



Naiara Rojo Azaceta · Gorka Gallastegui Ruiz de Gordoa
María Dolores Encinas Malagón · Zuriñe Gómez de Balugera López de Alda

Gestión y evaluación de impacto ambiental

2ª edición



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Gestión y evaluación de impacto ambiental

Naiara Rojo Azaceta
Gorka Gallastegui Ruiz de Gordoia
María Dolores Encinas Malagón
Zuriñe Gómez de Balugera López de Alda

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

CIP. Biblioteca Universitaria

Gestión y evaluación de impacto ambiental [Recurso electrónico]/ Naiara Rojo Azaceta... [et al.]. –2ª ed.– Datos. – [Leioa] : Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Argitalpen Zerbitzua = Servicio Editorial, [2023]. – 1 recurso en línea: PDF (109 p.). – (Unibertsitateko Eskuliburuak = Manuales Universitarios)

Modo de acceso: World Wide Web.

Bibliografía: p. 105-106

ISBN: 978-84-1319-558-2.

1. Medio ambiente – Gestión. 2. Medio ambiente – Estudios de impacto. 3. Desarrollo sostenible. I. Rojo Azaceta, Naiara, coaut.

(0.034)504.06

Índice

Capítulo 1. Gestión ambiental y desarrollo sostenible	9
1.1. Medioambiente y recursos naturales	9
1.2. Antecedentes y evolución histórica del desarrollo sostenible	10
1.2.1. Etapa de ausencia de preocupación medioambiental	11
1.2.2. Etapa de preocupación medioambiental	12
1.3. Los sistemas de gestión	20
1.3.1. La gestión ambiental o ecogestión	21
1.3.2. Factores implicados en la gestión ambiental	22
1.3.3. Sistemas de gestión medioambiental (SGMA)	25
1.3.4. Instrumentos de un sistema de gestión medioambiental	26
1.3.5. Evaluación ambiental estratégica (EAE)	28
1.3.6. Evaluación de impacto ambiental (EIA)	29
Capítulo 2. El impacto ambiental	31
2.1. Concepto	31
2.2. Tipología de los impactos ambientales	35
2.2.1. Signo	35
2.2.2. Intensidad (IN)	36
2.2.3. Extensión (EX)	38
2.2.4. Capacidad de recuperación (CR)	38
2.2.5. Persistencia (PE)	40
2.2.6. Efecto (EF)	42
2.2.7. Interrelación de impactos (II)	42
2.2.8. Periodicidad (PR)	45
2.2.9. Momento (MO)	45
2.3. Naturaleza de impacto ambiental	47
2.4. Indicadores de impacto ambiental	48

Capítulo 3. Marco legal e institucional del procedimiento administrativo de la evaluación de impacto ambiental	51
3.1. Legislación comunitaria	51
3.2. Legislación estatal	52
3.2.1. Normativa sectorial	52
3.2.2. Legislación específica	52
3.3. Procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental	55
Capítulo 4. El estudio de impacto ambiental	63
4.1. Formación del equipo interdisciplinar	63
4.2. Contenido de un estudio de impacto ambiental	64
4.3. Metodología general del estudio de impacto ambiental	65
4.3.1. Método de comparación de alternativas: sistemas de información geográfica (SIG)	66
4.3.2. Método de consulta a expertos: Método Delphi	67
4.3.3. Métodos para ponderar los subfactores ambientales	68
4.3.3.1. Técnica de jerarquización u ordenación por rangos	69
4.3.3.2. Técnica de ponderación por grados escalares o puntuación	69
4.3.3.3. Técnica de comparación de pares	70
4.3.4. Métodos para identificar acciones, subfactores o impactos	71
4.3.4.1. Listas de chequeo o control	71
4.3.4.2. Matrices de interacción causa-efecto	73
4.3.5. Métodos para valorar impactos ambientales	76
4.3.5.1. Matrices de interacción causa-efecto	76
4.3.5.2. Método del Instituto Battelle-Columbus de evaluación de impactos	76
Capítulo 5. Estudio de impacto ambiental: metodología propuesta	81
5.1. Análisis del proyecto y sus alternativas	82
5.2. Inventario ambiental	83
5.3. Previsión de los efectos del proyecto sobre el medio	83
5.4. Identificación de las acciones causantes de impactos	84
5.5. Identificación de los factores del entorno susceptibles de recibir impactos	84
5.6. Identificación de impactos	88
5.7. Valoración de impactos	89
5.7.1. Valoración cualitativa de los impactos del proyecto en cada fase	89
5.7.2. Valoración cualitativa global de los impactos del proyecto	94
5.7.3. Valoración cuantitativa de los impactos del proyecto en cada fase	94
5.7.4. Cálculo del valor de los impactos del proyecto en cada fase	95
5.7.5. Cálculo del valor de los impactos del proyecto	100
5.7.6. Cálculo del valor de los impactos del proyecto con medidas correctoras en cada fase	100

5.7.7. Cálculo del valor de los impactos del proyecto con medidas correctoras	102
5.7.8. Jerarquización de impactos	102
5.8. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental	102
5.9. Vulnerabilidad del proyecto	105
5.10. Documento de síntesis.	106
5.11. Referencias bibliográficas.	106
Referencias.	107
Bibliografía de consulta	109
Anexo I	111

Capítulo 1

Gestión ambiental y desarrollo sostenible

1.1. Medioambiente y recursos naturales

El diccionario de la Lengua Española define el término *medioambiente* como el *conjunto de circunstancias culturales, económicas y sociales en que vive una persona o un grupo humano*. También propone como definición *el conjunto de circunstancias o condiciones exteriores a un ser vivo que influyen en su desarrollo y en sus actividades*.

Por su parte, el Ministerio de Medioambiente español entiende el medioambiente como *el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica de las personas y en el futuro de generaciones venideras*. Es decir, *no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos, sino que abarca, además, seres humanos, animales, plantas, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura*.

Atendiendo a los avances de la ecología, a las aplicaciones de la teoría de los sistemas, a los estudios naturales y sociales, y a la aparición del paradigma de la complejidad, se puede considerar el medioambiente como un sistema, esto es, un conjunto de elementos en interacción que adquiere entidad en la medida en que tales partes se integran en la totalidad.

En definitiva, el medioambiente constituye todo el entorno vital, es decir, todo el conjunto de factores de cualquier tipo (físico, cultural, social, etc.) que nos rodea, incluyendo en dicho concepto las interacciones que puedan producirse entre dichos factores. Por lo tanto, es un instrumento indispensable para el desarrollo de las actividades humanas, ya que es fuente de recursos naturales, soporte de actividades y receptor de efluentes (tabla 1).

El medioambiente es **fuentes de recursos naturales**, ya que abastece a la humanidad de la materia prima y energía que necesita para desarrollarse. Los recursos naturales se clasifican en renovables y no renovables.

Los recursos renovables son los que se autorreproducen en el tiempo según una determinada tasa de renovación. Pueden ser:

- Puros o fuentes: aquellos que no pueden agotarse nunca y se pierden si no se utilizan (el viento, la radiación solar o la energía de las mareas).
- Parcialmente renovables: aquellos que pueden perder su carácter renovable si se agotan (el suelo, el agua de un acuífero subterráneo, la flora, la fauna, etc.).

Tabla 1. Usos del medioambiente.

Fuente de recursos naturales	Renovables	Puros o fuentes
		Parcialmente renovables
	No renovables	Consumibles
		No consumibles
Soporte de actividades	Aptitud del medio	
Receptor de efluentes	Aire	
	Agua	
	Suelo	

Los recursos no renovables son aquellos recursos que tienen una tasa de renovación tan lenta que se puede considerar que no son renovables. Existen dos clases:

- Consumibles: minerales y combustibles fósiles.
- No consumibles: de tipo cultural (cuevas, yacimientos, paisajes, etc.).

En segundo lugar, el medioambiente es **soporte de actividades**. Lógicamente, todas las actividades van a tener lugar en el medioambiente, el cual tiene una capacidad de acogida para cada actividad. Esta capacidad de acogida, también conocida como potencialidad o aptitud del medio, hace referencia al grado de idoneidad del medio para acoger una actividad concreta.

Finalmente, el medioambiente es **receptor de efluentes**. Toda actividad produce unos bienes deseados o productos, objeto de la propia actividad, unos subproductos que se pueden aprovechar y unos efluentes que hay que gestionar de manera adecuada en función de su naturaleza. El medioambiente recibe estos efluentes a través de sus tres vectores ambientales: el aire, el agua y el suelo.

1.2. Antecedentes y evolución histórica del desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible surgió como consecuencia del crecimiento exponencial que experimentaron a lo largo del siglo XX muchos indicadores productivos relacionados con la economía. En el siglo XX, la economía mundial se multiplicó por 20, la población se quintuplicó, la demanda de energía aumentó de forma vertiginosa y, como consecuencia, también el consumo de combustibles fósiles que emiten gases de efecto invernadero (GEI) y que están provocando el cambio climático. Por el contrario, los recursos ambientales se mantuvieron estables en el mejor de los casos. Este marco tuvo como consecuencia el crecimiento exponencial de los problemas ambientales derivados de la sobreexplotación de los recursos. Esta tendencia se sigue manteniendo en el siglo XXI.

Hoy en día, existe una mayor preocupación por los problemas medioambientales (deforestación, cambio climático, contaminación, etc.), lo que ha conducido al desarrollo e implantación de una serie de medidas y acciones para tratar de eliminar o reducir el impacto negativo de la actividad económica. Sin embargo, esta necesidad de preservar el medioambiente no se ha manifestado con la misma intensidad a lo largo de la historia. Así, se pueden distinguir dos etapas diferenciadas:

1. Etapa de ausencia de preocupación medioambiental.
 - A. Antes de la primera revolución industrial.
 - B. De 1760 a finales de los años cuarenta del siglo XX.
 - C. De finales de los años cuarenta a principios de los setenta del siglo XX.
2. Etapa de preocupación medioambiental.
 - A. Inicio de la preocupación (1972-1987).
 - B. Consolidación de la preocupación (1987-en adelante).

1.2.1. *Etapa de ausencia de preocupación medioambiental*

A. Antes de la primera revolución industrial

En este periodo las sociedades tradicionales viven y se desarrollan en armonía con el medioambiente, aceptando vivir en simbiosis con él, y aprendiendo a adaptar y ajustar sus actividades y su enfoque del desarrollo a las condiciones que la naturaleza impone.

En esta época prácticamente no hay problemas medioambientales, quedando justificada la ausencia de preocupación por el entorno natural.

B. De 1760 a finales de los años cuarenta del siglo XX

A partir de la primera revolución industrial aumenta la producción en masa de diversos productos y se empiezan a consumir grandes cantidades de energía y recursos naturales, lo que implica que se empiezan a arrojar grandes cantidades de residuos, emisiones y vertidos al entorno físico. Sin embargo, no se producen grandes deterioros medioambientales ni ocurren accidentes industriales de importancia.

La naturaleza parece tener la capacidad necesaria para tolerar los daños e impactos causados, considerando los economistas que los recursos naturales son ilimitados y que la naturaleza puede regenerar el aire, la tierra y los ríos contaminados por las actividades de las empresas.

En este periodo, la ausencia de preocupación por el medioambiente viene derivada del hecho de que, si bien comienzan a surgir ciertos problemas medioambientales, éstos no parecen ser importantes, pudiendo ser «solucionados» por la propia acción de la naturaleza. Los recursos son abundantes en relación a la tasa de utilización de los mismos y el medio natural tiene un mayor potencial de regeneración de la contaminación que el ritmo a la que esta se genera por la actividad industrial.

C. Finales de los años cuarenta a principios de los setenta del siglo XX

Tras la Segunda Guerra Mundial se produce una época de reconstrucción de las diversas economías. Esta época se caracteriza por la innovación tecnológica, por un fuerte crecimiento económico y por las elevadas tasas de crecimiento de la población. Todo esto provoca una fuerte presión sobre la naturaleza, tanto por el lado del consumo de recursos naturales como por el de generación de contaminación. Además, los accidentes industriales ocurridos en esta etapa crean graves crisis de salud pública y del medioambiente.

En los dos periodos anteriores, la ausencia de preocupación por el medioambiente se deriva de la NO existencia de problemas (primer periodo) o de que estos problemas son de escasa impor-

tancia (segundo periodo). En esta época, la falta de preocupación deriva de que impera la creencia de que cualquier actuación dirigida a proteger el medioambiente es un freno para el crecimiento económico. Además, domina el pensamiento de que lo realmente importante para el bienestar social es el mencionado crecimiento económico.

Sin embargo, el bienestar de la sociedad también puede depender de otros aspectos. A finales de este periodo (1968), la Organización de las Naciones Unidas se mueve en esta línea. Se produce una gran actividad de los movimientos de defensa y protección del medioambiente y se denuncia la grave situación provocada para las condiciones de la vida humana como resultado de los cambios operados en el medioambiente, reconociéndose la existencia de una relación entre la salud y el bienestar, por un lado, y el medioambiente, por el otro.

En esta época se rompe con la creencia de que los recursos naturales son ilimitados y que el medioambiente se puede regenerar sin ningún problema.

En el campo de la evaluación de impacto ambiental (EIA), es en este periodo (finales de los 60) cuando comienza su utilización como instrumento preventivo obligatorio para ciertos proyectos, primero en EE.UU. y luego en otros países desarrollados .

Así, la ley denominada National Environmental Policy Act (NEPA) de los EE.UU., es promulgada el 31 de diciembre de 1969 y su objetivo queda resumido en este apartado: *cuando una agencia federal se proponga llevar a cabo una acción importante que tenga efecto significativo sobre la calidad del medioambiente humano, debe preparar una estimación detallada de los efectos ambientales y ponerla a disposición del Presidente, del Congreso y de los ciudadanos norteamericanos.*

En España, los colectivos técnicos que, en esa época, muestran mayor preocupación por los problemas ambientales son los que se ocupan del urbanismo y de la ordenación del territorio, los cuales comienzan a incorporar a científicos relacionados con la ecología y con las ciencias de la naturaleza a sus equipos.

1.2.2. Etapa de preocupación medioambiental

A. Inicio de la preocupación (1972-1987)

Aunque la preocupación por el medioambiente comienza a principios del siglo XX en los círculos académicos de los países más industrializados, después de la Segunda Guerra Mundial la discusión se propaga hacia otros países, hasta que, en la década de los 70, se crean los organismos mundiales encargados de la atención de los ecosistemas y de la adecuada explotación de los recursos naturales. A partir de ese momento, se empieza a analizar la problemática ambiental, lo que deriva en la creación de organismos gubernamentales encargados de estos asuntos, así como en leyes protectoras de los recursos naturales que regulan su explotación.

En el mismo año, el informe del Club de Roma *Los límites del crecimiento*, del profesor Meadows, constata el error que se comete al ignorar los límites en la manera de entender el desarrollo. Esta preocupación por los límites que el entorno físico impone al crecimiento económico no era nueva en economía, aunque estaba marginada.

A principios de la década de los 70, son pocos los países que cuentan con leyes para regular el medioambiente y los recursos naturales. Sin embargo, dos acontecimientos de orden internacional marcan las directrices de las políticas públicas en cuestión de medioambiente y recursos natu-

rales: la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano en 1972 en un primer momento, y dos décadas más tarde la Conferencia de Río en 1992.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo 1972

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, más conocida como Conferencia de Estocolmo, se celebra en Estocolmo, en junio de 1972, bajo la presidencia del ministro de agricultura sueco, Ingemund Bengtsson, y con la participación de 1200 delegados que representan a 114 países.

Los debates de la Conferencia de Estocolmo son precedidos por la publicación de un informe oficioso elaborado por más de un centenar de científicos de todo el mundo, y de cuya redacción final se responsabilizan René Dubos y Barbara Ward. El título *Una sola Tierra: el cuidado y conservación de un pequeño planeta*, se publica en diez lenguas y es puesto a disposición de todos los delegados, por iniciativa de la secretaría general de la conferencia.

Se puede afirmar que el medioambiente se convierte en un asunto de importancia mundial a partir de esta conferencia, donde se reconoce el daño causado por la humanidad en distintas regiones de la Tierra: contaminación del agua, el aire, la tierra y los seres vivos; trastornos del equilibrio ecológico de la biosfera; destrucción y agotamiento de recursos no renovables; así como el daño en el ambiente que rodea al ser humano, en donde vive y trabaja, con consecuencias nocivas para la salud. En la declaración de la conferencia se menciona que, en los llamados países del tercer mundo, la mayoría de los problemas ambientales son ocasionados por el subdesarrollo y, por el contrario, en los países industrializados los problemas ambientales están motivados por el desarrollo tecnológico. En ella se reconoce internacionalmente que el desarrollo económico está dañando el medioambiente.

Como resultado de la Conferencia de Estocolmo se adoptan tres documentos, aunque sin fuerza jurídica vinculante:

- Resolución sobre mecanismos institucionales y financieros.
- Declaración de Estocolmo, con 26 principios.
- Programa de Acción, con 109 recomendaciones.

Entre los principios promulgados en la Declaración de Estocolmo se pueden destacar como más significativos los siguientes:

- Los recursos naturales deben preservarse en beneficio de generaciones presentes y futuras.
- Los recursos no renovables deben emplearse de forma que se evite su agotamiento.
- La descarga de sustancias tóxicas y la liberación de calor debe realizarse en cantidades que puedan ser neutralizadas y que no causen daños irreparables a los ecosistemas.
- Deben destinarse recursos para la conservación y mejoramiento del medio.
- La investigación científica debe utilizarse para evitar y combatir las amenazas al medioambiente.
- Es necesario fomentar la educación en cuestiones ambientales.

Cabe señalar que, con motivo de la apertura de la Conferencia de Estocolmo, el 15 de diciembre de ese mismo año, durante el XXVII periodo de sesiones, la Asamblea General de Naciones Unidas establece el 5 de junio como Día Mundial del Medioambiente. Otra resolución adop-

tada por la Asamblea General ese mismo día conforma el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA/UNEP) como la principal autoridad mundial en el área ambiental.

De Estocolmo a Río

Aunque 1972 marca el inicio de una época en el cuidado y preservación del medioambiente, los enunciados de la Declaración de Estocolmo no trascienden y la población humana sigue aumentando, la demanda de recursos creciendo, la industrialización y oferta de servicios incrementando, y la ciencia y la tecnología llevando al mercado cada vez más nuevos y diversos productos. Las actividades encaminadas a conjuntar los esfuerzos nacionales no llegan muy lejos, ya que, aunque se avanza en cuestiones de orden técnico y científico, en el plano político se continúa dejando de lado las cuestiones ambientales. Por ello, se van agravando, entre otros problemas, la disminución de la capa de ozono, el calentamiento de la Tierra y la degradación de los bosques.

El resultado es que el impacto de la humanidad sobre el medioambiente se multiplica y los grupos preocupados por el deterioro del planeta convocan urgentemente una nueva acción para preparar un programa global para el cambio.

B. Consolidación de la preocupación (1987-en adelante)

En 1983, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) crea la Comisión Mundial sobre el Medioambiente y el Desarrollo (CMMAD), un grupo de trabajo independiente de las entidades gubernamentales y de las mismas Naciones Unidas, con el objetivo de analizar la relación entre el desarrollo económico y el medioambiente.

La CMMAD, presidida por la noruega Gro Harlem Brundtland, realiza un minucioso estudio cuyos resultados se presentan en 1987 en un informe llamado *Nuestro futuro común* (más conocido como *Informe Brundtland*). En él se concluye que, para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer los recursos de las generaciones futuras, la protección del medioambiente y el crecimiento económico tendrían que abordarse como una sola cuestión. Para ello, la humanidad debería cambiar sus formas de vida y así evitar ese colapso de la civilización. El problema surge por la incompatibilidad del dúo medioambiente-desarrollo, ya que el impulso del desarrollo daña el medioambiente, y, por otro lado, la protección del medioambiente frena el desarrollo.

Sin embargo, en el informe se establece la posibilidad de coexistencia de ambos conceptos. Es decir, puede haber un crecimiento económico sostenido de la humanidad y al mismo tiempo lograr preservar los recursos naturales, ambas cosas enmarcadas dentro de una política denominada desarrollo sostenible. De esta forma, en el *Informe Brundtland* se define el desarrollo sostenible como aquel que *satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones*.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medioambiente y Desarrollo. Río 1992

Respondiendo a una de las recomendaciones del Informe Brundtland, la ONU convoca en 1988 la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medioambiente y el Desarrollo, que se celebra en Río de Janeiro en junio de 1992.

La conferencia, más conocida como Cumbre de la Tierra o, simplemente, Cumbre de Río'92, tiene como objetivos sentar las bases para lograr un equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y futuras; y establecer una alianza

mundial entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, para proteger la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial.

La cumbre, en la cual participan 179 países, da lugar a un cambio de mentalidad: *no basta con sancionar al culpable y arreglar lo que se pueda, hay que prevenir y evitar los desastres ambientales antes de que aparezcan. Hay que proteger el medioambiente.*

En la cumbre se aprueban seis grandes acuerdos:

- La Declaración de Río, donde se establecen 27 principios que intentan guiar el desarrollo sostenible de la población mundial. Dentro de los principios aprobados en la Declaración de Río destacan las siguientes ideas:
 - La protección del medioambiente debe ser parte del proceso de desarrollo para alcanzar el desarrollo sostenible.
 - Los Estados deben cooperar solidariamente para proteger y restablecer la integridad del ecosistema de la Tierra.
 - Los Estados deben reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas adecuadas.
 - Los Estados deben promulgar leyes eficaces sobre el medioambiente.
 - En las naciones debe efectuarse una Evaluación del Impacto Ambiental respecto de cualquier actividad que probablemente produzca un impacto negativo en el medioambiente.
- El Programa 21, que es un programa de trabajo elaborado previamente a partir de la perspectiva global que da el *Informe Brundtland*, y que constituye una serie de criterios que las sociedades deben tener en cuenta para promover el desarrollo sostenible.
- El Convenio sobre Cambio Climático, para disminuir progresivamente las emisiones de CO₂ y otros GEI, del cual deriva el Protocolo de Kioto.
- El Convenio sobre Biodiversidad, para proteger la riqueza biológica.
- El Acuerdo sobre Desertificación, para evitar la sequía y desertización.
- La Declaración de Principios Relativos a los Bosques, donde se instituyen normas y criterios para la ordenación sostenible de los bosques en el mundo.

A partir de esta conferencia se empiezan a buscar soluciones para proteger el medioambiente, fórmulas que eliminen o suavicen las acciones que dañan el medioambiente. Se trata de cambiar la idea de desarrollo imperante hasta hace relativamente poco tiempo, por otro tipo de desarrollo que sea mucho más respetuoso con el medioambiente y que no conduzca al caos al que se prevé que se dirige el planeta. Este desarrollo es el que se conoce como desarrollo sostenible.

Las soluciones o fórmulas que se adoptan para el desarrollo sostenible se basan en respetar los tres usos del medioambiente.

Por una parte, el medioambiente es fuente de recursos, por lo que la dirección hacia un desarrollo sostenible conlleva:

- El uso de los recursos parcialmente renovables por debajo de su tasa de renovación, es decir, dejar que se recuperen por sí mismos, por ejemplo, controlando la tala de árboles, acotando la caza y la pesca, etc.
- El uso de los recursos consumibles a un ritmo de consumo asumible por el medioambiente, como es el caso del petróleo, del carbón o del gas natural.

- El uso de los recursos no consumibles con una intensidad de uso asumible y coherente, por ejemplo, limitando el número de personas que visitan las cuevas o el número de coches que circulan por los parques naturales.

El medioambiente también es soporte de las actividades, por lo que la dirección hacia un desarrollo sostenible conlleva situar las actividades en territorios y ecosistemas que tengan una alta capacidad de acogida para ellas y desechando los que sean frágiles.

Por último, el medioambiente es receptor de efluentes, por lo que la dirección hacia un desarrollo sostenible conlleva programar las actividades respetando la capacidad de asimilación de los vectores ambientales (aire, agua y suelo).

Conferencias posteriores a Río 1992

Después de la Cumbre de la Tierra, se establece la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, integrada por representantes de 53 países elegidos entre los Estados miembros de la ONU, con el fin de apoyar a los gobiernos y a organismos de las Naciones Unidas a implementar los acuerdos alcanzados. La tarea principal de la Comisión es examinar el grado de aplicación de los acuerdos alcanzados en Río'92, impartir orientación normativa a los gobiernos y a los grupos principales que realizan actividades relacionadas con el desarrollo sostenible, y fortalecer el Programa 21.

Cinco años después, en 1997, se celebra una segunda reunión en Nueva York para valorar los efectos de la Cumbre de Río, conocida como Río+5. En ese encuentro se observan pocos efectos positivos de los acuerdos aprobados, debido a diversos problemas, a los intereses particulares de los países y al poco tiempo transcurrido.

En el año 2002 tiene lugar la Cumbre de Johannesburgo, conocida como Río+10. A ella acuden 186 delegaciones entre países y otras instituciones. Esta cumbre sirve para constatar que Río'92 se convierte en una declaración de intenciones y promesas y que sus objetivos no se están cumpliendo. Sin embargo, sí se detecta que cada año aumenta la presión social, de forma que algunas organizaciones no gubernamentales están logrando algunas de sus reivindicaciones.

En el año 2007 (Río+15) la cumbre de medioambiente se celebra en Yakarta (Indonesia). En ella se evidencia el fracaso a la hora de abordar los principales problemas ambientales del planeta y se apuesta por un *desarrollo integral sostenible* entendido como el que abarca las dimensiones ambiental, social y económica del desarrollo. El compromiso firme de esta cumbre se basa en la redistribución justa de la riqueza mundial. Las medidas que se toman en esta cumbre son las siguientes:

- Crear un sistema de gobierno mundial que gestione no solo los recursos naturales, sino también los bienes públicos mundiales como la paz y las culturas.
- Reformar las instituciones internacionales (transformar la ONU en un parlamento mundial).
- Crear un tribunal internacional sobre la deuda externa e indicadores de la deuda social y ecológica.
- Poner fin al monopolio de las patentes.
- Crear nuevos indicadores para la conservación del medioambiente, la sostenibilidad social y el efecto de las externalidades negativas.
- Aplicar un impuesto en transacciones financieras internacionales.
- Promover la educación para la sostenibilidad.

La Cumbre de la Tierra (Río+20) se celebra del 20 al 22 de junio de 2012 en Río de Janeiro, Brasil. Esta cumbre es un nuevo intento de Naciones Unidas en el comienzo de milenio para avanzar sobre el compromiso de los Estados y la comunidad mundial en los grandes cambios del siglo XXI. El objetivo de esta cumbre es ambicioso, ya que invita a los Estados, a la sociedad civil y a los ciudadanos a *sentar las bases de un mundo de prosperidad, paz y sostenibilidad*, incluyendo tres temas en el orden del día: 1) el fortalecimiento de los compromisos políticos en favor del desarrollo sostenible, 2) el balance de los avances y las dificultades vinculados a su implementación, y 3) las respuestas a los nuevos desafíos emergentes de la sociedad. Dos cuestiones, íntimamente ligadas, constituyen el eje central de la cumbre: 1) una economía ecológica con vistas a la sostenibilidad y la erradicación de la pobreza, y 2) la creación de un marco institucional para el desarrollo sostenible. Estos acuerdos son plasmados en el documento *El futuro que queremos*.

Tres años después, en 2015, tienen lugar 2 hitos históricos para mejorar la vida de las personas a través de la construcción de una economía global basada en el desarrollo sostenible y la aceleración de la acción climática. En primer lugar, la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (25-27 de septiembre, Nueva York) que da origen al plan *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* o sencillamente *Agenda 2030*. Este plan incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas a alcanzar antes de 2030, destinadas a, entre otras, proteger el medioambiente y luchar contra el cambio climático. Aunque todos los ODS tienen alguna conexión con el medioambiente, aquellos con un vínculo directo son (figura 1):

- Objetivo 6 (Agua limpia y saneamiento): garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todas las personas.
- Objetivo 7 (Energía asequible y no contaminante): garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todas las personas.
- Objetivo 11 (Ciudades y comunidades sostenibles): lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Objetivo 12 (Producción y consumo responsables): garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Objetivo 13 (Acción por el clima): adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 14 (Vida submarina): conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- Objetivo 15 (Vida de ecosistemas terrestres): gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.



Figura 1. ODS con conexión directa con el medioambiente.

En segundo lugar, dos meses después de la reunión neoyorquina, queda patente una vez más la vinculación entre el desarrollo sostenible y la acción climática, ambos conceptos vitales para el bienestar presente y futuro de la humanidad, gracias al tratado global ratificado por 187 países en la XXI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015, más conocida como COP21. El acuerdo, denominado Acuerdo de París, entra en vigor en el año 2020 y pretende crear un marco que inicie la transformación a un modelo de desarrollo bajo en emisiones y resiliente al cambio climático. El objetivo es que el aumento de la temperatura media global sea inferior a 2 °C respecto a los niveles preindustriales (o incluso inferior a 1.5 °C, mediante la aplicación de esfuerzos adicionales). Además, como novedad, compromete a todos los países a que periódicamente recapitulen y comuniquen cómo de alejados se encuentran de los objetivos marcados para 2030. En el lado negativo, el acuerdo no es vinculante para sus Estados miembros hasta que 55 países que produzcan más del 55 % de los GEI del mundo hayan ratificado dicho documento.

Tras estas dos cumbres trascendentales, que reflejan la creciente percepción por parte de los Estados miembros acerca de la necesidad de asimilar un modelo de desarrollo sostenible, así como el profundo impacto que el cambio climático puede llegar a causar sobre todo en las futuras generaciones, han tenido lugar otras relevantes cumbres sobre la acción climática con el fin de ayudar a los países a limitar el cambio climático y a lograr el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París. Con la finalización del Protocolo de Kioto en 2020, en la Cumbre del Clima COP25, celebrada en Madrid del 2 al 13 de diciembre de 2019, se deben decidir las medidas que entrarán en vigor el siguiente año y, por lo tanto, elaborar un nuevo manual para proteger los ecosistemas, controlar los efectos del cambio climático y reducir las emisiones. Sin embargo, los países participantes en la llamada Cumbre de la ambición, que tiene por lema *Tiempo de actuar*, no logran llegar a un acuerdo sobre cómo implementar el Acuerdo de París y no sale adelante el sistema de comercio de derechos de emisión a escala internacional. Esta herramienta de financiación climática, también denominada *mercados de carbono*, se diseña para disminuir las emisiones de GEI, mediante la definición de un límite superior de emisiones de este tipo de gases que pueden ser generadas por cada integrante de este sistema. Los participantes de estos mercados (que pueden ser tanto regionales, como nacionales o internacionales), son empresas que reciben los denominados bonos de carbono o certificados de reducción de emisión de GEI, documentos que capacitan a su poseedor para emitir una determinada cantidad de estos gases. De este modo, se crea el incentivo de reducción de emisiones entre los participantes, ya que, si un participante emite mayor cantidad de GEI que los derechos asignados, este deberá comerciar con los bonos de carbono para adquirir derechos de emisión adicionales. A escala europea, la regulación de los mercados de carbono queda establecida en 2003 mediante el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (RCDE UE) a través de la Directiva 2003/87/CE. Su meta es alcanzar una reducción de GEI de al menos el 40 % en 2030 con respecto a niveles de 1990, con una reducción del 43 % con respecto al 2005. En España, este régimen se aplica a través de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de GEI.

Seguidamente, bajo el lema *Uniendo al mundo para hacer frente al cambio climático*, el Reino Unido acoge y preside del 31 de octubre al 12 de noviembre de 2021 la última Cumbre del Clima celebrada hasta la fecha (XXVI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático o COP26). Una de las novedades positivas de esta edición es la reafirmación de EE.UU. en su compromiso con el Acuerdo de París tras la toma de posesión del senador demócrata Joe Biden como nuevo presidente del país. El documento con las guías de acción acordadas entre los 196 países asistentes se denomina *Pacto Climático de Glas-*

gow (*Glasgow Climate Pact*) y aunque no se logra avanzar en medidas más radicales como la eliminación de los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles y el uso de *unabated coal power* o energía generada a partir del carbón sin emplear conjuntamente tecnologías de captura, almacenamiento y uso del carbono, sí incluye los siguientes acuerdos:

- Reforzamiento del objetivo de no superar la temperatura media global en 1,5 °C respecto a los niveles preindustriales mediante la reducción de las emisiones de GEI. Los integrantes del Pacto deben acelerar su acción climática, para lo cual tienen que revisar sus objetivos a 2030 y, la mayoría de los países, incrementar al 45 % la reducción en emisiones de CO₂ para 2030 con respecto a las 2010, alcanzando así las cero emisiones netas en 2050.
- Detención y reversión de la deforestación para 2030, firmado por más de 120 países representantes de alrededor del 90 % de los bosques del mundo.
- Reducción de las emisiones de metano un 30 % hasta 2030 por parte de más de 100 países y del uso del carbón por parte de más de 40 países principales usuarios de esta materia prima como Polonia, Vietnam o Chile, entre otros.
- Cooperación climática entre EE.UU. y China en diversos temas como la reducción de las emisiones de metano, la transición hacia un modelo energético limpio, la descarbonización, y el desarrollo y abaratamiento de las tecnologías para la captura del CO₂ atmosférico.
- Fin del apoyo público a los combustibles fósiles para finales de 2022 por parte de más de 30 países, entre ellos, EE.UU., Canadá e Italia. Asimismo, alrededor de otra treintena de países acuerdan acabar con las ventas de coches de combustión a partir de 2035 en los principales mercados y para 2040 en todo el mundo. Este último avance está encabezado por el Reino Unido y, pese a que se unen otras naciones como Canadá, India, Países Bajos, Austria, Noruega, Chile y Dinamarca, así como 6 grandes fabricantes (Ford, General Motors, Volvo, Mercedes-Benz, Jaguar Land Rover y la china BYD), no figuran los 3 mayores mercados (EE.UU., China y Japón), ni tampoco se adhieren países como España, Alemania o Francia.

