimonio cultural.

#### 7.1.3 Relación proyecto ↔ medio: identificación de impactos

Esta fase, crucial en el proceso, consiste en predecir la naturaleza de las interacciones proyecto ↔ entorno, es decir, las relaciones entre las acciones del proyecto (causa primaria de impacto) y los factores del medio (sobre los que se produce el efecto). Estas relaciones no son simples sino que frecuentemente hay una cadena de efectos prima-

**TABLA CUESTIONARIO RELATIVA A LOS EFECTOS POTENCIALES DE LOS ELEMENTOS Y OPERACIONES CONSTITUTIVOS DE PROYECTOS DE TRANSFORMACION EN REGADIO**

La X indica las interacciones probables proyecto entorno

ELEMENTOS Y OPERACIONES DEL PROYECTO										FACTORES AMBIENTALES
Edificaciones agrarias	Creación de praderas y pastizales	Acondicionamiento y sistematización de tierras	Red de riego	Modificación de vías pecuarias	Re poblaciones forestales	Saneamiento de tierras	Desarrollo de núcleos urbanos	Concentración parcelaria	Ordenación de cultivos	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1. MEDIO FISICO
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1. Medio incerte.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1. Atmósfera.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1.1. Calidad del aire (niveles de inmisión).
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1.2. Indices de confort climático.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1.3. Régimen térmico.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1.4. Régimen pluviométrico.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1.5. Régimen de vientos.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1.6. Régimen de radiación.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.1.7. Aptitud climática.
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.2. Tierra.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.2.1. Relieve y carácter topográfico.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.2.2. Recursos minerales.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.2.3. Recursos culturales.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.2.4. Elementos singulares.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.2.5. Suelos.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.2.6. Contaminación de suelo y subsuelo.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3. Agua.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3.1. Cantidad del recurso.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3.2. Régimen hídrico a lo largo del año.
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3.3. Calidad físico-química del recurso.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3.4. Balance hídrico.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3.5. Temperatura.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3.6. Variaciones de flujo de la corriente.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.3.7. Calidad biológica.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.4. Procesos.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.4.1. Dinámica de cauces.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.4.2. Recarga de acuíferos.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.4.3. Inundaciones.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.4.4. Erosión.
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.1.4.5. Deposición (sedimentación y precipitación).

Figura 7.

rios, secundarios, directos, indirectos, etc., que arrancan en la acción y terminan en la salud y bienestar del hombre.

Existen numerosos procedimientos que facilitan la realización de esta tarea, desde los que permiten la simple identificación de las relaciones causa-efecto, hasta las que admiten una valoración cualitativa de dichas interacciones. Relacionamos algunos:

- Cuestionarios generales o específicos, tal como el citado para proyectos de transformación en regadio, que puede adoptar también la forma de tabla (fig. 7).

- Escenarios comparados, es decir, estudio de las situaciones donde se ha realizado una experiencia similar a la que es objeto de estudio.

- Consulta a paneles de expertos, a través de simple tormenta de ideas o de técnicas más sofisticadas como, por ejemplo, Delphi o juegos de simulación.

- *Matrices de relación causa-efecto*, cuadros de doble entrada en una de las cuales aparecen las acciones del proyecto y en la otra los elementos o factores ambientales; una vez identificados -en la fase anterior- las entradas, es fácil detectar los cruces relevantes. Para la identificación de efectos

ELEMENTOS Y OPERACIONES DEL PROYECTO											FACTORES AMBIENTALES
Edificaciones agrarias	Creación de praderas y pastizales	Acondicionamiento y sistematización de tierras	Red de riego	Modificación de vías pecuarias	Re poblaciones forestales	Saneamiento de tierras urbanas	Desarrollo de núcleos urbanos	Concentración parcelaria	Ordenación de cultivos	Adquisición y distribución de tierras	
X		X				X	X				1.1.4.6. Estabilidad: deslizamiento, desprendimiento o hundimiento de tierras.
	X	X	X	X							1.1.4.7. Compactación y asiento.
	X	X	X	X							1.1.4.8. Adsorción (intercambio de iones, formación de complejos).
X	X	X	X	X		X	X				1.1.4.9. Salinización.
					X	X					1.1.4.10. Transporte de sólidos.
											1.1.4.11. Eutrofización.
											1.2. Medio biótico.
											1.2.1. Vegetación.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.1... n Unidades homogéneas de vegetación natural.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.1. Praderas.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.1. Majadales.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.1. Pastizales.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.1. Cultivos.
						X	X	X	X	X	1.2.1. Plantas acuáticas.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.1. Especies en general.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.1. Especies en peligro.
X						X	X				1.2.1. Corredores.
											1.2.2. Fauna.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.2. Hábitats de especies silvestres: terrestres, acuáticas.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.2.2. Corredores.
X						X	X	X	X	X	1.2.2. Puntos de paso o rutas de especies migratorias.
X				X		X	X	X	X		1.2.2. Especies y poblaciones en general.
											1.2.2.5. Especies en peligro.
											1.2.3. Procesos.
						X	X	X	X		1.2.3.1. Cadenas alimentarias.
X	X	X	X	X		X	X	X	X		1.2.3.2. Ciclos de reproducción.
X	X	X	X	X		X	X	X	X		1.2.3.3. Movimiento de especies.
X						X	X	X	X		1.2.3.4. Pautas de comportamiento.
											1.2.3.5. Perturbaciones.
X	X	X	X	X		X	X	X	X		1.2.4. Ecosistemas especiales.
											1.3. Medio perceptual (paisaje).
											1.3.1. Paisaje intrínseco.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.3.1.1... n Unidades de paisaje.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.3.1. Lugares o monumentos históricos.
X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	1.3.1. Yacimientos arqueológicos.
											1.3.2. Visibilidad.
X		X	X	X				X			1.3.2.1. Potencial de vistas.
								X			1.3.2.2. Incidencia visual (dominancia visual por escala).

Figura 7

de segundo, tercero... grado se pueden construir matrices sucesivas, una de cuyas entradas son los efectos primarios, causa, a su vez, de efectos secundarios sobre los factores ambientales dispuestos en la otra entrada.

- Las matrices cruzadas o de acción recíproca, utilizan también la técnica entradas-salidas; se trata de matrices cuadradas en las cuales los factores ambientales o los riesgos de impacto aparecen dispuestos en filas como primarios y en columnas como secundarios, representando la interacción en los cruces.

- Grafos de interacción causa-efecto; represen-

tan las cadenas de relaciones sucesivas causa-efecto, tal como muestra la figura 8.

- Los grafos de relación causa-efecto pueden expresarse también en forma de matrices del tipo entrada-salidas, que se va formando de manera escalonada (matrices escalonadas). La primera matriz está constituida por las partes o elementos del proyecto y por las acciones que comportan para obtener en los cruces las causas de impacto. La segunda matriz se apoya en la primera al constituir las causas anteriores una entrada de ella y los factores del medio la otra, disponiéndose en los cruces los efectos primarios. La tercera matriz se

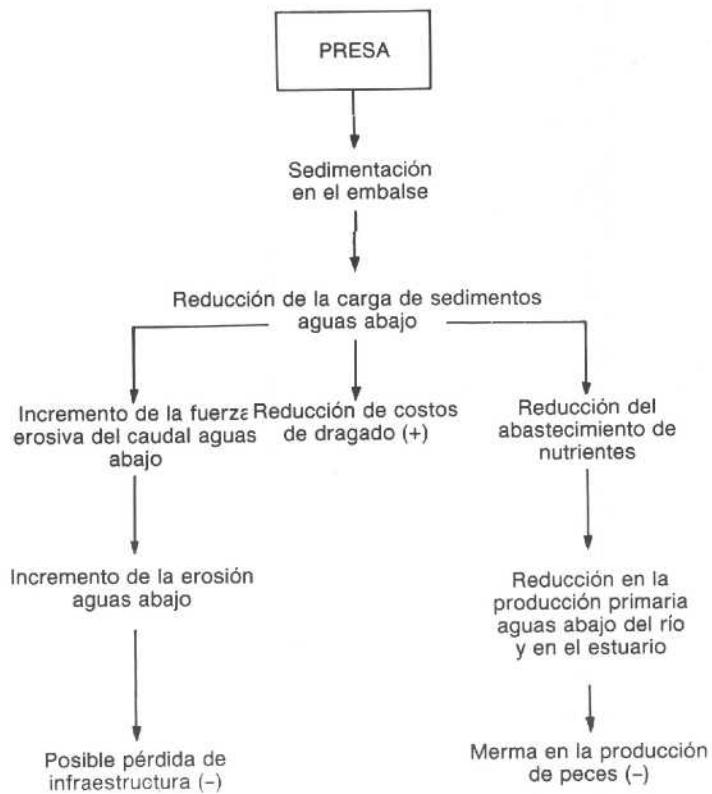


Figura 8. Grafo de interacción causa-efecto

apoya, a su vez, en ésta, pues dichos efectos primarios forman una entrada y los factores del medio la otra; los cruces señalarán los efectos secundarios. Así sucesivamente hasta que se consideren los efectos como finales en cuyo momento la matriz siguiente señalaría las medidas o mecanismos de control que se prevean.

