

Guías para la elaboración de **Estudios Ambientales** de Proyectos con incidencia en el **Medio Natural**



Infraestructuras terrestres de comunicación y transportes



Guías para la elaboración de **Estudios Ambientales**
de Proyectos con incidencia sobre el **Medio Natural**

Guía 1

Infraestructuras terrestres de comunicación y transportes



Región de Murcia

Índice

1. INTRODUCCIÓN	117
1.1. Proyectos con incidencia sobre el medio natural cubiertos por esta Guía. Proyectos más frecuentes.....	117
1.2. Órganos sustantivos.....	119
1.3. Legislación específica asociada a este tipo de proyectos.....	120
2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	122
2.1. Identificación de alternativas de ubicación.....	122
2.2. Otros tipos de alternativas distintas de las de ubicación.....	124
2.3. Herramientas de comparación entre alternativas.....	124
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	127
3.1. Descripción del contexto del proyecto. Planes y programas locales, nacionales y europeos de relevancia.....	128
3.2. Descripción de las actuaciones del proyecto susceptibles de causar impacto en el medio natural.....	128
3.3. Partes de las que se compone un proyecto.....	130
3.4. Actividades inducidas.....	133
4. ÁMBITO DE ESTUDIO Y ESCALA DE APLICACIÓN	134
5. INVENTARIO AMBIENTAL: DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PREOPERACIONAL	135
5.1. Variables más importantes.....	135
5.2. Listado general de variables.....	137
6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	141
6.1. Conceptos generales.....	141
6.2. Herramientas de identificación más utilizadas.....	141
6.3. Descripción de impactos.....	141
7. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	147
7.1. Caracterización de impactos. Descriptores aplicados a los proyectos estudiados con afección sobre el medio natural.....	147
8. MEDIDAS MITIGADORAS (PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSADORAS) DE LOS IMPACTOS	148
8.1. Descripción de las medidas mitigadoras más comunes.....	149
8.2. Medidas compensadoras de los impactos.....	162
9. IMPACTOS RESIDUALES	163
10. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL	164
10.1. Infraestructuras lineales.....	164
10.2. Aeropuertos.....	165
11. BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN	167
11.1. Bibliografía.....	167
11.2. Informes y estudios inéditos.....	168
11.3. Enlaces de internet.....	168



Tablas

Tabla 1	Listado de Órganos Sustantivos para Proyectos incluidos en la Guía.	119
Tabla 2	Preferencia del enfoque de la medida de mitigación	148
Tabla 3	Uso de pasos para fauna por los diferentes grupos taxonómicos.	155
Tabla 4	Impactos residuales, medidas correctoras e impacto residuales más habituales	163

Figuras

Figura 1	Proyectos informados por la Dirección General del Medio Natural	117
----------	---	-----

Ejemplos

| 116 |

Ejemplo 1	Alternativas de trazado de un vial	123
Ejemplo 2	Alternativas de trazado de un vial	124
Ejemplo 3	Árbol de acciones para una carretera	131
Ejemplo 4	Árbol de factores ambientales para el caso de un proyecto de construcción de una carretera	136
Ejemplo 5	Ejemplo de la eficacia de los pasos de fauna	153
Ejemplo 6	Medidas correctoras para evitar los atropellos de fauna	153
Ejemplo 7	Ejemplo de medidas preventivas y correctoras introducidas en la carretera paisajística de Almonte a Los Cabezudos, en las proximidades de Doñana (Huelva). Zona de paso del lince ibérico (<i>Lynx pardinus</i>).	154
Ejemplo 8	Otros métodos para reducir los accidentes de las aves en líneas eléctricas	157
Ejemplo 9	Electrocuciones y colisiones de rapaces en la Región de Murcia	157

Introducción

1.1. Proyectos con incidencia sobre el medio natural cubiertos por esta Guía. Proyectos más frecuentes

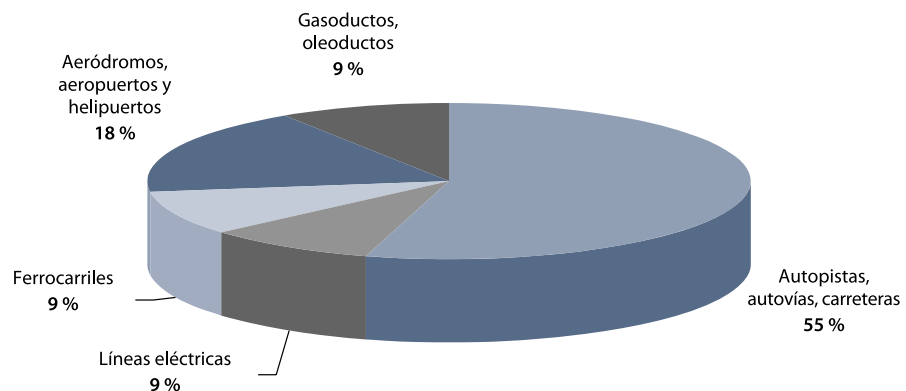
Como consecuencia del continuo desarrollo económico de la Región de Murcia, es cada vez mayor la demanda de nuevas infraestructuras relacionadas con el transporte; tanto de vehículos (autopistas, autovías, carreteras, líneas férreas, aeropuertos y helipuertos...) como de energía y otras materias primas (líneas eléctricas, gasoductos, oleoductos...).