Por último, los días 2 y 3 de junio de 2022 se conmemoran los 50 años de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972 en Estocolmo bajo el lema *Estocolmo+50: un planeta sano para la prosperidad de todos - nuestra responsabilidad, nuestra oportunidad*. El evento se configura como un encuentro colaborativo para, una vez más, tratar de agilizar la aplicación de acuerdos y tratados anteriores tales como la Agenda 2030, el Acuerdo de París sobre el cambio climático o el Marco Mundial de la Biodiversidad Post-2020 (plan para preservar y proteger la naturaleza y satisfacer la necesidad de las personas a través de su uso sostenible), entre otros. Entre las diez recomendaciones planteadas en esta reunión para acelerar la adopción de medidas en pos de un planeta sano, destaca la necesidad de cambiar el funcionamiento del sistema económico actual mediante la definición y adopción de nuevas medidas de progreso y bienestar humano, respaldadas por políticas económicas y fiscales que tengan en cuenta el valor del medioambiente. Asimismo, destaca el reforzamiento tanto del cumplimiento a nivel nacional de los compromisos existentes mediante la mejora de la legislación ambiental, los presupuestos, los procesos de planificación y los marcos institucionales de los países, como de un sistema multilateral eficaz basado en normas que preste apoyo a los países en el cumplimiento de sus compromisos nacionales y mundiales.

1.3. Los sistemas de gestión

El término gestión se define como: realización de trámites o diligencias para conseguir un objetivo. Asimismo, gestionar también es dirigir o administrar una empresa o negocio.

Un sistema de gestión es un proceso continuo, que permite trabajar ordenadamente una idea hasta lograr mejoras y continuidad. Se trata, pues, de una estrategia de mejora continua. En este proceso se establecen cuatro etapas que hacen del sistema de gestión un proceso circular virtuoso, pues en la medida que el ciclo se repita recurrentemente se logrará obtener una mejora en cada ciclo.

Las etapas mencionadas dan lugar a la denominada Espiral de Mejora Continua de Deming, también conocido como Ciclo PDCA (figura 2).



Figura 2. Ciclo PDCA o Círculo de Deming.

Las siglas **PDCA** son el acrónimo de las 4 etapas que componen el proceso (**Plan**, **Do**, **Check**, **Act**):

- **Plan (Planificar):** establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir unos resultados concretos.
- **Do (Hacer):** implementar los nuevos procesos.
- **Check (Verificar):** pasado un periodo de tiempo previsto de antemano, recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora esperada y documentar las conclusiones mediante los registros.
- **Act (Actuar):** modificar los procesos según las conclusiones del paso anterior para alcanzar los objetivos con las especificaciones iniciales. Si se han detectado errores en el paso anterior, aplicar nuevas mejoras y documentar el proceso.

La mejora continua puede implementarse como resultado de un escalamiento en los servicios o como una actividad proactiva por parte de alguien que lleva a cabo un proceso.

Es muy importante que la mejora continua sea vista como una actividad sostenible en el tiempo y regular, y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual.

Los sistemas de gestión se suelen aplicar a nivel empresarial e institucional en ámbitos tan diversos como la calidad, el medioambiente, la prevención de riesgos laborales, la I+D+i, etc.

1.3.1. La gestión ambiental o ecogestión

En sentido general, se entiende por ecogestión o gestión ambiental el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medioambiente, basadas en una coordinada información multidisciplinar y en la participación ciudadana.

Los cuatro principios fundamentales en los que se apoya la gestión ambiental son los siguientes:

- Optimización del uso de los recursos.
- Ordenación del territorio.
- Previsión y prevención de impactos ambientales.
- Control de la capacidad de absorción del medio de los impactos, es decir, control de la resistencia de los sistemas.

El incremento de la calidad de vida del individuo es, junto con la conservación del patrimonio, una consecuencia directa de la correcta gestión ambiental. La calidad de vida viene marcada por tres aspectos fundamentales: el nivel de renta, el bienestar social alcanzado y la calidad ambiental (figura 3).

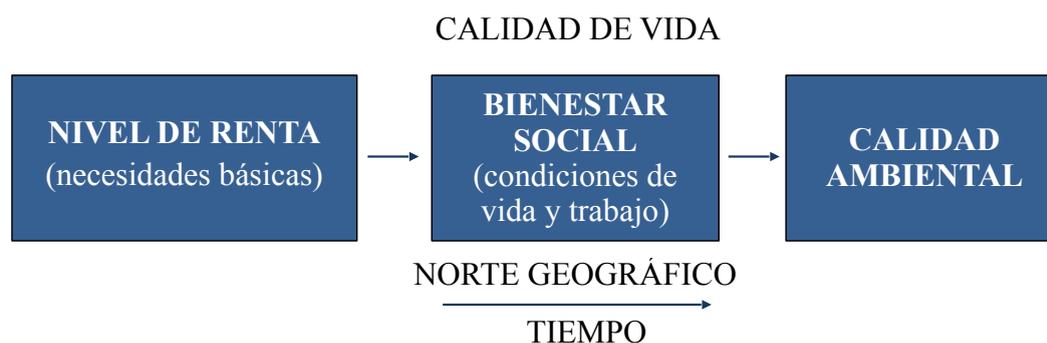


Figura 3. Componentes de la calidad de vida y su evolución espacial y temporal.

La importancia relativa que la sociedad, en general, le da a estos tres elementos varía en función del momento histórico y de la zona del planeta. En un principio, la calidad de vida se basa exclusivamente en el nivel de renta, de forma que todas las decisiones que se toman y los esfuerzos que se hacen están encaminados a mejorar el factor económico.

A medida que un país se va desarrollando y va cubriendo sus necesidades básicas (alimento, vivienda, sanidad, etc.), no solo tiene importancia el nivel de renta, sino que empiezan a cobrar importancia los otros factores: primero el bienestar social y, por último, la calidad ambiental.

Actualmente, los países desarrollados, una vez cubiertas sus necesidades básicas y con un nivel de bienestar social elevado, se están esforzando en conseguir una mejor calidad ambiental. Sin embargo, los países menos desarrollados, situados en latitudes del sur, tienen todavía la base de su desarrollo en el nivel de renta y dedican pocos recursos a la mejora de la calidad ambiental. Por eso, la Declaración de Río propuso como uno de los principios básicos para el desarrollo sostenible la erradicación de la pobreza.

1.3.2. Factores implicados en la gestión ambiental

El medioambiente se puede gestionar de dos formas distintas, bien mejorando las tecnologías para minimizar los efectos negativos de las actividades y/o bien procurando que dichos efectos negativos sean mínimos y se produzcan en el lugar con mayor capacidad de acogida, es decir, en el sitio que esté más preparado para recibirlos. Esto es lo mismo que decir que la ecogestión se lleva a cabo integrando las actividades, las obras o los proyectos en el entorno en que se van a instalar.

Hay dos factores directamente implicados en la gestión ambiental, uno activo y otro pasivo (figura 4). El elemento activo son las **actividades** que causan los efectos y el elemento pasivo es el **entorno** que recibe dichos efectos. El conocimiento de las características de ambos elementos es fundamental a la hora de integrar las actividades en el entorno en el que se ubican.

En toda relación actividad-entorno, la *actividad* se entiende en términos de:

- Influentes o insumos que utiliza (agua, energía, recursos naturales, mano de obra, etc.).
- Elementos físicos que la forman, los cuales ocupan y transforman un espacio (edificios, instalaciones, equipos, etc.).
- Efluentes que emite (emisiones, vertidos, residuos y energía).

El *entorno* se entiende como la parte del medioambiente en que tienen lugar los efectos producidos por las acciones del proyecto, por ser:

- Fuente de recursos.
- Soporte de los elementos físicos que forman la actividad.
- Receptor de efluentes que emite la actividad.

La alteración o efecto que el elemento activo produce en el elemento pasivo se conoce con el nombre de *impacto ambiental*.

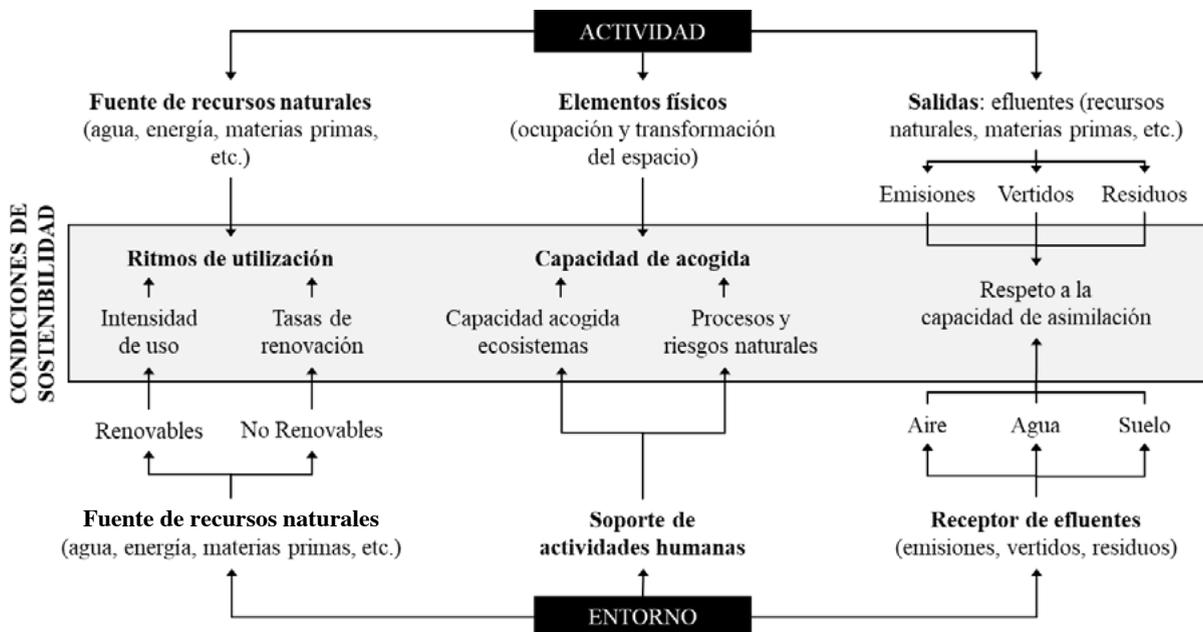


Figura 4. Relación actividad-entorno.

ACTIVIDAD

Existen muchos tipos de actividades que constituyen el elemento activo de la gestión ambiental. La actividad varía en función del instrumento de gestión que se utilice.

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296, de 11 de diciembre de 2013), se entiende por actividad o proyecto *cualquier actuación prevista que consista en la ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición de una obra, una construcción, o instalación, o bien cualquier intervención en el medio natural o en el paisaje, incluidas las destinadas a la explotación o al aprovechamiento de los recursos naturales o del suelo y del subsuelo, así como de las aguas continentales o marinas.*

El elevado grado de complejidad que a menudo presentan las actividades a gestionar hace que sea necesaria su desagregación. Normalmente se utiliza un esquema jerárquico, en forma de árbol con tres niveles: fases, elementos y acciones (tabla 2).

Tabla 2. Esquema del árbol de acciones.

Fases	Planificación Construcción Explotación Modificación o expansión Abandono
Elementos	Partes homogéneas dentro de una fase
Acciones	Causa directa del impacto. Deben ser: <ul style="list-style-type: none"> • Relevantes • Excluyentes e independientes • Concretas • Localizables • Cuantificables

Las fases forman la estructura general del proyecto. Normalmente, en todo proyecto, se estudian como mínimo tres fases: la fase de planificación o de estudios previos, la fase de construcción que es aquella en la que el proyecto se materializa en obra, y la fase de explotación, también llamada de funcionamiento. Suele ser habitual considerar también una fase de modificación y la fase de abandono o desmantelamiento, siempre y cuando haya algún riesgo para el medioambiente.

El segundo nivel son los elementos, los cuales identifican partes homogéneas dentro de una fase. Por ejemplo, es un elemento el acondicionamiento de la parcela antes de empezar la edificación, o las operaciones de mantenimiento en la fase de explotación.

El tercer y último nivel está compuesto por las acciones, las cuales son la causa directa de los impactos. Las acciones son el verdadero elemento activo de la gestión ambiental y sobre ellas hay que actuar para evitar o minimizar los impactos que generan.

ENTORNO

Otro de los factores implicados en la gestión ambiental es el entorno. Por entorno de una actividad se entiende la porción del sistema ambiental que interacciona con ella.

El entorno de una actividad es un sistema complejo, por lo que es conveniente dividirlo para facilitar su estudio. Una de las formas de hacerlo es empleando un esquema jerárquico, es decir, en forma de árbol con al menos tres niveles: subsistemas, medios y factores ambientales. Estos factores ambientales son realmente el elemento pasivo de la gestión ambiental, los elementos del medio que reciben los efectos del elemento activo.

Hay varios árboles de factores publicados, pero, sin lugar a dudas, el más ampliamente utilizado es el elaborado por Gómez-Orea y Gómez Villarino (2013) (figura 5). Dicho árbol está compuesto por cinco subsistemas (físico natural, perceptual, población y poblamiento, socioeconómico, núcleos e infraestructuras), 10 medios y 33 factores ambientales.

1. SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL

1.1. Medio inerte

- 1.1.1. Aire
- 1.1.2. Clima. Condiciones climáticas
- 1.1.3. Tierra-suelo
- 1.1.4. Aguas continentales
- 1.1.5. Procesos entre los elementos del medio
- 1.1.6. Medio marino y costero

1.2. Medio biótico

- 1.2.1. Vegetación o flora
- 1.2.2. Fauna
- 1.2.3. Procesos del medio biótico
- 1.2.4. Ecosistemas especiales

2. SUBSISTEMA PERCEPTUAL

2.1. Medio perceptual

- 2.1.1. Paisaje intrínseco
- 2.1.2. Intervisibilidad
- 2.1.3. Componentes singulares del paisaje
- 2.1.4. Recursos científico-culturales

3. SUBSISTEMA POBLACIÓN Y POBLAMIENTO

3.1. Usos del suelo rústico

- 3.1.1. Uso recreativo al aire libre
- 3.1.2. Uso productivo
- 3.1.3. Conservación de la naturaleza
- 3.1.4. Viario rural

3.2. Características culturales y económicas

- 3.2.1. Características culturales
- 3.2.2. Actividades y relaciones económicas

3.3. Infraestructuras

- 3.3.1. Infraestructura viaria
- 3.3.2. Infraestructura no viaria

3.4. Estructura urbana

- 3.4.1. Morfología
- 3.4.2. Planeamiento urbanístico

4. SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO

4.1. Población

- 4.1.1. Paisaje intrínseco
- 4.1.2. Estructura poblacional
- 4.1.3. Densidad de población

4.2. Economía

- 4.2.1. Renta
- 4.2.2. Finanzas y sector público
- 4.2.3. Actividades y relaciones económicas

5. SUBSISTEMA NÚCLEOS E INFRAESTRUCTURAS

5.1. Infraestructuras y servicios

- 5.1.1. Infraestructura viaria
- 5.1.2. Infraestructura no viaria
- 5.1.3. Equipamientos y servicios

Figura 5. Árbol de factores ambientales.
Fuente: Gómez-Orea y Gómez Villarino (2013).

Existe además un cuarto nivel en el árbol de factores, compuesto por los subfactores ambientales, que son los parámetros que se utilizan para caracterizar los factores ambientales. A modo de ejemplo, se recoge en la tabla 3 el listado de los subfactores ambientales correspondientes al factor *1.1.1. Aire*.

Tabla 3. Subfactores ambientales del factor 1.1.1. Aire.

Subsistemas	Medios	Factores	Subfactores
1. Subsistema físico natural	1.1. Medio inerte	1.1.1. Aire	1.1.1.1. Nivel de CO 1.1.1.2. Nivel de NO _x 1.1.1.3. Nivel de SO ₂ 1.1.1.4. Nivel de hidrocarburos 1.1.1.5. Confort sonoro diurno 1.1.1.6. Confort sonoro nocturno 1.1.1.7. Aerosol marino 1.1.1.8. Calidad perceptible del aire 1.1.1.9. Polvo, humos y partículas en suspensión 1.1.1.a. Olores 1.1.1.b. Plomo 1.1.1.c. Contaminación lumínica.

1.3.3. Sistemas de gestión medioambiental (SGMA)

Un SGMA es el método de trabajo que sigue una organización con el objeto de conseguir un determinado comportamiento ambiental, de acuerdo con las metas que se haya fijado y como respuesta a unas normas, unos riesgos ambientales y unas presiones tanto sociales como financieras, económicas y competitivas en permanente cambio.

Los objetivos que persiguen los SGMA se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- Garantizar el cumplimiento de la legislación medioambiental vigente.
- Fijar la política medioambiental interna de la empresa y los procedimientos necesarios.
- Identificar, interpretar, valorar y prevenir los impactos medioambientales, analizando y gestionando los riesgos en los que la organización incurre como consecuencia de aquellos, es decir, estudiar y prevenir los impactos ambientales y sus consecuencias.
- Proveerse de recursos y personal cualificado.
- Informar al público acerca del comportamiento ambiental de la organización.

Salvo que el SGMA sea de obligado cumplimiento legal, el primer paso en la implantación del mismo debe ser establecer el comportamiento medioambiental de la entidad, bien por el equipo directivo en el caso de entidades privadas o bien por las autoridades en el caso de entidades públicas. Así, cada empresa y administración (Ayuntamiento, Diputación, Gobierno, Estado, etc.) tiene su propia política ambiental y su propio SGMA adaptado a sus necesidades.

Sin embargo, existen una serie de requisitos que todas las empresas que implantan un SGMA deben satisfacer:

- Cumplir con las normas legales y con la política ambiental.
- Contar con una unidad de gestión del medioambiente.
- Elaborar procedimientos operativos para la gestión medioambiental de la empresa.
- Realizar una evaluación de los aspectos ambientales de la empresa.

- Trabajar para optimizar los recursos y minimizar los residuos.
- Priorizar la prevención respecto a la corrección.
- Vigilar, controlar y registrar los impactos ambientales mediante auditorías medioambientales.
- Formar e informar al personal (interno y externo).

Un SGMA debe desarrollar las *siguientes fases* (figura 6):

- Definición de la política y los compromisos ambientales de la empresa.
- Análisis ambiental inicial: identificación y registro de los aspectos ambientales significativos propios de la actividad de la empresa.
- Establecimiento del programa ambiental, es decir, de medidas concretas para alcanzar los objetivos.
- Seguimiento de la eficacia del SGMA, normalmente mediante auditorías ambientales.
- Revisión por la Dirección.

El eje central de esta estructura es el compromiso de la empresa o entidad. Sin un compromiso formal y claro de la empresa con respecto a su responsabilidad ambiental, no podrá tener éxito el SGMA que se pretenda implantar.

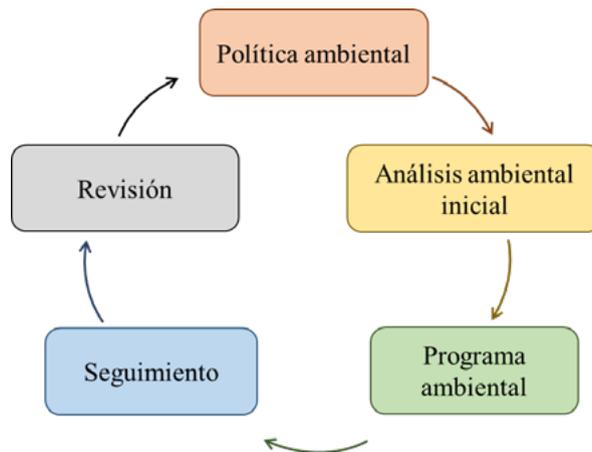


Figura 6. Estructura típica del SGMA.

1.3.4. Instrumentos de un sistema de gestión medioambiental

Son muchos los instrumentos de gestión que una organización puede utilizar para alcanzar y mantener un determinado comportamiento medioambiental. La elección del instrumento depende del programa de certificación elegido, la situación ambiental, las necesidades de la organización, etc.

Los instrumentos de gestión ambiental se clasifican en preventivos y correctivos, según el momento de su aplicación. Los instrumentos preventivos están dirigidos a evitar los impactos ambientales generados por actividades de nueva implantación y los correctivos se aplican a actividades que ya están en funcionamiento, paliando de alguna forma los impactos que estas provocan.

La tabla 4 muestra un esquema de algunos de los instrumentos de gestión medioambiental más utilizados.

Tabla 4. Instrumentos de la gestión medioambiental.

Preventivos (para actividades de nueva implantación)	
Indirectos	<p>Formación, sensibilización y educación ambiental de todos los agentes implicados en la actividad.</p> <p>Investigación básica y tecnológica en todas las fases de producción.</p> <p>Normativa legal, por parte de la administración aprobando leyes que incluyan: limitación de efluentes, estándares, etc.</p>
Directos	<p>Planificación y diseño de todos los proyectos de forma integrada con el medioambiente.</p> <p>Evaluación ambiental estratégica (EAE) y Evaluación de impacto ambiental (EIA): procedimientos para estudiar los impactos ambientales de programas y proyectos, respectivamente.</p> <p>Normalización de los productos. Una norma es un documento, accesible al público, que contiene unas pautas de actuación para asegurar la calidad, ya sea del producto (por ejemplo, ISO 9000) o del medioambiente (por ejemplo, ISO 14000). Actualmente, se están implantando los planes integrados de gestión, basados en la calidad del producto, del medioambiente, en los planes de prevención de riesgos laborales y en la gestión I+D+i.</p> <p>Autorregulación. Iniciativas de la empresa para regularse a sí misma en materia de medioambiente.</p> <p>Económicos. Por parte de la Administración pública: impuestos, cánones, subvenciones, etc.</p> <p>Programas de inversión ética de carácter financiero, que consisten en dar apoyo financiero sólo a aquellas compañías que respeten el medioambiente.</p>
Correctivos (para actividades en funcionamiento)	
Distintivos	<p>Etiquetado ecológico. Está regulado por el <i>Reglamento (CE) n° 66/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a la etiqueta ecológica de la UE</i>, según el cual los productos manufacturados según los procedimientos descritos pueden ir rotulados con un logotipo o etiqueta ecológica.</p>
Fedatarios¹	<p>Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Consiste en valorar el impacto ambiental total de un producto desde la extracción de materias primas hasta el rechazo de envases o residuos una vez consumido, pasando por el transporte hasta la planta, almacenamiento, proceso de fabricación, envasado y transporte hasta los consumidores.</p> <p>Auditoría ambiental (AMA). Procedimiento para evaluar de forma documentada y periódica las actividades en funcionamiento.</p> <p>Plan de vigilancia ambiental (PVA). Procedimiento para comprobar que se cumplen las indicaciones y las medidas correctoras y protectoras impuestas por otros instrumentos, ya sean preventivos (EIA) o correctivos (AMA).</p>

Tabla 4. Instrumentos de la gestión medioambiental.

Ejecutivos ²	<p>Técnicas de recuperación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restauración. Consiste en llevar el factor ambiental a la situación que tenía antes de ser afectado. • Rehabilitación. Basada en interrumpir el proceso de deterioro y reconstruir la parte del factor ambiental alterada. <p>Técnicas de tratamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservación. Permite mantener la calidad ambiental del factor. • Mejora. Consiste en incrementar la calidad ambiental del factor. • Reutilización. Basada en darle a un determinado factor un valor ambiental distinto del que tenía antes de ser impactado. • Puesta en valor de factores sin valor ambiental: dar un valor ambiental. <p>Instrumentos de compensación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustitución del impacto ambiental negativo por otro positivo en el mismo lugar. • Contraprestación. Consiste en contrarrestar un impacto ambiental negativo con otro positivo en distinto lugar.
-------------------------	---

¹ Están basados en certificados, es decir, mediante un documento se certifica que se cumple con una situación ambiental determinada.

² Actúan sobre el factor ambiental afectado.

1.3.5. Evaluación ambiental estratégica (EAE)

La EAE es el procedimiento instrumental respecto del de aprobación o de adopción de planes y programas, a través del cual se analizan los posibles efectos significativos sobre el medioambiente de dichos planes y programas.

La legislación vigente (Ley 21/2013), clasifica la EAE en ordinaria y simplificada. Según el Artículo 6.1 recogido en dicha ley, *serán objeto de EAE ordinaria los planes y programas, así como sus modificaciones, que se adopten o aprueben por una Administración pública y cuya elaboración y aprobación venga exigida por una disposición legal o reglamentaria o por acuerdo del Consejo de Ministros o del Consejo de Gobierno de una comunidad autónoma cuando:*

- Establezcan el marco para la futura autorización de proyectos legalmente sometidos a EIA y se refieran a la agricultura, ganadería, silvicultura, acuicultura, pesca, energía, minería, industria, transporte, gestión de residuos, gestión de recursos hídricos, ocupación del dominio público marítimo-terrestre, utilización del medio marino, telecomunicaciones, turismo, ordenación del territorio urbano y rural o del uso del suelo, o bien
- Requieran una evaluación por afectar a espacios Red Natura 2000 en los términos previstos en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Los comprendidos en el apartado 2 del mismo artículo, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental en el informe ambiental estratégico de acuerdo con los criterios del anexo V.
- Los planes y programas incluidos en el apartado 2, cuando así lo determine el órgano ambiental, a solicitud del promotor.

El apartado 2 del mismo artículo, establece que serán objeto de EAE simplificada:

- Las modificaciones menores de los planes y programas mencionados en el apartado anterior.
- Los planes y programas mencionados anteriormente que establezcan el uso, a nivel municipal, de zonas de reducida extensión.

- Los planes y programas que, estableciendo un marco para la autorización en el futuro de proyectos, no cumplan los demás requisitos mencionados en el apartado anterior.

1.3.6. Evaluación de impacto ambiental (EIA)

La EIA, instrumento de gestión medioambiental de tipo preventivo y directo, es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, prevención, corrección, interpretación y valoración de los impactos ambientales que produciría un proyecto en el medioambiente en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, modificarlo o rechazarlo.

La EIA se puede clasificar en función del tipo de proyecto de que se trate en EIA simplificada u ordinaria (tabla 5):

- La EIA **simplificada** se aplica a proyectos de baja envergadura a los que, en principio, se les supone una afección al medioambiente poco importante. Es el caso, por ejemplo, de pequeñas obras de infraestructuras o ampliaciones o modificaciones de infraestructuras existentes. El procedimiento es sencillo y mucho menos exigente que el de la EIA ordinaria. Se basa en la realización de un documento ambiental del proyecto, y termina con la formulación por parte del órgano ambiental del Informe de Impacto Ambiental.
- La EIA **ordinaria** se aplica a proyectos grandes y conflictivos a los que, en principio, se les prevé un impacto ambiental elevado, tales como la construcción y explotación de grandes infraestructuras (autopistas y líneas de ferrocarril, vertederos, etc.). El procedimiento administrativo es más complejo, largo y mucho más exigente. Se basa en el documento inicial del proyecto y en el estudio de impacto ambiental (EsIA) sobre el que, finalmente, el órgano ambiental formula la declaración de impacto ambiental (DIA).

La Ley 21/2013 regula ambos procedimientos y establece en su artículo 7 qué tipo de EIA le corresponde a cada proyecto (ver capítulo 3).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que algunas Comunidades Autónomas y Ayuntamientos tienen competencia en materia de medioambiente y pueden elaborar su propia normativa de EIA. Estas normativas, que deberán cumplir con la Ley 21/2013, pueden regular más estrictamente las condiciones de EIA de los proyectos que se vayan a implementar en sus ámbitos de competencia. Por lo tanto, la clasificación por tipo de proyecto de EIA puede variar según la administración en la que se ubique el proyecto: local, foral, autonómica o estatal.

Tabla 5. Clasificación de la EIA en función del tipo de proyecto.

Tipo de EIA	Simplificada	Ordinaria
Características del procedimiento	sencillo corto poco exigente	complejo largo exigente
Tipo de proyectos	proyectos pequeños	proyectos grandes y conflictivos
Documentos técnicos	documento ambiental del proyecto	documento inicial del proyecto + estudio de impacto ambiental
Pronunciamiento del órgano ambiental	informe de impacto ambiental	declaración impacto ambiental

Capítulo 2

El impacto ambiental

2.1. Concepto

El término impacto ambiental (IA) se define como la alteración, favorable o desfavorable, que una acción humana produce (de forma directa o indirecta) en su entorno, es decir, en la parte del medioambiente que interacciona con ella. Lógicamente, un impacto ambiental depende tanto de las características de la actividad como de su entorno.

El impacto ambiental se asocia siempre a actividades de origen antropogénico, por lo que no son impactos ambientales las alteraciones producidas por fenómenos naturales, como pueden ser las tormentas, los tornados o las erupciones volcánicas.

Un impacto que no se suele tener en cuenta y que ocurre muy a menudo es el de la pasividad o el abandono. En ocasiones, no hacer nada puede resultar tanto o más perjudicial que el impacto de una determinada acción. Un ejemplo muy ilustrativo es el abandono de parcelas en áreas urbanas o periurbanas; en estos casos, no actuar provoca un impacto negativo, ya que se crean hábitats adecuados para la proliferación de todo tipo de roedores e insectos.

Un impacto ambiental está compuesto siempre por tres elementos: la alteración o efecto, el subfactor ambiental que recibe ese efecto y la acción humana que lo provoca. Para identificar adecuadamente un impacto ambiental es necesario que la acción que lo provoca sea relevante, excluyente e independiente, fácilmente identificable (no abstracta), localizable y cuantificable. Además, el subfactor que recibe el efecto debe ser relevante, excluyente, fácilmente identificable y cuantificable.

La forma y orden correcto de nombrar un impacto ambiental es la siguiente: primero se hace referencia a la alteración o al efecto que se produce (aumento, disminución, mejora, etc.); a continuación, se nombra el subfactor ambiental afectado; por último, se nombra la acción que provoca el impacto (la causa del impacto). En la tabla 6 se recogen dos ejemplos, uno de un impacto negativo y otro de uno positivo.

Tabla 6. Ejemplos de un impacto negativo y otro positivo.

Ejemplo 1. Impacto negativo: <i>Disminución del confort sonoro diurno por una explosión.</i>		
Alteración o efecto: <i>Disminución</i>	Subfactor ambiental afectado: <i>Confort sonoro diurno</i>	Acción que provoca el impacto: <i>Explosión</i>
Ejemplo 2. Impacto positivo: <i>Aumento de la infraestructura energética por la puesta en funcionamiento de las placas solares del tejado de la obra.</i>		
Alteración o efecto: <i>Aumento</i>	Subfactor ambiental afectado: <i>Infraestructura energética</i>	Acción que provoca el impacto: <i>Puesta en funcionamiento de las placas solares del tejado de la obra</i>

Un impacto que es una excepción a esta regla y que, además, está presente en todos los EsIA es el que afecta al subfactor ambiental *aceptabilidad social del proyecto*. La aceptabilidad social de un proyecto se mide en función del porcentaje de población a favor o en contra del proyecto, por lo que, en este caso, la denominación del impacto sería simplemente *alta (o baja) aceptabilidad social del proyecto*.

El impacto de una acción sobre un subfactor ambiental (figura 7) se mide como la diferencia entre la calidad ambiental (CA) que tiene el subfactor después de ser modificado por la acción (o situación «con», CA_{con}) y la calidad ambiental que tendría ese mismo subfactor tal y como hubiera evolucionado sin la acción (o situación «sin», CA_{sin}).

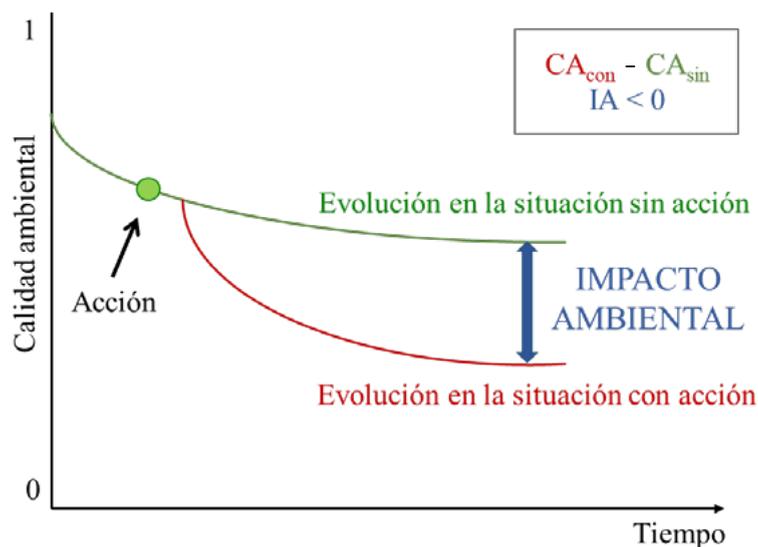


Figura 7. Variación temporal de la calidad ambiental.

Según la forma en que varían con el tiempo, los impactos se pueden clasificar en: creciente continuo, creciente hasta hacerse constante, constante, tendente a cero, y que disminuye hasta cambiar de signo (figura 8).

