

NOVIEMBRE 2007

LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL: TIPOS, MÉTODOS Y TENDENCIAS

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Autor: Santiago Cotán-Pinto Arroyo

Contenidos de esta Unidad

1. REALIZACIÓN DEL EIA. METODOLOGÍAS.....	2
2. ESTUDIO DEL PROYECTO POR LOS CORRESPONDIENTES ESPECIALISTAS	5
3. REUNIÓN DE SÍNTESIS PARA SELECCIONAR LAS PRINCIPALES ACCIONES PRODUCTORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y LOS FACTORES AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS	10
4.ELABORACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO.....	12
5. TRABAJOS DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DEL ENTORNO	13
6. REALIZACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL	15
7. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	19
8. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS MÁS SIGNIFICATIVOS. ESTUDIOS MONOGRÁFICOS DE LOS MISMOS	24
9. VALORACIÓN DE IMPACTOS EN FUNCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS	25
10. ESTUDIO Y PROPUESTA DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS. MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. REVALORACIÓN DE LAS MISMAS.....	27
11. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	31
12. ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO DE SÍNTESIS	33
EVALUACIÓN	34
ANEXO I: DEFINICIONES DE EFECTOS SEGÚN R.D. 1131/1988	

1. REALIZACIÓN DEL EIA. METODOLOGÍAS

En función de las exigencias administrativas, puede establecerse la secuencia para la elaboración de un EIA que se expone en la Figura 1.

Los Estudios de Impacto Ambiental normalmente se confeccionan en un corto período de tiempo y sólo en caso de tratarse de grandes proyectos ubicados en zonas complejas se alarga el estudio más de un año.

El Estudio de Impacto Ambiental debe ser redactado por un equipo multidisciplinar de técnicos con formación ambiental.

La elección del equipo técnico vendrá condicionada en último término por el tipo de proyecto y el medio en que se ubique: medio rural o medio urbano, existencia o no de espacios protegidos en sus inmediaciones, áreas con especies de fauna y flora protegidas, monumentos histórico-artísticos, bienes culturales, etc.

Un equipo básico para un proyecto convencional, sería el integrado por:

a) Estudio y análisis del proyecto desde el punto de vista técnico-ambiental

Cualquier otra persona formada en relación a los aspectos técnico-ambientales del proyecto

b) Estudio del medio natural

. Licenciado en Ciencias Ambientales

. Ingeniero de Montes y Agrónomo

. Biólogo

. Geólogo

. Ingeniero Forestal

. Cualquier otra persona formada en relación a dicho estudio

Asimismo y en casos específicos que sean precisos, este equipo deberá estar asistido por los especialistas necesarios en la materia que se trate.

Todo el equipo seleccionado deberá trabajar de forma coordinada y especialmente en lo referente al proceso de la selección de impactos y su valoración.

Una vez efectuado el estudio preliminar del proyecto, se conoce el orden de magnitud y la importancia y extensión de los principales efectos del mismo sobre el medio ambiente. Según se trate de pequeños o grandes impactos el alcance del estudio será mayor o menor.

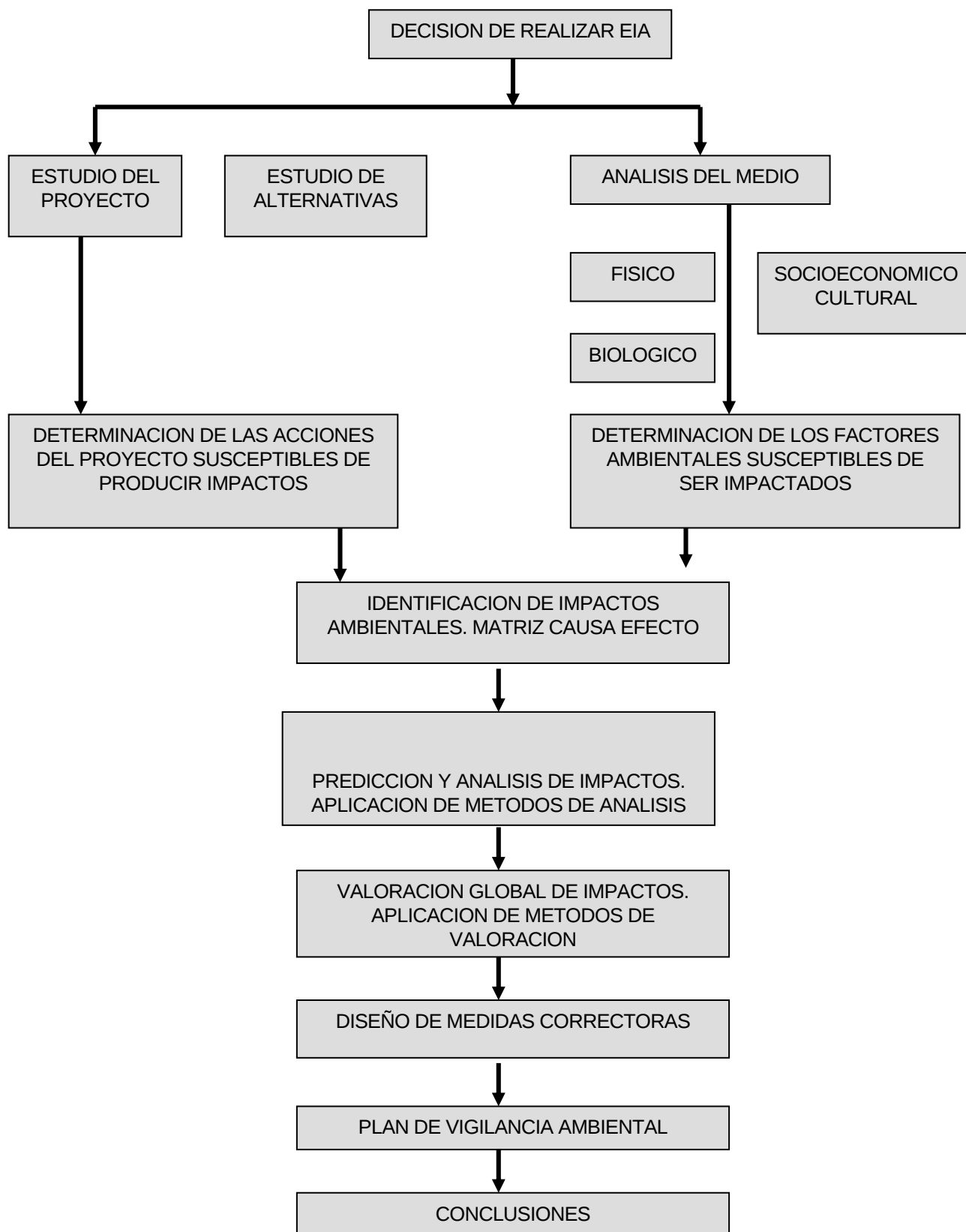


FIGURA 1 SECUENCIA PARA LA ELABORACIÓN DE UN EIA

En líneas generales, pueden establecerse los siguientes pasos dentro de una **metodología adecuada para la elaboración de un EIA**:

1. Estudio del proyecto por los correspondientes especialistas. Estudio de alternativas. Estudio previo del entorno.
2. Reunión de síntesis para seleccionar las principales acciones productoras de impactos ambientales y los factores ambientales más significativos.
3. Elaboración del **Plan de Trabajo** por el equipo pertinente; asignación de tareas; delimitación del ámbito geográfico del estudio. Entrevistas. Recogida de información. Estudio de la Bibliografía referente a diversos aspectos de la zona de estudio.
4. Trabajos de campo para el estudio del entorno. Recorridos. Reportaje fotográfico. Censos. Mediciones de posibles contaminantes.
5. Realización del inventario ambiental.
6. Identificación exacta de impactos.
7. Análisis de los impactos más significativos. Estudios monográficos de los mismos.
8. Valoración de impactos en función de los resultados obtenidos en el análisis.
9. Estudio y propuesta de las medidas correctoras. Minimización de Impactos Ambientales. Revaloración de las mismas.
10. Plan de vigilancia ambiental.
11. Elaboración del documento de síntesis.

A continuación vamos a proceder a la descripción de cada uno de estos pasos:



2. ESTUDIO DEL PROYECTO POR LOS CORRESPONDIENTES ESPECIALISTAS

a) Estudio del proyecto

La normativa especifica que este apartado del Estudio de Impacto Ambiental debe contener:

- a) Localización.
- b) Relación de todas las acciones inherentes a la actuación de que se trate, susceptibles de producir un impacto sobre el medio ambiente, mediante un examen detallado tanto de la fase de realización como de su funcionamiento, y en su caso, de la clausura o abandono.
- c) Descripción de los materiales a utilizar, suelo a ocupar, y otros recursos naturales cuya eliminación o afectación se considere necesaria para la ejecución del proyecto.
- d) Estimación, en su caso, de los tipos, cantidades y composición de los residuos, vertidos, emisiones de cualquier tipo, incluyendo ruidos y vibraciones o cualquier otro elemento derivado de la actuación, sean de tipo temporal durante la realización de la obra, o permanentes cuando ya esté realizada y en operación.

Por consiguiente, el proyecto o actuación, objeto de evaluación, debe describirse con detalle en sus dos fases: construcción y operación. En algunos proyectos debe considerarse también la fase de abandono.

- ☐ Debe exponerse claramente el tipo de obra; sus objetivos; las áreas afectadas; las alternativas consideradas para la selección del proyecto final, ubicación del proyecto, costes y calendario de actividades.
- ☐ Se incluirá un croquis detallado referente a la localización del proyecto, medios y vías de comunicación, poblaciones más cercanas en un radio que dependerá de la entidad del proyecto.
- ☐ La **fase de construcción** se describirá comenzando por los trabajos de acondicionamiento de la zona. Se indicarán las necesidades de materiales, equipo y maquinaria a utilizar, así como los recursos energéticos y recursos humanos, especificando la mano de obra local y foránea.
- ☐ Deberán señalarse los tipos de desechos sólidos y líquidos generados en la fase de construcción y los depósitos de residuos, así como las probables emisiones de polvo, y en general cualquier acción de la obra que pueda crear un impacto como creación de accesos, de áreas auxiliares, especificando claramente cuales serán las áreas afectadas y en qué medidas (ej. desbroces, destrucción directa del suelo).

Ejemplo: FASE DE CONSTRUCCION DE UNA VIA DE COMUNICACIÓN

Movimiento de tierras

Necesidades del suelo

Desvío y canalizaciones cauces de agua

Planta de tratamiento de materiales

Voladuras

Pistas de accesos adicionales

Transporte de materiales

Movimiento de maquinaria pesada

Destrucción de vegetación

Creación de pasillos entre valles

Vertidos

Depósitos de materiales

Circulación de vehículos

Mano de obra necesaria

Expropiaciones de terrenos

Coste económico de la obra

Acciones inducidas (explotación de canteras, escombreras, ...).

En la **fase de operación o explotación** se describirá la etapa de funcionamiento de este Proyecto (ejemplo: carretera-tráfico previsto-, embalse-acumulación de agua).

Ejemplo: FUNCIONAMIENTO DE UNA VÍA DE COMUNICACIÓN

Incremento de tráfico rodado.

Asfaltado de superficies.

Maquinaria de mantenimiento.

Uso de sales, herbicidas y aditivos para la conservación.

Conservación propiamente dicha (limpieza, pintado de líneas de la calzada, recambio de traviesas o medianas...).

Aumento de la accesibilidad.

Deslumbramientos.

Efecto barrera.

Acciones ligadas a la demografía.

Creación de escombreras.

Generación de nuevas zonas industriales y urbanizaciones.

Acciones que implican sobreexplotación de recursos.

En aquellos proyectos donde sea posible (ejemplo: industrias) se describirán los procesos de fabricación, especificando las principales unidades del área de procesos y servicios. Se incluirán los diagramas siguientes:

- ♦ Diagramas de flujo de las operaciones de procesos y servicios.
- ♦ Diagrama de balance de materiales y energía.
- ♦ Diagrama de puntos en los que se originan efluentes líquidos, residuos y gases contaminantes, así como los puntos de vertidos y emisión.

Como consecuencia del estudio efectuado, se identificarán y caracterizarán las principales acciones del proyecto que pueden ser causa de impacto ambiental, pero sin entrar en el análisis de impactos.

Finalmente, para determinados tipos de proyectos es necesario considerar la fase de abandono. Nos encontraríamos en el caso de las actividades mineras a cielo abierto o de los vertederos donde la legislación sustantiva obliga a considerar un plan de abandono en el propio proyecto, disponiéndose por consiguiente de información adecuada para valorar los impactos de dicha fase.

b) Estudio de alternativas al proyecto propuesto

Debe considerarse un examen de las distintas alternativas **técnicamente viables** y presentación razonada de la solución propuesta.

Por tanto, el principal objetivo de este capítulo es presentar alternativas al proyecto propuesto, enfocadas a eliminar o minimizar los impactos adversos ya identificados y caracterizados anteriormente.

La presentación de alternativas se hará de tal forma que no se requiera un amplio análisis científico y técnico. Es suficiente elaborar un resumen de éstas y de las consideraciones que han sido analizadas para cada una de ellas, teniendo en cuenta los aspectos ambientales físicos y los socioeconómicos.