- Lenguajes tipos de simulación cualitativa de interacciones, permiten simular la dinámica de los sistemas a través de programas informáticos en los que intervienen formas simples de interacción causa-efecto:

G-Sim, es un simulador cualitativo en el que esas relaciones se expresan en términos de positivo, negativo o nulo.

K-Sim, cuantifica, además, los efectos de las interacciones entre cero y uno.

## 7.2 Predicción de impactos

### 7.2.1 La predicción sectorial en unidades heterogéneas

La predicción de la magnitud de los impactos sobre cada factor ambiental es una tarea a desarrollar por especialistas en cada uno de los elementos del medio y, en consecuencia, en los factores ambientales. La medición de los cambios desencadenados por una acción sobre el agua, aire, suelos, paisaje, ecosistemas, patrimonio construido, sociedad, etc., requieren un conocimiento profundo de los mismos y, por tanto, debe ser elaborada por expertos en cada faceta capaces de desarrollar y

utilizar herramientas experimentales y de simulación sofisticadas, como por ejemplo:

- Modelos de difusión y dispersión atmosférica.
- Modelos de difusión y dispersión de efluentes líquidos. Capacidad de autodepuración del agua.
- Modelos para prever alteraciones en la biocenosis y en general en los ecosistemas: modelos de simulación, esquemas de flujo energético, interacción entre especies y comunidades, indicadores de tolerancia, sensibilidad, contaminación, escenarios comparados, utilización de índices (diversidad, evolución, etc.).
- Análisis de preferencias sociales para valoración cualitativa de intangibles, tanto por procedimientos directos (escalas y baremos) como indirectos (desagregación en componentes, medición de éstos y agregación ponderada).
- Modelos de calidad de vida que incluyen los indicadores económicos, sociales y físicos que la determinan para establecer los impactos en el medio social; las técnicas de participación pública y de investigación social son indispensables.
- Efectos sobre la salud, que generalmente se tiene en cuenta en función de la normativa existente respecto a los niveles admisibles en el estado de las variables físicas (calidad del aire, agua y entorno físico en general). Pero el hecho de que esa normativa no suele contemplar situaciones particulares aconseja contemplar específicamente estos efectos en el proyecto a evaluar.

La magnitud de los impactos sobre cada factor puede venir expresada de diferentes maneras según la naturaleza de cada uno de ellos y la unidad de

medida que se pretenda expresar. Por ejemplo el impacto directo de una pista forestal que atravesie un bosque de hayas se puede expresar por la superficie ocupada en hectáreas, aun a riesgo de no considerar el efecto de corte, barrera, etc., del ecosistema que produce la apertura de dicha carretera; por otro lado, este indicador no permite diferencias entre una carretera que cortase diametralmente al bosque y otra que lo hiciese en su borde, aun ocupando ambas la misma superficie. La metodología de EIA que se propone, permite ponderar estos impactos según el lugar donde se producen y otras circunstancias, pero aun así podrían encontrarse sin duda indicadores más ajustados al efecto de dicha carretera en el ecosistema.

Conviene buscar atentamente la unidad de medida en que estimar todos los impactos, aunque siempre quedarán algunos de naturaleza estrictamente subjetiva; para éstos, el impacto puede expresarse en porcentaje de pérdida sobre la calidad sin proyecto; el problema se traslada a determinar dicha calidad. El caso típico de factor de apreciación subjetiva es el paisaje: la percepción polisensorial y subjetiva del medio. Su valoración exige dar entrada, antes o después según los diferentes métodos, a análisis de preferencias sociales, para obtener escalas ordinales o de puntuación representativas de su calidad en unidades abstractas de valor.

Estando la EIA necesariamente ligada a una valoración en unidades homogéneas de todos los factores del medio implicados en el proyecto, antes o después en su proceso de desarrollo, habrá que homogeneizar las diferentes unidades de medida y, en último término, expresar todas ellas en unidades abstractas de valor ambiental; esta faceta se desarrollará en la tarea siguiente de la metodología.

En resumen, todos los factores del medio, y en consecuencia los impactos que les afecten, pertenecerán a alguno de los siguientes tipos:

- Cuantificables capaces de ser expresados en escalas de proporcionalidad.

- Cualitativos, que admiten una subdivisión entre:

- a) Aquellos para los que existen criterios objetivos de valoración, que se pueden expresar en escalas de intervalo y de orden.

- b) Aquellos de aproximación subjetiva, que también se expresan en escalas de orden o de intervalo, pero a partir de preferencias sociales.

El impacto sobre un factor puede proceder de una sola acción del proyecto o de un conjunto de ellas. Para algunos factores será posible sumar directamente el impacto de diversas acciones, máxime si se producen en el mismo tiempo; por ejemplo, cantidad de un mismo contaminante procedente de dos fuentes distintas; para otros esta adición simple no será posible por producirse fenómenos de reforzamiento o sinergia que multiplican los efectos. Estas consideraciones habrán de tenerse en cuenta por el especialista responsable de la predicción de impactos parciales.

Con esta fase termina lo que propiamente constituye la parte en principio objetiva del *estudio de impacto ambiental*; a partir de ahora hay que dar entrada a elementos de juicio más o menos objetivos e incluso subjetivos, muchos de los cuales exigen un refrendo con la escala de valores y preferencias sociales. Todo ello constituye la *valoración del impacto ambiental* propiamente dicha.

### 7.2.2 Valoración de impacto ambiental en unidades commensurables

Es la última fase del EsIA. El estudio hasta aquí referido contiene en síntesis:

- Un examen del proyecto que implica un conjunto de acciones (k) impactantes.

- Un análisis del entorno, el cual viene definido por un conjunto de factores ambientales (i) expresado en forma de árbol con diferentes niveles de desagregación, que pueden ser alterados, variables en el espacio (j) y que evolucionan en el tiempo (t).

- Un conjunto de interacciones, acciones → factores ambientales también variables para cada factor en:

- Su naturaleza (reversibilidad, carácter de su medida, fiabilidad, etc.).
- El espacio.
- El tiempo.

- Opcionalmente una caracterización del impacto en términos de naturaleza, intensidad, momento, extensión, persistencia y reversibilidad.

- Una estimación en términos predictivos, de la magnitud del impacto de cada acción,  $I_{ijtk}$ , y del proyecto en su conjunto  $I_{ijt}$  sobre cada factor ambiental, i, en cada punto j, del entorno y en el tiempo t.

A partir de aquí, la primera tarea de valoración consiste en transformar el impacto  $I_{ijt}$ , medido en unidades heterogéneas, en unidades homogéneas de valor ambiental, utilizando para ello funciones o tablas de transformación, distintas para cada factor. Estas expresan, para cada uno de éstos, la relación entre el valor que alcanza el indicador o unidad en que se mide el factor o se predice el impacto y el valor ambiental expresado en unidades abstractas. Dicha relación puede, en el mejor de los casos, expresarse como función continua; tal ocurre en el caso del oxígeno disuelto en el agua o de un contaminante en la atmósfera. Esta función continua puede, también, adoptar diferentes formas: la sigmoide, la recta y una curva con un máximo parecen ser las más aceptables (fig. 9). En el eje de ordenadas se suelen disponer las unidades de valor ambiental estandarizado entre cero y un valor máximo que suele ser 1.