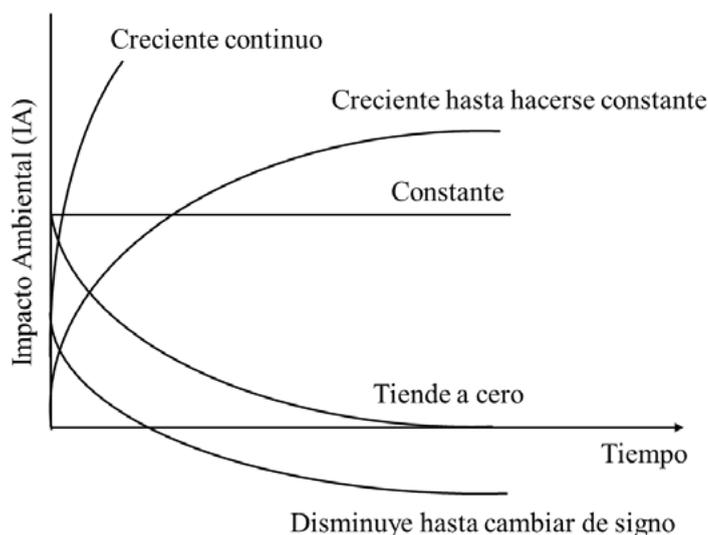


Figura 8. Variación con el tiempo de impactos de diferente naturaleza.

- **IMPACTO CRECIENTE CONTINUO**

Es un impacto que crece continuamente, autoalimentándose. Por ejemplo, *aumento de la erosión de un terreno por el desbroce de la vegetación*. Con el tiempo la erosión cada vez es mayor y, por sí sola, no para nunca.

- **IMPACTO CRECIENTE HASTA HACERSE CONSTANTE**

Impacto que aumenta con el tiempo hasta un cierto valor, a partir del cual permanece constante. Por ejemplo, *degradación de cultivos por el funcionamiento de un desagüe que vierte un tóxico de forma continua*. A medida que actúa el tóxico, el impacto aumenta en intensidad y el cultivo se va degradando. En el momento que la vegetación muere, el impacto se hace constante.

- **IMPACTO CONSTANTE**

Impacto que no varía en función del tiempo. Por ejemplo, *pérdida de la capacidad agrológica del suelo por cementación*. Desde el momento en que se echa el cemento, el suelo pierde totalmente su capacidad agrológica y no la vuelve a recuperar nunca.

- **IMPACTO QUE TIENDE A CERO**

Impacto que disminuye con el tiempo hasta que desaparece. Es el caso de los impactos reversibles. Por ejemplo, *disminución del confort sonoro diurno por una explosión*. Al principio el impacto es muy elevado, pero, con el tiempo, el confort sonoro se recupera; en este caso, además, de forma inmediata. En el momento en que el confort sonoro esté totalmente restablecido, el impacto es nulo.

• **IMPACTO QUE DISMINUYE HASTA CAMBIAR DE SIGNO**

Disminuye con el tiempo hasta cambiar de signo.. Por ejemplo, *disminución de la calidad del paisaje por la tala de árboles viejos de un bosque*. Al principio el impacto es muy importante debido a la tala de los árboles viejos. A medida que van creciendo los árboles nuevos, el impacto se va haciendo cada vez menor, hasta que llega un momento en que el impacto es positivo puesto que el paisaje de árboles grandes nuevos tiene más calidad ambiental que el paisaje formado por árboles viejos.

Asimismo, un impacto ambiental también puede variar **según la curva de valor** del subfactor ambiental. La curva de valor de un subfactor ambiental, también llamada función de transformación, es una función matemática en la que la variable independiente es el parámetro de medida del subfactor y la variable dependiente es la calidad ambiental, que varía de 0 a 1.

Por ejemplo, en la figura 9 se encuentra representada la curva de valor del confort sonoro diurno. Cuando el nivel de ruido es inferior a 30 dB, la calidad ambiental es máxima, es decir, tiene un valor de 1. A medida que aumenta el nivel de ruido, la calidad ambiental disminuye según su curva de valor. Supóngase ahora el impacto provocado por un aumento del nivel de ruido de 5 dB. No es lo mismo pasar de 30 a 35 dB (con una pérdida de calidad ambiental de 0,06) que pasar de 45 a 50 (con una disminución importante de la calidad ambiental de 0,28). Un aumento de 5 dB en el nivel de ruido puede ser un impacto muy grande o puede ser un impacto muy pequeño, e incluso puede llegar a no ser impacto.

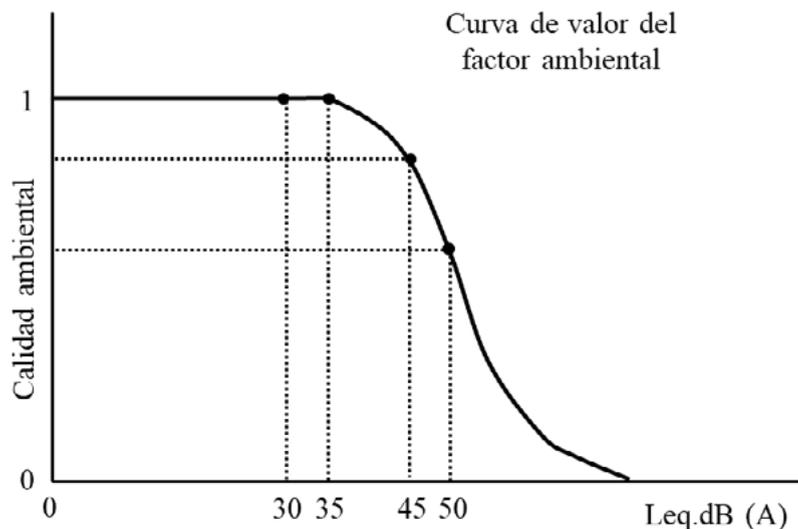


Figura 9. Curva de valor del confort sonoro diurno: valores de calidad ambiental en función del nivel de ruido equivalente.

Fuente: Gómez-Orea y Gómez Villarino (2013).

Además, en algunos subfactores, la función de transformación varía en función del tipo de zona o espacio que se considere. Siguiendo con el ejemplo anterior, la curva de valor del confort sonoro diurno adopta las formas representadas en la figura 10, dependiendo de si se trata de una zona hospitalaria o escolar, residencial, comercial o industrial.

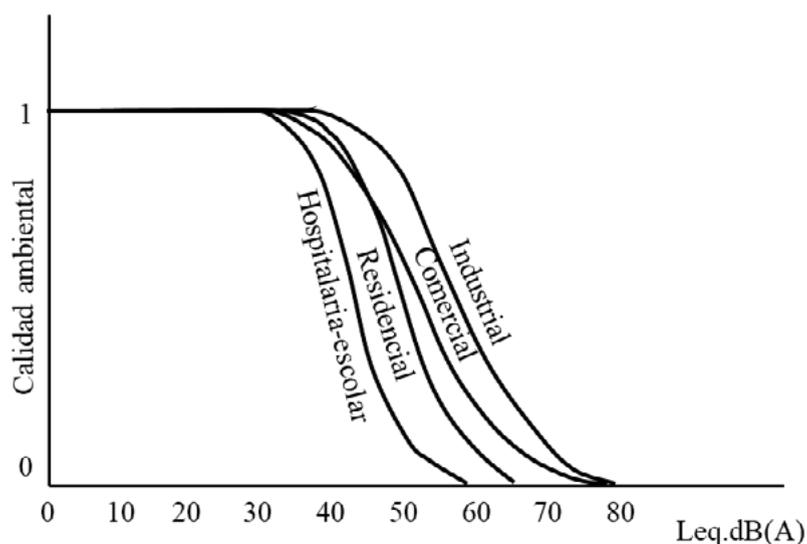


Figura 10. Variación de la curva de valor del confort sonoro diurno en función del tipo de zona.
Fuente: Gómez-Orea y Gómez Villarino (2013).

2.2. Tipología de los impactos ambientales

Los impactos ambientales se pueden tipificar según las siguientes características o atributos de impacto: signo, intensidad (IN), extensión (EX), capacidad de recuperación (CR), persistencia (PE), efecto (EF), interrelación de impactos (II), periodicidad (PR) y momento (MO).

2.2.1. Signo

El signo, se refiere al carácter beneficioso o perjudicial que una acción puede ejercer sobre un subfactor ambiental determinado.

En función del signo, un impacto puede ser:

- **POSITIVO O BENEFICIOSO**

Aquél cuyo efecto aumenta la calidad ambiental del subfactor; es decir, en el momento en que se valora el impacto, la calidad ambiental del subfactor después de introducir la acción es mayor que la calidad ambiental del subfactor tal y como hubiera evolucionado sin la acción.

- **NEGATIVO O PERJUDICIAL**

Aquél cuyo efecto disminuye la calidad ambiental del subfactor considerado; es decir, en el momento en que se valora el impacto, la calidad ambiental del subfactor después de introducir la acción es menor que la calidad ambiental del subfactor tal y como hubiera evolucionado sin la acción.

La figura 11 contiene la evolución temporal de la calidad ambiental de un subfactor genérico antes y después de ser afectado por una determinada acción, para los 2 tipos de impactos ambientales que se distinguen atendiendo al signo.

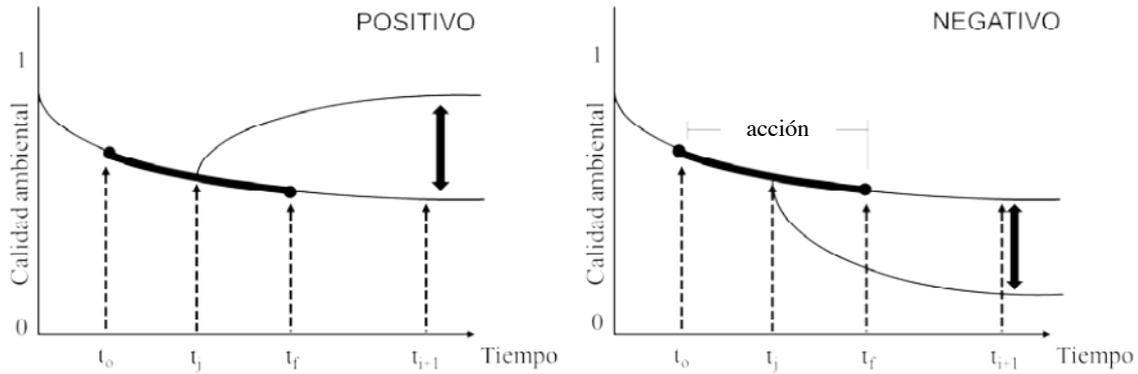


Figura 11. Evolución de la calidad ambiental en las situaciones «con» y «sin» acción en el caso de impactos positivos y negativos. En la figura t_0 es el momento en que empieza la acción, t_j es el momento en que aparece el efecto, t_f es el momento en que cesa la acción y t_{i+1} es el momento en que se valora el impacto.

Por ejemplo, serían impactos negativos: *aumento del nivel de inmisión de un contaminante atmosférico por el transporte de materiales y disminución de la calidad del agua por un vertido*. Por el contrario, serían impactos positivos: *aumento de la salud y seguridad por la instalación de señales y aumento de la calidad físico-química del agua por la puesta en marcha de una depuradora*.

2.2.2. Intensidad (IN)

La intensidad, también llamada grado de incidencia, es otra de las características del impacto ambiental. Esta se refiere al grado de destrucción/reconstrucción del subfactor o, lo que es lo mismo, a la cantidad de calidad ambiental que pierde/gana un subfactor en el caso de sufrir un impacto negativo/positivo.

Según su intensidad, un impacto negativo puede ser:

- **MÍNIMO O BAJO**

Aquel cuyo efecto produce una destrucción menor del 25 % del subfactor, es decir, la pérdida de calidad ambiental es mínima.

- **MEDIO**

Aquel cuyo efecto produce una destrucción entre el 25 % y el 50 % del subfactor, es decir, la pérdida de calidad ambiental es media.

- **ALTO**

Aquel cuyo efecto produce una destrucción igual o superior al 50 % e inferior al 75 % del subfactor, es decir, la pérdida de calidad ambiental es elevada.

- **NOTABLE O MUY ALTO**

Aquel cuyo efecto produce una destrucción casi total del subfactor (igual o superior al 75 % e inferior al 90 % del factor), es decir, la pérdida de calidad ambiental es muy alta.

• **TOTAL**

Aquel cuyo efecto produce una destrucción total del subfactor ($\geq 90\%$), es decir, la pérdida de calidad ambiental es total.

La figura 12 contiene los 5 tipos de impactos ambientales que puede haber atendiendo a la intensidad de impacto, en el caso de impactos negativos. En el caso de impactos positivos, la figura sería su imagen especular y se hablaría del incremento o de la mejora de la calidad ambiental.

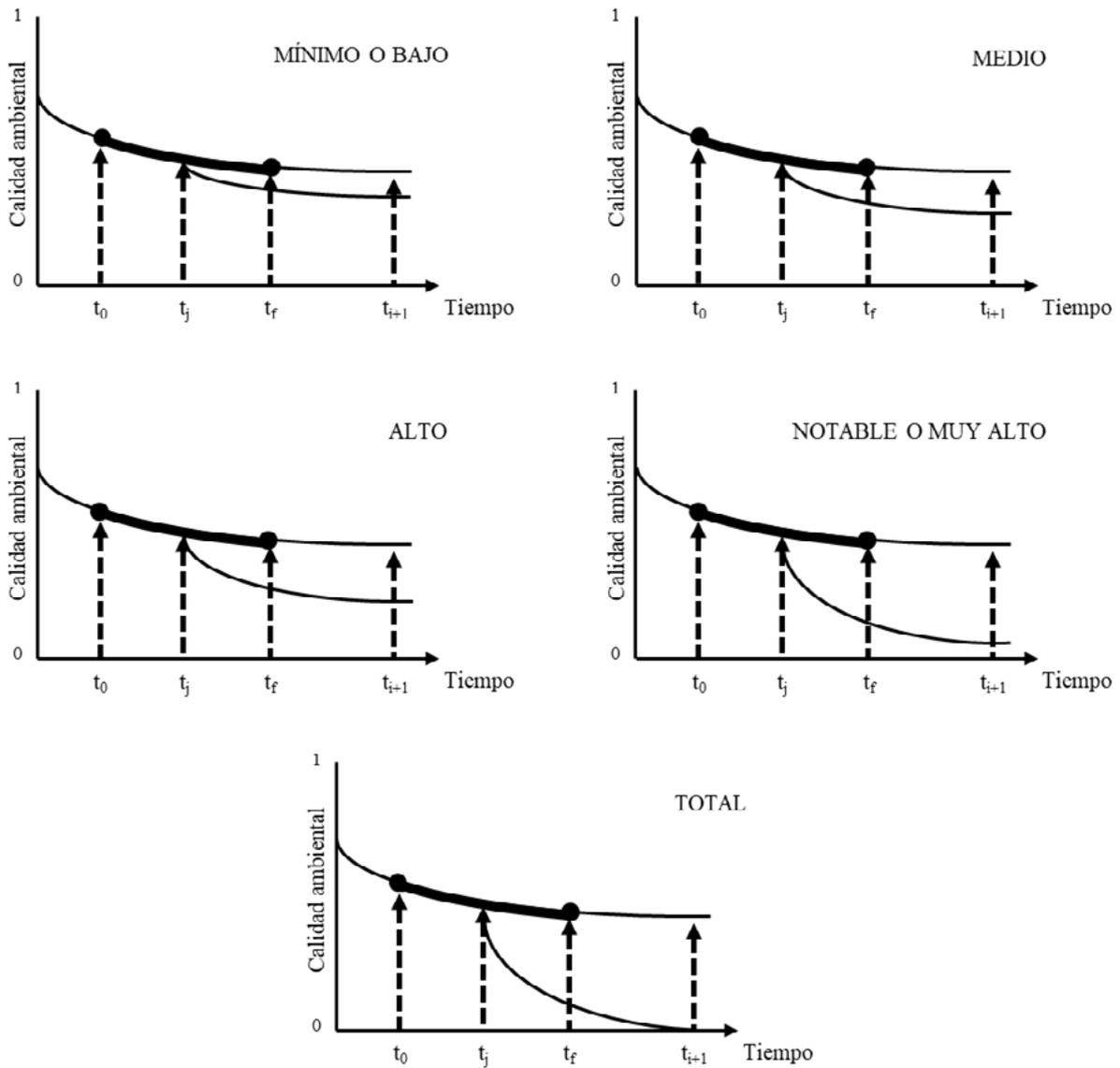


Figura 12. Evolución de la calidad ambiental en las situaciones «con» y «sin» acción según la intensidad del impacto. En la figura t_0 es el momento en que empieza la acción, t_j es el momento en que aparece el efecto, t_f es el momento en que cesa la acción y t_{i+1} es el momento en que se valora el impacto.

2.2.3. Extensión (EX)

La extensión se refiere al área de influencia del impacto en relación al total del entorno considerado, es decir, al porcentaje de área o población, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.

Según su extensión, un impacto puede ser:

- **PUNTUAL**

Aquel cuyo efecto está muy localizado. El porcentaje de población o superficie afectada es menor del 10 %.

- **PARCIAL**

Aquel que afecta a una zona o población apreciable del entorno. El porcentaje de población o superficie afectada es igual o superior al 10 % e inferior al 50 %.

- **EXTENSO**

Aquel que afecta a gran parte del entorno. El porcentaje de población o superficie afectada es igual o superior al 50 % e inferior al 90 %.

- **TOTAL**

Aquel que afecta de forma general a todo el entorno. El porcentaje de población o superficie afectada es ≥ 90 %.

Además, en el caso de los impactos negativos, según su localización un impacto puede ser *crítico*, es decir, el efecto se manifiesta en un punto crítico del entorno. Normalmente, este tipo de impactos son puntuales y resulta obligatorio introducir medidas correctoras que reduzcan dicho impacto ambiental, o incluso una alternativa al proyecto que corrija la localización del impacto.

2.2.4. Capacidad de recuperación (CR)

La capacidad de recuperación se refiere a la capacidad de reconstrucción del subfactor afectado, es decir, a la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, ya sea de forma natural o por medio de la acción humana.

Según la capacidad de recuperación, un impacto puede ser:

- **REVERSIBLE**

Aquel cuyo efecto puede ser asimilado de forma natural por el entorno, es decir, al finalizar la acción (t_f), el subfactor recupera por sí mismo la calidad ambiental previa a la acción. Si la recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, el impacto es reversible fugaz.

- **IRREVERSIBLE**

Aquel cuyo efecto no puede ser asimilado de forma natural por el entorno, es decir, al finalizar la acción (t_f) un determinado subfactor no es capaz de retornar a la situación previa a la acción por medios naturales. Se debe recurrir entonces a los medios no naturales, es decir, a las medidas correctoras. Según su capacidad de recuperación debido al uso de medidas correctoras, un impacto puede ser:

- **RECUPERABLE:** aquel cuyo efecto puede eliminarse totalmente.
- **MITIGABLE:** aquel cuyo efecto puede paliarse o mitigarse de manera importante.
- **IRRECUPERABLE:** aquel cuyo efecto no se puede eliminar ni mitigar.

La figura 13 contiene los tipos de impactos que puede haber atendiendo a la capacidad de recuperación, en el caso de impactos negativos.

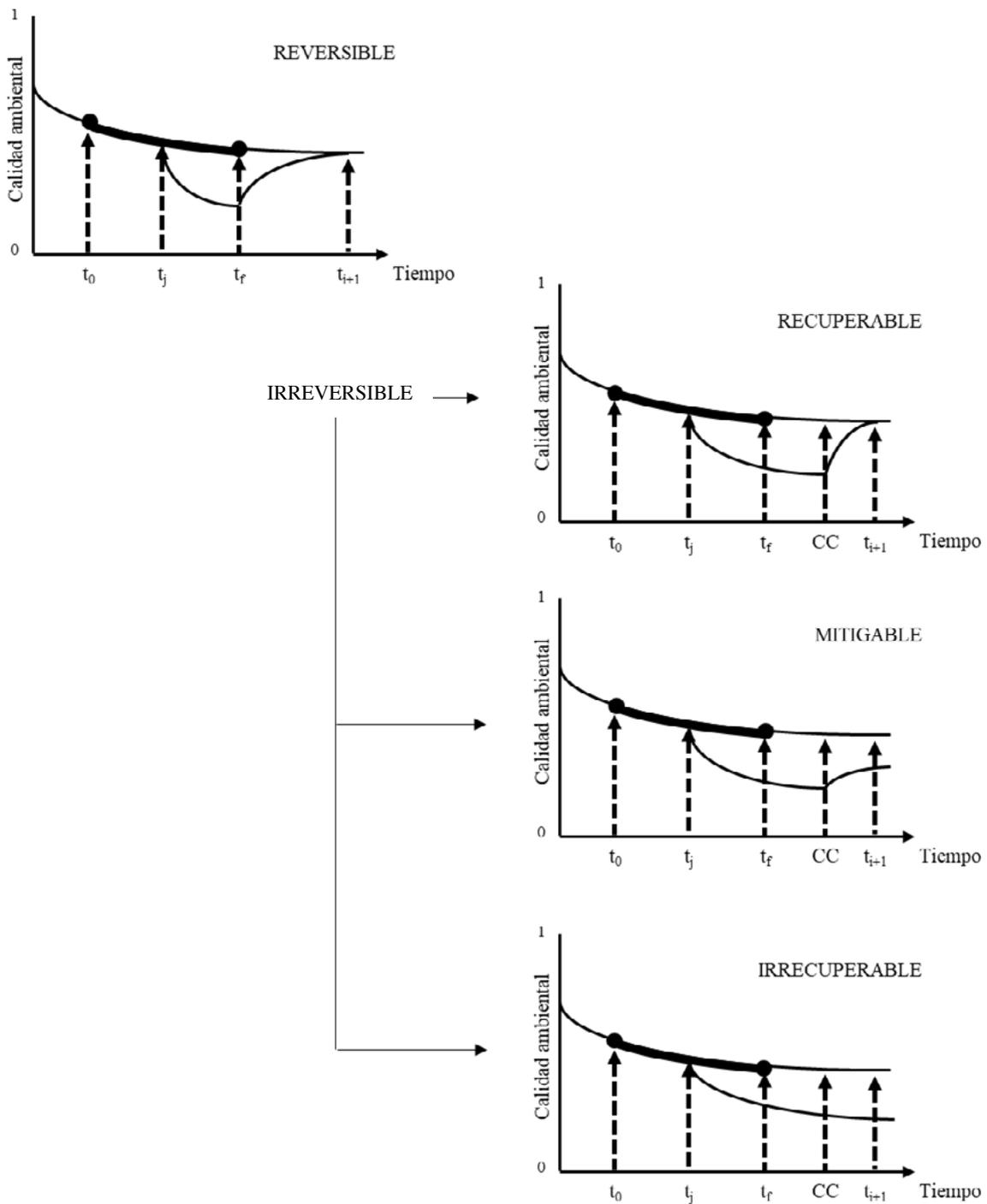


Figura 13. Evolución de la calidad ambiental en las situaciones «con» y «sin» acción según la capacidad de recuperación. En la figura t_0 es el momento en que empieza la acción, t_j es el momento en que aparece el efecto, t_r es el momento en que cesa la acción, CC es el momento en el que empieza la medida correctora y t_{i+1} es el momento en que se valora el impacto.

Los impactos positivos pueden ser igualmente reversibles o irreversibles, en función de si los subfactores afectados pueden recuperar o no la calidad ambiental previa a la acción de forma natural. Sin embargo, se establece que los impactos positivos irreversibles siempre serán a su vez irrecuperables, ya que, si una acción produce un impacto positivo irreversible, no interesa, en ningún caso, realizar acciones posteriores que devuelvan la calidad ambiental a la situación inicial, que era peor que la existente con el impacto ambiental.

En la tabla 7 se recoge un ejemplo de cada una de las categorías mencionadas.

Tabla 7. Ejemplo de impactos ambientales según la capacidad de recuperación.

Tipo de impacto	Ejemplo
Reversible	<i>Disminución del confort sonoro por una explosión.</i> En el momento en que termina la acción, desaparece el ruido y el confort sonoro recupera la calidad ambiental que tenía antes de la explosión.
Irreversible recuperable	<i>Eliminación de la vegetación natural de alto valor por la tala del bosque.</i> Cuando se tala un bosque, el subfactor <i>Vegetación natural de alto valor</i> pierde calidad ambiental; sin embargo, siempre se puede recuperar la calidad ambiental que existía antes de talar, por ejemplo, mediante una acción como la reforestación.
Irreversible mitigable	<i>Baja aceptabilidad social del proyecto.</i> Siempre es un impacto mitigable, ya que la <i>Aceptabilidad social del proyecto</i> se mide por el porcentaje de población que está en contra del proyecto y siempre se pueden hacer campañas de sensibilización para disminuir ese porcentaje y aumentar la aceptabilidad social.
Irreversible irrecuperable	<i>Pérdida del uso agrícola del suelo por cementado.</i> No hay una acción viable económica y técnicamente que permita recuperar el uso agrícola del suelo..

2.2.5. Persistencia (PE)

La persistencia se refiere al tiempo que transcurre desde la aparición del efecto (t_j) hasta el retorno a las condiciones previas a la acción. En definitiva, es lo que dura el efecto.

Según la persistencia, un impacto puede ser:

- **TEMPORAL**

Aquel cuyo efecto no permanece en el tiempo más de 10 años.

- **PERMANENTE**

Aquel cuyo efecto permanece en el tiempo de forma indefinida. A efectos prácticos, se acepta como permanente un impacto ambiental con una duración superior a 10 años.

La figura 14 contiene los tipos de impactos ambientales que puede haber atendiendo a la persistencia, en el caso de impactos negativos. En el caso de impactos positivos, habría que dar la vuelta a las gráficas y se hablaría de cantidad de calidad ambiental que se gana.

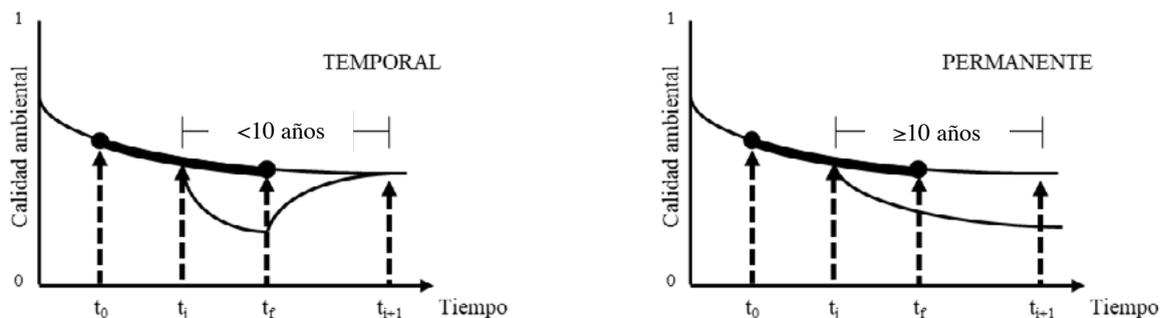


Figura 14. Evolución de la calidad ambiental en las situaciones «con» y «sin» acción según la persistencia del impacto. En la figura t_0 es el momento en que empieza la acción, t_j es el momento en que aparece el efecto, t_f es el momento en que cesa la acción y t_{i+1} es el momento en que se valora el impacto.

Los atributos capacidad de recuperación y persistencia están muy relacionados entre sí (figura 15). Por definición, aquellos impactos que por su capacidad de recuperación son irrecuperables o mitigables, por su persistencia son permanentes, debido a que el efecto no desaparece nunca de forma total. Sin embargo, los impactos recuperables o reversibles pueden ser temporales o permanentes, dependiendo del tiempo que dure la acción. Si la acción tiene una duración inferior a 10 años serán temporales y, si dura más de 10 años, serán permanentes.

Por ejemplo, *disminución del confort sonoro por una explosión* es siempre un impacto reversible. Como la acción dura menos de 10 años, el impacto es forzosamente temporal (en este caso fugaz). *Aumento del nivel de CO por el transporte de materiales* también es un impacto reversible. Si el transporte se refiere a la fase de construcción del proyecto, el impacto sería temporal. Por el contrario, si se refiere al transporte de residuos que tiene lugar en la fase de explotación de un vertedero, entonces el impacto sería permanente.

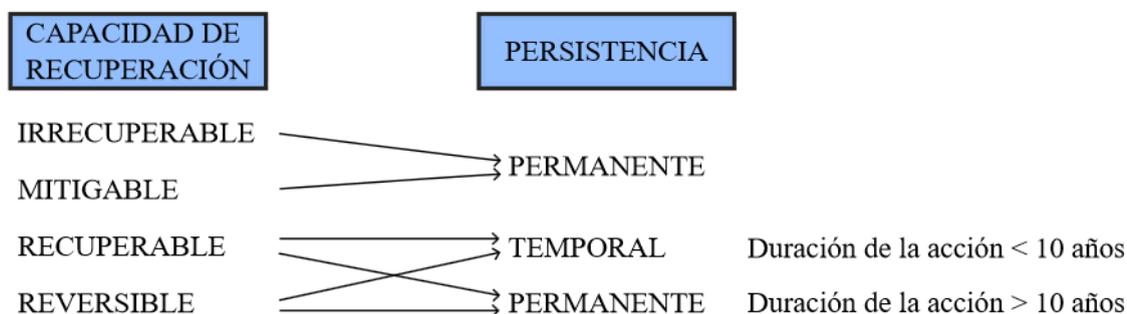


Figura 15. Relación entre los atributos capacidad de recuperación y persistencia.

2.2.6. *Efecto (EF)*

El efecto se refiere a la forma de manifestación del impacto, como consecuencia de una acción. Según el efecto, un impacto puede ser (figura 16):

- **DIRECTO O PRIMARIO**

Aquel cuyo efecto es consecuencia directa de la acción.

- **INDIRECTO O SECUNDARIO**

Aquel cuyo efecto no es consecuencia directa de una acción, sino que tiene lugar a partir de un impacto primario, actuando el efecto del impacto primario como una acción de segundo orden. Es decir, el efecto de un impacto primario actúa como acción de un impacto secundario.

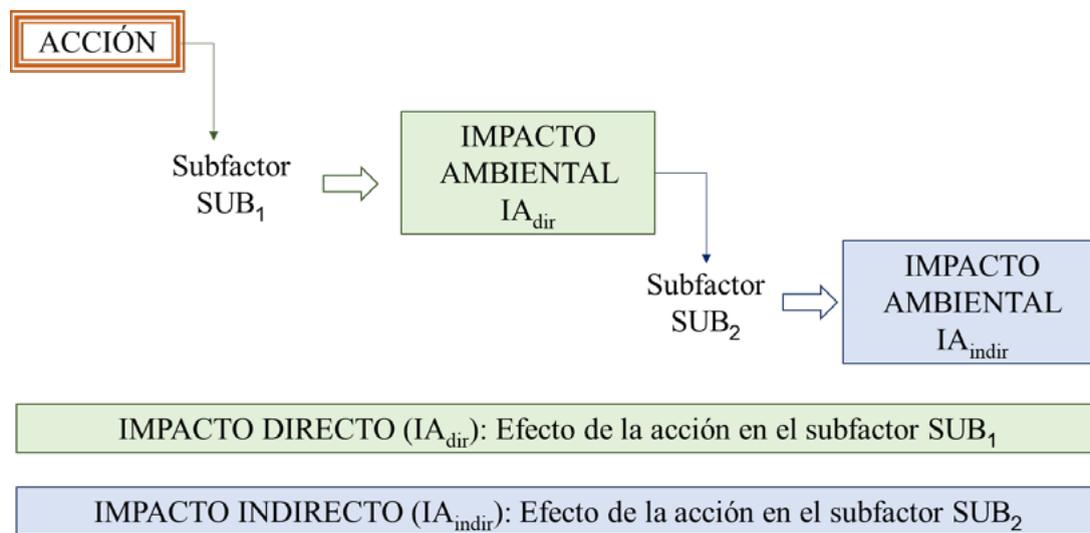


Figura 16. Ejemplo de un impacto directo y otro indirecto.

Un ejemplo de efecto secundario es el siguiente: la acción *puesta en marcha de un proceso de combustión de carbón* provoca la emisión del compuesto gaseoso dióxido de azufre (SO₂), lo que da lugar al impacto directo *aumento del nivel de SO₂ por la puesta en marcha de un proceso de combustión de carbón*. El SO₂ alcanza en seguida las aguas superficiales, normalmente arrasado por la lluvia, en forma de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Por lo tanto, la puesta en marcha del proceso, además de aumentar el nivel de inmisión del SO₂, provoca de forma indirecta la disminución de la calidad de las aguas superficiales, dando lugar al impacto indirecto *disminución de la calidad del agua por la puesta en marcha de un proceso de combustión de carbón*.

2.2.7. *Interrelación de impactos (II)*

La interrelación de impactos se refiere a la posibilidad de adición de impactos procedentes de distintas acciones, es decir, a la forma que tienen los impactos de sumarse.

Supóngase una acción A₁ que impacta sobre un subfactor ambiental F, provocando un impacto IA₁. Si no existe ninguna otra acción que provoque un impacto sobre el subfactor F en el

mismo momento y en el mismo lugar, se considera que IA_1 es un impacto simple. Supóngase, por el contrario, que existe otra acción A_2 que impacta sobre el subfactor F provocando un impacto IA_2 en el mismo momento y lugar que IA_1 . En este caso, los impactos IA_1 e IA_2 pueden ser acumulativos o sinérgicos, dependiendo de cómo se sumen sus efectos. En la tabla 8 se resumen los tipos de impacto según la interrelación de efectos.

Tabla 8. Tipos de impactos que afectan al subfactor F según la interrelación de efectos.