Deben además tratarse las posibles alternativas de localización para el proyecto en cuestión.

La definición de alternativas depende de cada tipo de proyecto en concreto. En líneas generales podemos distinguir:

- **Alternativa cero**, se llama así a la representada por la situación futura sin el proyecto, es decir, como evolucionaría el medio ambiente sin el proyecto.
- **Alternativas de localización**: Típicas de proyectos que ocupen un área en concreta como podría ser un embalse o una planta industrial. Debe atenderse, entre otras cuestiones, al impacto que causaría sobre dicho área, particularmente posibilidades para una adecuada dispersión atmosférica, posibilidades para tomar agua y verter los efluentes líquidos residuales, necesidades de materias primas o de evacuación de energía o productos, etc.
- **Alternativas de trazado**: Este tipo de alternativas son típicas de los proyectos de infraestructuras lineales. En la definición del trazado debe atenderse a la afección sobre espacios protegidos (ej. red Natura 2000), afecciones urbanísticas, presencia de elementos del patrimonio histórico, elementos singulares a proteger, etc...
- **Alternativas de proceso**: típicas de proyectos industriales. Cada vez está cobrando mayor importancia la justificación de la adopción de un proceso teniendo en cuenta sus valores de emisión debido fundamentalmente a la transposición de la Directiva IPPC de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

Ejercicio

Razone de que tipo serían las principales alternativas que podrían presentarse para los siguientes proyectos:

- a) Línea eléctrica de 35 kms de longitud*
- b) Planta química para producir ácido sulfúrico*
- c) Embalse de 500 Hm³ de capacidad*
- d) Parque de 10 aerogeneradores eólicos de 1 MW de potencia cada uno*

3. REUNIÓN DE SÍNTESIS PARA SELECCIONAR LAS PRINCIPALES ACCIONES PRODUCTORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y LOS FACTORES AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

El equipo de especialistas que ha analizado el proyecto se reunirá con el resto de componentes del equipo que interviene en la confección del estudio con objeto de transmitirles las acciones principales del proyecto que pueden ser causa de impacto ambiental.

Así, por ejemplo, para el caso de un proyecto de Central Térmica éstas acciones podrían ser las siguientes:

ACCIONES IMPACTANTES DE UNA CENTRAL TÉRMICA

- . Fase de construcción:
 - Ocupación de terreno por obra
 - Transporte de materiales y equipos
 - Mano de obra necesaria
 - Ruidos
 - Pago de licencias
 - Generación de rentas
- . Fase de funcionamiento:
 - Emisiones atmosféricas
 - Vertidos líquidos
 - Residuos
 - Ruidos
 - Afección de las características del terreno
 - Presencia de la Central
 - Impacto socioeconómico
 - Transporte de combustibles
 - Generación de electricidad

A su vez, el equipo encargado de la confección del inventario ambiental, propondrá la lista de factores ambientales previsiblemente afectados. A modo de ejemplo, esta lista podría ser la siguiente:

LISTA DE FACTORES AMBIENTALES PROPUESTOS

- Medio físico:
 - . Edafología
 - . Geomorfología
 - . Geología
 - . Atmósfera
 - . Agua

- Medio biológico
 - . Fauna terrestre/acuática
 - . Vegetación terrestre/acuática

- Medio socioeconómico
 - . Social
 - . Económico
 - . Cultural
 - . Paisaje

EJERCICIO

Indique para cada acción impactante de la Central Térmica cuáles podrían ser los factores ambientales afectados

4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

Se elaborará el plan de trabajo por el equipo pertinente que incluirá:

- Definición y duración de actividades a desarrollar:
 - . Elaboración del inventario ambiental
 - . Listas de chequeo, matrices, etc
 - . Reportajes fotográficos
 - . Análisis monográficos de impactos: Impacto sobre el suelo, Impacto sobre la fauna, Impacto atmosférico, Impacto sobre las aguas
 - . Valoración global de impactos
 - . Estudio y propuestas de medidas correctoras
 - . Plan de vigilancia ambiental
 - . Elaboración del documento de síntesis
- Estas actividades se desglosarán en tareas para las que existirá una persona responsable, fijándose una duración para las mismas.
- Se delimitará el ámbito geográfico del estudio, en función de la magnitud de los impactos identificados.
- Asimismo se fijará el contenido de cada una de las partes del EIA (capítulos/apartados) que lógicamente guardan relación con las tareas asignadas. En el reparto de tareas debe haberse contemplado, por consiguiente, la redacción de los distintos capítulos/apartados del EIA para su posterior revisión/supervisión por el jefe del equipo redactor que se encargará de fijar los criterios para la homogeneización de la redacción del EIA.
- Se definirán las entrevistas y contactos que se precisen con instituciones o personas externas al equipo redactor y los responsables de efectuar los contactos.
- En la lista de tareas, deben haberse definido, asimismo, las personas que se encargarán de la recogida de la información necesaria adicional, así como del estudio de la bibliografía referente a diversos aspectos de la zona de estudio.

5. TRABAJOS DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DEL ENTORNO

Se debe efectuar una exhaustiva recogida de información mediante visitas y entrevistas con técnicos y directores de distintos organismos implicados, todo ello complementado con trabajos de campo.

Será necesario recopilar cartografía de organismos tales como Servicio Geográfico del Ejército, Instituto Geográfico Nacional, Organismos Ambientales como Consejerías de Medio Ambiente, IGME, Ministerio de Agricultura y Pesca, así como fotografías aéreas.

Se pueden efectuar también consultas en diversos organismos, dependiendo del tipo de proyecto:

ORGANISMOS DÓNDE SE PUEDEN EFECTUAR CONSULTAS

Ministerio de Medio Ambiente

Ministerio de Fomento

Ministerio de Economía

Ministerio de Ciencia y Tecnología

Organismos Autonómicos (Consejería de Medio Ambiente,...)

Cámaras Oficiales de Comercio e Industria

Instituto Nacional de Meteorológica

Instituto Nacional de Estadística

Instituto Nacional de Empleo

Sociedad Española de Ornitología

Instituciones Científicas (CSIC, Universidades,...)

Paralelamente a la fase de recogida de información, se efectuarán una serie de trabajos de campo consistente en:

TRABAJOS DE CAMPO

- Reconocimiento "in situ" del terreno afectado por el proyecto
- Reportaje fotográfico de la zona afectada
- Identificación de las áreas más sensibles afectadas desde el punto de vista natural, ecológico, urbanístico y paisajístico
- Trabajos in situ para la elaboración de inventarios de flora y fauna. En ocasiones, algunos EIA precisan de la elaboración de censos cualitativos o cuantitativos
- Trabajos de campo para la medición de ruidos
- Mediciones de contaminantes atmosféricos
- Calidad del agua
- Presencia de residuos o lixiviados

6. REALIZACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL

La definición del entorno es la base para establecer la situación preoperacional del proyecto o "estado cero" del Estudio de Impacto Ambiental. Refleja a través del Inventario Ambiental, las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas del área de estudio.