La elaboración de las relaciones de transformación constituye uno de los pasos de más difícil respuesta; como toda valoración ambiental exige interpretar el sentir de la población, aunque sea a través de paneles de expertos representativos de los diferentes grupos e intereses sociales; para realizar la tarea se puede recurrir a las técnicas de investigación social que se describen en los manuales correspondientes, aplicándolas mediante encuestas tipo Delphi, por ejemplo.

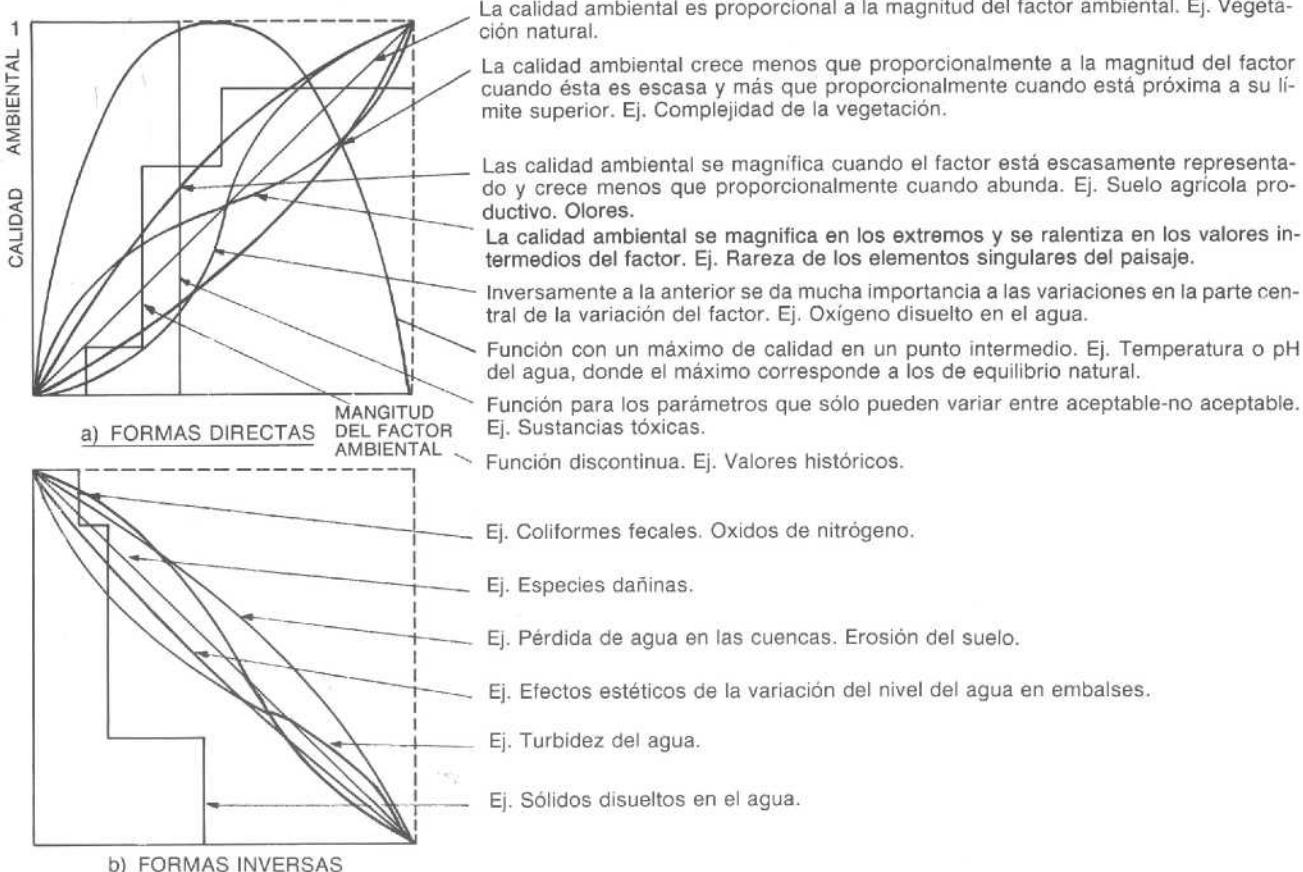


Figura 9. Formas básicas de funciones de transformación: a) Directas. b) Inversas

Teniendo caracterizado el impacto sobre cada factor, la fase siguiente consiste en determinar su importancia a partir de los atributos que en él concurren. En el modelo señalado más abajo de la matriz de impactos se utiliza la expresión  $3I+E+M+P$  (ver epígrafe 8.1) como coeficiente de importancia del impacto sobre cada factor ambiental.

Este coeficiente de importancia puede, obviamente, variar para puntos o zonas diferentes del entorno del proyecto. Asimismo puede también variar en función del momento en que se produzca (noche o día, verano e invierno, etc.). El valor final ha de incluir estos extremos.

Por último se calcula el impacto total sobre el medio por suma ponderada de los impactos sobre cada factor, previo establecimiento de la importancia relativa de los factores entre sí. Esta agregación puede hacerse por niveles tal como propone el modelo que se expone en el epígrafe 8.

El procedimiento señalado puede conducir a resultados finales diversos que pueden tener utilidad distinta según los casos:

- Valoración de la calidad ambiental «sin» proyecto, introduciendo en el proceso los datos sobre factores ambientales, según la evolución tendencial prevista.

- Valoración de la situación ambiental «con» proyecto, introduciendo los factores ambientales según la predicción de su estado una vez alterados por el proyecto.

– Valoración del impacto neto del proyecto, según las dos siguientes posibilidades:

- Por simple diferencia entre valor ambiental «con» proyecto y valor ambiental «sin» proyecto.
- Introduciendo en el proceso descrito los datos relativos a las alteraciones netas sobre cada factor producidas por el proyecto.

### 7.3 Prevención del impacto ambiental

Prevenir el impacto ambiental significa introducir medidas correctoras en la actuación o en el medio con el fin de:

- Corregir, o compensar, los efectos negativos.
- Incrementar los efectos positivos.
- Aprovechar mejor las oportunidades que brinda el medio para la localización y funcionamiento del proyecto y de sus partes.

La aplicación de estas medidas corresponderá a diferentes fases de desarrollo del proyecto, pudiendo adoptarse:

- En el propio diseño, cuando se redacte el proyecto, o como modificación al mismo si ya está redactado, aunque este último caso no es deseable.
- En la fase de construcción de la obra como precaución a adoptar por la dirección de obra, en la forma de ejecutarla y en el replanteo de los diferentes elementos que la componen; por ejemplo, un pequeño desvío de un vial o desplaza-

miento de un edificio puede evitar el arranque de un grupo de encinas.

Siempre que sea posible, estas precauciones se recogerán en el pliego de condiciones de obras e instalaciones.

– En la fase de funcionamiento, que pueden también quedar recogidas en el pliego de condiciones de explotación del propio proyecto.

Se clarificará la estructura de las medidas propuestas, distinguiendo entre las dirigidas a prevenir:

a) Los impactos de ocupación o cambio en los usos del suelo, tanto directos como indirectos.

b) La emisión de agentes contaminantes o introducción de elementos vegetales o animales extraños en el medio.

c) La sobreexplotación de recursos naturales o ecosistemas.

d) La subexplotación de éstos, en su caso.

El propio concepto de prevención de impacto aconseja distinguir además entre:

– Medidas dirigidas a mejorar el diseño, la ejecución y el funcionamiento de la actuación.

– Medidas dirigidas a aumentar la capacidad receptiva o resiliencia del medio.

– Medidas dirigidas a compensar impactos inevitables.

Aunque ambos tipos pueden recogerse en el diseño del proyecto o en su pliego de condiciones (de obras o de explotación), podría también elaborarse un proyecto de mejoras ambientales, el cual habría de prever el seguimiento de la actuación en orden a la adopción futura de medidas curativas.

En efecto, por muy bien estudiado que esté el impacto, nunca podrá evitar la incertidumbre inherente a todo análisis predictivo y a la relación actividad-medio; por ello debe plantearse un programa de seguimiento de las incidencias ambientales que vayan surgiendo.

El seguimiento de dichas incidencias permitirá una evaluación «ex post», una vez transcurrido un período razonable de tiempo, para ver en qué medida se cumplen las previsiones y si es necesario adoptar nuevas medidas correctivas y curativas hacia el futuro.