Tiempo (t_{IA_i}) y espacio (e_{IA_i}) de IA_1 e IA_2	Impacto		
$t_{IA_1} \neq t_{IA_2}$ o $e_{IA_1} \neq e_{IA_2}$	IA_1 e IA_2 no se pueden sumar		Simple
$t_{IA_1} = t_{IA_2}$ y $e_{IA_1} = e_{IA_2}$	Hay que sumar IA_1 e $IA_2 \rightarrow IA_{1-2}$	Si $IA_{1-2} = IA_1 + IA_2$	Acumulativo
		Si $IA_{1-2} > IA_1 + IA_2$	Sinérgico

Por lo tanto, según la interrelación entre acciones y efectos, un impacto puede ser:

• **SIMPLE**

Cuando la acción afecta a un solo subfactor ambiental, es decir, no hay posibilidad de sumar los impactos ambientales.

• **ACUMULATIVO**

Aquel cuyo efecto aumenta debido a la acción conjunta de varias acciones, en el mismo momento y lugar. Un impacto también se considera acumulativo cuando, 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.

• **SINÉRGICO**

Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de varias acciones, en el mismo momento y lugar, supone una alteración mayor que el efecto suma simple de las alteraciones de las acciones por separado. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.

Por ejemplo, se tienen dos acciones de un proyecto:

- A_1 : *transporte de materiales en la fase de construcción de una obra.*
- A_2 : *asfaltado de una parte de la parcela en la fase de construcción de la obra.*

Ambas acciones afectan, entre otros, al subfactor 1.1.1.9. *Polvo, humos y partículas en suspensión*, de forma que los impactos ocasionados sobre este subfactor serán:

- IA_1 : *aumento del polvo, humo y partículas en suspensión por el transporte de materiales.*
- IA_2 : *aumento del polvo, humo y partículas en suspensión por el asfaltado.*

Ambos impactos coinciden en el espacio (la parcela donde se está llevando a cabo la obra) y en el tiempo (se puede asfaltar una parte de la parcela y mover camiones a la vez), por lo que el efecto que recibirá al subfactor ambiental será aquel obtenido de sumar ambos impactos individuales. Como el subfactor 1.1.1.9. *Polvo, humos y partículas en suspensión* se mide en unidades de masa por volumen de aire, el impacto conjunto generado por ambas acciones (IA_{1+2}) será la suma algebraica de los impactos individuales, por lo que se puede decir que ambos impactos son acumulativos.

Por otro lado, estas dos acciones también afectan al subfactor 1.1.1.a. *Olores*, de forma que los impactos ocasionados sobre este subfactor serán:

- IA_1 : *aumento de olores por el transporte de materiales.*
- IA_2 : *aumento de olores por el asfaltado.*

El subfactor 1.1.1.a. *Olores* se mide mediante una escala de sensaciones, agradable, desagradable, etc., que, al no ser unidades de medida convencionales, no se pueden sumar de forma algebraica. La experiencia demuestra que la sensación de aumento de olor cuando dos acciones actúan al unísono es superior a la esperada si se sumasen ambos efectos de forma algebraica, es decir, son impactos sinérgicos.

En general, en aquellos casos en los que los impactos no se pueden cuantificar objetiva y/o algebraicamente, los impactos se consideran sinérgicos.

La figura 17 contiene los tipos de impactos ambientales que se distinguen atendiendo a la interrelación de impactos, en el caso de impactos negativos. En el caso de impactos positivos, habría que dar la vuelta a las gráficas y se hablaría de cantidad de calidad ambiental que se gana.

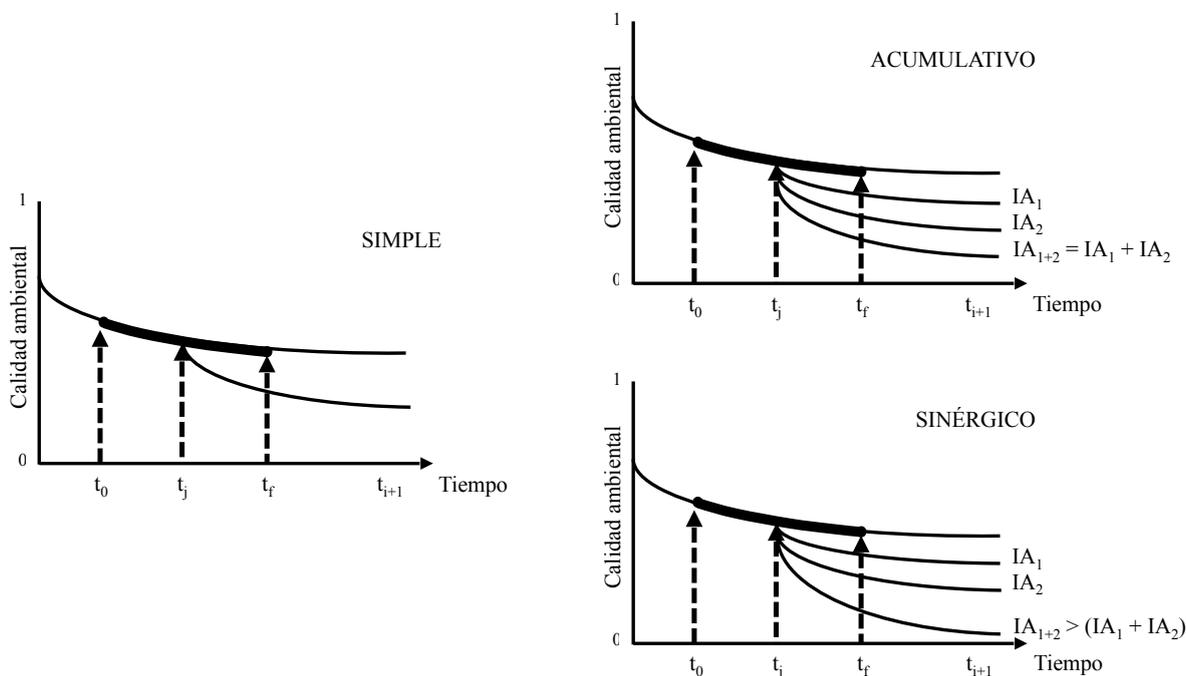


Figura 17. Evolución de la calidad ambiental en las situaciones «con» y «sin» acción según la interrelación de impactos. En la figura t_0 es el momento en que empieza la acción, t_j es el momento en que aparece el efecto, t_f es el momento en que cesa la acción y t_{i+1} es el momento en que se valora el impacto.

2.2.8. Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Según la periodicidad un impacto ambiental puede ser:

- **CONTINUO**

Aquel impacto que mientras dura la acción tiene un efecto prolongado en el tiempo, aunque pueda ser temporal.

- **DISCONTINUO**

Aquel que mientras dura la acción tiene un efecto que aparece y desaparece a lo largo del tiempo. Estos a su vez pueden ser:

- **PERIÓDICO:** el impacto aparece de forma periódica en el tiempo, mientras dura la acción.
- **IRREGULAR O APERIÓDICO:** el impacto es imprevisible en el tiempo.

Por ejemplo, *aumento del nivel de hidrocarburos por el transporte de materiales* es un impacto continuo: mientras haya transporte se emiten hidrocarburos. Sin embargo, *disminución del confort sonoro por el funcionamiento de una máquina de café* sería un impacto discontinuo.

La figura 18 contiene los tipos de impactos ambientales atendiendo a la periodicidad de impacto, en el caso de impactos negativos. En el caso de impactos positivos, habría que dar la vuelta a las gráficas y se hablaría de cantidad de calidad ambiental que se gana.

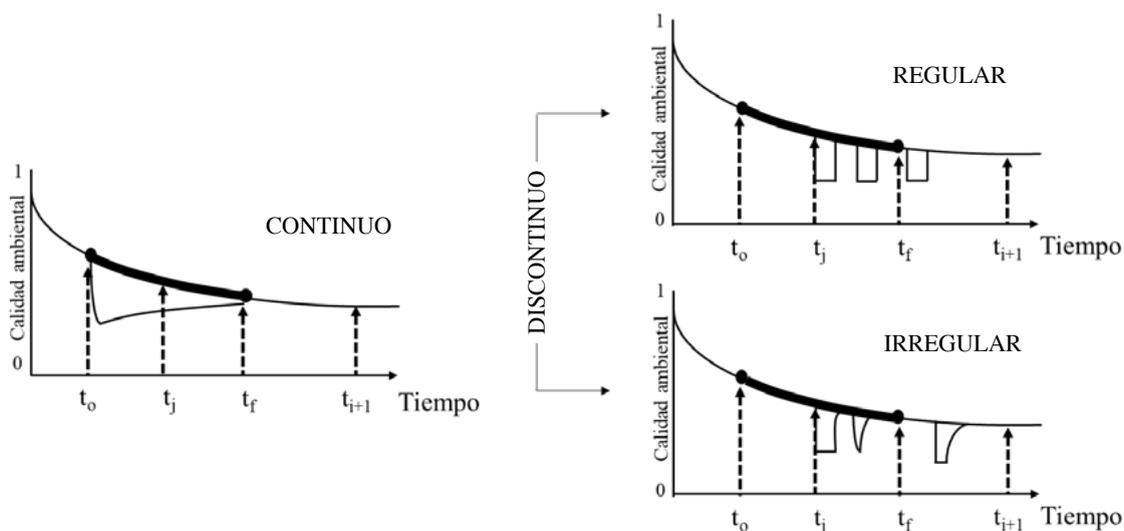


Figura 18. Evolución de la calidad ambiental en las situaciones «con» y «sin» acción según la periodicidad del impacto. En la figura, t_0 es el momento en que empieza la acción, t_j es el momento en que aparece el efecto, t_f es el momento en que cesa la acción y t_{i+1} es el momento en que se valora el impacto.

2.2.9. Momento (MO)

El momento representa el tiempo que transcurre desde que comienza la acción hasta que aparece el efecto. Según el momento, un impacto ambiental puede ser:

• **INMEDIATO**

Aquel impacto cuyo efecto aparece en el mismo momento en que se inicia la acción, es decir, cuando se cumple $t_0 = t_j$.

• **LATENTE**

Aquel impacto cuyo efecto aparece al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la acción. Los impactos latentes pueden ser:

- **A CORTO PLAZO:** si $t_j - t_0 < 1$ año.
- **A MEDIO PLAZO:** si $1 < t_j - t_0 < 5$ años.
- **A LARGO PLAZO:** si $t_j - t_0 > 5$ años.

Además, el impacto se puede manifestar en un momento *crítico*. En este caso, si el impacto es negativo, es imprescindible corregirlo.

La figura 19 recoge los tipos de impactos ambientales atendiendo al momento, en el caso de impactos negativos. En el caso de impactos positivos, habría que dar la vuelta a las gráficas y se hablaría de cantidad de calidad ambiental que se gana.

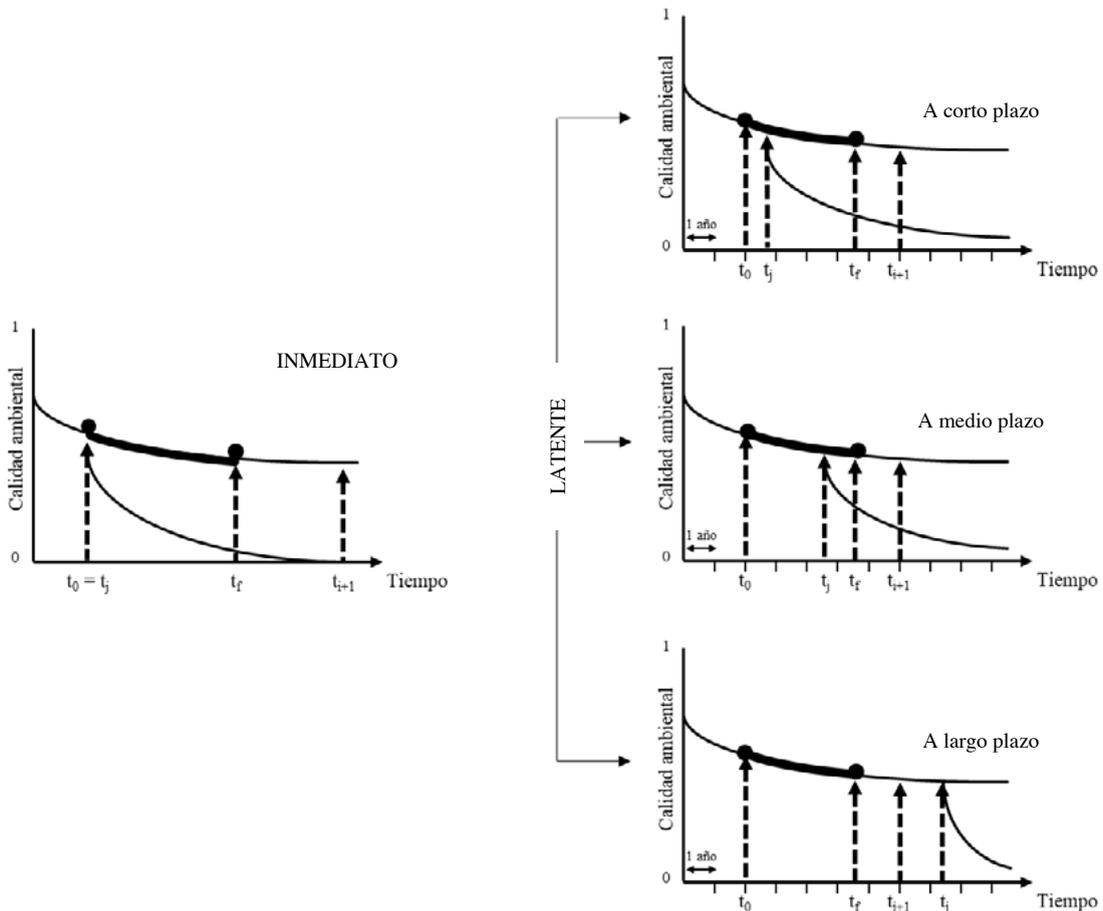


Figura 19. Evolución de la calidad ambiental en las situaciones «con» y «sin» acción según la periodicidad del impacto. En la figura, t_0 es el momento en que empieza la acción, t_j es el momento en que aparece el efecto, t_f es el momento en que cesa la acción y t_{i+1} es el momento en que se valora el impacto.

2.3. Naturaleza de impacto ambiental

Un impacto ambiental se identifica por el efecto de una acción simple de una actividad sobre un subfactor ambiental. Los elementos que caracterizan un impacto son su signo, su valor, el tiempo y el espacio (tabla 9). El análisis exhaustivo de estos 4 elementos proporciona la información suficiente para decidir si hay que intervenir sobre un impacto determinado y el momento en que hay que hacerlo.

Tabla 9. Elementos que caracterizan un impacto ambiental.

Impacto ambiental	Signo	Positivo + Negativo -	
	Valor (grado de manifestación) (V)	Importancia (I) (cualitativa)	Persistencia (PE) Recuperabilidad (CR) Efecto (EF) Interrelación (II) Periodicidad (PR) Momento (MO)
		Magnitud (M) (cuantitativa)	Cantidad ($CA_{con} - CA_{sin}$) Relevancia (UIP ¹)
	Tiempo	Evolución temporal	
	Espacio	Identificación geográfica del área en la que se manifiesta el efecto	

¹ UIP: unidad de importancia relativa.

SIGNO

El signo o carácter es uno de los atributos estudiados en el apartado anterior (apartado 2.2.1.).

VALOR

El valor del impacto, que se designa con la letra V, es el grado de manifestación del impacto. Mide la gravedad de los impactos negativos o la bondad de los positivos. El valor del impacto se determina mediante una función que combina la importancia (I) (grado de manifestación cualitativo) y la magnitud (M) (grado de manifestación cuantitativo) del impacto.

La importancia del impacto (I) se calcula mediante una fórmula matemática en la que interviene los atributos de impacto mencionados en el apartado anterior (apartado 2.2.). Por otro lado, la magnitud del impacto (M) mide la cantidad de calidad ambiental y la relevancia del subfactor modificado: la cantidad de calidad ambiental del subfactor afectado se mide como la diferencia entre la calidad ambiental del subfactor en las situaciones «sin» y «con» acción, mientras que su relevancia se determina asignando un peso (expresado en unidades de importancia relativa, UIP) al subfactor afectado dentro del entorno.

TIEMPO

El tiempo del impacto se refiere a la evolución temporal del mismo. Toda modificación que se introduzca en un sistema hace que este evolucione hacia un nuevo equilibrio que paulatinamente se va acercando al equilibrio inicial, siempre y cuando el sistema pueda asimilar la modificación. La forma en que el impacto varía con el tiempo es uno de los elementos que hay que tener en cuenta a la hora de estudiar un impacto.

ESPACIO

El espacio del impacto se refiere a la identificación geográfica de la extensión del área en la que se manifiesta el efecto. Generalmente, esta identificación se realiza con mapas. Algunos de los impactos se localizan de la siguiente manera: los impactos de sobreexplotación de recursos se localizan representando el área ocupada por el recurso explotado; los de ocupación/transformación mediante la superposición del plano que contiene los elementos físicos de la actividad sobre los planos que representan los subfactores ambientales; los impactos de contaminación representando las cargas de inmisión esperadas por zonas y señalando sobre ellas los puntos donde se alcanzan los niveles críticos.

2.4. Indicadores de impacto ambiental

Teniendo en cuenta que la magnitud de un impacto es la diferencia entre la calidad ambiental de un subfactor afectad (CA_{con}) y la calidad ambiental del subfactor sin la afectación de ninguna acción (CA_{sin}), resulta necesario disponer de alguna herramienta que permita medir la calidad ambiental de los subfactores.

Un indicador ambiental es un elemento o concepto asociado a un subfactor ambiental que sirve para medir su calidad ambiental. Por lo tanto, la definición, el diseño, las características, etc. del indicador ambiental dependen, lógicamente, de la naturaleza del subfactor ambiental.

Existen 2 tipos de subfactores medioambientales: cualitativos y cuantitativos. Esto condiciona la forma de medir el impacto que se ejerce sobre ellos, es decir, el tipo de indicador que se utiliza (tabla 10).

Tabla 10. Forma de medir los impactos ambientales según el tipo de subfactor ambiental.

Tipo de subfactor		Indicador	Formas de medir el impacto
Cuantitativo (medible)		Directo	Directa
		Indirecto	Indirecta
Cualitativo (sistemas no convencionales)	Criterios objetivos	Objetivo	Escalas proporcionales Escalas jerárquicas
	Criterios subjetivos	Subjetivo	Escalas de preferencias Sensaciones

Los subfactores cuantitativos son medibles, esto es, se dispone de una unidad de medida para ellos, de tal forma que los impactos que les afectan son cuantificables, ya sea de forma directa o de forma indirecta. Por ejemplo, el subfactor *1.1.1.1. Nivel de CO* es un subfactor cuantitativo y, para determinar el efecto que una acción produce sobre dicho subfactor, se puede utilizar uno de los 4 indicadores que se han desarrollado:

- *Promedio diario del nivel de inmisión de CO.*
- *Ponderación del nivel diario de inmisión de CO según la superficie de zonas homogéneas.*
- *Ponderación del nivel diario de inmisión de CO según la población afectada en cada zona.*
- *Porcentaje de personas afectadas por niveles de CO perjudiciales.*

Los tres primeros son indicadores directos, porque se basan en medir la concentración de CO. El último es un indicador indirecto porque se mide el porcentaje de personas afectadas por niveles de CO perjudiciales.

Los subfactores cualitativos son aquéllos para los que no se dispone de una unidad de medida convencional y se deben valorar mediante sistemas no convencionales. Hay dos tipos de indicadores que se utilizan en estos casos:

- Indicadores para los que se dispone de criterios objetivos de valoración, como son las escalas proporcionales y las jerárquicas (ya sea de orden, intervalo, etc.).
- Indicadores para los que no se dispone de criterios objetivos y, por lo tanto, se debe recurrir a métodos como escalas de preferencias, sensaciones, encuestas a paneles de expertos, etc.

Por ejemplo, el subfactor *2.1.4.2. Yacimientos arqueológicos* es un subfactor cualitativo que se mide con el indicador *Índice medio de calidad de los yacimientos arqueológicos*. Es un indicador objetivo porque clasifica los yacimientos en categorías según sus características y mide la calidad ambiental de cada categoría. Por el contrario, el subfactor *1.1.1.a. Olores* es un subfactor cualitativo, cuyo indicador denominado *Indicador semicualitativo del olor del aire* se basa en un criterio subjetivo, el olor agradable o no.

Cada indicador tiene un ámbito de referencia, que no se debe confundir con el entorno del proyecto. El ámbito de referencia de un indicador es la porción del territorio en la que podría producirse un impacto sobre el subfactor afectado, en función del indicador seleccionado. En el caso de que todos los impactos tengan una extensión del 100 %, la unión de los ámbitos de referencia de todos los indicadores coincide con el entorno del proyecto. Siguiendo con el ejemplo anterior, el ámbito de referencia del indicador semicualitativo del olor del aire es aquella porción del territorio que puede verse afectada por el olor.

Hay subfactores que se pueden medir por varios indicadores. En cada caso, hay que elegir el más adecuado, dependiendo de la perspectiva con que se quiera medir el impacto.

Existe una recopilación de indicadores que contiene una carpeta *Indicadores* con 34 archivos de Excel. El primero de ellos se llama *0. Índice de indicadores* y contiene una relación de indicadores disponibles para medir cada uno de los subfactores ambientales. El resto de los archivos contienen las fichas de cada uno de los indicadores ordenadas según factores y subfactores ambientales. Cada ficha incluye la definición del indicador, su curva de transformación, etc. Dicha información se encuentra en el archivo digital de docencia e investigación de la UPV/EHU [Encinas *et al.* (2022). <https://addi.ehu.es/>] con la URL <http://hdl.handle.net/10810/16793>. A continuación, se muestra, a modo de ejemplo, la ficha del *Indicador semicualitativo del olor del aire* (figura 20).

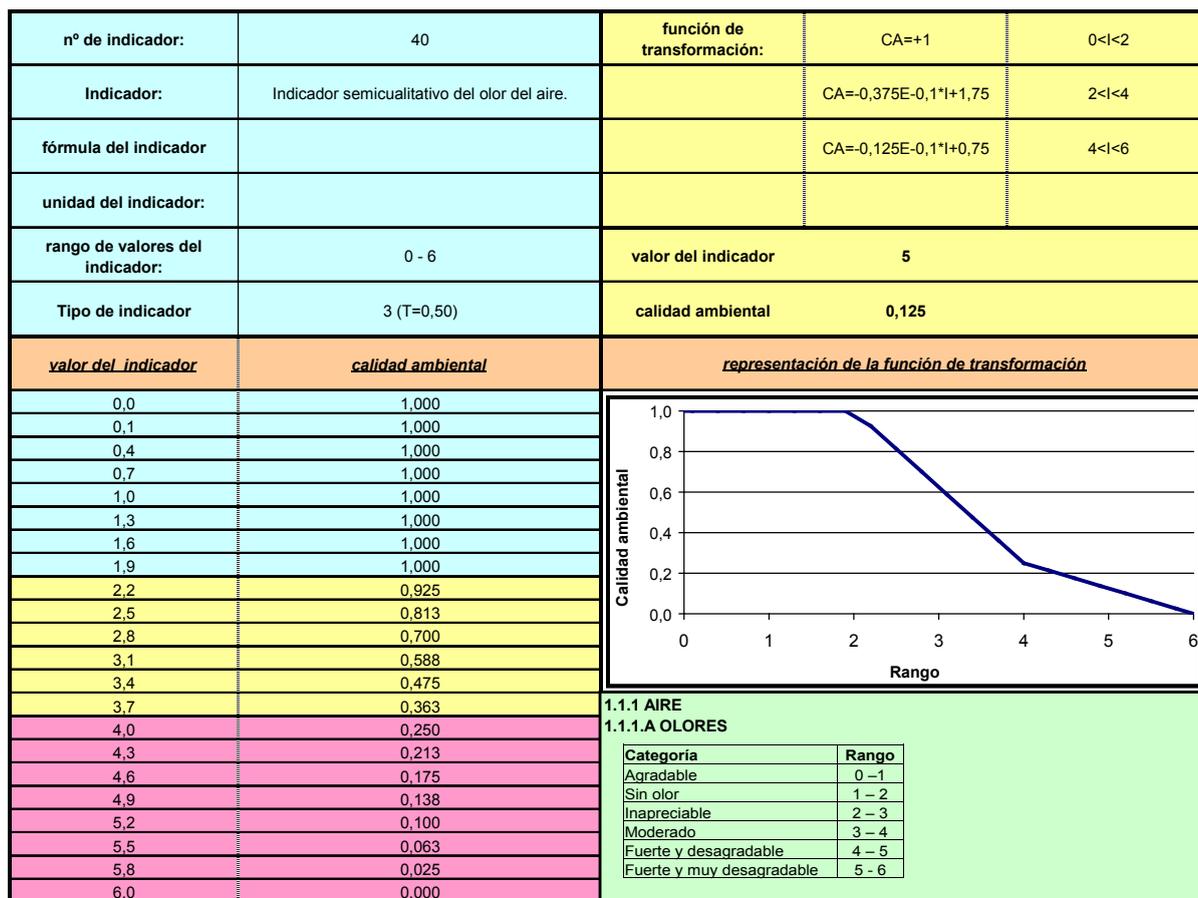


Figura 20. Ficha del Indicador semicualitativo del olor del aire recogida en <http://hdl.handle.net/10810/16793>.

Capítulo 3

Marco legal e institucional del procedimiento administrativo de la evaluación de impacto ambiental

3.1. Legislación comunitaria

El punto de partida de la legislación sobre EIA en la Unión Europea fue la Directiva 85/337/CE, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados en el medioambiente (DO L175 de 05 de julio de 1985). Esta directiva dio a la administración la capacidad de aceptar, aceptar con modificaciones o rechazar cualquier proyecto que estuviera sujeto a esta norma. Los motivos que llevaron a la Unión Europea a promulgar esta directiva fueron fundamentalmente tres. En primer lugar, evitar los daños medioambientales antes de que apareciesen, en lugar de combatir posteriormente los efectos. En segundo lugar, que todos los países miembros de la Unión Europea tuvieran una legislación de EIA que fuese común. En tercer lugar, que todos los proyectos obligados a EIA tuvieran, por lo menos, una parte que sea pública.

Más adelante, en 1991, se aprobó el Convenio CEPE/ONU sobre la EIA en un contexto transfronterizo. Este convenio regula las evaluaciones ambientales de aquellos proyectos o actividades que están ubicados en un país, pero pueden tener impactos importantes negativos en otro país. Dicho convenio fue posteriormente desarrollado a través del Protocolo sobre evaluación estratégica del medioambiente de la convención sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo (hecho en Kiev (Ucrania), el 21 de mayo de 2003).

En 1997, la Directiva 85/337/CE fue modificada por la Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo de 1997, por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medioambiente (DO L073 de 14 de marzo de 1997).

En el año 2001, se aprobó la Directiva 2001/42/CE, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medioambiente (DO L197 de 21 de julio de 2001).

Posteriormente, en el año 2003, se aprobó la Directiva 2003/35/CE, de 26 de mayo de 2003, por la que se establecen medidas para la participación del público en la elaboración de determi-

nados planes y programas relacionados con el medioambiente y por la que se modifican, en lo que se refiere a la participación del público y el acceso a la justicia, las Directivas 85/337/CEE y 96/61CE (DO L156 de 25 de junio de 2003). Esta modificación supuso el reconocimiento real y efectivo, a lo largo del procedimiento de EIA, del derecho de participación pública, conforme a lo previsto en el Instrumento de Ratificación del Convenio sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medioambiente, hecho en Aarhus (Dinamarca), el 25 de junio de 1998 (BOE nº 40 de 16 de febrero de 2005).

Asimismo, se aprobaron otras directivas europeas que de alguna forma afectaban la directiva original de 1985:

- Directiva 2004/35/CE, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales (DO L143 de 30 de abril de 2004).
- Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo de 2006, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE (DO L102 de 11 de abril de 2006).

Posteriormente, se aprobó la Directiva 2011/92/UE, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medioambiente (DO L26 de 28 de enero de 2012), que derogó las Directivas 85/337/CE y 97/11/CE y modificó algún artículo de la Directiva 2003/35/CE.

Finalmente, se aprobó la Directiva 2014/52/UE, de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medioambiente (DO L124 de 25 de abril de 2014).

3.2. Legislación estatal

3.2.1. Normativa sectorial

La normativa sectorial es muy variada y es necesario tenerla en cuenta en las EIA y EAE. En función del tipo de proyecto, plan o programa, es necesario aplicar una u otra norma. A continuación, a modo de ejemplo, se recogen algunas normas sectoriales (tabla 11). Hay que tener en cuenta que la normativa sectorial vigente coexiste con la específica de EIA y EAE, y que se tiene que cumplir con toda la legislación vigente, ya sea sectorial o específica.

3.2.2. Legislación específica

Cuando España entró en la Unión Europea, incorporó a su ordenamiento jurídico toda la legislación comunitaria sobre EIA que estaba vigente en el momento. Así, la Directiva 85/337/CE se traspuso en el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental (BOE nº 155 de 30 de junio de 1986), y en el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental (BOE nº 239 de 5 de octubre de 1988).

Tabla 11. Normativa sectorial.

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Ley de Minas 22/1973, de 21 de julio de 1973.

Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.

Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.

Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, que desarrolla el Reglamento de Patrimonio Nacional.

Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre. Reglamento General de Carreteras.

Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

Real Decreto 1997/1995 de 7 de diciembre. Espacios Naturales.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.

Orden de 13 de septiembre de 2001 de modificación parcial de la Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios y de la Orden de 27 de diciembre de 1999 por la que se aprueba la Norma 3.1.IC.

Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.

Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos.

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos. Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.

Posteriormente, cuando en 1997 Europa modificó la Directiva de 1985, en España se aprobaron en el año 2000 y 2001, respectivamente, el Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental (BOE nº 241 de 7 de octubre de 2000), y la Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental (BOE nº 73 de 9 de mayo de 2001), los cuales han permanecido vigentes hasta el 27 de enero de 2008.

En el año 2003 se aprobó la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (BOE nº 313 de 31 de diciembre de 2003), cuyo artículo 127 modifica el Real Decreto Legislativo 1302/86.

En el 2006 se aprobaron la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de determinados planes programas en el medioambiente (BOE nº 102 de 29 de abril de 2006) y la Ley 27/2006 de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medioambiente (BOE nº 171 de 19 de julio de 2006), la cual en su disposición final primera modifica el Real Decreto Legislativo 1302/86.

En el año 2008 se promulgó el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación de impacto ambiental de proyectos (BOE nº 23 de 26 de enero de 2008). De toda la legislación mencionada anteriormente, esta norma derogó:

- Real Decreto Legislativo 1302/1986.
- Real Decreto Ley 9/2000
- Ley 6/2001.
- Artículo 127 de la Ley 62/2003.
- Disposición final primera de la Ley 27/2006.

Posteriormente, se aprobó la Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de evaluación de impacto ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (BOE nº 73 de 25 de marzo de 2010).

Sin embargo, toda la legislación relacionada con la EIA y EAE con anterioridad al año 2013 quedó obsoleta y derogada, tras la aprobación en ese año de la Ley 21/2013 (BOE nº 296, de 11 diciembre de 2013). Esta ley reúne en un único texto el régimen jurídico de la EAE y de la EIA, y establece un conjunto de disposiciones comunes que aproximan y facilitan la aplicación de ambas regulaciones. La ley establece un esquema similar para ambos procedimientos y unifica la terminología. Además, estos procedimientos se regulan de manera exhaustiva, lo cual aporta dos ventajas: por una parte, puede servir de acicate para que las comunidades autónomas los adopten en su ámbito de competencias, sin más modificaciones que las estrictamente necesarias para atender a sus peculiaridades y, por otra parte, hace que el desarrollo reglamentario de la ley no resulte imprescindible.

Desde su publicación, la Ley 21/2013 ha sufrido diversas modificaciones. De todas ellas, destaca la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE nº 1294, de 6 de diciembre de 2018). Esta ley reordena los principios inspiradores de la evaluación ambiental con la finalidad de incluir en un mismo apartado la precaución y la acción cautelar. Asimismo, se han realizado diversas modificaciones con el fin de adaptar a la norma comunitaria, entre otras, la

definición de evaluación de impacto ambiental y el procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario. También introduce como novedad la obligación para el promotor de incluir en el EsIA un análisis sobre la vulnerabilidad de los proyectos ante accidentes graves o catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medioambiente, en caso de concurrencia de los mismos.

Posteriormente, se han producido nuevas modificaciones a la Ley 21/2013 recogidas en el Real Decreto-Ley 23/2020 de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y otros ámbitos para la reactivación económica (BOE nº 175, de 23 de junio de 2020) y en el Real Decreto-Ley 36/2020, por el que se aprueban medidas urgentes para la modernización de la Administración pública y para la ejecución del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (BOE nº 341, de 31 de diciembre de 2020). Finalmente, en el año 2022 se añade la disposición adicional 19, por Real Decreto-Ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra de Ucrania (BOE nº 76, de 30 de marzo de 2022).