El inventario ambiental permite conocer el estado del lugar y sus condiciones ambientales antes de iniciar las obras, así como la actual ocupación del suelo en el área, las actividades existentes y el empleo de los recursos naturales. Con ello puede llevarse a cabo una evaluación preliminar y el estudio comparado de la situación ambiental actual y de la futura, con y sin la construcción y puesta en funcionamiento de un determinado proyecto.

Con base a la información recogida en el área que se efectuará por el proyecto y después de la realización de los trabajos de campo, se efectúa la descripción de los atributos del medio físico en que se sitúa el proyecto. Se aconseja que esta descripción se lleva a cabo en dos niveles:

- Descripción general del medio
- Descripción y estudio de detalle de las áreas más sensibles que pueden ser afectadas por el proyecto

Según la normativa, este capítulo del EIA debe contener sucintamente la siguiente información, en la medida en que fuera precisa para la comprensión de los posibles efectos del proyecto sobre el medio ambiente:

- a) Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes.
- b) Descripción de usos, calificación y clasificación del suelo del ámbito afectado y su relación y adecuación con la ordenación del territorio, así como con otros planes y programas con incidencia en el territorio afectado.
- c) Relación de la normativa medioambiental que le sea de aplicación y explicación detallada del grado de cumplimiento por el proyecto de dicha normativa, especialmente en lo referente a la planificación ambiental y a los espacios y especies con algún grado de protección.
- d) Identificación, censo, inventario, cuantificación y en su caso, cartografía, de todos los aspectos ambientales siguientes que puedan verse afectados por el proyecto:
 - población humana
 - fauna
 - flora
 - gea
 - suelo
 - aire

- agua
- clima
- paisaje
- estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados

La escala empleada para esta información cartográfica debe ser como mínimo 1:10.000

- e) Descripción de las interacciones ecológicas claves, incluyendo las exigencias previsibles en el tiempo, en orden a la utilización del suelo y demás recursos naturales, para cada alternativa estudiada.
- f) Delimitación y descripción cartográfica del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto en cada uno de los aspectos ambientales definidos y, en cualquier caso, de aquellos que a juicio del órgano ambiental se estimen necesarios, incorporando siempre que sea posible, fotografías aéreas representativas de la situación real. La escala de la fotografía costará en función del nivel de detalle requerido.
- g) Estudio comparativo de la situación actual y futura, con y sin la actuación, para cada alternativa examinada.

Se analizan y detallan, entre otros, los siguientes factores ambientales o atributos del medio:

FACTORES AMBIENTALES O ATRIBUTOS DEL MEDIO AMBIENTE A ANALIZAR

I. MEDIO FISICO

- Edafología
- Geomorfología
- Geología
- Calidad del Aire
- Clima
- Ruido
- Hidrología
- Hidrogeología

II. MEDIO BIOLOGICO

- Flora y vegetación (terrestre-acuática)
- Fauna

III. MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL

- Población
- Demografía
- Sector primario
- Sector secundario
- Sector terciario
- Empleo
- Patrimonio Histórico-Artístico
- Usos del suelo
- Paisaje

Posteriormente, se procede a la **valoración del inventario**, antes de abordar la identificación de impactos generados por la construcción y funcionamiento del proyecto. Ya que el impacto provocado, será función no sólo de la actividad que se realice, sino también del valor y fragilidad del medio sobre el que se asiente. Para realizar esta valoración se pueden utilizar la combinación de múltiples métodos y criterios, aunque en todos ellos subsista, en cierta medida, una elevada carga de subjetividad. Así se pueden emplear criterios legislativos, de diversidad, rareza, fragilidad, singularidad, naturalidad, tamaño de la población afectada o productividad.



7 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Una vez descritas las principales acciones del proyecto y las alteraciones que éstas pueden producir sobre el entorno que ha sido también estudiado, el problema que se plantea es identificar y valorar el impacto que el proyecto provoca sobre el medio.

Existen diferentes metodologías para la identificación de impactos, pero hay que tener en cuenta que ninguna está totalmente desarrollada, ni resulta absolutamente idónea para un determinado proyecto. En cualquier caso habrá que particularizarla para nuestro proyecto en cuestión.

Entre las diferentes **técnicas de identificación** se encuentran las siguientes:

METODOS DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

Sistemas de red y grafos:

- Método de Leopold
- Listas de chequeo o de referencia
- Método del CNYRPAB
- Método de Sorensen
- Método de Bereano
- Consideraciones ambientales del Banco Mundial (Guía)
- Guías metodológicas

Sistemas cartográficos:

- Método de McHarg
- Método Tricart
- Sistema de planificación ecológica de Falque

Análisis de sistemas

Pasemos a continuación a describir los más utilizados:

a) Listas de chequeo

Son listas de factores ambientales y/o de actividades del proyecto con posible incidencia ambiental. Generalmente son elaboradas por un grupo de especialistas

en ambos aspectos. Estas listas van acompañadas de un informe que describe detalladamente las variaciones de los factores ambientales propuestos.

Cualquiera de las listas de chequeo ya existentes puede ser utilizada, aunque es conveniente la modificación de las mismas para cada proyecto concreto.

Puede ser bastante útil, sobre todo para la Administración, tener efectuadas unas listas de chequeo para determinados tipos de proyectos, que incluyan también los criterios a seguir en la valoración y unas directrices para enjuiciar los resultados.

Esto es lo que ha hecho, por ejemplo, el Gobierno de Baleares en su Guía sobre EIA de 1988. Las publicaciones de Vicente Conesa han elaborado mucho más este tipo de metodología, como sucede en su "Guía metodológica de EIA" (1993).