Conviene señalar, por último, la importancia de explicitar aquellos impactos inevitables, su caracterización e intensidad, así como resaltar –a modo de banderas rojas– los más importantes.

#### 7.4 Comunicación de los impactos

El objetivo final de toda EIA es informar a la Administración pública y a la sociedad en general del coste ambiental de un proyecto. Dado el carácter amplio y complejo del estudio, resulta imprescindible elaborar documentos de «participación y debate» capaces de transmitir, de forma clara, concisa y fiable, sus resultados al no especialista.

Estos documentos, dependiendo del alcance y programación de la EIA, podrán ser parciales o completos, y emitirse correspondiendo con ciertos

hitos de dicha programación. Nunca faltará el documento de síntesis final o informe final, que al menos deberá contener:

- Discusión de la actuación propuesta.
- Estudio de las alternativas planteadas.
- Impactos probables que requieren mayor profundización o seguimiento.
- Impactos principales.
- Impactos que no pueden evitarse.
- Medidas correctoras y compensatorias propuestas.
- Programa de seguimiento y control en la fase de ejecución y explotación.
- Resultados del trámite de participación pública, en su caso.

De forma genérica, los receptores del informe son, de un lado, los organismos públicos implicados en la actuación: promotores, responsables de autorizar o gestores ambientales, y de otro, los particulares, cuando debe someterse al trámite de participación pública.

### 8. MODELO QUE SE PROPONE PARA LA EIA DE PROYECTOS

Se ha definido la EIA como un proceso de análisis encaminado a *identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar* el efecto de un proyecto sobre la salud y bienestar humano, incluyendo los ecosistemas naturales.

Cualquier modelo que se diseñe para la EIA deberá integrar estas operaciones. El que se propone aquí consta de una estructura formal (fig. 10) y de un procedimiento para cumplimentarla. La primera parte del formato (fig. 11) es la matriz de impactos: sobre ella se *identifican* y caracterizan éstos. A partir de esta matriz se desarrolla el esquema completo en forma de tabla, incorporándose columnas y filas (éstas de menor interés). Las tres primeras columnas corresponden a *predicción*, las columnas 4 a 13 a *valoración* y las columnas 14 a 21 a *corrección de los impactos*. El modelo se aplica cumplimentando primero la matriz y rellenando después las columnas y filas sobrepuestas a ella de acuerdo con los criterios y significado que se exponen más abajo.

La matriz de impactos en sí misma permite identificar, prevenir y comunicar los efectos de un proyecto en el medio, incluso hacer una evaluación cualitativa, pero sólo con el nivel requerido por una EIA simplificada o muy preliminar, con un alcance burdo en suma.

Conviene señalar que el modelo que se propone es sólo una parte que resume y sintetiza un texto escrito, el cual justificará las cifras dispuestas en el formato una vez formalizado.

#### 8.1 La matriz de impactos: identificación y caracterización

Consiste en una tabla de doble entrada, cuyas columnas son las acciones del proyecto y cuyas filas son los factores del medio, ambos ordenados en forma de árbol (fig. 11).

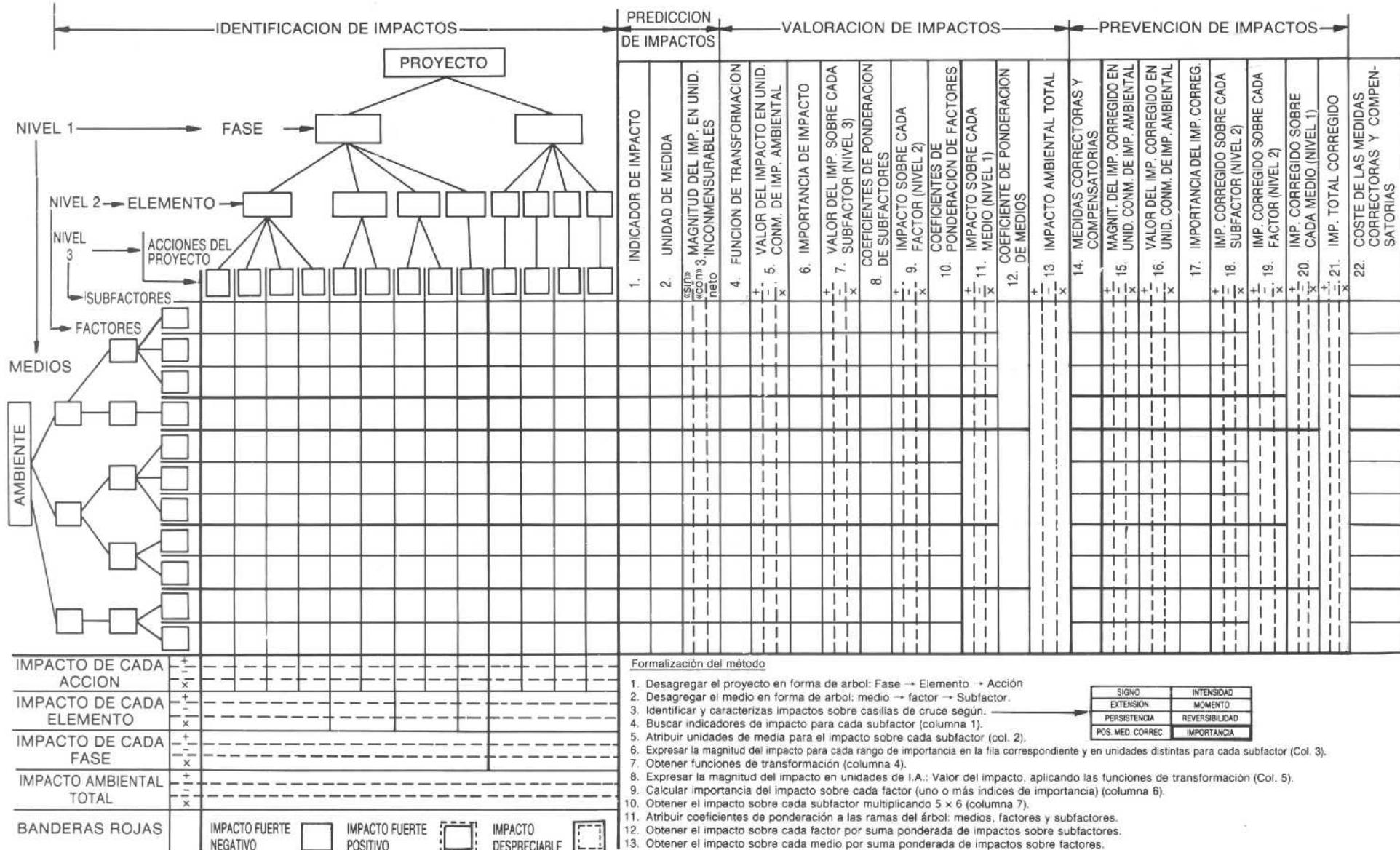


Figura 10. Formato para EIA (Gómez Oreg, 1986)