3.3. Procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental

La Ley 21/2013 regula el procedimiento de EIA. A los efectos de esta ley, se entiende por:

- **PROMOTOR:** *cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que pretende realizar un proyecto de los comprendidos en el ámbito de aplicación de esta ley, con independencia de la administración que sea la competente para su autorización.*
- **ÓRGANO AMBIENTAL:** *órgano de la Administración pública que elabora, en su caso, el documento de alcance, que realiza el análisis técnico de los expedientes de evaluación ambiental y formula las declaraciones ambientales estratégicas, los informes ambientales estratégicos, las declaraciones de impacto ambiental, y los informes de impacto ambiental.*
- **ÓRGANO SUSTANTIVO:** *órgano de la Administración pública que ostenta las competencias para adoptar o aprobar un plan o programa, para autorizar un proyecto, o para controlar la actividad de los proyectos sujetos a declaración responsable o comunicación previa, salvo que el proyecto consista en diferentes actuaciones en materias cuya competencia la ostenten distintos órganos de la Administración pública estatal, autonómica o local, en cuyo caso, se considerará órgano sustantivo aquel que ostente las competencias sobre la actividad a cuya finalidad se orienta el proyecto, con prioridad sobre los órganos que ostentan competencias sobre actividades instrumentales o complementarias respecto a aquella.*

La Ley 21/2013 establece en su artículo 7 qué tipo de EIA le corresponde a cada proyecto, pudiendo ser esta simplificada u ordinaria en función del tipo de proyecto de que se trate.

EIA SIMPLIFICADA

Los proyectos que serán objeto de evaluación de impacto ambiental simplificada son (artículo 7):

- Los proyectos recogidos en el anexo II de la Ley 21/2013.
- Los proyectos no incluidos en el anexo I ni en el anexo II de la Ley 21/2013 pero que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.
- Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c de la Ley 21/2013, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medioambiente.
- Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.
- Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.

En estos casos, el proyecto estará obligado por ley a cumplir con lo que establecen los artículos 45 a 48 de la Ley 21/2013 y el procedimiento está recogido en la figura 21.

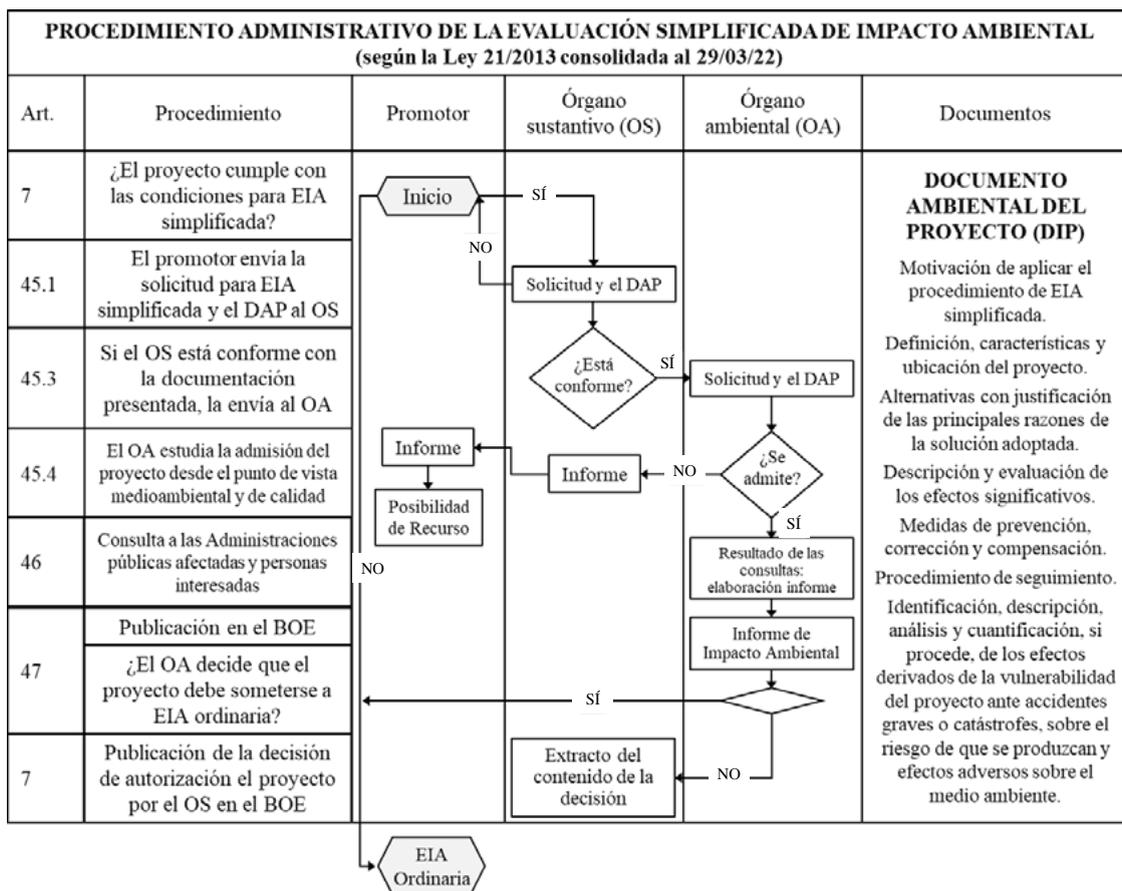


Figura 21. Procedimiento administrativo de EIA. Evaluación simplificada.

El promotor presentará ante el órgano sustantivo, junto con la documentación exigida por la legislación sectorial, una solicitud de inicio de EIA simplificada, acompañada del documento ambiental del proyecto (DAP)¹.

El órgano sustantivo analizará toda la documentación recibida. Si comprobara que la documentación presentada no es correcta, requerirá al promotor para que la complete y subsane los errores que pudiera haber. Una vez que la documentación es correcta, el órgano sustantivo la remitirá al órgano ambiental, para que continúe con el procedimiento.

El órgano ambiental estudiará la documentación recibida. Si cree que el proyecto es inviable por razones ambientales o que el documento ambiental no reúne las condiciones de calidad suficientes, podrá resolver la inadmisión de la solicitud de inicio. Frente a esta resolución, el promotor tiene la opción de interponer recurso.

Una vez admitida la solicitud de inicio, el órgano ambiental iniciará el trámite de las consultas previas, que consiste en realizar una serie de consultas a las Administraciones públicas y a las personas interesadas acerca del DAP (impactos que creen que puede causar el proyecto, medidas para proteger el medioambiente, etc.).

Recogidas las respuestas a las consultas, el órgano ambiental, tomará la decisión acerca de la viabilidad ambiental del proyecto y emitirá el informe de impacto ambiental², que podrá determinar que:

- a. El proyecto tiene efectos medioambientales importantes y debe someterse a EIA ordinaria, con lo que seguiría el procedimiento.
- b. El proyecto no tiene efectos medioambientales significativos. En este caso, el informe se publicará en un boletín oficial y se remitirá al órgano sustantivo para que tome la decisión final sobre el proyecto, según el procedimiento sustantivo.

¹ Contenido mínimo del DAP:

- a) La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.
- b) La definición, características y ubicación del proyecto.
- c) Una exposición de las principales alternativas estudiadas y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- d) Una descripción de los aspectos medioambientales que puedan verse afectados de manera significativa por el proyecto.
- e) Una descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medioambiente, que sean consecuencia de las emisiones y los desechos previstos y la generación de residuos y del uso de los recursos naturales, en particular el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad. Se describirán y analizarán en particular, los efectos directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto. Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000 se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.
- f) La identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores, derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgo de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medioambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.
- g) Las medidas que permitan prevenir, reducir y compensar y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo relevante en el medioambiente de la ejecución del proyecto.
- h) La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el DAP.

² Informe preceptivo y determinante del órgano ambiental con el que concluye la EIA simplificada (Ley 21/2013, artículo 5.3.e).

Dicho informe perderá su vigencia si, una vez publicado, no se hubiera procedido a la autorización sustantiva del proyecto en un plazo máximo de cuatro años. En este caso, el promotor deberá empezar de nuevo la EIA simplificada.

Finalmente, el órgano sustantivo decidirá autorizar o denegar el proyecto, lo que hará público en el BOE o diario oficial correspondiente. Asimismo, publicará en su sede electrónica el contenido de la decisión y las condiciones que eventualmente la acompañen, los principales motivos y consideraciones en los que se basa la decisión.

EIA ORDINARIA

Los proyectos que serán objeto de evaluación de impacto ambiental ordinaria son (artículo 7):

- Los comprendidos en el anexo I de la Ley 21/2013, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.
- Los proyectos comprendidos en el apartado 2 del artículo 7 de la Ley 21/2013, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III de la Ley 21/2013.
- Los proyectos incluidos en el apartado 2 del artículo 7 de la Ley 21/2013, cuando así lo solicite el promotor.
- Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II de la Ley 21/2013, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.

En estos casos, el proyecto estará obligado por ley a cumplir con lo que establecen los artículos recogidos en la Sección 1ª del Capítulo II de la Ley 21/2013, constando el procedimiento de los siguientes trámites:

- Elaboración del EsIA³. Responsable: promotor.
- Sometimiento del proyecto y del EsIA a información pública y consultas a las Administraciones públicas afectadas y personas interesadas. Responsable: órgano sustantivo.
- Análisis técnico del expediente. Responsable: órgano ambiental.
- Formulación de la DIA. Responsable: órgano ambiental.
- Integración del contenido de la DIA en la autorización del proyecto. Responsable: órgano sustantivo.

El procedimiento de la EIA ordinaria se describe de manera más detallada a continuación.

3 Documento elaborado por el promotor que acompaña al proyecto e identifica, describe, cuantifica y analiza los posibles efectos significativos sobre el medioambiente derivados o que puedan derivarse del proyecto, así como la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, el riesgo de que se produzcan dichos accidentes graves o catástrofes y el obligatorio análisis de los probables efectos adversos significativos en el medioambiente en caso de ocurrencia. También analiza las diversas alternativas razonables, técnica y ambientalmente viables, y determina las medidas necesarias para prevenir, corregir y, en su caso, compensar, los efectos adversos sobre el medioambiente (Ley 21/2013, artículo 5.3.c).

FASE I: ACTUACIONES PREVIAS: SOLICITUD Y DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (OPTATIVO)

La fase I contiene el conjunto de actuaciones previas relativas al alcance del EsIA, tal y como se muestra en la figura 22.

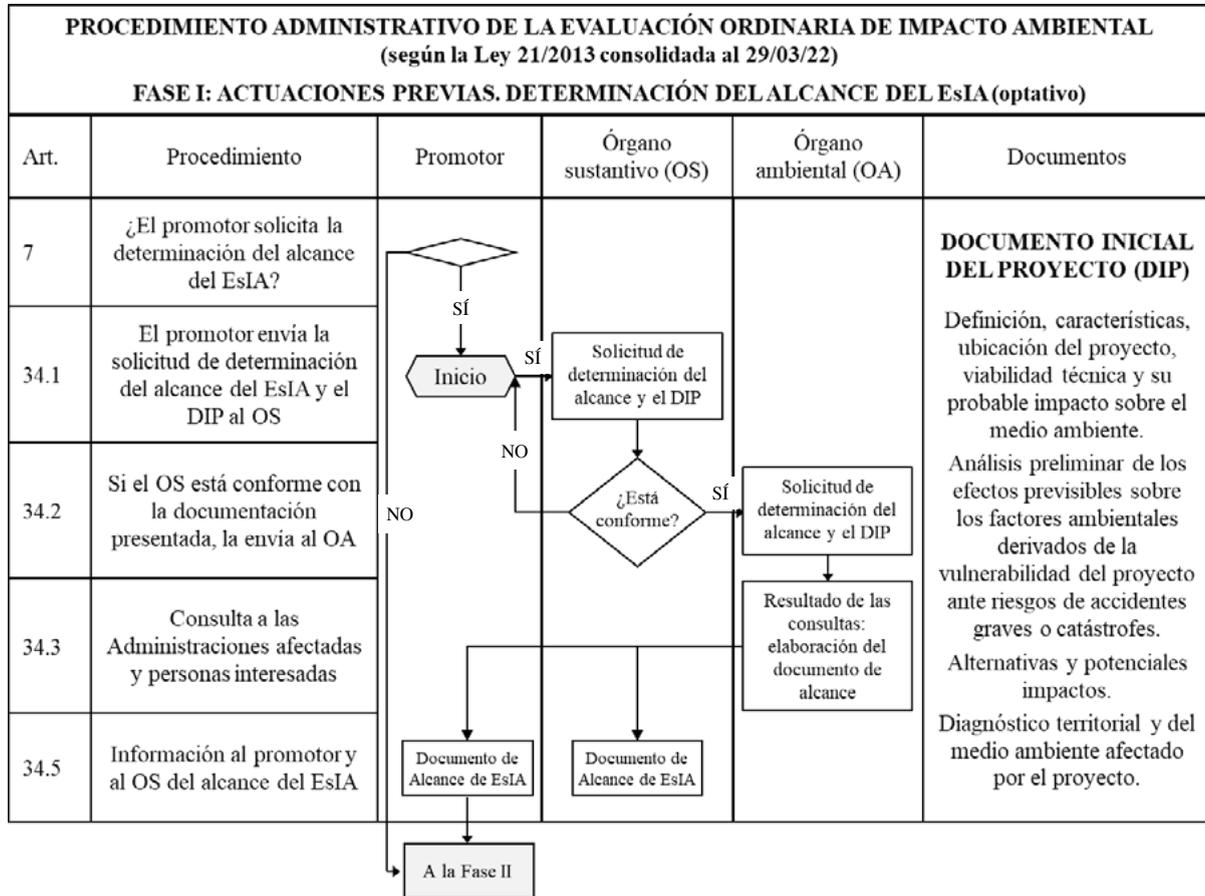


Figura 22. Procedimiento administrativo de EIA. Fase I de la evaluación ordinaria.

El promotor tiene la opción de solicitar al órgano ambiental el documento de alcance del EsIA. Si renuncia a esta opción, se pasa directamente a la FASE II y el promotor elabora el EsIA. En caso de que opte por solicitar dicho documento, el promotor presentará ante el órgano sustantivo una solicitud para determinar el alcance del EsIA, acompañada del documento inicial del proyecto (DIP)⁴.

4 Contenido mínimo del DIP:

- a) La definición, características, ubicación del proyecto viabilidad técnica y su probable impacto sobre el medioambiente, así como un análisis preliminar de los efectos previsibles sobre los factores ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes.
- b) Las principales alternativas que se consideran y un análisis de los potenciales impactos de cada una de ellas.
- c) Un diagnóstico territorial y del medioambiente afectado por el proyecto.

El órgano sustantivo analizará toda la documentación recibida. Si comprobara que la documentación presentada no es correcta, requerirá al promotor para que la complete y subsane los errores que pueda haber. Una vez que la documentación es correcta, el órgano sustantivo la remitirá al órgano ambiental, para que realice el trámite de consultas a las Administraciones públicas y a las personas interesadas.

Cuando el proyecto debe ser sometido a EIA ordinaria por decisión del órgano ambiental, se tendrá en cuenta el resultado de las consultas realizado en la EIA simplificada. Por lo tanto, no es necesario realizar consultas de nuevo.

Recogidas las respuestas a las consultas, el órgano ambiental elaborará el documento de alcance del EsIA y lo remitirá al promotor y al órgano sustantivo, junto con las contestaciones recibidas a las consultas realizadas.

FASE II: ELABORACIÓN DEL ESIA, INFORMACIÓN PÚBLICA Y CONSULTAS

Esta fase consiste en realizar el trámite obligatorio de información pública del EsIA provisional elaborado por el promotor. La figura 23 contiene un esquema de dicho trámite.

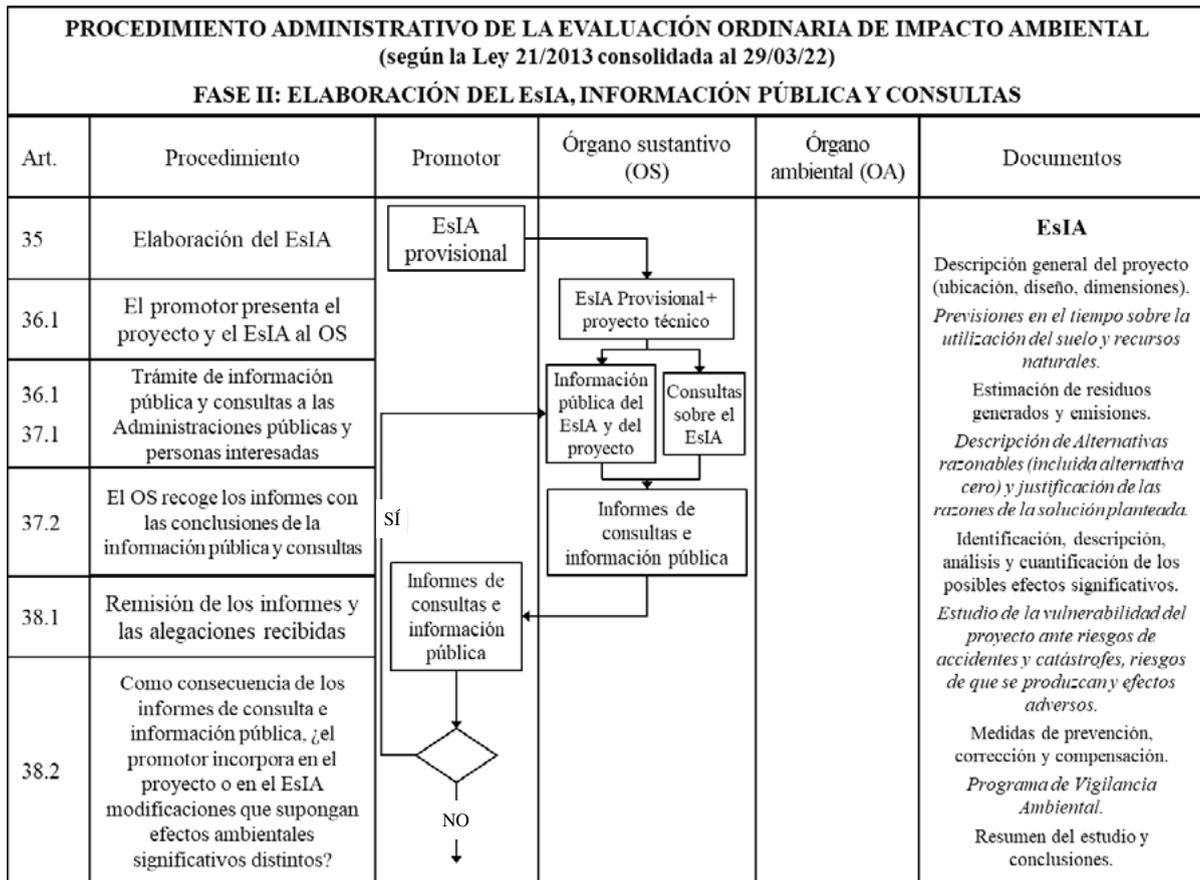


Figura 23. Procedimiento administrativo de EIA. Fase II de la evaluación ordinaria.

El promotor elaborará un EsIA provisional y lo presentará ante el órgano sustantivo junto con el proyecto técnico. El órgano sustantivo los someterá al trámite de información pública, según el procedimiento sustantivo de aprobación del proyecto. Al mismo tiempo, el órgano sustantivo realizará consultas acerca del EsIA a las Administraciones públicas y a las personas interesadas.

Posteriormente, el órgano sustantivo remitirá al promotor los informes y alegaciones recibidas para su consideración en la redacción, en su caso, de la nueva versión del proyecto y en el EsIA definitivo.

Si como consecuencia del trámite de información pública y de consultas, el promotor incorporase en el proyecto o en el EsIA modificaciones que supongan efectos ambientales significativos distintos de los previstos originalmente, se realizará un nuevo trámite de información pública y consultas.

FASE III: EMISIÓN DE LA DIA

La última fase consiste en la elaboración del expediente por parte del promotor, así como el análisis técnico de dicho expediente y resolución por parte del órgano ambiental (figura 24).

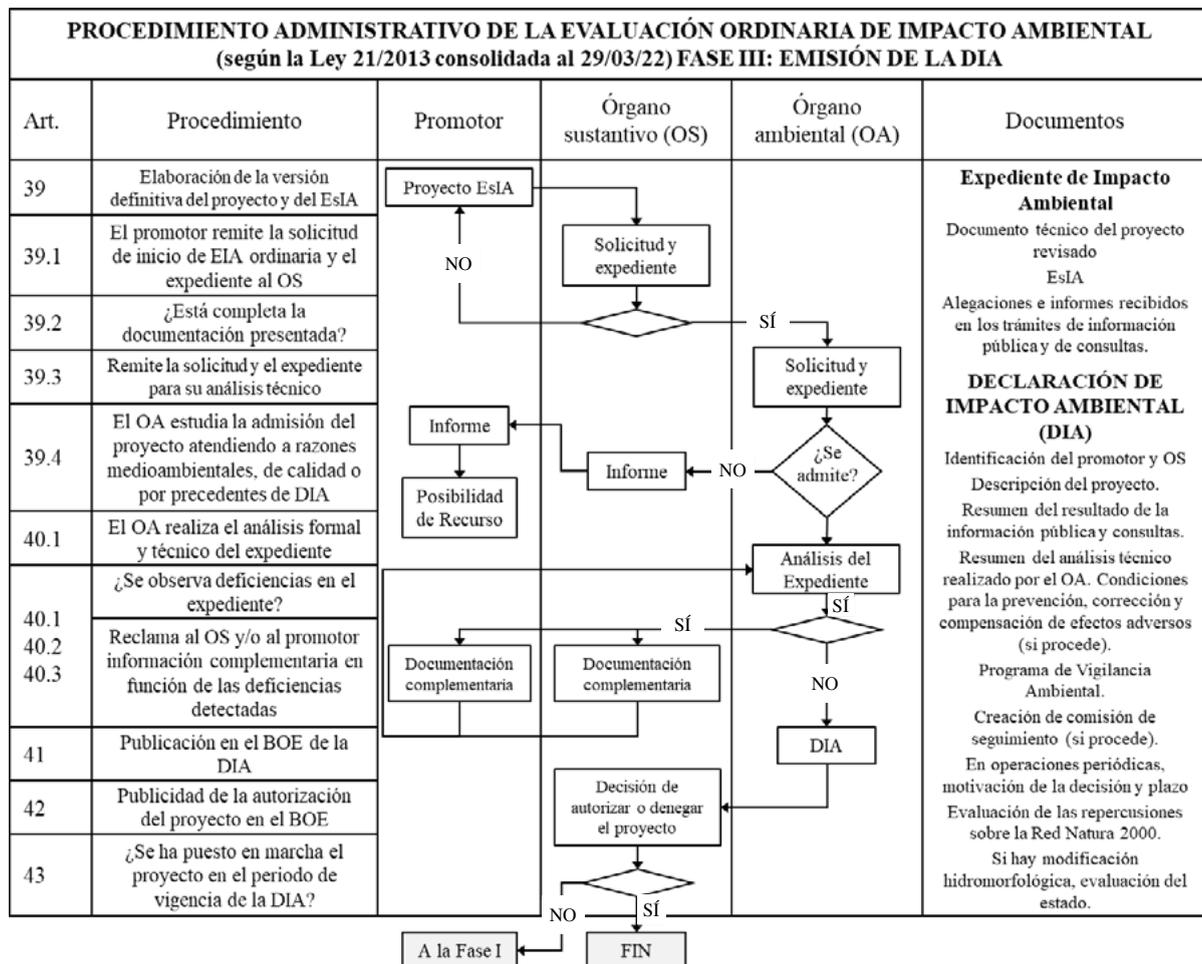


Figura 24. Procedimiento administrativo de EIA. Fase III de la evaluación ordinaria.

Una vez redactada la versión final del proyecto y realizado el EsIA definitivo, el promotor presentará ante el órgano sustantivo, junto con la documentación exigida por la legislación sectorial, la solicitud de inicio de EIA ordinaria, en la que incluirá el expediente de EIA⁵.

El órgano sustantivo analizará toda la documentación recibida. Si comprobara que no está completa, le pedirá al promotor que la complete. Una vez que la documentación esté completa, se la hará llegar al órgano ambiental.

El órgano ambiental podrá decidir no aceptar la solicitud de inicio, por alguna de las siguientes razones:

- a. Si estimara de modo inequívoco que el proyecto es manifiestamente inviable por razones ambientales.
- b. Si estimara que el EsIA no reúne condiciones de calidad suficientes.
- c. Si ya hubiese inadmitido o ya hubiese dictado una DIA desfavorable en un proyecto sustantivamente análogo al presentado.

El órgano ambiental realizará un análisis técnico del expediente de EIA, evaluando los efectos ambientales del proyecto.

Si durante el análisis técnico del expediente el órgano ambiental estimara que se han cometido irregularidades (ya sea por parte del órgano sustantivo en el trámite de información pública y de consultas, o por parte del promotor en el EsIA) les requerirá para que las subsanen.

El órgano ambiental formulará la DIA⁶, informe preceptivo y determinante, que determinará si procede o no, a los efectos ambientales, la realización del proyecto y, en su caso, las condiciones en las que puede desarrollarse, las medidas correctoras y las medidas compensatorias. La DIA se publicará en el BOE o diario oficial correspondiente.

El órgano sustantivo tomará la decisión de autorizar o denegar el proyecto y la publicará en el BOE o diario oficial correspondiente. Si en el plazo de 4 años partir de la publicación, no se hubiera comenzado la ejecución del proyecto, la DIA perderá su vigencia y el promotor deberá empezar de nuevo la EIA ordinaria, salvo que se acuerde la prórroga de la vigencia de la DIA en los términos previstos en los puntos 2 a 5 del artículo 43 de la Ley 21/2013.

⁵ Contenido mínimo del expediente de EIA:

- a) El documento técnico del proyecto.
- b) El EsIA.
- c) Las alegaciones e informes recibidos en los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.
- d) En su caso, las observaciones que el órgano sustantivo estime oportunas.

⁶ Informe preceptivo y determinante del órgano ambiental con el que concluye la EIA ordinaria, que evalúa la integración de los aspectos ambientales en el proyecto y determina las condiciones que deben establecerse para la adecuada protección del medioambiente y de los recursos naturales durante la ejecución y la explotación y, en su caso, el desmantelamiento o demolición del proyecto (Ley 21/2013, artículo 5.3.d).

Capítulo 4

El estudio de impacto ambiental

4.1. Formación del equipo interdisciplinar

El EsIA es un documento elaborado por el promotor; contiene la información necesaria para evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medioambiente, y permite adoptar las decisiones adecuadas para prevenir y minimizar dichos efectos.

Los EsIA deben ser realizados por un equipo interdisciplinar, cuyos miembros se organizan para abordar un problema común, de forma que la comunicación entre ellos sea continua. Es importante que el equipo sea interdisciplinar y no multidisciplinar, es decir, que haya relación entre los componentes del grupo aunque sean especialistas de distintos campos, que se comparta la información abiertamente y que se establezca un plan de acción común. No es necesario que estén físicamente juntos, pero sí que estén coordinados y que presenten un único informe, el EsIA. Por el contrario, en los grupos multidisciplinarios, los especialistas de un tema trabajan sin ningún tipo de relación con los de otro tema y los resultados se presentan en informes separados.

El equipo de un EsIA debería constar, por lo menos, de los siguientes miembros (figura 25):

- Un director de equipo: técnico en planificación o ingeniero ambiental con práctica en tareas de gestión.
- Un coordinador de equipo: formación generalista (cualquier titulación pero con conocimientos generales del proyecto y del entorno en el que se ubica).
- Especialistas en los diferentes factores ambientales que se van a ver afectados: ecólogos, biólogos, sociólogos, edafólogos, geólogos, etc.
- Asesores:
 - Asesores científico-técnicos, que conozcan perfectamente el proyecto.
 - Asesores jurídicos, que conozcan la legislación.
- Un equipo de apoyo para el tratamiento de datos, cartografía automática, SIG, etc.



Figura 25. Equipo interdisciplinar para la realización de un EsIA.
Fuente: Gómez-Orea y Gómez Villarino (2013).

4.2. Contenido de un estudio de impacto ambiental

Según la legislación estatal vigente, un EsIA debe contener, al menos, la información detallada en la Parte A del Anexo VI recogido en la Ley 21/2013:

1. Objeto y descripción del proyecto.
2. Examen de alternativas del proyecto que resulten ambientalmente más adecuadas, que sean técnicamente viables, y justificación de la solución adoptada.
3. Inventario ambiental y descripción de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales claves.
4. Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en sus alternativas.
5. Establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
6. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental (PVSA).
7. Vulnerabilidad del proyecto.
8. Evaluación ambiental de repercusiones en espacios de la Red Natura 2000.
9. Resumen no técnico de la información facilitada en virtud de los apartados precedentes.
10. Lista de referencias bibliográficas consultadas para la elaboración de los estudios, y análisis y listado de la normativa ambiental aplicable al proyecto.

Teniendo en cuenta la información que debe recoger un EsIA, se puede elaborar un cronograma tipo del proceso de elaboración del mismo (figura 26), en el que se recojan todas las fases de trabajo que el promotor tiene que realizar para la elaboración del EsIA.

	Periodo de tiempo (meses, semanas, etc.)						Responsable equipo
	1	2	3	4	5	6	
Análisis del proyecto y sus alternativas							
Identificación de acciones del proyecto							
Definición del ámbito de referencia							
Inventario ambiental							
Identificación de factores ambientales							
Identificación de efectos potenciales							
Cribado de efectos potenciales							
Caracterización de efectos significativos							
Identificación de indicadores de impacto							
Predicción magnitud de los efectos significativos							
Diseño de funciones de transformación							
Cálculo magnitud del efecto							
Valoración del impacto							
Enjuiciamiento de impactos significativos							
Identificación grupos de interés social							
Ponderación de factores ambientales							
Valoración del impacto ambiental total							
Propuesta de medidas correctoras							
Valoración del impacto corregido							
Programa de vigilancia ambiental							
Documento de síntesis							

Figura 26. Ejemplo de plantilla para la realización del cronograma de un EsIA.

4.3. Metodología general del estudio de impacto ambiental

Se llama metodología general del EsIA al conjunto de métodos que existe para realizar las distintas tareas de un EsIA (listas de chequeo, matrices de interacción causa-efecto, etc.).

Hoy por hoy, los métodos que existen están diseñados para proyectos concretos. No hay una metodología universal o estándar que sirva para todos los proyectos en cualquier medio en que se ubiquen o, por lo menos, para un tipo de proyecto. El método a utilizar en un EsIA depende tanto de los factores que se ven afectados como de las acciones que provocan los impactos. Esta pareja acciones-factores es única, es decir, nunca va a haber dos proyectos exactamente iguales ubicados en el mismo entorno.

Por lo tanto, en cada EsIA hay que adaptar la metodología general al caso particular. Gráficamente, se suele decir que la metodología de un EsIA debe ser como un traje a medida: hay que generar un método específico para cada EsIA, partiendo de los métodos generales.

Para generar un método específico, es necesario que los métodos generales sean versátiles, es decir, capaces de adaptarse a distintas situaciones. Los métodos más conocidos y utilizados que existen para la ejecución de las distintas tareas que componen un EsIA se dividen en:

1. Método de comparación de alternativas.
 - Sistemas de información geográfica (SIG).
2. Método de consulta a expertos.
 - Método Delphi.
3. Métodos para ponderar factores.
 - Técnica de jerarquización u ordenación por rangos.
 - Técnica de ponderación por grados escalares o puntuación.
 - Técnica de comparación por pares.
4. Métodos para identificar acciones, subfactores o impactos.
 - Listas de chequeo o control.
 - Matrices de interacción causa-efecto.
5. Métodos para valorar impactos ambientales.
 - Matrices de interacción causa-efecto.
 - Método del Instituto Battelle-Columbus.

Cabe destacar que no hay un método concreto para cada una de las tareas del EsIA. De igual forma, sería erróneo pensar que a cada tarea del EsIA le corresponde un método concreto. Estos métodos se pueden usar en cualquier parte del EsIA. Por ejemplo, las listas de chequeo se pueden utilizar tanto en la descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves como en la identificación de impactos.

4.3.1. *Método de comparación de alternativas: sistemas de información geográfica (SIG)*

Los SIG son los métodos cartográficos más comúnmente utilizados en la comparación y selección de alternativas.

SIG (GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Los SIG son empleados fundamentalmente para conocer la orografía del terreno donde se va a ubicar el proyecto objeto de EsIA. Es un método muy útil en la elección de la ubicación del proyecto tras la valoración de las diferentes alternativas.

En la figura 27 pueden verse algunas capas de datos del QGIS (Quantum GIS o sistema de información geográfica de código libre para plataformas Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows).

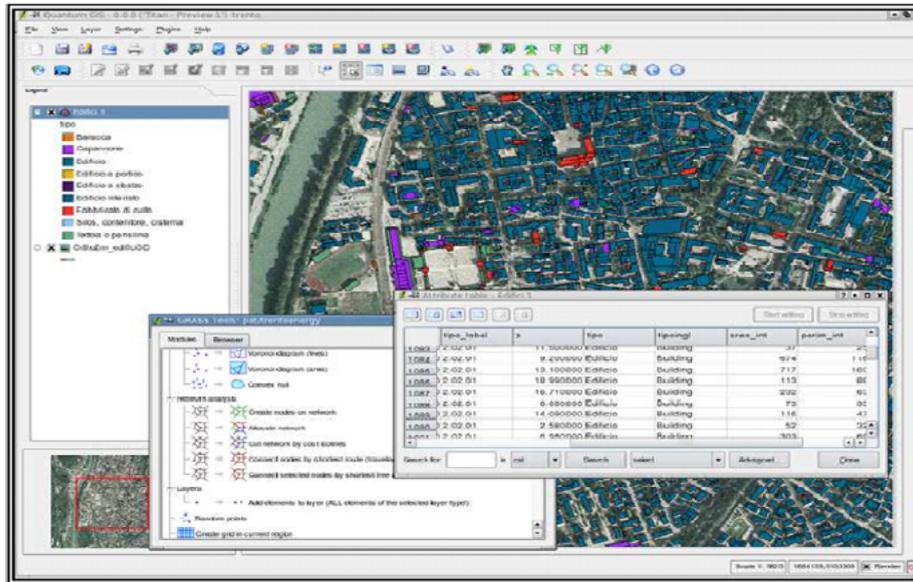


Figura 27. Sistema de información geográfica. En la imagen capas ráster y vectoriales en el SIG de código libre QGIS, usado como interfaz gráfica de usuario GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System*).