LISTA DE CHEQUEO PARA UNA PRESA

ACCIONES IMPACTANTES

*** Fase de construcción**

Derivación de aguas y ataguías

Caminos y pistas de acceso

Construcción de infraestructuras (ej. suministros eléctricos)

Obras

Transporte de maquinaria

Deforestación del vaso

Expropiación

*** Fase de funcionamiento**

Embalsamiento de agua

Oscilaciones del nivel del agua

Regulación del caudal aguas abajo

Acciones socioeconómicas inducidas

*** Fase de abandono**

Nuevo cauce fluvial

Elementos abandonados

FACTORES IMPACTADOS

Aire (evaporación, visibilidad, contaminación sonora)

Tierra (pérdida de suelo fértil, erosión, estabilidad de laderas)

Agua (eutrofización, estratificación y amenazadas)

Flora (diversidad, especies endémicas y amenazadas)

Fauna (destrucción del habitat, especies, efecto barrera de la presa)

Paisaje (vistas panorámicas, lámina de agua)

Usos del territorio (pérdida del suelo)

Culturales (pérdida de valores históricos)

Humanos (calidad de vida)

Socioeconómicos (cambios económicos)

b) Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental del Banco Mundial

El Banco Mundial viene trabajando y exigiendo la evaluación del impacto ambiental o la consideración de los efectos ambientales de los proyectos que financia desde hace más de 22 años.

En 1992 publicó un Libro de Consulta para Evaluación de Impacto Ambiental. En los distintos volúmenes aparecen las diferentes directrices a aplicar a los EIA, siendo de utilidad para la identificación de los diferentes impactos.

c) Guías metodológicas del antiguo Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente

Se han publicado diferentes guías (carreteras y ferrocarriles, grandes presas, repoblaciones forestales, aeropuertos) que describen con detalle los proyectos, sus características y procesos y después efectúan una descripción de los impactos ambientales que se suelen presentar y producir en este tipo de infraestructuras. En la Figura anexa se presenta un ejemplo extraído de una guía metodológica.

d) Otras guías

Existen otras guías elaboradas o promovidas por los Gobiernos Autonómicos y otras Instituciones.

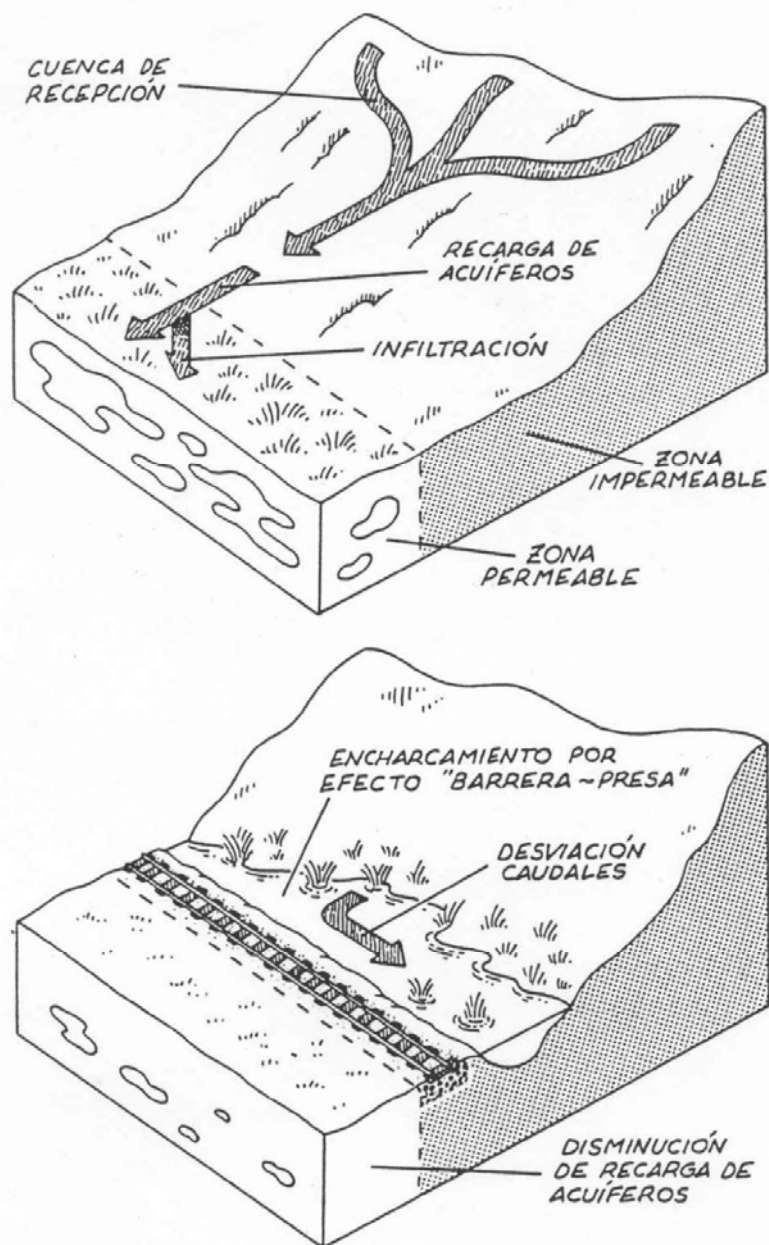
- Guía práctica para la realización de evaluaciones de impacto ambiental de la Dirección General de Medio Ambiente de la Consellería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio del Gobierno de Baleares.
- Guías de la Dirección General de Calidad Medioambiental y Urbanismo de la Consellería de Ordenación del Territorio y Obras Públicas de la Xunta de Galicia.

e) Matrices causa-efecto. Matriz de Leopold

Estas matrices realizan un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción y sus efectos sobre el medio ambiente.

El sistema más conocido es el denominado LEOPOLD. La matriz de Leopold (anexo) fue uno de los primeros métodos que se estableció para las Evaluaciones de Impacto Ambiental. Se preparó para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos, como elemento de guía de los informes y EIA.

Se presenta en las próximas páginas un ejemplo de matriz de Leopold.



La hidrología superficial y subterránea puede verse afectada principalmente en cuatro aspectos: disminución de la tasa de recarga de los acuíferos, interceptación y desvío de caudales, cambios en la calidad de aguas y aumento del riesgo de inundaciones por efecto "barrera-presa".