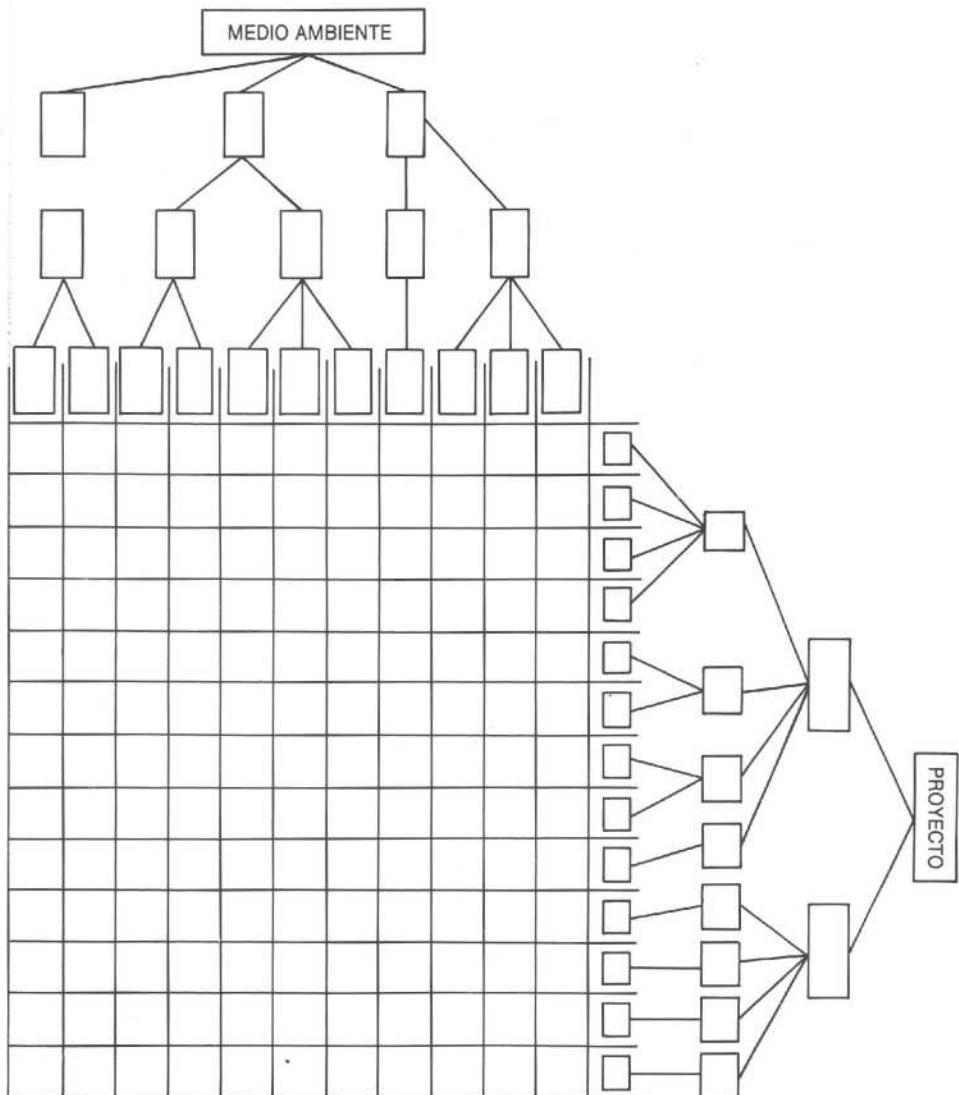


Figura 11. Estructura para identificación, caracterización y ponderación de impactos

Cada casilla de cruce en la matriz (elemento tipo) identifica un impacto, cuyos atributos se representan por siete símbolos en el orden en que se relacionan en la figura 12, más uno que sintetiza, en una cifra, la importancia del impacto en función de los siete símbolos anteriores. La misma figura incluye una fórmula razonable para obtener dicha cifra. La figura 13 ilustra la confección de un elemento tipo de la matriz de impactos.

A continuación se describe el significado de los conceptos utilizados (atributos) en la formación del elemento tipo, que son los siguientes:

1. *Signo.*
  2. *Intensidad.*
  3. *Extensión.*
  4. *Momento en que se produce.*
  5. *Duración o persistencia.*
  6. *Reversibilidad del efecto.*
  7. *Possibilidad de introducir medidas correctoras.*
  8. *Importancia del impacto.*

1. El *signo* del impacto alude al carácter beneficioso (+), perjudicial (-) o previsible pero deficil-

de cualificar sin estudios específicos (x). Evidentemente, es la tercera de estas categorías la más problemática de caracterizar de modo objetivo debido a su propia definición, si bien:

i) Se trata de efectos ciertos que, por su nivel de complejidad y su efecto relativamente cambiante, de unas circunstancias a otras, son difíciles de predecir.

ii) Son efectos normalmente asociados con circunstancias exógenas al proyecto, lo que dificulta sobremanera la determinación de su naturaleza.

iii) Están ligados, por último, con todo un conjunto de variables de manera que sólo a través de un estudio conjunto y detallado de todas ellas sería posible conocer su signo.

2. La *intensidad* se refiere al grado de la incidencia sobre el medio, en el ámbito específico en que actúa. Se puntuá de 1 a 3.

3. La extensión se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto considerado; si la acción produce un efecto localizable de forma pormenorizada dentro

EXPRESION Y  
VALORACION  
EN LA MATRIZ  
DE IMPACTO

1. SIGNO	BENEFICIO	+	
	PERJUDICIAL	-	
	PREVISIBLE PERO DIFÍCIL DE CALIFICAR SIN ESTUDIOS		
	DE DETALLE	×	
2. INTENSIDAD: PUNTUACION CUALITATIVA	BAJA	1	
	MEDIA	2	
	ALTA	3	
3. EXTENSION	PUNTUAL	1	
	PARCIAL	2	
	EXTENSO (TODO EL AMBITO)	3	
4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE	INMEDIATO	3	
	MEDIO	2	
	LARGO PLAZO	1	
5. PERSISTENCIA	TEMPORAL	1	
	PERMANENTE	3	
6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO	IMPOSIBLE	4	
	LARGO PLAZO	3	
	MEDIO PLAZO	2	
	CORTO PLAZO	1	
7. POSIBILIDAD DE INTRODUCIR MEDIDAS CORRECTORAS	EN PROYECTO	P	
	EN OBRA	O	
	EN FUNCIONAMIENTO	F	
	NO ES POSIBLE	N	

**FORMULA PARA OBTENER LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO**

$$3(\text{VALOR DE LA INTENSIDAD}) + 2 \text{ VALOR DE EXTENSION} + \text{VALOR DEL MOMENTO} \\ + \text{VALOR DE PERSISTENCIA} + \text{VALOR DE REVERSIBILIDAD} = 3I + E + M + P + R.$$

Figura 12. Elemento tipo de la matriz del impacto

de este ámbito especial, el impacto tiene un 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 se puntúa como 3.

Las situaciones intermedias se consideran como *parcial* (2).

También cabría señalar aquí, con un código mayor, el hecho de que el impacto se produzca precisamente en un lugar crítico: vertido próximo aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o próxima a un centro urbano, etc.

4. El *momento* en que se produce el efecto/impacto, alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y la aparición del efecto. Se consideran tres categorías, según que este período de tiempo sea cero, de uno a tres años, o más de tres años, denominándose, respectivamente, dicho momento como *inmediato* (3), *medio plazo* (2) y *largo plazo* (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto cabría significarlo aquí con un código mayor. Por ejemplo, ruido en

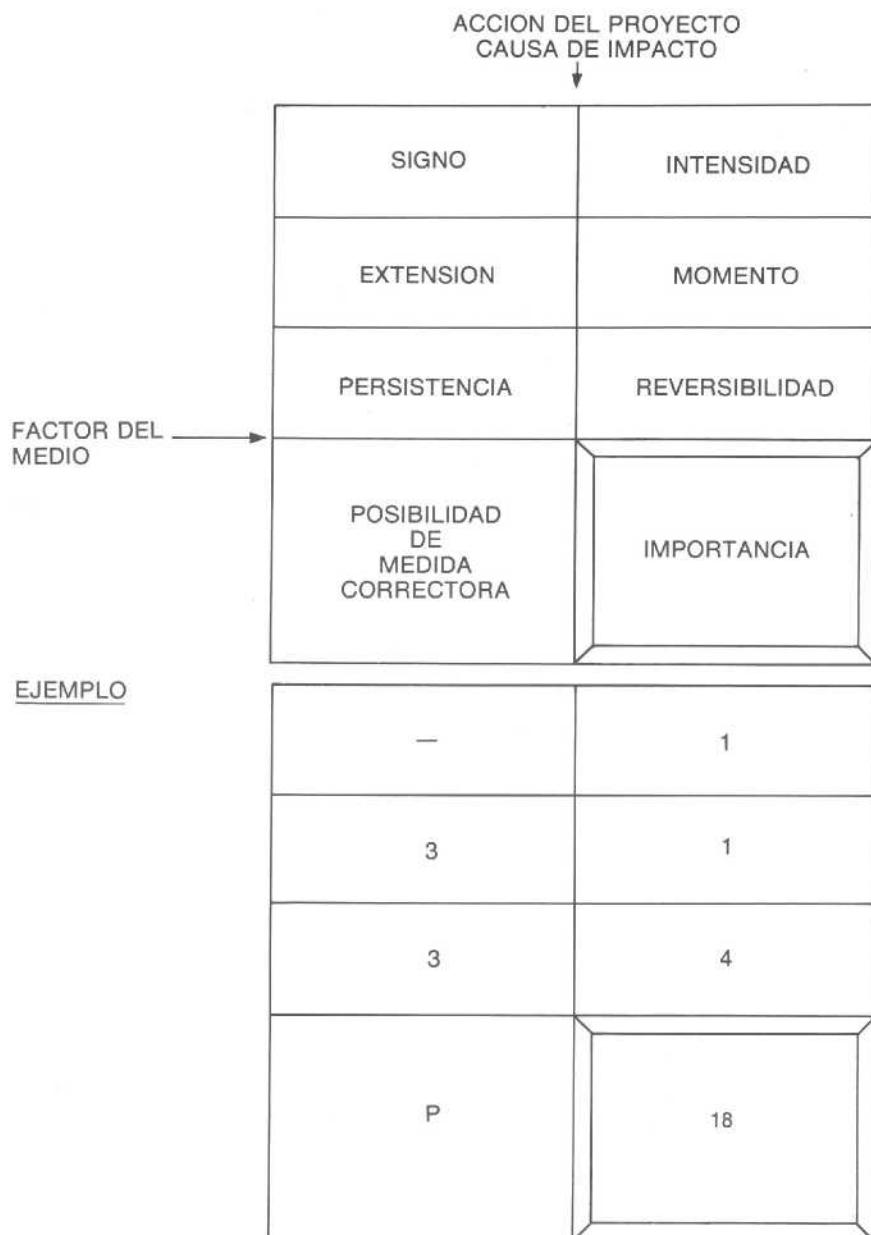
la noche y precisamente en las proximidades de un centro hospitalario, molestias en época de vacaciones en una zona recreativa.