4.3.2. Método de consulta a expertos: Método Delphi

Las consultas a un panel de expertos se realizan mediante encuestas tipo Delphi. El método Delphi tiene como objetivo obtener el consenso o acuerdo de opiniones que un panel de expertos tiene acerca de un determinado problema o situación.

Se basa en un método iterativo de cuestionarios sucesivos, lo cual permite la convergencia de opiniones entre los expertos, pero sin utilizar la discusión abierta, sino que los expertos expresan sus opiniones de forma anónima. Así, se evitan la influencia de factores psicológicos como la persuasión o la resistencia al cambio de opinión cuando es pública, etc.

El método Delphi se aplica en tres fases: una fase previa, una fase de circulaciones y una fase final (figura 28).

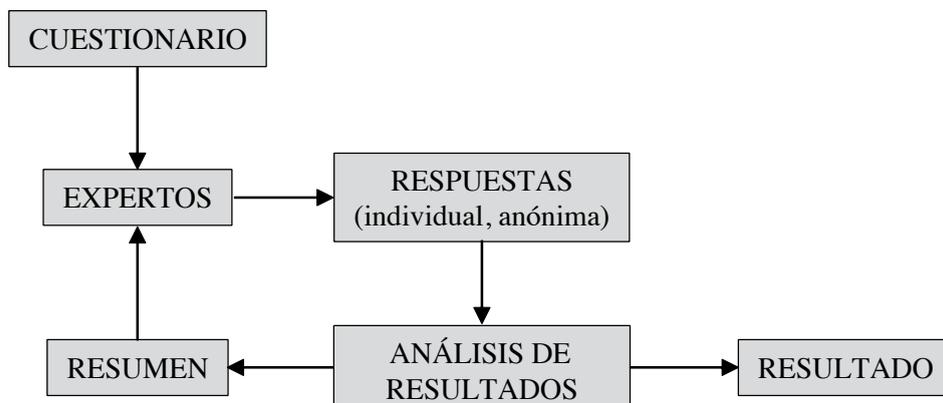


Figura 28. Esquema de una encuesta tipo Delphi.

En la fase previa, en primer lugar, el coordinador de la encuesta formula el problema a resolver y define los objetivos a conseguir. Luego, selecciona el panel de expertos y les explica el método a seguir. Por último, confecciona el primer cuestionario. .

En la fase de circulaciones se produce la respuesta a los sucesivos cuestionarios. Así, en la primera circulación, el coordinador hace entrega del primer cuestionario a cada experto, que debe responder de forma anónima e individual. Posteriormente, recoge los cuestionarios y analiza las respuestas. Con la información obtenida prepara un resumen de la primera circulación y, si es necesario, confecciona un segundo cuestionario. En la segunda circulación, se entrega a cada experto el segundo cuestionario y el resumen de la primera circulación, para que reconsidere sus respuestas y vuelva a contestarlo. Se vuelven a recoger y a analizar las respuestas. Las respuestas recogidas en la segunda circulación son más convergentes que las de la primera, ya que las respuestas más extremas desaparecen y se aproximan a los valores medios.

La circulación se repite tantas veces como sea necesario, hasta que el coordinador comprueba que no se producen variaciones en las respuestas de los expertos. Finalmente, el coordinador elabora el informe final con el resultado de la encuesta.

4.3.3. *Métodos para ponderar los subfactores ambientales*

Dado que el entorno de un proyecto está compuesto por una serie de subfactores ambientales, la calidad ambiental del entorno en su conjunto se corresponde con la agregación de la calidad ambiental de cada uno de los subfactores que lo componen. Sin embargo, no todos los subfactores contribuyen en la misma medida a la calidad ambiental del entorno. Hay subfactores que son muy importantes y que contribuyen mucho a la calidad del entorno, mientras que otros son menos importantes y contribuyen en menor medida. Por esta razón, se asigna un peso a cada subfactor ambiental en función de la importancia que tiene dentro del entorno, el cual se mide en UIP.

Si un subfactor de bajo peso sufre un impacto negativo importante, la pérdida de calidad ambiental no será elevada, por muy importante que sea el impacto. Si, por el contrario, un subfactor de elevado peso sufre un impacto poco importante, la pérdida de calidad ambiental será importante, aunque el impacto no lo sea, porque el subfactor contribuye mucho a la calidad ambiental del entorno.

Por lo tanto, no se deben confundir la importancia de un impacto con la importancia de un subfactor. La importancia de un impacto depende de la acción y del factor. Sin embargo, la importancia del subfactor no depende de ninguna acción, solo del entorno.

La ponderación de los subfactores ambientales se lleva a cabo a través de una consulta a un panel de expertos, mediante encuestas tipo Delphi (apartado 4.3.2).

En dicha consulta, los expertos asignarán el peso a los subfactores ambientales basándose en su criterio y en su experiencia personal. En la práctica, se pueden utilizar diversas técnicas o métodos matemáticos para recoger la opinión de los expertos: la técnica de jerarquización u ordenación por rangos, la técnica de ponderación por grados escalares o puntuación y la técnica de comparación por pares.

4.3.3.1. Técnica de jerarquización u ordenación por rangos

Esta técnica implica ordenar los subfactores en rangos o jerarquías, según su orden relativo de importancia.

Los pasos a seguir si se va a asignar el peso a m subfactores ambientales (del F₁ al F_m) mediante n expertos o panelistas (del E₁ al E_n) son:

- i. Se entrega a cada panelista (E_i) un listado con los m subfactores.
- ii. Se pide a cada panelista que asigne a cada subfactor un rango R_{ij} (desde 0 hasta m - 1) según la importancia que cree que tiene en el entorno.
- iii. Se confecciona una matriz (m x n) con los subfactores en filas (m), los panelistas en columnas (n) y los rangos (R_{ij}) en las casillas de cruce.

	E ₁	...	E _i	...	E _n
F ₁	R ₁₁				
...					
F _j			R _{ij}		
...					
F _m					R _{mn}

R = rango (de 0 a m - 1)

R = 0 ⇒ subfactor menos importante

R = m - 1 ⇒ subfactor más importante

- iv. Se calcula el peso de cada subfactor sumando todos los rangos que los panelistas le han dado a ese subfactor y dividiendo el resultado por la suma total de rangos.

F ₁	P ₁
...	...
F _j	P _j
...	...
F _m	P _m

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}}{[\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_{ij}]}$$

4.3.3.2. Técnica de ponderación por grados escalares o puntuación

En este método a los subfactores se les asignan valores nominales basados en escalas predefinidas de importancia. El procedimiento de trabajo es:

- i. Se entrega a cada panelista (E_i) un listado con los m subfactores.
- ii. Se pide a cada panelista que asigne a cada subfactor un valor V_{ij} (de 0 a 10) según su importancia en el entorno. El valor asignado a cada subfactor puede repetirse.

	E ₁	...	E _i	...	E _n
F ₁	V ₁₁				
...					
F _j			V _{ij}		
...					
F _m					V _{mn}

V = valor (de 0 a 10)

V = 0 ⇔ subfactor menos importante

V = 10 ⇔ subfactor más importante

iii. Se calcula V_{r_{ij}}, que es el valor relativo de cada subfactor para cada panelista.

	E ₁	...	E _i	...	E _n
F ₁	V _{r11}				
...					
F _j			V _{r_{ij}}		
...					
F _m					V _{r_{mn}}

$$V_{r_{ij}} = \frac{V_{ij}}{\sum_{j=1}^m V_{ij}}$$

iv. Se calcula el peso del subfactor como la media del valor relativo de todos los panelistas.

F	P
F ₁	P ₁
...	...
F _j	P _j
...	...
F _m	P _m

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n V_{r_{ij}}}{n}$$

4.3.3.3. Técnica de comparación por pares

Esta técnica consiste en comparar cada subfactor del entorno con los demás subfactores de forma sistemática. En cada caso es necesario evaluar la importancia relativa de cada subfactor. El proceso de trabajo es el siguiente:

i. Se entrega a cada panelista una matriz cuadrada (m x m) con los subfactores a ponderar en filas y en columnas.

	F ₁	...	F _j	...	F _m
F ₁	—				
...	—	—			
F _j	—	—	—		
...	—	—	—	—	
F _m	—	—	—	—	—

- ii. Se pide a cada panelista que elija de cada par de subfactores el que le parece más importante y que anote su número en la casilla de cruce correspondiente.
- iii. Se calcula la frecuencia absoluta (v_j) que cada panelista le ha dado a cada subfactor (número de veces que aparece el subfactor en la matriz) y su frecuencia relativa (vr_j) (frecuencia absoluta dividida entre el número de parejas totales de subfactores relacionados).

	v
F ₁	v ₁
...	
F _j	v _j
...	
F _m	v _m

	vr
F ₁	vr ₁
...	
F _j	vr _j
...	
F _m	vr _m

$$vr_j = \frac{v_j}{m \cdot \left(\frac{m-1}{2}\right)}$$

- iv. Se calcula el peso asignado a cada subfactor, P_j , como el promedio de vr_j .

F	P
F ₁	P ₁
...	...
F _j	P _j
...	...
F _m	P _m

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n vr_j}{n}$$

4.3.4. Métodos para identificar acciones, subfactores o impactos

4.3.4.1. Listas de chequeo o control

Una lista de chequeo o de control (check-list) es un listado lo más completo posible de las acciones de un determinado proyecto que pueden causar impactos, o de los subfactores de un entorno concreto que pueden verse afectados por un proyecto en particular, o incluso de los impactos que puede causar un determinado proyecto en un entorno concreto. Son, por lo tanto, muy útiles en la identificación de los impactos ambientales y sus elementos.

Existen algunas listas de chequeo bastante conocidas, como, por ejemplo, las contenidas en los manuales de EIA del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU), o las de la Agencia Americana de Protección del Medioambiente (EPA).

Las listas de chequeo tienen dos ventajas fundamentales: por un lado, su sencillez (son muy fáciles de utilizar) y, por otro, su accesibilidad (existen multitud de listas de chequeo disponibles). Sin embargo, también tienen ciertas limitaciones:

- Como todos los métodos generales, han sido desarrolladas para proyectos concretos, por lo que son rígidas, estáticas, unidimensionales y limitadas.
- No consideran la interacción entre los factores ambientales.
- No reflejan las características de los impactos como, por ejemplo, plazos, localización, etc.
- No reflejan impactos indirectos (que son aquellos que están provocados por el efecto de un impacto primario o directo).

Existen varios tipos de listas de chequeo, desde los simples listados, pasando por cuestionarios, hasta sistemas muy elaborados en los que se incluyen indicaciones para valorar los impactos. A modo de ejemplo, la figura 29 contiene una lista de chequeo para identificar impactos ambientales en zonas de acumulación de desechos mineros.

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

Figura 29. Ejemplo de lista de chequeo para identificar impactos ambientales en zonas de acumulación de desechos mineros.
Fuente: Espinoza (2007).

4.3.4.2. Matrices de interacción causa-efecto

Las matrices de interacción causa-efecto fueron los primeros métodos que surgieron para identificar los impactos ambientales en los EsIA.

Una matriz interactiva (figura 30), o de interacción causa-efecto, es un cuadro de doble entrada en el que se ponen en filas los subfactores ambientales que pueden verse afectados por el proyecto y en columnas las acciones del proyecto que pueden provocar impactos. En cada casilla o intersección (también llamado elemento tipo) se identifica un posible impacto, una interacción acción-factor o causa-efecto.

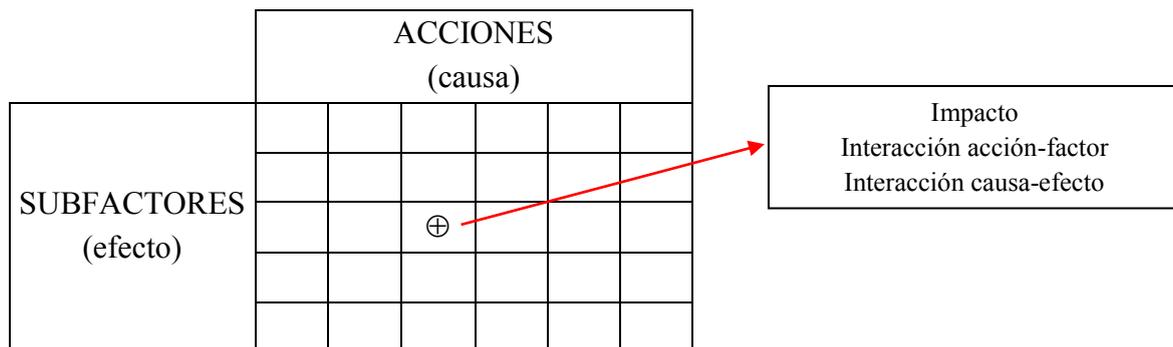


Figura 30. Matriz simple de interacción causa-efecto.

Las matrices de interacción causa-efecto son también muy útiles como instrumentos para comunicar impactos porque dan una visión general de los mismos. Existen varios tipos de matrices interactivas, por ejemplo, matrices simples, sucesivas, Matriz de Clark, o las recogidas en el Método de Moore, el Método Bereano, las guías metodológicas del MOPU, el Método del Banco Mundial, etc.

MATRICES SIMPLES

El ejemplo clásico de matriz simple es la conocida *Matriz de Leopold*, que fue desarrollada por Luna B. Leopold y colaboradores en 1971 para el EsIA de una mina de fosfatos en California. La matriz genérica de Leopold (figura 31) consta de 100 columnas, que corresponden a 100 acciones, y 88 filas que son todos los factores ambientales que considera este método. Como resultado, los impactos posibles suman 8800.

The image shows a detailed Leopold matrix grid. The columns are labeled with actions (A through J) and the rows with environmental factors (A through J). Several areas are highlighted with red boxes and labeled:

- A. Modificación del régimen:**
 - a. Introducción de la fauna exótica
 - b. Control biológico
 - c. Modificación del hábitat
 - d. Alteración de la cubierta terrestre
 - e. Alteración de la hidrología
 - f. Alteración del drenaje
 - g. Control del río y modificación del caudal
 - h. Canalización
 - i. Riego
 - j. Modificación del clima
 - k. Quemadas
- CULTURALES:**
 - 1. Usos del suelo:
 - a. Naturaleza y espacios abiertos
 - b. Humedales
 - c. Bosques
 - d. Pastos
 - e. Agricultura
 - f. Residencial
 - g. Comercial
 - h. Industria
 - i. Minería y canteras
 - 2. Recreación:
 - a. Caza
 - b. Pesca
 - c. Navegación en bote
 - d. Baños
 - e. Camping y excursiones
 - f. Picnics

Figura 31. Matriz de Leopold.
Fuente: Conesa Fernández-Vítora (2010).

Esta matriz fue diseñada en EE.UU. y, por tanto, puede haber factores o acciones que allí son muy importantes pero que aquí no lo son tanto, y viceversa. Además, la matriz de Leopold data del año 1971, por lo que tiene muy pocos factores del medio socioeconómico, debido a que en aquella época se daba menos importancia a este medio.

El método de la matriz de Leopold propone además una valoración de impactos, que se detalla en el apartado 4.3.5.1.

Actualmente, para identificar los impactos ambientales de un proyecto sobre un entorno se utilizan matrices de interacción causa-efecto, según el siguiente procedimiento (figura 32):

1. Seleccionar las acciones del proyecto que pudieran ser capaces de provocar impactos (tercer nivel del árbol de acciones) y ponerlas en las columnas.
2. Seleccionar los subfactores del entorno que puedan ser susceptibles de recibir los potenciales impactos (cuarto nivel del árbol de factores) y ponerlos en las filas.
3. Identificar los impactos, es decir, las relaciones causa-efecto. Para ello, se debe comprobar qué acciones del proyecto, una a una, provocan impacto sobre cada uno de los subfactores del entorno. Cuando se prevé un impacto, se marca la casilla correspondiente.
4. Depurar la matriz de impactos: una vez identificados todos los impactos se puede construir otra matriz que no tenga filas o columnas vacías, para hacerla más pequeña y manejable. Es decir, hay que eliminar de la matriz aquellas acciones que no producen impactos y aquellos subfactores que no reciben impactos.

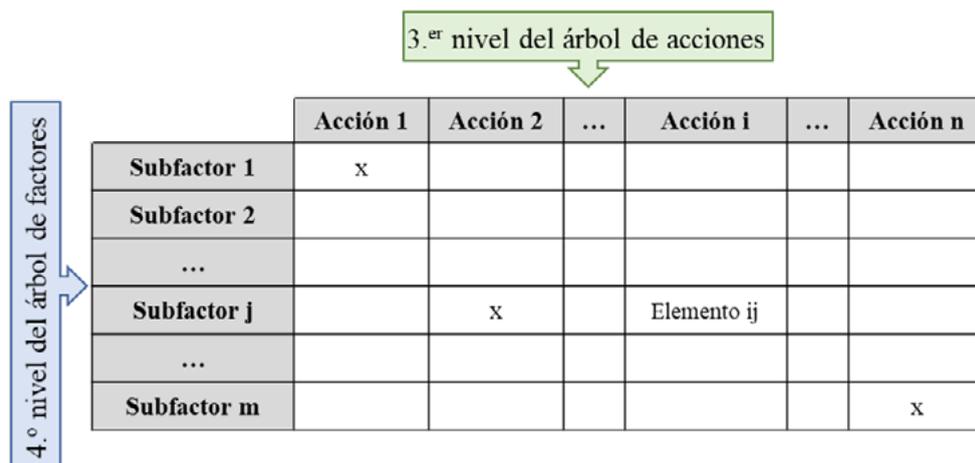


Figura 32. Identificación de impactos en una matriz de interacción causa-efecto.

En cuanto a las ventajas del método, se puede decir que una matriz de interacción causa-efecto:

- Es un método fácilmente adaptable a cualquier proyecto y a cualquier entorno.
- Es un instrumento muy útil para comunicar impactos, ya que de un solo golpe de vista se pueden visualizar todos los impactos que genera el proyecto. Por esa misma razón, también es muy útil para comparar alternativas.
- Permite realizar una valoración de impactos mediante la determinación de cualidades como la magnitud y la importancia de impacto.
- Permite visualizar características de impacto, utilizando diversas herramientas (símbolos, colores, etc.).

En cuanto a las desventajas del método:

- No permite realizar una valoración cuantitativa de los impactos ambientales.
- No permite detectar impactos indirectos.

MATRICES SUCESIVAS O ESCALONADAS

Las matrices sucesivas o escalonadas se utilizan para detectar impactos indirectos, ya sean secundarios, terciarios, etc.

La figura 33 contiene un ejemplo de matriz secundaria: partiendo de una matriz simple de interacción causa-efecto en la que se identifican los impactos directos o primarios, se construyen otras matrices en las que en las columnas figuran los impactos primarios, secundarios, etc., provocados por las acciones del proyecto y en las filas los subfactores del entorno susceptibles de recibir dichos impactos. Así, en consecuencia, en los intersecciones se recogerán los impactos secundarios, terciarios, etc.

		Acciones proyecto			Impactos primarios			Impactos secundarios		
		A ₁	A _i	A _n	I ₁₁	I _{ij}	I _{nm}	I ₁₁₁	I _{ijj}	I _{mmm}
Subfactores	F ₁	I ₁₁	I _{1j}	I _{1n}	I ₁₁₁	I _{1ij1}	I _{1nm1}	I ₁₁₁₁	I _{1ijj1}	I _{1nm11}
	F _j	I _{1j}	I _{ijj}	I _{nj}	I _{11j}	I _{ijj}	I _{nmj}	I _{111j}	I _{ijjj}	I _{nmnj}
	F _m	I _{1m}	I _{1m}	I _{nm}	I _{11m}	I _{ijm}	I _{nm}	I _{111m}	I _{ijjm}	I _{nm}

<p>Impacto primario I_{ij} = impacto generado por la acción i sobre el subfactor j.</p>	<p>Impacto secundario I_{ijj} = impacto generado por el efecto ij sobre el subfactor j.</p>	<p>Impacto terciario I_{ijjj} = impacto generado por el efecto ij sobre el subfactor j.</p>
--	--	--

Figura 33. Matrices sucesivas de interacción causa-efecto.

4.3.5. Métodos para valorar impactos ambientales

4.3.5.1. Matrices de interacción causa-efecto

Las matrices de interacción causa-efecto pueden usarse, además de para la identificación de impactos ambientales descrita en el apartado 4.3.4.2., para la valoración de los mismos. Por ejemplo, el método de la matriz de Leopold propone la valoración de impactos mediante la asignación de un valor para la magnitud y otro para la importancia a cada uno de los impactos: en la parte superior de cada casilla se pone la magnitud del impacto (M_{ij}) precedida de su signo y en la inferior su importancia (I_{ij}).

Hay que aclarar en este punto que el concepto de magnitud que utiliza la matriz de Leopold se refiere al grado, extensión o escala del impacto. Este parámetro se estima desde un punto de vista subjetivo y adopta valores comprendidos entre 10 y 1, siendo 10 el valor máximo que se asigna a los impactos de grado, extensión o escala total, y 1 el valor mínimo que se asigna a impactos de grado, extensión o escala puntual. El valor 0 no existe, ya que, si no hay grado, extensión o escala, no existe impacto y la casilla debería quedar vacía.

Por su parte, la importancia de impacto es el grado de manifestación cualitativa y se estima mediante los atributos o características cualitativas de impacto. También varía entre 10 y 1, representando el 10 los impactos más importantes y el 1 los impactos de menos importancia.

La suma de los impactos por filas (de izquierda a derecha) da como resultado el impacto ambiental de las acciones sobre cada subfactor ambiental, es decir, la fragilidad del subfactor frente al proyecto.

La suma de los impactos por columnas (de arriba abajo) da como resultado el impacto ambiental de cada acción sobre el conjunto de subfactores, es decir, la agresividad de la acción en el entorno.

4.3.5.2. Método del Instituto Battelle-Columbus de evaluación de impactos

El método del Instituto Battelle-Columbus fue diseñado en los EE.UU. para determinar el impacto de un proyecto hidráulico, siendo el primer esfuerzo serio de valoración y cuantificación

de impactos. Entre los diferentes métodos que se han diseñado para la evaluación de los impactos ambientales generados por un proyecto en un entorno definido, este método es la base para la realización de nuevos métodos cuantitativos de evaluación de impactos ambientales.

El método del Instituto Battelle-Columbus evalúa el impacto que genera el conjunto de las acciones de un proyecto en el entorno en el que se ubica como agregación de los impactos generados por ese proyecto en cada uno de los parámetros ambientales del entorno.

El método sigue el siguiente procedimiento:

1. Elaboración del árbol de parámetros ambientales.
2. Ponderación de los parámetros ambientales.
3. Valoración de los impactos ambientales.
4. Cálculo del valor del impacto total.

1. *Elaboración del árbol de parámetros ambientales*

El árbol de parámetros ambientales utilizado en este método tiene tres niveles (figura 34). El primer nivel está compuesto por cuatro categorías ambientales: ecología, contaminación ambiental, aspectos estéticos y aspectos de interés humano. Cada categoría ambiental, a su vez, se divide en componentes ambientales, los cuales constituyen el segundo nivel del árbol. Por ejemplo, la categoría ambiental contaminación ambiental tiene cuatro componentes ambientales: contaminación del agua, atmosférica, del suelo y por ruido. A su vez, cada uno de estos componentes ambientales se divide en parámetros ambientales, habiendo un total de 78 en todo el entorno.

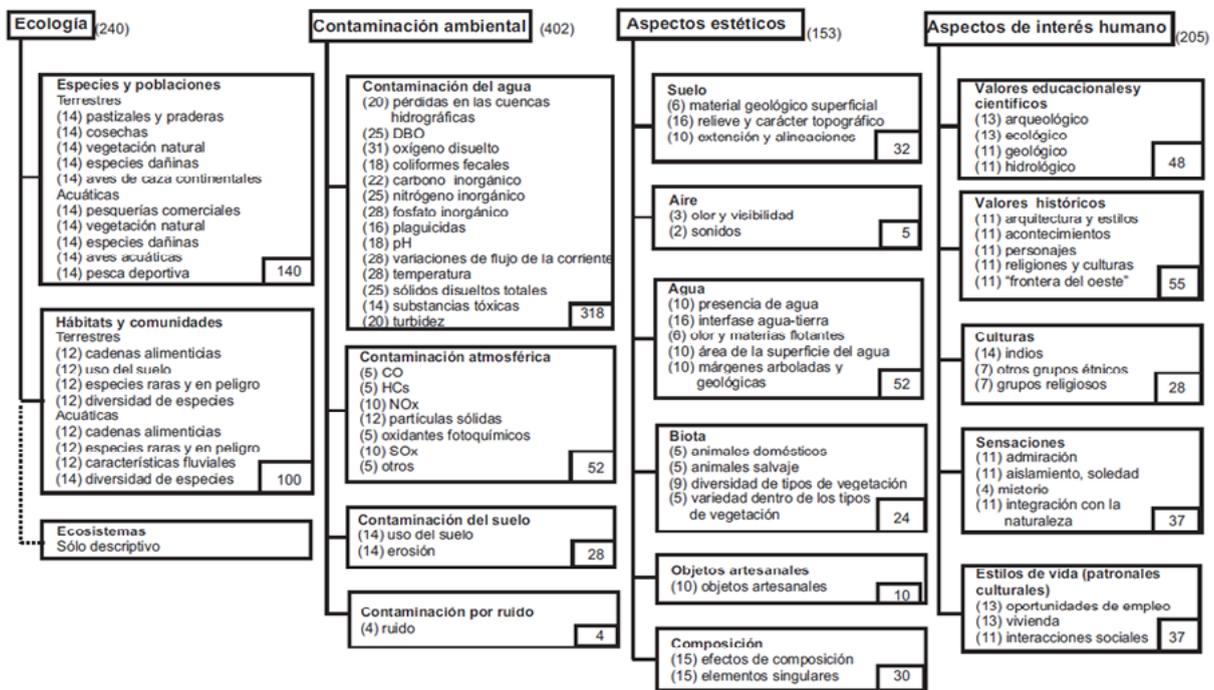


Figura 34. Árbol de parámetros ambientales utilizado en el método del Instituto Battelle-Columbus. Fuente: Dee et al. (1972).

2. Ponderación de los parámetros ambientales

La ponderación de los parámetros ambientales consiste en asignar a cada parámetro ambiental un peso o importancia relativa dentro del entorno (apartados 4.3.3.). El método considera que el entorno tiene una total de 1000 UIP, que se reparten entre los parámetros en función de su peso o importancia. La figura 34 incluye el peso o importancia relativa de cada uno de los elementos del árbol dentro del entorno en el que se ubicó el proyecto para el que fue diseñado el método.

3. Valoración de los impactos ambientales

Este método valora el impacto ambiental sobre cada parámetro ambiental calculando la cantidad de calidad ambiental que pierde o que gana cada uno de los parámetros considerados, es decir, restando la calidad ambiental del parámetro en la situación «con» proyecto (CA_{con}) y la calidad ambiental del parámetro en la situación sin proyecto (CA_{sin}), empleando para ello los indicadores ambientales (apartado 2.4.).

En primer lugar, se selecciona un indicador para cada uno de los parámetros ambientales afectados, identificándolo mediante su código numérico. Se mide el valor del indicador en la situación «sin» proyecto ($Ind_{j sin}$) y se estima el valor del indicador en la situación «con» proyecto ($Ind_{j con}$).

Cada indicador tiene su unidad de medida, que puede ser una unidad de medida convencional (concentración, nivel de ruido, etc.) o una escala (bueno, malo, etc.). En todo caso, son unidades de medida heterogéneas (inmensurables), lo cual impide dar resultados globales, tales como el impacto total sobre un subsistema o el impacto ambiental total de la actividad en el entorno.

Por lo tanto, antes de calcular el impacto ambiental total, es necesario homogeneizar los datos de los indicadores, expresando todos los valores medidos o estimados en diferentes unidades de medida en unidades de calidad ambiental. Es decir, es necesario transformar las unidades inmensurables o heterogéneas en unidades mensurables u homogéneas.

Para llevar a cabo esta transformación se utilizan las funciones de transformación o curvas de valor (f) (apartado 2.1.). Una función de transformación se obtiene al representar en el eje de ordenadas la calidad ambiental y en el eje de abscisas los valores del indicador utilizado medido en las unidades heterogéneas correspondientes. De este modo, estas funciones transforman los valores de los indicadores en un índice de calidad ambiental que varía de 0 a 1, siendo 1 el extremo óptimo de calidad ambiental y 0 el más desfavorable.

Las funciones de transformación pueden tomar diferentes formas en función del indicador: pueden ser lineales (L) o curvas (C), con pendiente positiva o negativa, pueden tener un punto máximo o mínimo intermedio (+/-, -/+), etc. La figura 35 contiene algunas formas básicas que pueden tomar las funciones de transformación.

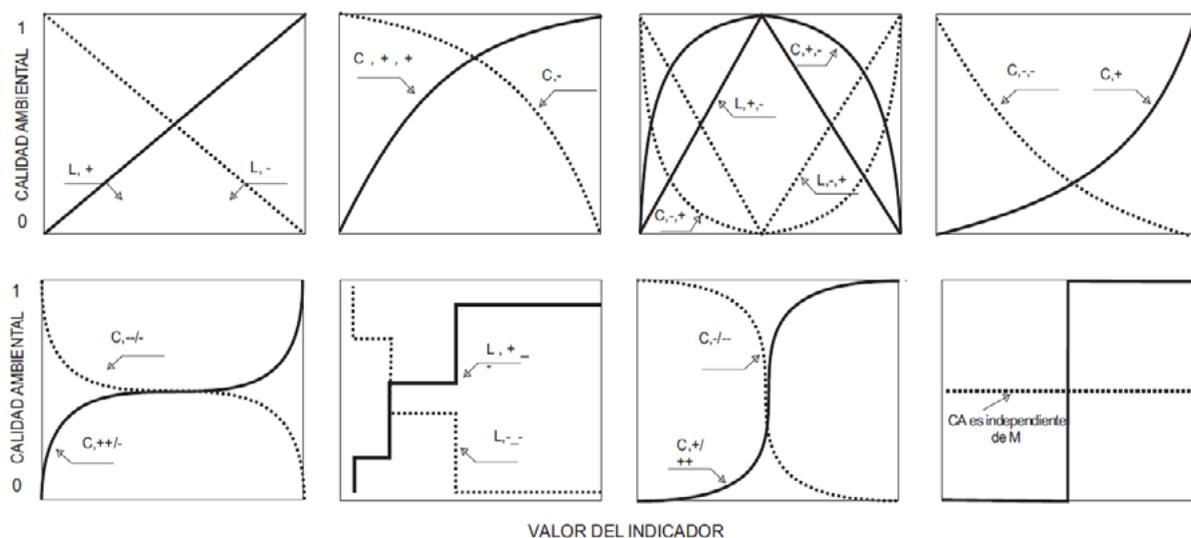


Figura 35. Formas básicas de las funciones de transformación.
Fuente: adaptado de Conesa Fernández-Vítora (2010).

La figura 36 contiene, a modo de ejemplo, la representación gráfica del indicador *promedio diario del nivel de inmisión de CO* y su función de transformación. Como se puede ver, la función de transformación asigna a cada valor del promedio diario de CO expresado en mg/m^3 un valor de calidad ambiental. Lógicamente, a medida que aumenta el nivel de CO disminuye la calidad ambiental desde un valor de 1 hasta 0.

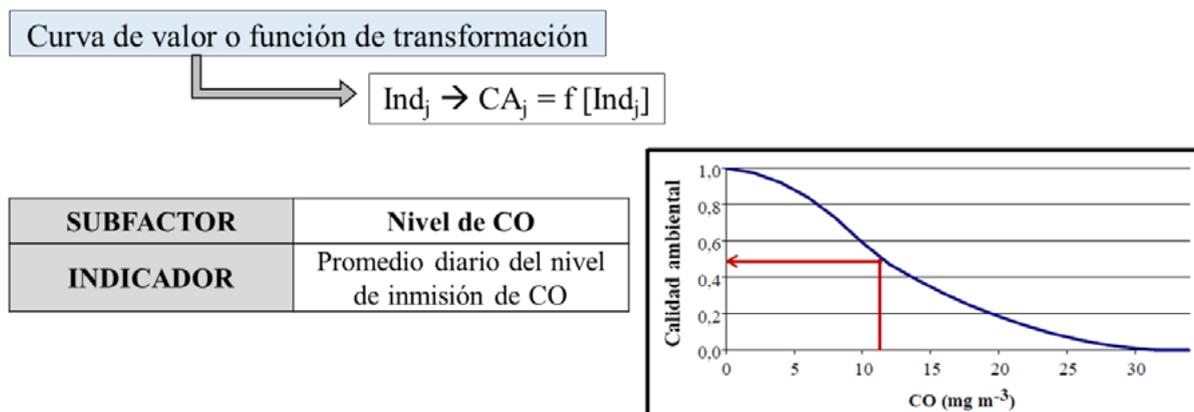


Figura 36. Función de transformación del indicador *promedio diario del nivel de inmisión de CO*.