EJEMPLO DE GUÍA METODOLÓGICA

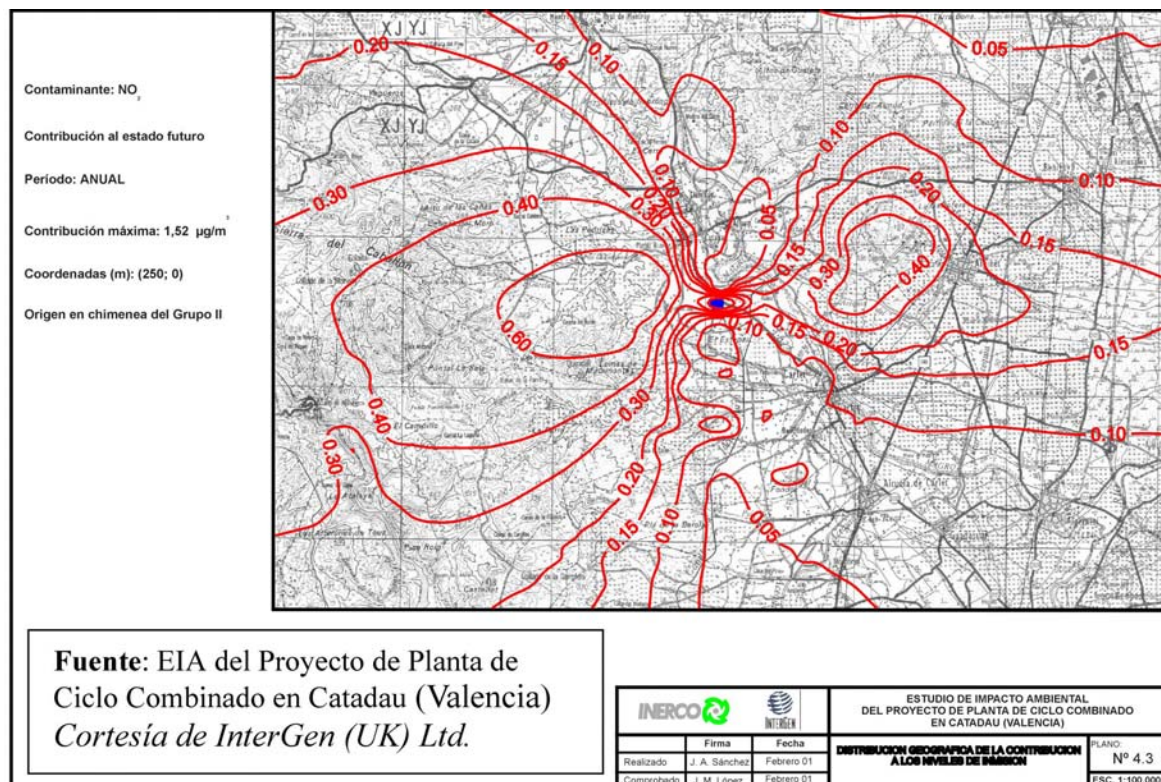
VECTORES DE ACCION FACTORES AMBIENTALES			CONSTRUCCION						FUNCIONAMIENTO				
			OCUPACION DE TERRENOS	TRANSPORTES DE MATERIALES Y EQUIPOS	GENERACION DE RENTAS	RUIDO	GENERACION DE EMPLEO	LICENCIAS MUNICIPALES	EMISIONES ATMOSFERICAS	VERTIDOS LIQUIDOS	RUIDO	GENERACION DE RESIDUOS	GENERACION DE EMPLEO INDUSTRIAL
MEDIO FISICO	GEOLOGIA		X										
	GEOMORFOLOGIA		X										
	EDAFOLOGIA		X						X				
	HIDROLOGIA		X							X			
	ATMOSFERA		X						X				
MEDIO BIOTICO	VEGETACION	TERRESTRE	X						X				
		ACUATICA								X			
	FAUNA	TERRESTRE	X			X			X		X		
		ACUATICA								X			
MEDIO CULTURAL	SOCIOECONOMIA	USOS DEL SUELO										X	
		SOCIAL		X		X	X		X	X	X		X
		ECONOMICO		X	X			X					
	PAISAJE		X										

EJEMPLO DE MATRIZ DE LEOPOLD

8 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS MÁS SIGNIFICATIVOS. ESTUDIOS MONOGRÁFICOS DE LOS MISMOS

En líneas generales el análisis de estos impactos se efectúa mediante la elaboración de estudios monográficos, que incluyen:

- Caracterización del vector de acción (movimientos de tierras, emisión atmosférica, líquida, acústica, residuo,...)
- Aplicación de criterios legislativos (si lo hubiera)
- Determinación del nivel preoperacional
- Determinación del nivel futuro. Aplicación de modelos (si procediera)
- Comparación niveles preoperacional y futuro
- Análisis de resultados. Avance de medidas correctoras



9 VALORACIÓN DE IMPACTOS EN FUNCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS

De acuerdo con la normativa debe considerarse lo siguiente:

- a) Valoración de los **efectos notables** previsibles.
- b) Se **distinguirán** los **efectos** positivos de los negativos; los temporales de los permanentes; los simples de los acumulativos y sinérgicos; los directos de los indirectos; los reversibles de los irreversibles; los recuperables de los irrecuperables; los periódicos de los de aparición irregular; los continuos de los discontinuos. (Ver Anexo I de la presente unidad. Definiciones).
- c) Se indicarán los impactos ambientales **compatibles, moderados, severos y críticos**, así como los efectos mínimos y a corto, medio y largo plazo que se prevean como consecuencia de la ejecución del proyecto.
- d) Se **jerarquizarán** los impactos ambientales identificados y valorados, para conocer su **importancia relativa**.

Asimismo, se efectuará una **evaluación global** que permita adquirir una visión integrada y sintética de la incidencia ambiental del proyecto en cada alternativa estudiada. Esta valoración de alternativas incluirá la no realización de la actuación.

La **valoración** de estos efectos, **cuantitativa**, si fuese posible, o **cualitativa**, expresará los indicadores o parámetros utilizados, empleándose siempre que sea posibles **normas o estudios técnicos de general aceptación**, que establezcan **valores límite o guía**, según los diferentes tipos de impacto. Cuando el impacto ambiental rebase el límite o guía, según los diferentes tipos de impacto. Cuando el impacto ambiental rebase el **límite admisible**, deberán preverse las **medidas protectoras o correctoras** que conduzcan a un nivel inferior a aquel umbral; caso de no ser posible la corrección y resultar afectados elementos ambientales valiosos, procederá la recomendación de la anulación o sustitución de la acción causante de tales efectos.

Se indicarán los procedimientos utilizados para conocer el grado de **aceptación o repulsa social** de la actividad, así como las **implicaciones económicas** de sus efectos ambientales.

Se detallarán las **metodologías y procesos de cálculo** utilizados en la evaluación o valoración de los diferentes impactos ambientales, así como la **fundamentación científica** de esa evaluación.

En resumen podemos destacar que de acuerdo con la legislación, debe efectuarse una evaluación global que permita adquirir una visión integrada y sintética de la incidencia ambiental del proyecto en cada alternativa estudiada. Esta valoración de alternativas incluirá la no realización de la actuación.

Igualmente hay que resaltar lo siguiente:

- a) La valoración de estos efectos, **cuantitativa**, si fuese posible, o cualitativa, expresará los indicadores o parámetros utilizados, empleándose siempre que sea posible normas o estudios técnicos de general aceptación, que establezcan valores límite o guía, según los diferentes tipos de impacto.
- b) Se detallarán las metodologías y procesos de cálculo utilizados en la evaluación o valoración de los diferentes impactos ambientales, así como la fundamentación científica de esa evaluación.