5. La *persistencia* del impacto está ligada con el tiempo que supuestamente permanecería el efecto, a partir de la aparición de la acción en cuestión. Dos son las situaciones consideradas, según que la acción produzca un efecto *temporal* (1) o *permanente* (3). Es pues, ésta, una caracterización genérica por cuanto no se ha supuesto espacios de tiempo discretos ligados con tales categorías y porque, en cualquier caso, es muy difícil, en el límite, discernir sobre el carácter temporal o permanente de los efectos.

6. La *reversibilidad* se refiere a la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el efecto. Se puede caracterizar como a *corto plazo* (1), a *medio plazo* (2), a *largo plazo* (3) e *imposible* (4).

7. Por último, la posibilidad de *acciones correctoras* sirve para denotar si, dentro del proyecto en cuestión, es posible prever medidas correctoras para remediar, de alguna manera, la aparición de tales impactos. Dentro de este concepto sólo se conside-

Un elemento tipo de la matriz, vendrá expresado así:



Impacto negativo, de intensidad baja, afectando a todos el ámbito, se produce a largo plazo, permanente, de reversibilidad imposible, se pueden introducir medidas correctoras al redactar el proyecto.

Su importancia es:  
 $3.1 + 2.3 + 1 + 3 + 4 = 18$

Figura 13. Elemento tipo de la matriz

ran las siguientes alternativas: en la fase del proyecto (P), en la fase de obra (O), en la fase de funcionamiento (F) y no es posible (N).

8. La importancia del impacto, que no debe confundirse con la importancia del factor afectado, viene representada por un número que se deduce de los códigos anteriores; la figura 5 muestra una posible forma de obtención, pero convendrá plantear la correspondiente expresión para cada caso particular, utilizando para ello técnicas de investigación social aplicándolas mediante encuestas tipo Delphi.

Los grafos de relación causa-efecto pueden hacerse también sobre la propia matriz; esto enriquece enormemente su contenido al visualizar el encadenamiento de los impactos, lo que confiere un cierto carácter dinámico al modelo.

Puede limitarse la utilización de la matriz a un simple inventario o, por el contrario, intentar, utilizando todas sus posibilidades por combinación de la lectura vertical y horizontal de los grafos, y por la introducción de la simbología, traducir la noción de sistema teniendo en cuenta la dinámica que implica este concepto. Pero cual-

quiera que sea el uso que se haga de ella, es necesario recordar que la matriz es ante todo una ayuda para la reflexión.

No puede reemplazar en ningún caso estudios específicos realizados por especialistas; por el contrario, debe hacer patente a los usuarios la necesidad de recurrir a los expertos para estudiar cada punto particular.

Pueden hacerse dos matrices distintas: una para la etapa de construcción y otra para la de funcionamiento, o bien una sola matriz pero diferenciando explícitamente el momento en que se produzcan los impactos. En todo caso se acompañará de un texto explicativo que justifique las interpretaciones expresadas por los símbolos que, sobre ella, caracterizan el impacto.

La matriz de impactos por sí sola, acompañada de un texto explicativo, permite identificar, prevenir y comunicar los efectos de un proyecto, incluso hacer una valoración cualitativa, pero sólo con el nivel requerido por una EIA simplificada o muy preliminar, que solamente puede aceptarse para fases previas de análisis o proyectos poco conflictivos.

Puede ser completada señalando:

- «Banderas rojas» en aquellas casillas de cruce que correspondan a los impactos más importantes y de imposible corrección, los cuales vendrán identificados por las mayores puntuaciones en el recuadro.

- La suma por filas y por columnas de las puntuaciones alcanzadas por la importancia. Los números altos de las primeras indicarán los factores más afectados por el proyecto, que deberán ser objeto de una especial atención; las sumas altas por columnas identificarán a las acciones más agresivas del proyecto, las cuales también deberán ser más atentamente consideradas.

- Medidas correctoras y nueva puntuación en el supuesto de que se introduzcan. Estas medidas correctoras deben indicar el momento de desarrollo del proyecto en que su introducción es más fácil o más eficaz, así como su coste.

## 8.2 Predicción del impacto: columnas 1, 2 y 3

### Columna 1: indicador de impacto

Aquí se expresará, para cada factor ambiental, el indicador capaz de medirlo. En consecuencia, este mismo indicador podrá medir el impacto por la diferencia: situación del factor con proyectos-situación del factor sin proyecto. Tal es el sentido que damos al término indicador: factor ambiental del último nivel expresado de forma medible; por ejemplo, el indicador correspondiente al *factor suelo* puede ser la «superficie existente expresada en términos de una determinada clase agrológica equivalente», la unidad de medida, las hectáreas de la clase agrológica elegida. Así, en un entorno con 3.000 hectáreas de clase IV, 1.200 de clase III y 500 de clase II, la superficie equivalente podría ser:

$$\left( 500 + \frac{1.200}{2} + \frac{3.000}{4} \right) \text{ Has}$$

de clase agrológica II, en el supuesto de que:

$$I = \frac{1}{4} \text{ II} = \frac{1}{4} \text{ III} = \frac{1}{4} \text{ IV}$$

En muchos casos el indicador será obvio, otras veces no; pero siempre debe especificarse aquí.

### Columna 2: unidad de medida

Decidido el indicador para cada factor, la unidad de medida resulta obvia, pues queda implícita en la definición del propio indicador.

### Columna 3: magnitud del impacto en unidades incommensurables

La predicción de la magnitud del impacto sobre cada factor es una tarea estrictamente sectorial a realizar por un experto. Generalmente, los impactos vendrán medidos en unidades distintas, heterogéneas, y, en consecuencia, incommensurables (no comparables directamente).

A cada fila de la matriz de impactos en que aparezcan casillas de cruce identificadoras de efectos, corresponderá, por lo menos, una cifra, en esta columna, representativa de la magnitud del impacto; esto sucederá cuando todas las casillas de cruce arrojen una importancia igual o similar. Sin embargo, cuando esto no ocurra, sino que cada casilla o grupos de casillas muestren importancias distintas, la magnitud del impacto vendrá representada por una cifra para cada casilla o grupos de casillas con importancia similar; en tal caso, en el cruce de esta tercera columna con la fila correspondiente al factor analizado aparecerán varias cifras, una para cada grado de importancia. Un ejemplo aclarará lo dicho: consideremos, como antes, el factor suelo y supongamos una carretera que lo atraviesa.