Así, mediante la función de transformación del indicador elegido para medir el parámetro ambiental j se transforma « $\text{Ind}_j_{\text{sin}}$ » en « CA_j_{sin} » y « $\text{Ind}_j_{\text{con}}$ » en « CA_j_{con} ».

Por diferencia de los niveles de calidad ambiental en las situaciones con y sin, se obtiene el valor global de los impactos para cada parámetro, V_j .

$$V_j = \text{CA}_{j_{\text{con}}} - \text{CA}_{j_{\text{sin}}}$$

4. *Cálculo del valor del impacto total*

El método del Instituto Battelle-Columbus calcula el valor del impacto total del proyecto sobre el entorno (V) como la suma de los valores de los impactos generados en cada parámetro ambiental (V_j) ponderada por el peso de los parámetros (P_j). El dato está en tanto por uno y el denominador es 1000.

A modo de resumen, se presenta en la figura 37 la matriz que recoge cada uno de los pasos del procedimiento.

Parámetro	Peso	Indicador	Ind _{sin}	Ind _{con}		CA _{sin}	CA _{con}	Valor
F ₁								
F _j	P _j	n°	Ind _{j sin}	Ind _{j con}	f	CA _{j sin}	CA _{j con}	$V_j = CA_{j con} - CA_{j sin}$
F _m								
ENTORNO	1000							$V = \frac{\sum_{j=1}^m (V_j \cdot P_j)}{\sum_{j=1}^m P_j}$

Figura 37. Método del Instituto Battelle-Columbus.

Capítulo 5

Estudio de impacto ambiental: metodología propuesta

En los capítulos anteriores se han definido y estudiado las herramientas, metodologías, procedimientos y legislación aplicable tanto a los EsIA como al propio proceso de EIA. En este apartado, y teniendo en cuenta todos los conocimientos anteriores, se plantea una metodología específica para la realización de un EsIA, que incluye la determinación cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales generados por un proyecto. La figura 38 contiene un esquema de las fases propuestas para la realización del EsIA, las cuales se desarrollan a lo largo de este capítulo.

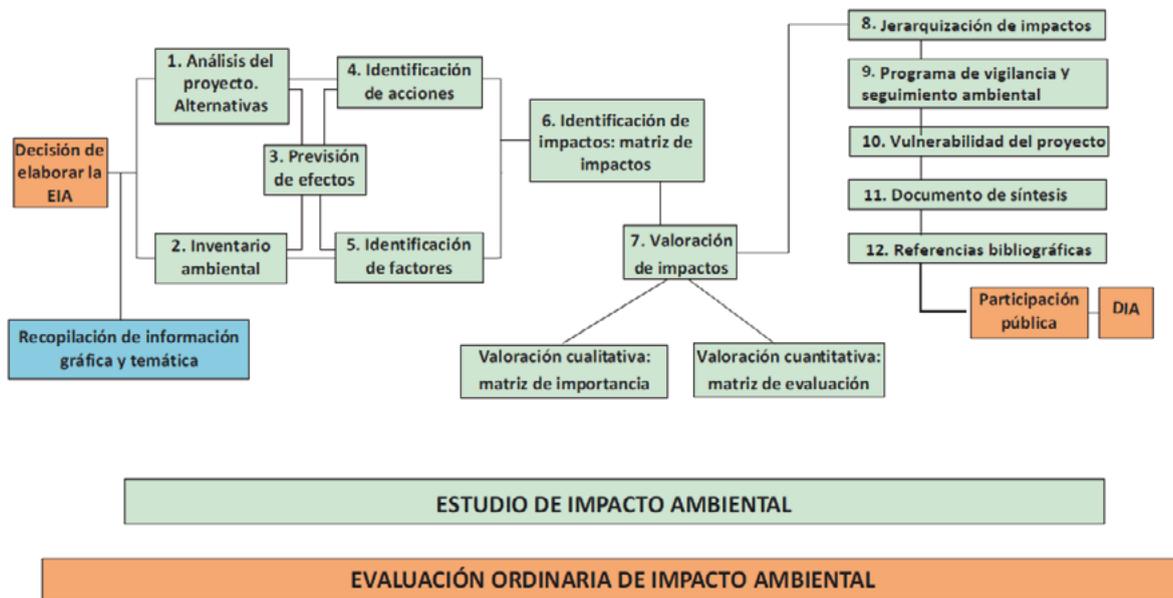


Figura 38. Fases de un EsIA dentro del proceso de EIA ordinaria.

5.1. Análisis del proyecto y sus alternativas

Este apartado está destinado a dar una visión genérica del proyecto, describiendo aquellas características y datos que son básicos para el EsIA. No se trata de repetir el proyecto técnico, ni de resumirlo. Se trata de dar la información necesaria sobre los aspectos del proyecto que tienen importancia a la hora de estudiar sus impactos ambientales. Por ejemplo, si se sospecha que el proyecto puede tener un impacto paisajístico importante, se debe dar información muy precisa y completa del acabado externo del edificio, color, dimensiones, materiales, etc. Si el edificio no va a provocar un impacto paisajístico importante por su localización, por ejemplo, en una zona industrial, no es necesario describir su acabado externo con tanta precisión. En caso contrario, el EsIA sería muy extenso y, una buena parte de él, totalmente inútil. Por lo tanto, la descripción del proyecto debe llevarse a cabo desde el punto de vista medioambiental.

La descripción del proyecto debe contener al menos estos 7 puntos:

1. Un pequeño **historial** de la entidad promotora, que contenga las actividades a las que se dedica y las razones por las que se quiere realizar el proyecto, es decir, los objetivos del proyecto que se va a estudiar.
2. La **localización geográfica** del proyecto, de todas las partes de las que consta y de todos los elementos físicos que lo conforman, como edificios, instalaciones, viario, etc.
3. **Programa y calendario de desarrollo del proyecto**: un esquema resumido de todas las fases que componen el proyecto y el calendario previsto de operación. Dichas fases son: planificación, construcción, explotación, modificación y/o ampliación (si se prevé), y abandono o desmantelamiento.
4. **Productos y subproductos** que se producen y el destino probable que se les prevé.
5. **Influentes** a utilizar en las fases de construcción y de explotación, como:
 - a) Materias primas, incluyendo agua y energía, indicando la cantidad, procedencia, etc.
 - b) Maquinaria que se prevé utilizar en la fase de construcción.
 - c) Mano de obra requerida.
 - d) Tecnología que se va a utilizar.
6. **Efluentes** que va a generar el proyecto, indicando origen, tipo, cantidad, etc. Es necesario incluir los efluentes (emisiones, vertidos, residuos, ruidos, vibraciones, olores, emisiones luminosas, etc.) que se generan en las diferentes fases.
7. **Alternativas**. La presentación de alternativas es una exigencia de la legislación vigente. El EsIA debe describir, no sólo el proyecto principal, sino también otras alternativas que sean viables desde el punto de vista técnico, económico y legal. Por lo tanto, se deben estudiar varias alternativas viables y elegir, de forma razonada, la más adecuada. Las alternativas a un proyecto se pueden plantear fundamentalmente en relación con:
 - a) La localización del proyecto o de alguna de sus partes.
 - b) El diseño del proyecto.
 - c) Los procesos tecnológicos desde la adquisición de materias primas hasta la destrucción de residuos.
 - d) El programa o calendario de operación.

5.2. Inventario ambiental

El inventario ambiental es un estudio medioambiental del entorno antes de ejecutar el proyecto, es decir, en el estado preoperacional o estado cero (o situación «sin» proyecto).

Para realizar un inventario ambiental se debe conocer, en primer lugar, la delimitación geográfica del entorno y, posteriormente, estudiar las características de los subfactores del entorno que previsiblemente se van a ver afectados por el proyecto.

La delimitación geográfica del entorno es una tarea difícil, que además varía mucho según el tipo de proyecto a estudiar y del grado de detalle con que se quiera realizar el EsIA. Habrá casos en los que el entorno sea continuo y envolvente del proyecto, pero habrá otros casos en los que el entorno sea discontinuo y no envolvente del proyecto. Por lo tanto, delimitar un círculo de radio más o menos amplio alrededor del proyecto no es un método válido para delimitar el entorno. En cada caso habrá que estudiar detenidamente cuál es el entorno de la actividad y describir los límites del mismo en este apartado.

Una vez definido el entorno, se debe inventariar, o lo que es lo mismo, se deben censar los subfactores del entorno que se van a ver afectados por el proyecto. La legislación no especifica el procedimiento para identificar estos elementos. En el caso de los EsIA, es habitual partir de un árbol de factores genérico (como el descrito en el apartado 1.3.2.) y seleccionar los subfactores que se van a ver afectados por alguna de las acciones del proyecto objeto de estudio.

Se examina la calidad ambiental de los subfactores en la situación «sin» proyecto considerando las actividades preexistentes en el medio. Este dato es fundamental para calcular posteriormente la magnitud de los impactos.

A continuación, se debe prever como evolucionaría el entorno de forma natural, es decir, si el proyecto no se llevara a cabo. Hay que tener en cuenta que los sistemas físicos, biológicos y sociales están sometidos a variaciones temporales, cíclicas o anárquicas. Para prever la situación ambiental de estos sistemas en un futuro, se debe procurar siempre considerar series temporales lo más amplias posibles.

El inventario debe ir acompañado de planos, mapas, diagramas, esquemas, etc., que faciliten y ayuden a conocer las características del entorno antes de la construcción y puesta en marcha del proyecto, de forma clara y concisa.

A menudo, el inventario suele ser la parte más extensa del EsIA, porque el promotor contrata verdaderos expertos que hacen un trabajo muy exhaustivo. Sin embargo, el inventario sólo debe contener los datos del entorno necesarios para la identificación y valoración de los impactos. El resto de información es irrelevante, por muy rigurosa que sea.

Una vez realizado el inventario ambiental, y teniendo en cuenta el estudio del proyecto que se ha descrito en el punto anterior, se determina la capacidad de acogida del medio para ese proyecto en cuestión, es decir, la aptitud del entorno para soportar las acciones del proyecto.

5.3. Previsión de los efectos del proyecto sobre el medio

Una vez conocido el proyecto y el entorno, se está en condiciones de iniciar un preestudio de los impactos, es decir, un estudio provisional. Se trata de tener una primera visión de la relación proyecto-entorno, esto es, de los impactos que va a provocar el proyecto en el entorno, pero sin

entrar en detalles. En este preestudio es necesario indicar los medios que se van a ver más afectados por el proyecto (el medio físico, el socioeconómico, etc.).

5.4. Identificación de las acciones causantes de impactos

Las acciones de un proyecto que pueden producir impactos ambientales pueden encontrarse en todas las fases de desarrollo del proyecto y en todas las partes y elementos que lo forman (ver apartado 1.3.2.).

Normalmente, los proyectos son muy complejos y la determinación de las acciones potencialmente causantes de impactos ambientales resulta difícil. Por eso, para identificar las acciones de un proyecto, es aconsejable desagregar el proyecto a través de una estructura en forma de árbol con varios niveles. El último nivel de dicho árbol contendrá las acciones simples, es decir, la causa directa de los impactos ambientales, que serán las que van a formar parte de las matrices de interacción.

El número de acciones del tercer nivel del árbol depende del grado de minuciosidad que se le quiera dar al EsIA. No obstante, al construir el árbol de acciones se debe procurar siempre que las acciones concretas sean:

- **Relevantes:** capaces de producir efectos notables. Hay que evitar incluir en el árbol de acciones aquellas que no van a afectar al medioambiente de forma significativa.
- **Excluyentes e independientes:** que no se solapen entre ellas.
- **Fácilmente identificables:** que se puedan definir de forma clara. Hay que evitar incluir aquellas acciones que sean abstractas.
- **Localizables:** que se puedan asociar a una zona concreta del entorno.
- **Cuantificables:** que, en la medida de lo posible, se pueda medir:
 - La magnitud: superficie y volumen ocupados, cantidad de residuos, número de expropiados, etc.
 - El momento en el que se produce la acción y duración de la misma.

Existen diversos métodos generales para identificar acciones (apartado 4.3.), por ejemplo, cuestionarios, consultas a paneles de expertos, listas de chequeo, matrices de interacción causa-efecto, etc.

5.5. Identificación de los factores del entorno susceptibles de recibir impactos

La identificación de los factores del entorno susceptibles de recibir impactos es una tarea compleja que se lleva a cabo examinando detalladamente el entorno de la actividad, para lo cual se utiliza el árbol de factores (apartado 4.3.).

El número de subfactores ambientales (último nivel del árbol de factores) a tener en cuenta en un EsIA va a depender de lo minucioso que tenga que ser dicho estudio. Al igual que ocurre con las acciones, los subfactores del medio que se vayan a incluir en el árbol deben ser:

- **Relevantes:** susceptibles de recibir impactos ambientales importantes, significativos.
- **Representativos** del entorno afectado y, por lo tanto, del impacto total producido por el proyecto.
- **Excluyentes:** que no se solapen ni se repitan.
- **De fácil identificación:** que el concepto que representan se pueda definir fácilmente.

- **De fácil localización:** que se puedan atribuir a zonas o puntos concretos del entorno.
- **Medibles:** que sean cuantificables, en la medida de lo posible.

Para la identificación de los subfactores ambientales se pueden usar los mismos instrumentos que se emplean para detectar las acciones del proyecto: consultas a paneles de expertos, cuestionarios específicos, matrices y grafos preexistentes, etc.

En la tabla 12 se muestra un árbol de factores genérico, que sirve como herramienta de trabajo para definir el árbol de factores específico relacionado con un entorno particular.

Tabla 12. Árbol de factores genérico.

1. Subsistema físico natural		
1.1. Medio inerte	1.1.1. Aire	1.1.1.1. Nivel de CO 1.1.1.2. Nivel de NOx 1.1.1.3. Nivel de SO ₂ 1.1.1.4. Nivel de hidrocarburos 1.1.1.5. Confort sonoro diurno 1.1.1.6. Confort sonoro nocturno 1.1.1.7. Aerosol marino 1.1.1.8. Calidad perceptible del aire 1.1.1.9. Polvo, humos y partículas en suspensión 1.1.1.a. Olores 1.1.1.b. Plomo 1.1.1.c. Contaminación lumínica
	1.1.2. Clima. Condiciones climáticas	1.1.2.1. Régimen térmico 1.1.2.2. Régimen pluviométrico 1.1.2.3. Régimen de vientos 1.1.2.4. Régimen de radiación solar 1.1.2.5. Índices de aptitud climática
	1.1.3. Tierra-Suelo	1.1.3.1. Relieve y carácter topográfico 1.1.3.2. Recursos minerales 1.1.3.3. Recursos culturales 1.1.3.4. Contaminación del suelo y subsuelo 1.1.3.5. Capacidad agrológica del suelo.
	1.1.4. Aguas continentales	1.1.4.1. Cantidad del agua disponible 1.1.4.2. Régimen hídrico 1.1.4.3. Calidad físico química y bacteriológica 1.1.4.4. Temperatura

Tabla 12. Árbol de factores genérico.

	1.1.5. Procesos entre los elementos del medio	1.1.5.1. Dinámica de cauces 1.1.5.2. Salinización 1.1.5.3. Transporte de sólidos 1.1.5.4. Eutrofización 1.1.5.5. Incendios 1.1.5.6. Dinámica litoral 1.1.5.7. Recarga de acuíferos 1.1.5.8. Drenaje superficial 1.1.5.9. Inundaciones 1.1.5.a Erosión 1.1.5.b Deposición: sedimentación y precipitación 1.1.5.c Estabilidad: deslizamiento, desprendimientos 1.1.5.d Compactación y asiento
	1.1.6. Medio marino y costero	1.1.6.1. Relieve y fondo marino 1.1.6.2. Naturaleza del fondo marino 1.1.6.3. Corrientes 1.1.6.4. Régimen térmico 1.1.6.5. Transparencia 1.1.6.6. Calidad sanitaria de las aguas de baño 1.1.6.7. Calidad de la arena 1.1.6.8. Calidad perceptible del agua
1.2. Medio biótico	1.2.1. Vegetación o flora	1.2.1.1. Especies vegetales protegidas 1.2.1.2. Vegetación natural de alto valor 1.2.1.3. Vegetación natural de medio valor 1.2.1.4. Vegetación natural de bajo valor 1.2.1.5. Praderas y pastizales 1.2.1.6. Cultivos 1.2.1.7. Ejemplares catalogados
	1.2.2. Fauna	1.2.2.1. Especies protegidas y/o singulares 1.2.2.2. Especies y poblaciones en general. 1.2.2.3. Corredores 1.2.2.4. Puntos de paso o rutas migratorias 1.2.2.5. N° de hábitats faunísticos de especies silvestres
	1.2.3. Procesos del medio biótico	1.2.3.1. Cadenas alimenticias 1.2.3.2. Ciclos de reproducción 1.2.3.3. Movilidad de las especies
	1.2.4. Ecosistemas especiales	1.2.4.1. Ecosistemas especiales
2. Subsistema perceptual		
2.1. Medio perceptual	2.1.1. Paisaje intrínseco	2.1.1.1. Número de unidades de paisaje 2.1.1.2. Calidad del paisaje
	2.1.2. Intervisibilidad	2.1.2.1. Potencial de vistas 2.1.2.2. Incidencia visual

Tabla 12. Árbol de factores genérico.

	2.1.3. Componentes singulares del paisaje	2.1.3.1. Componentes singulares naturales 2.1.3.2. Componentes singulares artificiales
	2.1.4. Recursos científico-culturales	2.1.4.1. Lugares o monumentos históricos y/o artísticos 2.1.4.2. Yacimientos arqueológicos 2.1.4.3. Estructuras y edificaciones tradicionales
3. Subsistema población y poblamiento		
3.1. Usos del suelo rústico	3.1.1. Uso recreativo al aire libre	3.1.1.1. Caza 3.1.1.2. Pesca 3.1.1.3. Baño 3.1.1.4. Recreo concentrado 3.1.1.5. Acampada 3.1.1.6. Recreo difuso, senderismo 3.1.1.7. Miradores turísticos
	3.1.2. Uso productivo	3.1.2.1. Uso agrícola 3.1.2.2. Uso ganadero 3.1.2.3. Uso forestal
	3.1.3. Conservación de la naturaleza	3.1.3.1. Espacios protegidos
	3.1.4. Viario rural	3.1.4.1. Vías pecuarias
3.2. Características culturales y relaciones económicas	3.2.1. Características culturales	3.2.1.1. Estilos de vida 3.2.1.2. Interacciones sociales 3.2.1.3. Aceptabilidad social del proyecto 3.2.1.4. Salud y seguridad 3.2.1.5. Tradiciones
	3.2.2. Actividad y relaciones económicas	3.2.2.1. Nivel de control por la población autóctona
3.3. Infraestructuras	3.3.1. Infraestructura viaria	3.3.1.1. Riesgo de accidentes. 3.3.1.2. Viario rural
	3.3.2. Infraestructura no viaria	3.3.2.1. Saneamiento y depuración.
3.4. Estructura urbana	3.4.1. Morfología	3.4.1.1. Trama urbana 3.4.1.2. Tipología y tipismo
	3.4.2. Planeamiento urbanístico	3.4.2.1. Alteración del planeamiento vigente
4. Subsistema socio-económico		
4.1. Población	4.1.1. Dinámica poblacional	4.1.1.1. Movimientos inmigratorios 4.1.1.2. Movimientos emigratorios
	4.1.2. Estructura poblacional	4.1.2.1. Población ocupada por rama de actividad 4.1.2.2. Empleo

Tabla 12. Árbol de factores genérico.

	4.1.3. Densidad de población	4.1.3.1. Densidad de población fija 4.1.3.2. Densidad de población flotante
4.2 Economía	4.2.1. Renta	4.2.1.1. Renta per cápita 4.2.1.2. Distribución de la renta 4.2.1.3. Valor del suelo rústico
	4.2.2. Finanzas y sector público	4.2.2.1. Indemnizaciones 4.2.2.2. Presión fiscal
	4.2.3. Actividades y relaciones económicas	4.2.3.1. Actividades económicas afectadas 4.2.3.2. Actividades económicas inducidas 4.2.3.3. Uso extractivo (minas y canteras) 4.2.3.4. Uso industrial

5. Subsistema núcleos e infraestructuras

5.1. Infraestructuras y servicios	5.1.1. Infraestructura viaria	5.1.1.1. Densidad de la red viaria 5.1.1.2. Accesibilidad de la red viaria 5.1.1.3. Ferrocarril
	5.1.2. Infraestructura no viaria	5.1.2.1. Infraestructura hidráulica (abastecimiento) 5.1.2.2. Infraestructura energética 5.1.2.3. Infraestructura de comunicación no viaria 5.1.2.4. Aeropuertos
	5.1.3. Equipamientos y servicios	5.1.3.1. Equipamiento deportivo, de esparcimiento y recreo 5.1.3.2. Equipamientos turísticos 5.1.3.3. Servicios oficiales 5.1.3.4. Transporte público 5.1.3.5. Gasolineras, vertederos, incineradoras, etc. 5.1.3.6. Vivienda y alojamiento turístico 5.1.3.7. Equipamiento sanitario y de enseñanza 5.1.3.8. Infraestructuras de producción

5.6. Identificación de impactos

Una vez confeccionados los árboles de acciones y factores, se inicia el procedimiento para la identificación de los impactos ambientales que el proyecto puede generar en el entorno seleccionado. La identificación de dichos impactos consiste en establecer las relaciones causa-efecto. Se trata de enfrentar el tercer nivel del árbol de acciones del proyecto con el cuarto nivel del árbol de factores del entorno.

El procedimiento que se propone para identificar los impactos ambientales consiste en construir una matriz de impactos (figura 39), que es una tabla de doble entrada en la que se pone en filas el cuarto nivel del árbol de factores (los subfactores) y en columnas el tercer nivel del árbol de acciones. Posteriormente, se debe señalar qué acciones del proyecto provocan impacto sobre cada uno de los subfactores del medio.

		3 ^{er} nivel del arbol de acciones				
		A ₁	...	A _i	...	A _n
4 ^o nivel del arbol de factores ambientales	F ₁					
	...					
	F _j					
	...					
	F _m					

Figura 39. Matriz de identificación de impactos.

5.7. Valoración de impactos

El valor de un impacto ambiental (V) es el grado de manifestación del impacto, es decir, la gravedad en el caso de los impactos negativos o la bondad en el caso de los positivos (apartado 2.3.).

La valoración de los impactos consta de dos apartados, uno correspondiente a la valoración cualitativa, donde se determina la importancia de los impactos (I), y otro que implica la necesidad de realizar una valoración cuantitativa y que permite determinar la magnitud de dichos impactos (M).

Las características y consecuencias medioambientales de cada una de las fases que deben incluirse en el EsIA (planificación, construcción, explotación, modificación y abandono) pueden ser muy diferentes. Por ello, y, con el fin de garantizar unos resultados óptimos y acordes a las situaciones reales, la valoración de los impactos se realizará de forma independiente para cada una de las fases diseñadas en el proyecto.

Tras la valoración de los impactos en cada una de las fases del proyecto, la valoración global del mismo se calculará como la suma de las valoraciones globales de los impactos en cada una de dichas fases.

5.7.1. Valoración cualitativa de los impactos del proyecto en cada fase

La valoración cualitativa de impactos consiste en calcular la importancia tanto de los impactos individuales generados por las acciones del proyecto, como del impacto total generado por el proyecto, primero en cada fase y, posteriormente, en su conjunto.

Esta valoración se lleva a cabo también de forma matricial: se parte de la matriz de identificación de impactos y se transforma en una matriz de importancia. La figura 40 contiene, a modo de ejemplo, una matriz de importancia genérica.

Subfactores	Peso	Acciones de una fase						Importancia		
		A ₁	A ₂		A _i		A _n	I	Ist	Ip
F ₁	P ₁	I ₁₁	I ₂₁		I _{i1}		I _{n1}	I ₁	Ist ₁	Ip ₁
F _j	P _j	I _{1j}	I _{2j}		I _{ij}		I _{nj}	I _j	Ist _j	Ip _j
F _m	P _m	I _{1m}	I _{2m}		I _{im}		I _{nm}	I _m	Ist _m	Ip _m
Total	1000									INp

Figura 40. Matriz de importancia de los impactos generados por las acciones de una de las fases del proyecto sobre cada uno de los subfactores ambientales.

Como puede observarse en la figura 40, la matriz de importancia tiene la misma estructura que la matriz de impactos a la que se le han añadido los siguientes elementos⁷:

1. El peso de los subfactores (P_j).
2. La importancia de los impactos identificados, I_{ij}, que es la importancia del impacto generado por la acción i sobre el factor ambiental j.
3. Las importancias globales de los impactos generados por el conjunto de las acciones de una fase sobre cada uno de los subfactores ambientales: la importancia global (I), la importancia global estandarizada (Ist) y la importancia global ponderada (Ip) sobre cada uno de los subfactores afectados.
4. Una celda final resumen (INp) con la importancia global ponderada de los impactos generados por cada una de las fases del proyecto sobre el total del entorno.

1) *Asignación del peso a los subfactores ambientales*

La asignación del peso de los subfactores ambientales dentro del entorno se realiza mediante encuestas y utilizando posteriormente alguno de los métodos propuestos en el apartado 4.3.3. Los pesos así calculados, cuya suma será de 1000 UIP, deberán quedar reflejados en la segunda columna de la matriz de importancia (figura 40).

2) *Cálculo de la importancia de los impactos individuales sobre cada subfactor*

La importancia de un impacto es su grado de manifestación cualitativa y se mide mediante la determinación de sus atributos: signo, intensidad (IN), extensión (EX), recuperabilidad (CR), efecto (EF), interrelación de impactos (II), periodicidad (PR) y momento (MO) (apartado 2.2.).

Cada uno de estos atributos se puede clasificar, según su naturaleza, en varias categorías. La asignación de un valor numérico a cada categoría permite determinar la importancia del impacto, por medio de una fórmula matemática que se define para cada proyecto.

La tabla 13 contiene un ejemplo de los valores que se pueden asignar a cada una de las categorías de los atributos de impacto y un ejemplo de la fórmula de importancia de impacto.

⁷ El anexo I contiene una relación de las siglas utilizadas en este libro junto con su significado.

Tabla 13. Valores de las categorías de los atributos de impacto y fórmula para la importancia de impacto.

Intensidad (IN)		Extensión (EX)	
Baja: $x < 25 \%$	1	Puntual: $x < 10 \%$	1
Media: $25 \% \leq x < 50 \%$	2	Parcial: $10\% \leq x < 50 \%$	2
Alta: $50 \% \leq x < 75 \%$	4	Extenso: $50 \% \leq x < 90 \%$	4
Muy alta: $75 \% \leq x < 90 \%$	8	Total: $x \geq 90 \%$	8
Total: $x \geq 90 \%$	12	Crítico	(+4)
Efecto (EF)		Interrelación (II)	
Indirecto (secundario)	1	Simple	2
Directo	4	Acumulativo	4
		Sinérgico	8
Periodicidad (PR)		Persistencia (PE)	
Irregular	1	Temporal: ≤ 10 años	1
Periódico	2	Permanente: > 10 años	4
Continuo	4		
Recuperabilidad (CR)		Momento (MO)	
Reversible	2	Largo plazo: ≥ 5 años	1
Irreversible-recuperable	4	Medio plazo: $1 \leq x < 5$ años	2
Irreversible-mitigable	8	Corto plazo: ≤ 1 año	3
Irreversible-irrecuperable	12	Inmediato	4
		Crítico	(+4)
Importancia (I)			
$I_{ij} = \pm (3 \cdot IN + 2 \cdot EX + EF + II + PR + PE + CR + MO)$			

A la vista de la fórmula y de los valores recogidos en la tabla 13, la importancia de un impacto puede variar desde 13 hasta 100. Cuando un impacto tiene una importancia cercana a 13, implica que dicho impacto es muy poco importante. Por el contrario, cuanto mayor sea la importancia, más significativo es el impacto, hasta llegar a un máximo de 100.

Tanto los valores asignados a cada una de las categorías como la fórmula matemática de la importancia pueden variar de un estudio a otro, dependiendo de las características propias del entorno y del criterio del evaluador, es decir, del peso que se le quiera dar a los atributos en el estudio. Por lo tanto, en cada EsIA se puede usar una expresión y unos valores distintos, siempre y cuando se especifiquen claramente y no se cambien a lo largo del estudio.

Por lo tanto, una vez determinadas las categorías que caracterizan cada uno de los impactos de la matriz de identificación, es fácil calcular su I_{ij} , sin más que sustituir el valor de dicha categoría en la fórmula de la importancia.

3) *Cálculo de las importancias globales sobre cada subfactor*

Una vez calculada la importancia de los impactos individuales (I_{ij}), se calculan, en cada uno de los factores ambientales: la importancia global del impacto (I_j), la importancia global estandarizada (I_{stj}) y la importancia global ponderada (I_{pj}).

La importancia global de los impactos que afectan a un subfactor, I_j , se calcula mediante un procedimiento de agregación de las importancias individuales, utilizando para ello los siguientes criterios:

- a) El valor máximo que puede alcanzar I_j es el valor máximo que puede alcanzar la importancia de un impacto ambiental cualquiera, atendiendo a la fórmula de la importancia y a los valores asignados a las categorías de los atributos; es decir, en el ejemplo de la tabla 13 sería 100.
- b) El valor mínimo que puede alcanzar I_j es el valor máximo de los correspondientes a los impactos individuales (I_{ij}).
- c) Cuanto mayor es el número de impactos individuales que afectan al subfactor (n), mayor es el valor de I_j .
- d) I_j aumenta al aumentar el valor promedio de las importancias de los impactos individuales.
- e) El grado de solapamiento entre los distintos impactos individuales que afectan a un subfactor aumenta cuanto mayor es el máximo de sus importancias.
- f) Se incluye un factor de crecimiento ajustable, fc , que permite modular los efectos anteriores. Su valor por defecto es 0,1.

En base a estos criterios se establece la siguiente expresión para calcular la importancia global de los impactos sobre un subfactor ambiental j :

$$I_j = MAX_j + [(I_{max} - MAX_j) \cdot (1 - e^{-(n_j - 1) \cdot fc}) \cdot (1 - e^{-I_j})]$$

I_j	Importancia global de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j .
MAX_j	Valor máximo real de las importancias de los impactos que afectan al subfactor j .
I_{max}	Valor máximo posible de la importancia del impacto (en caso de utilizar los valores de la tabla 13 tendría un valor de 100).
\bar{I}_j	Promedio de las importancias de los impactos que afectan al subfactor j .
n_j	Número de impactos que afectan al subfactor j .
fc	Factor de crecimiento que regula la rapidez con que aumenta la importancia al aumentar n (por defecto vale 0,1).

Puede deducirse que, cuando n es 1, I_j coincide con MAX_j , que, a su vez, es el valor del impacto individual, I_{ij} . Asimismo, al aumentar n , el valor de I_j aumenta a partir de MAX_j .

Tras el cálculo de las importancias globales (I_j), se calculan las importancias estandarizadas (I_{stj}) y ponderadas (I_{pj}) de los impactos que ejerce el proyecto en cada uno de los subfactores afectados, las cuales servirán para llevar a cabo la valoración cuantitativa.

La importancia global estandarizada del impacto ejercido sobre cada subfactor j se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_{stj} = \frac{I_j - I_{min}}{I_{max} - I_{min}}$$

I_{stj}	Importancia global estandarizada (escala de 0 a 1) de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j .
I_j	Importancia global de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j .
I_{max}	Valor máximo posible de la importancia del impacto.
I_{min}	Valor mínimo posible de la importancia del impacto.

La importancia ponderada se calcula como la importancia estandarizada multiplicada por el peso del subfactor ambiental (P_j):

$$I_{pj} = I_{stj} \cdot P_j$$

I_{pj}	Importancia global ponderada (escala de 0 a 1000) de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j .
I_{stj}	Importancia global estandarizada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j .
P_j	Peso del subfactor j .

Todas estas importancias se reflejan en las tres últimas columnas de la matriz de importancia (figura 40).

4) *Cálculo de la importancia global sobre el entorno*

Para calcular la importancia de los impactos de cada una de las fases del proyecto sobre el entorno (IN_p), basta con sumar de forma algebraica las importancias ponderadas de los impactos que cada fase del proyecto ejerce sobre cada subfactor:

$$IN_p = \sum I_{pj}$$

IN_p	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el entorno.
I_{pj}	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j .

La importancia global ejercida por cada una de las fases del proyecto sobre el total del entorno debe quedar reflejada en la última fila de la matriz de importancia (figura 40).

5.7.2. Valoración cualitativa global de los impactos del proyecto

La suma de las importancias de los impactos del proyecto sobre el entorno en cada una de las fases del proyecto permite determinar el valor de la importancia global de los impactos del proyecto sobre el entorno (IGp).

$$IGp = \sum IN_p$$

IGp	Importancia global ponderada de los impactos generados por el proyecto sobre el entorno.
INp	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el entorno.

5.7.3. Valoración cuantitativa de los impactos del proyecto en cada fase

La valoración cuantitativa de impactos consiste en calcular la magnitud de los impactos generados por las acciones de cada fase del proyecto sobre cada uno de los subfactores ambientales afectados. La valoración cuantitativa de los impactos identificados se realiza también de forma matricial (figura 41).

		Determinación de la magnitud de impacto					
Subfactor	Peso	Indicador	Magnitud heterogénea		Magnitud homogénea		
F ₁	P ₁						
F _j	P _j		Ind _{j sin}	Ind _{j con}	CA _{j sin}	CA _{j con}	M _j
F _m	P _m						
Total fase	1000						

Figura 41. Valoración de la magnitud de los impactos ambientales.