Como métodos de valoración de tipo cuantitativo podemos citar los siguientes:

- Método de Leopold
- Método de Batelle

CATEGORIA AMBIENTAL	COMPONENTES	PARAMETROS	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL (UIA)			SEÑALES DE ALERTA
			SIN PROYECTO	CON PROYECTO	CAMBIO NETO	
ECOLOGIA	Especies y poblaciones	Terrestres: - Pastizales y praderas - Cosechas - Vegetación natural . . .				
	Habitats y comunidades	Terrestres: - Uso del suelo . . .				
CONTAMINACION AMBIENTAL						
ASPECTOS ESTETICOS						
ASPECTOS HUMANOS						

SISTEMA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL BATELLE

10 ESTUDIO Y PROPUESTA DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS. MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. REVALORACIÓN DE LAS MISMAS

En relación con este apartado del EIA, la normativa indica que:

Esta propuesta se desarrollará para cada alternativa considerada, con el siguiente contenido:

- a) Se describirán las medidas previstas para **suprimir o atenuar los efectos ambientales negativos** de la actuación en cada una de sus fases, tanto en lo referente a su diseño y ubicación, como en cuanto a los procedimientos de depuración, y dispositivos genéricos de protección del medio ambiente.
- b) En defecto de las anteriores medidas, aquellas otras dirigidas a **compensar** dichos efectos, a ser posible con acciones de restauración, o de la misma naturaleza y efecto contrario al de la acción emprendida.

Se deberán incluir los **planos generales y de detalle** en los que se concreten las medidas propuestas.

Dichas medidas tendrán el **desarrollo técnico suficiente** que permita su **estudio económico** en el caso que éstas sean presupuestables, incorporando tanto los costes de ejecución como de mantenimiento de forma individualizada, e independiente de su incorporación o no al documento técnico de la actuación. Asimismo, se realizará una valoración sobre la viabilidad técnica y económica de las medidas.

Es decir, el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental tiene como una de sus últimas etapas la prevención, es decir, la consideración de las oportunas medidas correctoras, con los siguientes objetivos fundamentales:

- Suprimir o eliminar la alteración
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que los provoca
- Compensar el impacto, a ser posible con medidas de naturaleza y efecto contrario al de la acción emprendida (medidas compensatorias).

Entre los instrumentos disponibles para llevar a cabo la aminoración de efectos negativos se encuentran los siguientes:

- Actuaciones en el diseño del proyecto y su ubicación
- Selección de procedimientos de depuración

- Selección de procedimientos anticontaminación
- Establecimiento de dispositivos genéricos de protección al medio ambiente.

A la hora de establecer las medidas preventivas o correctoras para reducir o eliminar los impactos generados por un determinado proyecto hay que partir de la premisa de que siempre es mejor no producirlos que establecer su medida correctora. A esto hay que añadir que en la mayoría de los casos las medidas correctoras solamente eliminan una parte de la alteración por regla general.

Por otro lado, parte de los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto desde el punto de vista medioambiental y un cuidado durante la fase de obras. Con las medidas correctivas este aspecto es igualmente importante, puesto que su aplicabilidad va a depender de detalles del proyecto, tales como la pendiente de desmontes y terraplenes, el acabado final de los movimientos de tierras, el espacio existente para montar pantallas sónicas, etc. Este diseño no sólo es importante como limitante para estas medidas, sin porque puede abaratar considerablemente su coste. Por ello, el éxito obtenido al aplicar las medidas correctoras depende en gran medida de que su diseño se contemple coordinadamente con la redacción del proyecto.

El alcance del apartado de medidas correctoras en los EIA está siendo incrementado por las últimas legislaciones sobre la materia. En este sentido, cabe destacar que en algunas legislaciones autonómicas ya se solicitan planos generales y de detalle en los que se concreten las medidas propuestas, incluso se especifica que las medidas tengan el desarrollo técnico suficiente que permita su estudio económico en el caso de que sean presupuestables, incorporando tanto los costes de ejecución como de mantenimiento de forma individualizada. Igualmente se está solicitando una valoración sobre la viabilidad técnica y económica de estas medida.

A continuación, se van a enumerar algunas de las medidas aplicables:

Medidas correctoras para reducir la incidencia sobre la calidad del aire

Cambios y correcciones en los procesos industriales

Elevación de la altura de la chimenea

Instalaciones de depuración

Utilización de productos alternativos no contaminantes (sustitución de fluoroclorados,...)

Cambio en la ubicación de industrias (selección de alternativas) en función del análisis de impactos con objeto de mejorarla dispersión o traslados a zona con mejor capacidad de acogida

Actuaciones basadas en la limitación de formación de emisiones

Creación de áreas o cinturones verdes

Medidas correctoras para reducir la incidencia sobre la calidad de las aguas

- Reducción del volumen de vertidos y de su capacidad contaminante:
 - Separación de vertidos en origen
 - Recirculación de aguas usadas
 - Recuperación de subproductos
 - Eliminación de vertidos accidentales
 - Implantación de instalaciones de tratamiento de vertidos
- En obras: Instalación de balsas de decantación del fango como consecuencia del lavado de los áridos para hormigón
- Efectuar las labores de arreglo y mantenimiento de maquinaria en áreas preparación para impedir la infiltración
- Impermeabilización de superficies
- En embalses, para controlar al proceso de eutrofización, desforestar el vaso del embalse
- Definición del caudal ecológico de un embalse

Ejercicio

Clasifique las siguientes medidas correctoras en uno de los siguientes tipos:

- *Grupo 1 Para suprimir un impacto ambiental*
 - *Grupo 2 Para reducir o atenuar un impacto ambiental*
 - *Grupo 3 Para compensar un impacto ambiental*
-
- a) *Plantación de 3 árboles por cada árbol eliminado*
 - b) *Instalar un proceso para convertir un residuo en una materia prima (eliminación del impacto del residuo)*
 - c) *Depurar un vertido hasta unos niveles admisibles*
 - d) *Modificar un proceso al objeto de hacer desaparecer la producción de un residuo*
 - e) *Elevar la altura de una chimenea para que cause menos incidencia ambiental*

11 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras, contenidas en el EIA, según especifica la normativa.

Este programa, tiene además otras funciones adicionales, a saber:

- Permite comprobar la cuantía de ciertos impactos que su predicción resulta difícil. El programa de vigilancia permite evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctoras en el caso de que las medidas aplicadas no sean suficientes.
- Es una fuente de datos importantes para mejorar el contenido de los futuros EIA, puesto que permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas. Este conocimiento adquiere todo un valor si se tiene en cuenta que muchas de las predicciones se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados.
- En el programa de vigilancia se pueden detectar alteraciones no previstas en el EIA, debiendo en este caso adoptarse nuevas medidas correctoras.