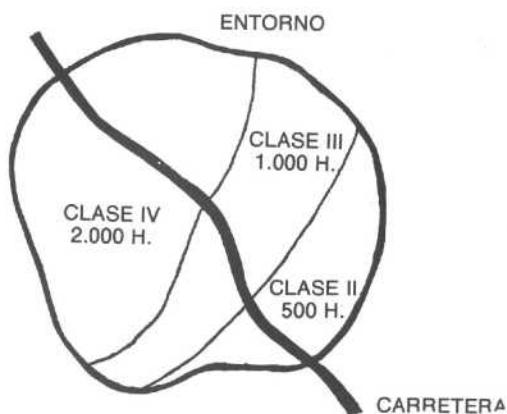


Figura 14

Esta carretera produce, por lo menos, dos tipos de impactos negativos sobre el suelo: uno por ocupación con destrucción total y otro por emisión de contaminantes debidos al tráfico en la fase de explotación, con pérdida solamente de cierta fertilidad.

En la matriz de impacto aparecería en la casilla de cruce del factor suelo con la acción «explana-

ción», por ejemplo, un impacto caracterizado como en la fig. 15 a: Impacto negativo, intenso, afectando a una parte del entorno sin ser puntual, de efecto inmediato, permanente, irreversible y para el que no es posible introducir medida correctora en el proyecto.

Su importancia de acuerdo con la fórmula expuesta sería:

$$3 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 3 + 3 + 4 = 23$$

En la misma fila bajo la acción «circulación de vehículos» un impacto como el de la figura 15 b: impacto negativo, poco intenso, afectando a parte del entorno sin ser puntual, de efecto a medio-largo plazo y que no admite medidas correctoras, tendría una importancia:

$$3 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 2 + 3 + 2 = 14$$

-	3	-	1
2	3	2	2
3	4	3	2
N	23	N	14

a

b

Figura 15. Caracterización de impactos

En consecuencia, la magnitud del impacto –casi-lla de cruce de columna 3 con fila del factor suelo– vendría expresada por dos cifras, una para cada tipo de impacto.

Para el primero, si la carretera ocupa 50 metros de ancho y atraviesa tres kilómetros por suelo de

clase agrológica IV, 1.400 metros de clase III y 1.000 metros de la clase II, la magnitud sería:

$$\left( \frac{1000.50}{10000} + \frac{1}{2} \frac{1400.50}{10000} + \frac{1}{4} \frac{3000.50}{10000} \right)$$

Has equivalentes de clase agrológica II = 12,25 Has clase II

Cifra que también puede calcularse así:

$$\begin{aligned} &\text{Magnitud sin proyecto:} \\ &1.850 \text{ Has equivalentes clase II} \\ &\text{Magnitud con proyecto:} \\ &1.837,75 \text{ Has equivalentes clase II} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} &\text{Impacto = diferencia} \\ &1.837,75 - 1.850 + 12,25 \text{ Has clase II} \end{aligned} \right\}$$

Más adelante veremos cómo resulta indispensable conocer no sólo el cambio en el factor que produce el proyecto, sino también la distancia al origen o al final de la escala de variación posible, entendiendo por origen la situación peor posible del factor (nada de suelo cultivable) y, por final, la situación óptima del factor (todo el suelo de clase I) o el factor tal como se encuentra en la actualidad. La magnitud para el otro impacto, suponiendo que los efectos de la contaminación llegasen hasta 100 metros a ambos lados de la carretera, sería igualmente el número de hectáreas equivalentes de clase II afectadas:

$$\frac{1000.250}{10000} + \frac{1}{2} \frac{1400.250}{10000} + \frac{1}{4} \frac{3000.250}{10000} = \\ = 61,25 \text{ Has equivalentes de clase II}$$

pero esta superficie se ve afectada con importancia 14, frente a la correspondiente al primer impacto, que es 23.

La magnitud en este caso quedaría así:

	Explanación	Circulación vehículos	Indicador	Unidad	Magnitud		Importancia del impacto
					"sin"	"con"	
Suelo	- 3		Superficie equival. C. agrológica II	Has.	-	12,25	23
	2 3				-	12,25	
	3 4				-	61,25	14
	N 23				-	-	

Por otra parte, es posible que en una misma fila existan casillas con signo negativo al lado de otras con signo positivo, lógicamente habrá que diferenciar las cifras representativas de la magnitud de los impactos positivos y negativos introduciendo subfilas en la fila correspondiente al factor así alterado.

### 8.3 Valoración de impactos: columnas 4 a 13

#### Columna 4: función de transformación

En esta columna se expresará la relación para cada factor entre su magnitud en unidades incompatibles y la calidad ambiental, que convencionalmente haremos variar entre 0 y 1. Por

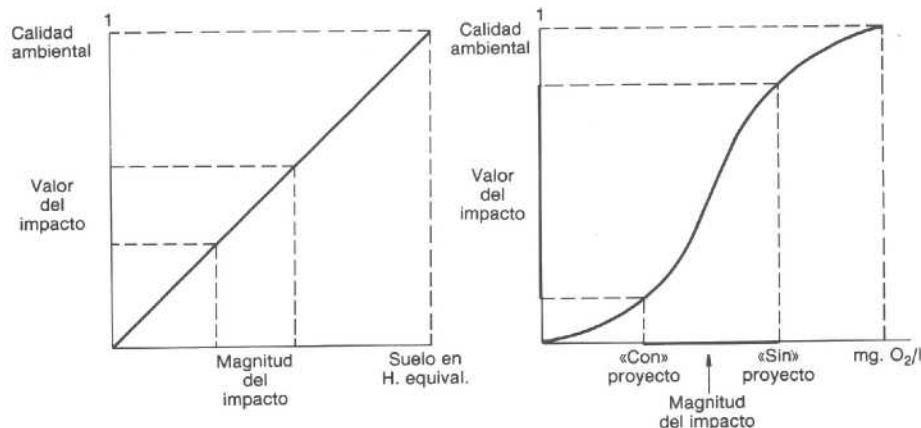


Figura 16. *El valor del impacto depende del tramo del eje de abscisas en que se disponga su magnitud*

razones de espacio, estas relaciones, expresadas en un sistema de coordenadas, pueden recogerse en un anexo al modelo, especificando en el formato solamente el tipo de función: directa-indirecta, lineal o curva, continua o discontinua.

Para la obtención de estas funciones puede seguirse un procedimiento de consulta a paneles, cada uno de los cuales debe:

- Recopilar información objetiva sobre la relación factor-calidad ambiental.
- Ordenar el factor de 0 a su máximo nivel.
- Asignar a cada valor del factor un índice de calidad de 0 a 1.
- Construir una curva

luego se promedia entre las curvas dadas por los panelistas.

#### *Columna 5: valor del impacto en unidades commensurables de I.A.*

Llevando los datos de la columna 3 al eje de abscisas de las correspondientes funciones de transformación, obtendremos en ordenadas el valor del impacto en unidades commensurables. Aquí hay que hacer una consideración (fig. 16): para las funciones lineales –caso del ejemplo sobre factor suelo– puede llevarse la magnitud –columna 3– a cualquier tramo del eje de abscisas porque el valor del impacto que aparecerá en ordenadas siempre será el mismo; pero si la función no es lineal, caso, por ejemplo, de calidad del agua expresada en miligramos por litro de oxígeno disuelto, entonces la magnitud habrá de llevarse al eje de abscisas precisamente a partir del punto correspondiente a la situación sin proyecto; por ello en los casos de funciones no lineales o discontinuas convendrá calcular la magnitud del impacto por diferencia entre la situación «con proyecto» y situación «sin proyecto» y obtener el valor del impacto en unidades commensurables de I.A. llevando el estado «sin proyecto» y «con proyecto» a abscisas para buscar en ordenadas el valor que corresponde.

#### *Columna 6: importancia del impacto*

Como repetidamente se ha dicho, la importancia del impacto, que no debe confundirse con la

importancia del factor afectado, es función de sus atributos y, en consecuencia, puede deducirse de los códigos que para cada uno de ellos aparecerán en las casillas de la matriz. Dichos códigos, aunque no son valores, tienen una cierta intención valorativa, pues se atribuyen números más altos a los tipos menos deseables y a la inversa.