1. Predicción de la magnitud de los impactos en unidades heterogéneas

La elección del indicador más adecuado para la medida del subfactor objeto de estudio es el primer paso en la estimación de los valores de los indicadores en unidades heterogéneas. Es indispensable identificar el indicador más adecuado para cada uno de los subfactores afectados y añadir su código numérico en la columna *Determinación de la magnitud de impacto/Indicador* de la matriz (figura 41).

Una vez seleccionado el indicador más adecuado para cada uno de los subfactores considerados, se mide el valor del indicador en la situación «sin» proyecto (Ind_{j sin}). Este valor está expresado en las unidades del indicador y se debe reflejar en la columna *Determinación de la magnitud de impacto/Magnitud heterogénea* de la matriz.

Posteriormente, para cada subfactor, se estima el valor del indicador en la situación «con» proyecto, $Ind_{j\ con}$, y se refleja en la columna *Determinación de la magnitud de impacto /Magnitud heterogénea* de la matriz (figura 41).

2. Cálculo de la magnitud de los impactos en unidades homogéneas

La magnitud global de los impactos del proyecto en unidades homogéneas requiere de la utilización de las funciones de transformación (apartado 2.4.). Los valores de los indicadores se corresponden con el eje de abscisas de dicha función. Cada valor del indicador se relaciona según dicha función con un valor de calidad ambiental (eje de ordenadas). Esto es, llevando los valores $Ind_{j\ sin}$ e $Ind_{j\ con}$ al eje de abscisas de la función de transformación, se obtiene en ordenadas el valor de $CA_{j\ sin}$ y $CA_{j\ con}$, expresadas ya en unidades homogéneas.

La diferencia entre estas 2 calidades ambientales corresponde a la magnitud global de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j, en unidades homogéneas.

$$M_j = CA_{j\ con} - CA_{j\ sin}$$

M_j	Magnitud global en unidades homogéneas de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
$CA_{j\ con}$	Valor de la calidad ambiental del subfactor j en la situación «con» proyecto (en cada fase).
$CA_{j\ sin}$	Valor de la calidad ambiental del subfactor j en la situación «sin» proyecto (en cada fase).

Los resultados obtenidos para los valores $CA_{j\ sin}$, $CA_{j\ con}$ y M_j se reflejarán en la columna *Determinación de la magnitud de impacto /Magnitud homogénea* de la matriz (figura 41).

5.7.4. Cálculo del valor de los impactos del proyecto en cada fase

El valor de un impacto (V) es su grado de manifestación total y es función de su importancia (o grado de manifestación cualitativa) y de su magnitud (o grado de manifestación cuantitativa), así como de su signo, lógicamente.

Existen muchas fórmulas para calcular el valor de un impacto ambiental. Continuamente están surgiendo nuevos modelos para valorar los impactos ambientales. En la tabla 14 están recogidas algunas de las fórmulas publicadas por los autores más relevantes para el cálculo del valor de impacto.

Tabla 14. Fórmulas publicadas para el cálculo del valor de impacto utilizando la importancia y la magnitud de impacto.

Fórmula	Referencia
$V = I \cdot M$	Garmendia Salvador <i>et al.</i> (2005); Vidal López (2009)
$V = (I \cdot M^2)^{1/3}$	Conesa Fernández-Vítora (2010)
$V = M \cdot Fc$	Gómez-Orea y Gómez Villarino (2013)

El método que se propone para el cálculo del valor del impacto es la realización de una matriz de evaluación, que consiste en complementar las matrices desarrolladas anteriormente en la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos (figura 42).

El método se describe en detalle a continuación.

1. *Cálculo de la importancia de los impactos individuales sobre cada subfactor*

En aquellos casos en los que se opte por realizar el cálculo del valor de los impactos del proyecto y, teniendo en cuenta la necesidad de contar con una valoración cualitativa y cuantitativa de dichos impactos, es necesario realizar el cálculo de la importancia y la magnitud de los impactos.

En este caso, la importancia de los impactos se calcula de forma similar a la de la valoración cualitativa (apartado 5.7.1.), pero con la diferencia de que los atributos de impacto intensidad y extensión no están incluidos en la fórmula. La ausencia de estos atributos en la expresión de la importancia se debe a que, para calcular el valor de impacto, se deben considerar tanto su importancia como su magnitud. La magnitud, valorada a partir de indicadores, ya tiene en cuenta la intensidad del impacto (diferencia entre valores de calidad ambiental con y sin proyecto) y su extensión (los indicadores reflejan una estimación asociada al área afectada), por lo que incluir estos atributos en la fórmula de la importancia implica duplicar su influencia en el cálculo del valor.

Así, en este caso, se mide la importancia del impacto mediante la determinación de su signo, recuperabilidad (CR), efecto (EF), interrelación de impactos (II), periodicidad (PR) y momento (MO). Este hecho implica que, utilizando los mismos datos para caracterizar los atributos y la misma fórmula matemática que en la valoración cualitativa, el valor de la importancia del impacto sobre una subfactor variará entre 8 (I_{\min}) y 40 (I_{\max}) (tabla 13).

2. *Cálculo del valor de los impactos ambientales sobre cada subfactor*

La información obtenida por medio de los indicadores depende de su grado de sofisticación. Algunos indicadores son muy completos, e integran en su definición aspectos relacionados con los atributos de impacto, tales como periodicidad, sinergia, etc., además de la intensidad y extensión de impacto. El uso de estos indicadores permite calcular el valor de impacto teniendo en cuenta sólo su magnitud y no su importancia. Sin embargo, hay indicadores mucho menos desarrollados, cuya definición es muy simple y se basa sólo en la intensidad y extensión de impacto. En este caso, para calcular el valor del impacto es necesario tener en cuenta, además de la magnitud, la importancia⁸. Por lo tanto, el grado de desarrollo del indicador utilizado determina el peso específico o relativo que la importancia tiene en la determinación del valor del impacto. Para cuantificar el porcentaje en que la importancia puede modificar la magnitud en la determinación de valor del impacto, se define el parámetro T, relacionado con el tipo de indicador empleado.

Así existen tres tipos de indicadores, según el grado de sofisticación o información que aportan:

- Tipo Uno

Los indicadores de Tipo Uno son indicadores muy elaborados, tales que en su definición se consideran los atributos descriptivos de impacto. Corresponden a este grupo, por ejemplo, indicadores del factor aire como ICAIRE, ORAQI y TCI. Para estos indicadores, T es igual a cero. Por lo tanto, la importancia no interviene en la valoración del impacto y el valor del impacto coincide con la magnitud del impacto, es decir, $V = M$.

⁸ Con el objeto de normalizar los resultados, se utiliza la importancia global estandarizada.

Subfactor	Peso	Identificación de impactos y determinación de la importancia				Determinación de la magnitud de impacto				Valoración del impacto de una fase del proyecto (con)									
		Acciones de una fase			Importancia		Indicador	Magnitud heterogénea	Magnitud homogénea		V	Valor							
		A ₁	A _i	A _n	I	Ist			Ip	Ind _{j sin}		Ind _{j con}	CA _{j sin}	CA _{j con}	M _j	T _j	F _{cj}	V _{st}	V _p
F _j	P _j		± I _{ij}		± I _j	± Ist _j	± Ip _j	código		Ind _{j sin}	Ind _{j con}	CA _{j sin}	CA _{j con}	± M _j	T _j	F _{cj}	± V _j	± V _{stj}	± V _{pj}
Total fase	1000				± I	± Ist	± IN _p												± V _p

Figura 42. Matriz de evaluación de los impactos generados por una fase del proyecto.

- Tipo Dos

Los indicadores de Tipo Dos son indicadores más simples, pero que tienen en cuenta la intensidad y, en muchos casos, la extensión del impacto. La mayor parte de los indicadores disponibles pueden considerarse de este tipo. Para estos indicadores T es igual a 0,25, es decir, la participación de la importancia puede alcanzar un 25% del valor de impacto y, en consecuencia, este valor puede variar:

desde $V = 0,75 \cdot M$ cuando la importancia es mínima, es decir, $Ist = 0$.

hasta $V = 1,25 \cdot M$ cuando la importancia es máxima, es decir, $Ist = 1$.

Si $Ist = 0,5$ se cumple que $V = M$, es decir, el valor del impacto no se ve afectado por la importancia.

- Tipo Tres

Los indicadores de Tipo Tres son indicadores de carácter cualitativo o semicualitativo. Para estos indicadores T es igual a 0,5, es decir, la participación de la importancia puede alcanzar el 50 % del valor de impacto y, en consecuencia, este valor puede variar:

desde $V = 0,50 \cdot M$ cuando la importancia es mínima, es decir, $Ist = 0$.

hasta $V = 1,50 \cdot M$ cuando la importancia es máxima, es decir, $Ist = 1$.

Si $Ist = 0,5$, se cumple que $V = M$, el valor del impacto no se ve afectado por la importancia.

La tabla 15 contiene un esquema de los tipos de indicadores, el valor de T y las fórmulas para el cálculo de V en cada uno de los casos.

Tabla 15. Características, valor del parámetro T y relación entre V y M para cada uno de los tipos de indicador considerados.

Tipo	Características	T	Ist = 0	Ist = 0,5	Ist = 1,0
UNO	Son indicadores muy elaborados, tales que en su definición se consideran los atributos descriptivos de impacto.	0	$V = M$		
DOS	Más simples, pero que tienen en cuenta la intensidad y en muchos casos, la extensión del impacto.	0,25	$V = 0,75 \cdot M$	$V = M$	$V = 1,25 \cdot M$
TRES	Carácter cualitativo o semicualitativo.	0,50	$V = 0,50 \cdot M$	$V = M$	$V = 1,50 \cdot M$

Puede observarse que, cuanto mayor sea la información que aporta el indicador, menor va a ser la influencia que la importancia va a tener en el valor del impacto, ya que toda la información la aporta la magnitud.

Con el objeto de reunir en un único factor la importancia global estandarizada (Ist) y el parámetro T indicativo del tipo de indicador, se define un factor de corrección para el subfactor j (F_{c_j}) como:

$$Fc_j = 1 + T_j \cdot (|2 \cdot Ist_j| - 1)$$

Fc_j	Factor de corrección de la magnitud de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j. Representa el porcentaje máximo en que la importancia global estandarizada de impacto puede modificar la magnitud del mismo.
T_j	Parámetro que cuantifica la participación de la importancia global estandarizada del proyecto en el valor global del impacto que afecta al subfactor j.
Ist_j	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j (escala de 0 a 1).

De esta forma, el valor de los impactos generados sobre cada subfactor ambiental en cada una de las fases del proyecto se calcula modificando su magnitud mediante el factor de corrección, tal y como muestra la siguiente expresión:

$$V_j = M_j \cdot Fc_j$$

V_j	Valor global de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
M_j	Magnitud global en unidades homogéneas de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j (escala de 0 a 1).
Fc_j	Factor de corrección de la magnitud de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j. representa el porcentaje máximo en que la importancia global estandarizada de impacto puede modificar la magnitud del mismo.

Finalmente, mediante la siguiente expresión, se calcula el valor de impacto estandarizado (entre 0 y 1):

$$Vst_j = \frac{V_j}{1 + T_j}$$

Vst_j	Valor global estandarizado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j (escala de 0 a 1).
V_j	Valor global de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
T_j	Parámetro que cuantifica la participación de la importancia global estandarizada del proyecto en el valor global del impacto que afecta al subfactor j.

El valor del impacto global ponderado para cada subfactor ambiental, Vp_j , se obtiene multiplicando el valor del impacto global estandarizado por el peso específico del subfactor, P_j . Lógicamente tiene el mismo signo que V_j .

$$Vp_j = Vst_j \cdot P_j$$

V_{P_j}	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
V_{stj}	Valor global estandarizado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j (escala de 0 a 1).
P_j	Peso del subfactor j.

Todos los valores calculados en este apartado se recogen en la columna *Valoración del impacto del proyecto (con)* de la figura 42.

El valor del impacto total del conjunto de las acciones en cada una de las fases del proyecto sobre el total del entorno se obtiene sumando los impactos sobre cada subfactor.

$$V_p = \sum V_{P_j}$$

V_p	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el entorno (en cada fase).
V_{P_j}	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.

Todos estos resultados deben quedar reflejados en la columna *Valoración del impacto generado por el proyecto* de la matriz de evaluación (figura 42).

5.7.5. Cálculo del valor de los impactos del proyecto

La suma de los valores de los impactos del proyecto sobre el entorno en cada una de las fases del proyecto permite determinar el valor global de los impactos del proyecto sobre el entorno (VGp).

$$VG_p = \sum V_p$$

VG_p	Valor global ponderado de los impactos generados por el proyecto sobre el entorno.
V_p	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el entorno.

5.7.6. Cálculo del valor de los impactos del proyecto con medidas correctoras en cada fase

El establecimiento de medidas protectoras y/o medidas correctoras para reducir, eliminar o compensar los impactos negativos que sean importantes está establecido legalmente, por lo que es de obligado cumplimiento.

No se deben confundir las alternativas a un proyecto con la introducción de medidas correctoras. Las alternativas del proyecto están dirigidas hacia la desaparición de la acción causante del impacto, como podría ser, por ejemplo, un cambio en la ubicación de una construcción. Las medidas correctoras, por el contrario, se dirigen a los efectos, bien actuando sobre la acción impactante para anular o paliar sus efectos (no para eliminar o modificar la propia acción) o bien introduciendo una nueva acción que tenga un efecto contrario. Un ejemplo de medida correctora sería la insonorización de una instalación que estaba afectando al confort sonoro.

Hay que tener en cuenta que siempre es mejor modificar un proyecto que enfrentarse a un impacto ambiental, es decir, es preferible proponer una alternativa en lugar de una medida correctora. Además, normalmente, suele ser más barato modificar el proyecto en su origen que aplicar medidas correctoras. Por ejemplo, en el caso de un impacto paisajístico provocado por una cantera, es mejor rediseñar la cantera para que el impacto visual sea aceptable que proponer un plan de restauración.

El establecimiento de las medidas correctoras está sujeto a distintos criterios:

- Viabilidad. Al igual que las alternativas, estas medidas deben ser viables desde el punto de vista técnico, económico y legal.
- Eficacia y eficiencia. Las medidas correctoras propuestas deben ser eficaces (que cubran los objetivos para los que han sido diseñadas) y eficientes (que necesiten medios relativamente asequibles).
- Sencillez. Las medidas correctoras propuestas deben ser fáciles de implantar y de controlar.

En todo caso, el coste y la eficacia de una medida correctora deben ser proporcionales a la gravedad del impacto que se quiere eliminar o mitigar. No tiene sentido proponer una medida correctora cara y compleja para eliminar o mitigar un impacto no demasiado importante. Y viceversa: tampoco es lógico proponer una medida correctora barata y sencilla pero de escasa eficacia para eliminar o mitigar por ejemplo un impacto crítico.

A la hora de describir las medidas correctoras, se debe tener en cuenta:

- El efecto al que va dirigida la medida.
- Especificación de la medida: viabilidad y proyecto de ejecución.
- El momento óptimo para introducción la medida. Prioridad y urgencia.
- La conservación y mantenimiento. Costes.
- La eficacia esperada (importancia y magnitud del impacto).
- El impacto residual, después de aplicar la medida, y el impacto de la propia medida.
- El responsable de la gestión.

Además de proponer medidas correctoras, también hay que valorar el impacto que provocan. El procedimiento es idéntico al descrito hasta ahora, incluyendo las medidas correctoras como acciones del proyecto.

Si en la matriz inicial de evaluación se calcula el valor de los impactos generados por el proyecto como la diferencia entre las situaciones «con» y «sin», el valor de los impactos generados por el proyecto y las medidas correctoras se calcula como la diferencia entre las situaciones «con+CC» y «sin», y el valor de los impactos generados por las medidas correctoras como la diferencia entre las situaciones «con+CC» y «con» (figura 43).

Proyecto	Proyecto y medidas correctoras	Medidas correctoras
con - sin $M_j = CA_{j\text{ con}} - CA_{j\text{ sin}}$	con+CC - sin $M_{j\text{ con+CC}} = CA_{j\text{ con+CC}} - CA_{j\text{ sin}}$	con+CC - con $M_{j\text{ CC}} = CA_{j\text{ con+CC}} - CA_{j\text{ con}}$

Figura 43. Valor del impacto total generado por el proyecto y las medidas correctoras sobre el entorno.

Para valorar los impactos de las acciones del proyecto más las medidas correctoras se procede de manera similar a lo explicado anteriormente, construyendo en este caso una matriz de evaluación que incluya las medidas correctoras (figura 44).

5.7.7. Cálculo del valor de los impactos del proyecto con medidas correctoras

La suma de los valores de los impactos del proyecto con medidas correctoras ($V_{p_{\text{con+CC}}}$) en cada una de las fases del proyecto permite determinar el valor global de los impactos del proyecto con medidas correctoras ($V_{Gp_{\text{con+CC}}}$).

$$V_{Gp_{\text{con+CC}}} = \sum V_{p_{\text{con+CC}}}$$

$V_{Gp_{\text{con+CC}}}$	Valor global ponderado de los impactos generados por el proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.
$V_{p_{\text{con+CC}}}$	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.

5.7.8. Jerarquización de impactos

Todos los impactos ambientales identificados y cuya valoración permite determinar el $V_{Gp_{\text{con+CC}}}$, deben ser jerarquizados para conocer su importancia relativa, tal y como establece el Anexo VI de la Ley 21/2013. Esta jerarquización consiste en clasificar los impactos ambientales en función del valor global ponderado ($V_{p_{\text{con+CC}}}$). Para ello, se establecen 4 categorías para los impactos negativos: compatibles, moderados, severos y críticos. Los valores que delimitan cada categoría son función del rango de valores total obtenido. El grupo de expertos ambientales encargado del EsIA establecerá el rango de valores que corresponde a cada categoría.

5.8. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental

La Ley 21/2013 especifica que el EsIA debe incluir un programa de vigilancia y seguimiento ambiental (PVSA), que establece un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas y correctoras y compensatorias contenidas en el EsIA, tanto en la fase de ejecución como en la de explotación. Este programa atenderá a la vigilancia durante la fase de obras y al seguimiento durante la fase de explotación del proyecto.

		Identificación de impactos y determinación de la importancia				Determinación de la magnitud de impacto				Valoración del impacto de una fase del proyecto (con)								
		Acciones de una fase		Importancia		Indicador	Magnitud heterogénea		Magnitud homogénea		Valor		Valor					
Subfactor	Peso	A ₁	A _i	A _n	I	I _{st}	I _p				V	V _{st}	V _p					
F _j	P _j		± I _{ij}		± I _j	± I _{stj}	± I _{pj}	código	Ind _{j sin}	Ind _{j con}	CA _{j sin}	CA _{j con}	± M _j	T _j	F _{cj}	± V _j	± V _{stj}	± V _{pj}
Total fase	1000				± I	± I _{st}	± I _{np}											± V _p

Valoración del impacto generado por una fase del proyecto y las medidas correctoras (con+CC)										Cálculo del efecto de las CC		
Acciones y CC de una fase		Importancia			Magnitud			Valor			Acciones y CC de una fase	
A ₁	A _i + CC	A _n	I	I _{st}	I _p			V	V _{st}	V _p	IN _{pCC}	V _{pCC}
	I _{ij con+CC}		± I _{j con+CC}	± I _{stj con+CC}	± I _{pj con+CC}	Ind _{j con+CC}	CA _{j con+CC}	± M _{j con+CC}	F _{cj con+CC}	± V _{pj con+CC}	± I _{pj CC}	± V _{pj CC}
			± I _{con+CC}	± I _{st con+CC}	± I _{np con+CC}					± V _{p con+CC}	± IN _{pCC}	± V _{pCC}

Figura 44. Matriz de evaluación de los impactos generados por una fase del proyecto y las medidas correctoras.

El promotor es el responsable de diseñar y cumplir el PVSA recogido en el EsIA. El órgano ambiental elabora la declaración de impacto ambiental (DIA), y en ella corrige y aprueba el EsIA elaborado por el promotor y, consecuentemente, también el PVSA. Finalmente, el órgano sustantivo es el responsable del seguimiento y vigilancia de la DIA, y consecuentemente, también del PVSA en ella contenido (figura 45).

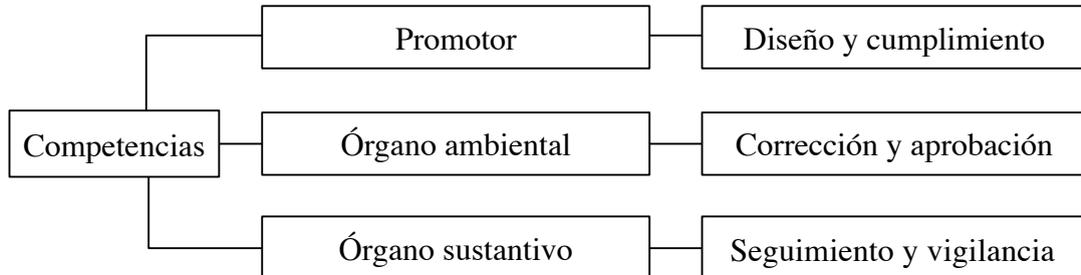


Figura 45. Competencias administrativas relacionadas con el programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

El PVSA cubre dos objetivos fundamentales. El primero es indicar al órgano sustantivo los aspectos objeto de vigilancia, que serán, necesariamente, los siguientes:

- Medidas preventivas, correctoras y compensatorias, para controlar que se aplican y sus resultados.
- Impactos residuales, que no pueden corregirse totalmente.
- Impactos detectados en el EsIA, para verificar su real aparición en las condiciones indicadas en el EsIA.
- Impactos no previsible o de difícil estimación en la fase de funcionamiento pero con riesgo de aparición en la fase de construcción, incluso los derivados de posibles accidentes.

El segundo objetivo del PVSA es ofrecer al órgano sustantivo un método sistemático para realizar la vigilancia ambiental, que sea eficaz, y lo más sencillo y económico posible.

El método para llevar a cabo la vigilancia ambiental se basa en indicadores, que son formas de medir el cumplimiento de unos objetivos concretos.

En principio, para cada elemento sujeto a vigilancia debe existir un indicador que exprese el comportamiento ambiental del elemento en cuestión. Sin embargo, el número de indicadores debe ser lo más reducido posible, procurando que un mismo indicador sirva para controlar varios elementos. Además, deben ser exactos, sencillos y representativos de la calidad ambiental.

Siempre que se pueda, los indicadores deben ser de tal naturaleza que una simple inspección visual permita certificar el grado de cumplimiento del PVSA.

La tabla 16 muestra una parte de un PVSA, exactamente la que corresponde al programa de actuación para comprobar el correcto funcionamiento de una medida correctora.

Tabla 16. Ejemplo de programa de vigilancia y seguimiento ambiental.
Programa de actuación para una medida correctora.

Impacto ambiental	Aumento de polvo, humo y partículas en suspensión por el transporte de materiales.
Medida correctora	Humectación de los caminos de acceso en períodos secos para evitar grandes polvaredas.
Indicador	Levantamiento de polvo al paso de vehículos.
Umbral de alerta	Aspecto seco y polvoriento de la plataforma.
Umbral inadmisible	Levantamiento de polvo al paso de vehículos ligeros o por la brisa.
Calendario campañas de comprobación	Observación visual, una vez cada dos días en períodos secos.
Puntos de comprobación	A lo largo de caminos de acceso.
Requerimientos del personal encargado	Técnico de medioambiente.
Medida de urgencia	Prohibición del paso de vehículos pesados hasta que se riegue la plataforma.

5.9. Vulnerabilidad del proyecto

Según la Ley 21/2013, se debe incluir en el EsIA una descripción de los efectos adversos significativos del proyecto en el medioambiente a consecuencia de la vulnerabilidad del proyecto ante el riesgo de accidentes graves y/o catástrofes relevantes, el riesgo de que se produzcan dichos accidentes graves o catástrofes y el análisis de los probables efectos adversos significativos en el medioambiente en caso de ocurrencia.

En este sentido, sería un accidente grave cualquier suceso no controlado (emisión, incendio, explosión de gran magnitud, etc.) que se produzca debido a un proceso no controlado durante la ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición del proyecto y que suponga un peligro grave para las personas o el medioambiente, ya sea inmediato o diferido. Asimismo, sería una catástrofe cualquier suceso de origen natural (inundaciones, subida del nivel del mar, terremotos, fenómenos meteorológicos adversos, incendios forestales), ajeno al proyecto, que produce gran destrucción o daño sobre las personas o el medioambiente.

Para llevar a cabo este estudio, podrá utilizarse la información relevante disponible y obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con otras normas que sean de aplicación al proyecto, como por ejemplo:

- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (para el análisis de riesgos)
- Normativa que regula la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares (<https://www.csn.es/normativa-del-csn/normativa-española>).

La descripción debe incluir las medidas previstas para prevenir y mitigar el efecto adverso significativo de tales acontecimientos en el medioambiente, y detalles sobre la preparación y respuesta propuesta a tales emergencias.

5.10. Documento de síntesis

El EsIA finaliza con el documento de síntesis que consiste en la realización de un resumen no técnico de la información facilitada en virtud del contenido del EsIA descrito en el Anexo VI de la Ley 21/2013.

Las características generales que debe cumplir el documento de síntesis para satisfacer su objetivo principal (informar a la sociedad del coste ambiental de un proyecto) son las siguientes: comprensible, sencillo, completo y estructurado. No debe contener más de 25 páginas.

5.11. Referencias bibliográficas

Finalmente se incluirá la lista de referencias bibliográficas consultada para la elaboración del estudio. Asimismo, se analizará y listará la normativa ambiental aplicable al proyecto.

Referencias

- Conesa Fernández-Vítora, Vicente. 2010. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Mundi-Prensa (Madrid), 4.^a edición. ISBN: 9788484766193.
- Encinas Malagón, Dolores; Gómez-de-Balugera López de Alda, Zuriñe; Rojo Azaceta, Naiara; Gallastegui Ruiz de Gordo, Gorka; Durana Jimeno, Nieves. 2022. Estudio de Impacto Ambiental. Procedimiento y Herramientas. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (Vitoria-Gasteiz), 6.^a edición. ADDI: <http://hdl.handle.net/10810/58452>
- Espinoza, Guillermo. 2007. Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Centro de Estudios para el Desarrollo (CED) (Santiago de Chile).
- Garmendia Salvador, Alfonso; Salvador Alcaide, Adela; Crespo Sánchez, Cristina; Garmendia Salvador, Luis. 2005. Evaluación de Impacto Ambiental. Pearson Education (Madrid). ISBN: 9788420543985.
- Gómez-Orea, Domingo; Gómez Villarino, M^a Teresa. 2013. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi-Prensa (Madrid), 3.^a edición. ISBN: 9788484766438.

Bibliografía de consulta

- Borderías Uribeondo, M^a Pilar; Muguruza Cañas, Carmen. 2014. Evaluación Ambiental. Editorial UNED. ISBN: 9788436269284.
- Claver Cortés, Enrique; Molina Azorín, José Francisco; Tarí Gulló, Juan José. 2011. Gestión de la Calidad y Gestión Medioambiental: Fundamentos, Herramientas, Normas ISO y Relaciones. Pirámide, 3^a edición. ISBN: 9788436824582.
- de Tomás Sánchez, José Tomás. 2013. Estudios de Impacto Ambiental. Manual Práctico para su Elaboración. Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante, Servicio de Publicaciones. ISBN: 9788497172707.
- Español Echániz, Ignacio Miguel. 2017. Evaluación de impacto ambiental: Fundamentos. Dextra Editorial. ISBN: 9788416898084.
- Granero Castro, Javier; Ferrando Sánchez, Miguel; Sánchez Arango, María; Pérez Burgos, Covadonga. 2015. Evaluación de Impacto Ambiental: Guía Metodológica para la Redacción de Estudios de Impacto Ambiental. Fundación Confemetal, 2^a edición. ISBN: 9788415781417.
- Jiménez Madrid, Alberto. 2019. Ejecución Práctica de EIA. Editorial Elearning. ISBN: 9788417814519.
- Jiménez Madrid, Alberto. 2020. Metodología de Elaboración de la Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Elearning. ISBN: 9788418214783.
- López, Marieudil; Benítez, José; López, Wilfredo. 2012. 10 Aspectos Claves para la Gestión Ambiental. Editorial Académica Española. ISBN: 9783847368892.
- Martínez-Orozco, Juan Miguel. 2020. Casos Prácticos en Evaluación de Impacto Ambiental (ebook). Dextra Editorial. ISBN: 9788417946142.
- Quintana López, Tomás; Casares Marcos, Ana Belén. 2014. Evaluación de Impacto Ambiental y Evaluación Estratégica. Tirant lo Blanch. ISBN: 9788490539828.
- Sanz Rubiales, Iñigo. 2021. El Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental a través de sus Documentos. Tirant lo Blanch. ISBN: 9788413787756.
- Torreblanca Fernández, Estefanía. 2022. Determinación y Comunicación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). IC Editorial. ISBN: 9788411033480.
- Vidal López, Ramón. 2009. Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio de Educación. ISBN: 9788436948493

Anexo I

A_i	Acción i.
$CA_{j\text{con}}$	Calidad ambiental del subfactor j en la situación «con» proyecto (en cada fase).
$CA_{j\text{con+CC}}$	Calidad ambiental del subfactor j en la situación «con+CC» (proyecto más medidas correctoras) (en cada fase).
$CA_{j\text{sin}}$	Calidad ambiental del subfactor j en la situación «sin» proyecto.
f_c	Factor de crecimiento que regula la rapidez con que aumenta la importancia al aumentar n.
F_{c_j}	Factor de corrección de la magnitud de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
$F_{c_j\text{con+CC}}$	Factor de corrección de la magnitud de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.
F_j	Factor j.
$I_{\text{con+CC}}$	Importancia global de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.
IG_p	Importancia global ponderada de los impactos generados por el proyecto sobre el entorno.
$IG_{p\text{CC}}$	Importancia global ponderada de los impactos generados por las medidas correctoras sobre el entorno.
$IG_{p\text{con+CC}}$	Importancia global ponderada de los impactos generados por el proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.
I_{ij}	Importancia del impacto generado por la acción i sobre el subfactor j.
I_j	Importancia global de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
\bar{I}_j	Promedio de las importancias de los impactos del proyecto sobre el subfactor j.
$I_{j\text{CC}}$	Importancia global de los impactos generados por las medidas correctoras sobre el subfactor j (en cada fase).
$I_{j\text{con+CC}}$	Importancia global de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.
I_{max}	Valor máximo posible de la importancia del impacto.
I_{min}	Valor mínimo posible de la importancia del impacto.
$\text{Ind}_{j\text{con}}$	Valor del indicador j en la situación «con» proyecto.
$\text{Ind}_{j\text{con+CC}}$	Valor del indicador j en la situación «con +CC» (proyecto más medidas correctoras).
$\text{Ind}_{j\text{sin}}$	Valor del indicador j en la situación «sin» proyecto.

IN_p	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el entorno.
IN_{pCC}	Importancia global ponderada de los impactos generados por las medidas correctoras sobre el entorno (en cada fase).
$IN_{pcon+CC}$	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.
I_{p_j}	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
I_{p_jCC}	Importancia global ponderada de los impactos generados por las medidas correctoras sobre el subfactor j (en cada fase).
$I_{p_jcon+CC}$	Importancia global ponderada de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.
$I_{ijcon+CC}$	Importancia del impacto generado por la acción i más la medida correctora sobre el subfactor j.
I_{st}	Importancia global estandarizada de los impactos generados por el proyecto sobre el entorno.
$I_{stcon+CC}$	Importancia global estandarizada de los impactos generados por el proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.
I_{st_j}	Importancia global estandarizada de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
$I_{st_jcon+CC}$	Importancia global estandarizada de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.
MAX_j	Valor máximo real de las importancias de los impactos que afectan al subfactor j.
M_j	Magnitud global en unidades homogéneas de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
$M_{jcon+CC}$	Magnitud global en unidades homogéneas de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.
n_j	Nº de impactos que afectan al subfactor j.
P_j	Peso del subfactor j.
T_j	Parámetro que cuantifica la participación de la importancia global estandarizada del proyecto en el valor global de los impactos que afectan al subfactor j.
VG_p	Valor global ponderado de los impactos generados por el proyecto sobre el entorno.
VG_{pCC}	Valor global ponderado de los impactos generados por las medidas correctoras sobre el entorno.
$VG_{pcon+CC}$	Valor global ponderado de los impactos generados por el proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.
V_j	Valor global de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
$V_{jcon+CC}$	Valor global de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.
V_p	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el entorno.

V_{pCC}	Valor global ponderado de los impactos generados por las medidas correctoras sobre el entorno (en cada fase).
$V_{p_{con+CC}}$	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el entorno.
V_{p_j}	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
$V_{p_j CC}$	Valor global ponderado de los impactos generados por las medidas correctoras sobre el subfactor j (en cada fase).
$V_{p_j con+CC}$	Valor global ponderado de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.
V_{st_j}	Valor global estandarizado de los impactos generados por cada fase del proyecto sobre el subfactor j.
$V_{st_j con+CC}$	Valor global estandarizado de los impactos generados por cada fase del proyecto más las medidas correctoras sobre el subfactor j.

Unibertsitateko eskuliburuak Manuales universitarios

UPV/EHUko Argitalpen Zerbitzua
argitaletxea@ehu.eus

Servicio Editorial de la UPV/EHU
editorial@ehu.eus

Tel.: 94 601 2227
www.ehu.eus/argitalpenak

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

ISBN: 978-84-1319-558-2