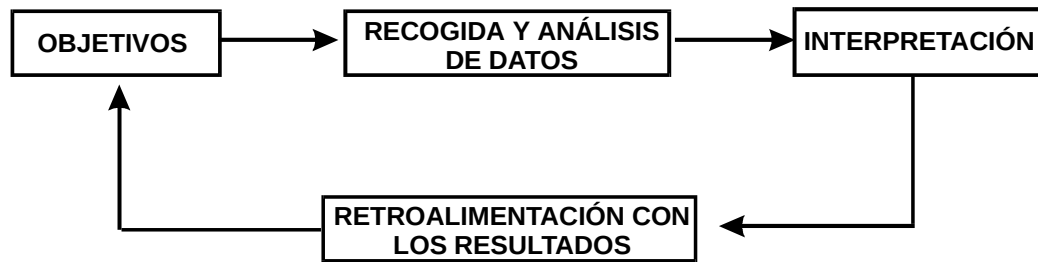
Básicamente el programa de vigilancia debe tener las siguientes fases:

- a) **Objetivos:** Estos objetivos deben identificar los sistemas afectados, los tipos de impactos y los indicadores seleccionados. Para que el programa sea efectivo, el marco ideal es que estos indicadores sean pocos, fácilmente medibles y representativos del sistema afectado.
- b) **Recogida y análisis de datos:** La recolección de datos debe tener una frecuencia temporal adecuada que dependerá de la variable que se esté controlando.
- c) **Interpretación:**
- d) **Retroalimentación de los resultados**

En las últimas legislaciones aparece que debe contemplarse lo siguiente:

- a) Definición de los objetivos de control, identificando los sistemas afectados, los tipos de impactos y los indicadores seleccionados.
- b) Determinación de las necesidades de datos para lograr los objetivos de control.
- c) Definición de las estrategias de muestreo: Será necesario determinar la frecuencia y el programa de recolección de datos, las áreas a controlar y el método de recogida.
- d) Comprobación, en la medida de lo posible, de la disponibilidad de datos e información sobre programas similares ya existentes, examinando de forma especial los logros alcanzados en función de los objetivos propuestos.
- e) Análisis de la viabilidad del programa propuesto, determinando las exigencias de plazos, períodos, personal, presupuesto y aquellos otros aspectos que se consideren relevantes.

- f) Propuesta para la elaboración de informes periódicos en los que se señales los resultados de los controles establecidos en los puntos anteriores. Se describirá la frecuencia y período de su emisión.



ESQUEMA DE UN PROGRAMA DE SEGUIMIENTO



12 ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO DE SÍNTESIS

Según la normativa, el documento de síntesis comprenderá en forma sumaria:

- a) Las conclusiones relativas a la viabilidad de las actuaciones propuestas.
- b) Las conclusiones relativas al examen y elección de las distintas alternativas.
- c) La propuesta de medidas protectoras y correctoras y el programa de vigilancia, tanto en la fase de ejecución de la actuación proyectada como en la de su funcionamiento, y en su caso, clausura o abandono.

El documento de síntesis no deberá exceder de veinticinco páginas y se redactará en términos asequibles a la comprensión general. Se indicarán asimismo las dificultades informativas o técnicas encontradas en la realización del Estudio de Impacto Ambiental con especificación del origen y causa de tales dificultades.

BIBLIOGRAFÍA

- Evaluación de Impacto Ambiental. Fundación Mapfre. M^a Teresa Estevan Bolea
- La Evaluación de Impacto Ambiental: Concepto y estudios a realizar. Paloma Pastor Alfonso.
- Metodologías para la elaboración de Evaluaciones de Impacto Ambiental. M^a Teresa Estevan Bolea.
- Propuestas de Medidas Protectoras y Correctoras. Plan de Vigilancia Ambiental. Paloma Pastor Alfonso.
- Estudio de Proyecto. Manuel de Zarobe Watine.
- Guías metodologías para la elaboración de estudios de impacto ambiental del Ministerio de obras Públicas (MOPU, MOPT).

EVALUACIÓN

Debes evaluar la incidencia que una planta química ejercería sobre el medio ambiente considerando solamente los siguientes impactos:

1) EMISIONES ATMOSFÉRICAS

El proceso emite por una chimenea fundamentalmente dióxido de azufre.

2) VERTIDOS LÍQUIDOS

El proyecto indica que existirá un vertido de refrigeración, es decir, se puede causar un impacto térmico sobre el río.

3) RUIDOS

La planta emitirá ruido. Se espera que se propague fuera de los límites de la parcela industrial.

Resume como efectuarías un estudio de impacto ambiental de esta planta, considerando que:

- 1) Existe una población de 4.000 habitantes a 2,5 kms de distancia.
- 2) Un río discurre junto a la planta.
- 3) Existe un espacio protegido en el entorno.

¿Qué tipo de alternativas existen a este proyecto?

¿Cuáles serían los principales factores ambientales a contemplar según estos 3 impactos ambientales?

¿Qué tipo de medidas correctoras serían planteables?

ANEXO I

**DEFINICIONES DE EFECTOS SEGÚN ANEXO I
R.D. 1131/1988**

Anexo I. RD 1131/1988
Conceptos técnicos.

Efecto notable. Aquél que se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos; se excluyen por tanto los efectos mínimos.

Efecto mínimo. Aquél que puede demostrarse que no es notable.

Efecto positivo. Aquél admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

Efecto negativo. Aquél que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

Efecto directo. Aquél que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.

Efecto indirecto o secundario. Aquél que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.

Efecto simple. Aquél que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.

Efecto acumulativo. Aquél que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.

Efecto sinérgico. Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo Aquél efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.

Efecto a corto, medio y largo plazo. Aquél cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o en período superior.

Efecto permanente. Aquél que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.

Efecto temporal. Aquél que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

Efecto reversible. Aquél en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica, y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Efecto irreversible. Aquél que supone la imposibilidad, o la *dificultad extrema*, de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.

Efecto recuperable. Aquél en que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, Aquél en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

Efecto irrecuperable. Aquél en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.

Efecto periódico. Aquél que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.

Efecto de aparición irregular. Aquél que se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

Efecto continuo. Aquél que se manifiesta con una alteración constante en el tiempo, acumulada o no.

Efecto discontinuo. Aquél que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.

Impacto ambiental compatible. Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa practicas protectoras o correctoras.

Impacto ambiental moderado. Aquél cuya recuperación no precisa practicas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

Impacto ambiental severo. Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.

Impacto ambiental crítico. Aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con el se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.