La expresión para calcular la importancia debe decidirse por los miembros del equipo, aplicando las técnicas de consulta social a paneles que se exponen en los manuales de investigación social (comparación por pares, ordenación por rangos, etcétera). En todo caso esta expresión siempre dependerá de los juicios de valor del panel consultado, por lo cual convendrá hacer análisis de sensibilidad utilizando diversas expresiones; para ello será de gran utilidad mecanizar los cálculos que exige el modelo completo a través de la hoja electrónica en un ordenador.

#### *Columna 7: impacto sobre los subfactores (nivel 3)*

Multiplicando los datos de las columnas 5 y 6 se obtiene el impacto sobre los subfactores, elementos del último nivel del árbol de desagregación del medio. La cifra obtenida vendrá dada en unidades commensurables de impacto ambiental.

#### *Columnas 8, 10 y 12: coeficientes de ponderación de factores*

Los pesos de las diferentes ramas del árbol representan la contribución de cada elemento al valor ambiental del vértice del nivel superior. La atribución de pesos se hace repartiendo una cantidad dada entre las ramas de cada nivel; por facilidad del cálculo y por el precedente del sistema Battelle, se suele repartir 1.000 puntos. En el primer nivel se distribuyen éstos entre sus ramas; si fuesen tres, como en el esquema de la figura 17, esta distribución podría ser 200, 300 y 500; en el segundo nivel cada una de estas cifras hay que distribuirlas entre el número de ramas correspondiente del siguiente nivel, en las figuras 200 y 100. Por fin cada vértice de este nivel se reparte, a su vez, entre las ramas del nivel inferior; en nuestro caso, 20, 30 y 50, por ejemplo.

El procedimiento para atribuir los citados coeficientes de ponderación consiste en consulta a paneles mediante la técnica Delphi.

*Columnas 9, 11 y 13: impactos sobre factores, medios y ambiental total*

Sumando de forma ponderada el impacto de los elementos de un nivel que forman el nivel superior, se calcula el impacto sobre cada uno de los diferentes vértices del árbol ambiental: factores, medios y ambiente total. Este método se ilustra en la figura 18.

#### 8.4 Prevención de impactos

*Columna 14: medidas correctoras*

El formato proporciona una imagen sintética y clara de los factores impactados, de las acciones impactantes y de sus interacciones, así como de las características de los impactos. Estos datos y su disposición en el esquema facilitan la adopción de

medidas correctoras para la prevención del impacto, o de medidas compensatorias para aquéllos que no se puedan prevenir.

Tal como se indicaba en el epígrafe 7.3, estas medidas pueden orientarse a:

- Corregir o compensar efectos negativos.
- Incrementar efectos positivos.
- Mejorar la inserción del proyecto en su entorno aprovechando las oportunidades que éste le brinda.

Asimismo las medidas correctoras pueden aplicarse en distintos momentos de la materialización del proyecto:

- En fase de diseño.
- En fase de construcción.
- En fase de funcionamiento.

Por último convendrá distinguir entre:

- Medidas dirigidas a mejorar la capacidad receptiva del medio.

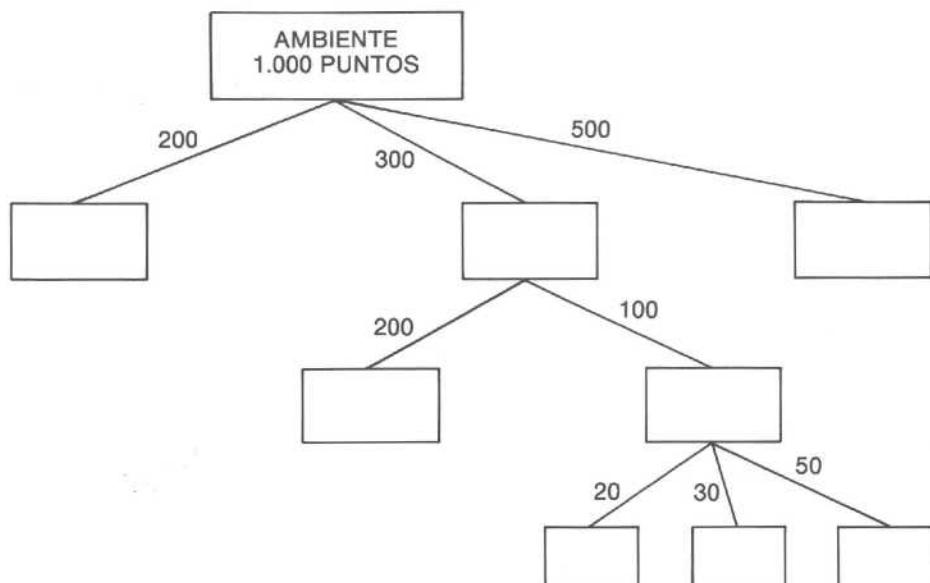


Figura 17. Distribución de pesos entre las ramas del árbol en cada nivel

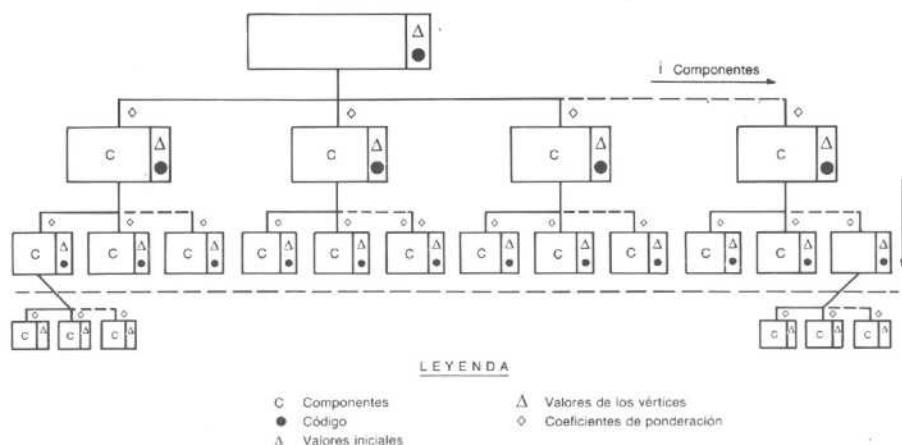


Figura 18. Método de valoración por desagregación con componentes

- Medidas dirigidas a regenerar efectos inevitables.
- Previsiones para el momento de abandono del proyecto, cuando éste ha terminado su vida útil.
- Medidas para el seguimiento y control del proyecto.

*Columnas 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21: valoración de impactos una vez consideradas las medidas correctoras*

Se trata en estas columnas de repetir el proceso de cálculo de las columnas 3, 5, 6, 7, 9, 11 y 13, respectivamente, para obtener el valor de los impactos en el supuesto de que se adopten las medidas correctoras propuestas.

Aunque se han dispuesto estas columnas consecutivas al resto del formato y formando parte de éste, cuando las medidas correctoras son de cierta importancia exigirá variar a fondo la matriz de impactos y en consecuencia será preferible repetir el proceso completo descrito hasta la columna 13.

#### *Banderas rojas*

El sistema prevé remarcar aquellos impactos negativos muy fuertes que deben ser necesariamente minimizados. Complementariamente se remarcán las casillas con impacto despreciable, positivo o negativo, así como los impactos positivos más elevados.

#### *Filas*

Bajo la matriz de impactos se han dispuesto cuatro filas, que, aun teniendo un interés operativo considerablemente menor que las columnas, orientan en la adopción de medidas correctoras y ayudan a la decisión final.

El *impacto de cada acción* se obtiene por suma simple de los valores de los impactos correspondientes a las casillas formalizadas dispuestas en la matriz bajo dicha acción.

El cálculo de esos valores se obtiene siguiendo para cada casilla bajo la acción el proceso secuencial definido por las columnas 3, 4 y 5.

Se mantiene la separación entre impacto negativo, positivo y desconocido.

Los *impactos de cada elemento* se obtienen por suma simple de los impactos correspondientes a las acciones que lo forman.

Los *impactos de cada fase* se obtienen igualmente por suma simple de los impactos de los elementos que lo forman.

Por fin el *impacto ambiental total* se obtiene por suma de los anteriores. Esta cifra debe coincidir con el obtenido en la columna del formato del mismo nombre.

Estas sumas no tienen un sentido matemático riguroso, pero las cifras obtenidas pueden considerarse estimativamente comparables, en la idea de que las cifras más altas indican las acciones más agresivas que deberán ser objeto de especial atención.