Dentro de los tipos de estudios ambientales de proyectos con incidencia sobre el medio natural contemplados en la presente guía (constituyen el 5% del total, como se vio en la Parte Común), destacan, tanto por su importancia en número como por la trascendencia de los mismos en la Región de Murcia, los relacionados con la conservación, mejora, y adecuación de carreteras (incluidas autopistas y autovías), así como los desdoblamientos y nuevos trazados de las mismas, mientras los proyectos relacionados con la red ferroviaria, la construcción de helipuertos, gasoductos, oleoductos y líneas eléctricas quedan en segundo término, en cuanto a número, frente a los primeros (en total suman el 45% de los proyectos que trata la presente guía, mientras los relacionados con la red de carreteras suman por sí solos el 55%).

| 117 |

Figura 1

Proyectos informados por la Dirección General del Medio Natural
(% de estudios ambientales relacionados con el contenido de la guía)
Periodo 1992-2002



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por la Dirección General del Medio Natural.



Con la finalidad de orientar acerca de todas las tipologías de proyectos cuyos estudios ambientales abarca la presente Guía, se ha elaborado un listado de las mismas a raíz de la Ley Estatal 6/2001 y la Ley Regional 1/1995, las cuales tipifican qué actividades están sometidas a la realización de EIA.

Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1.302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

ANEXO I. Proyectos contemplados en el apartado 1 del artículo 1	
Grupo 3. Industria energética	
f)	Tuberías para el transporte de gas y petróleo con un diámetro de más de 800 milímetros y una longitud superior a 40 kilómetros.
g)	Construcción de líneas aéreas para el transporte de energía eléctrica con un voltaje igual o superior a 220 kv y una longitud superior a 15 kilómetros.
Grupo 6. Proyectos de infraestructuras	
a)	Carreteras:
1.º	Construcción de autopistas y autovías, vías rápidas y carreteras convencionales de nuevo trazado.
2.º	Actuaciones que modifiquen el trazado de autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras convencionales preexistentes en una longitud continuada de más de 10 kilómetros.
3.º	Ampliación de carreteras convencionales que impliquen su transformación en autopista, autovía o carretera de doble calzada en una longitud continuada de más de 10 kilómetros.
b)	Construcción de líneas de ferrocarril para tráfico de largo recorrido.
Grupo 9. Otros proyectos	
b)	Los siguientes proyectos correspondientes a actividades listadas en el anexo I que, no alcanzando los valores de los umbrales establecidos en el mismo, se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de la Directiva 79/409/CEE, del Consejo, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres, y de la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar:
7.º	Tuberías para el transporte de productos químicos y para el transporte de gas y petróleo con un diámetro de más de 800 milímetros y una longitud superior a 10 kilómetros.
8.º	Líneas aéreas para el transporte de energía eléctrica con una longitud superior a 3 kilómetros.
c)	Los proyectos que se citan a continuación, cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar:
2.º	Construcción de aeródromos.
ANEXO II. Proyectos contemplados en el apartado 2 del artículo 1	
Grupo 4. Industria energética	
a)	Instalaciones industriales para el transporte de gas, vapor y agua caliente; transporte de energía eléctrica mediante líneas aéreas (proyectos no incluidos en el anexo I), que tengan una longitud superior a 3 kilómetros.
d)	Instalaciones de oleoductos y gasoductos (proyectos no incluidos en el anexo I), excepto en suelo urbano, que tengan una longitud superior a 10 kilómetros.
Grupo 7. Proyectos de infraestructuras	
c)	Construcción de líneas de ferrocarril, de instalaciones de trasbordo intermodal y de terminales intermodales (proyectos no incluidos en el anexo I).
d)	Construcción de aeródromos (proyectos no incluidos en el anexo I).
Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua	
f)	Instalaciones de conducción de agua a larga distancia cuando la longitud sea mayor de 40 kilómetros y la capacidad máxima de conducción sea superior a 5 metros cúbicos / segundo (proyectos no incluidos en el anexo I).

Ley 1/1995, de 8 de marzo, de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia.

ANEXO I: Actividades sometidas a evaluación de impacto ambiental	
2. PROYECTOS DE OBRAS Y ACTIVIDADES	
2.10. OTRAS INFRAESTRUCTURAS Y PROYECTOS DE OBRAS	
Oleoductos, gasoductos y transporte por tuberías de hidrocarburos y productos químicos.	
Líneas de transporte de energía eléctrica de alta tensión.	
Construcción de autopistas, autovías, carreteras y otras vías de tránsito, así como variantes de población y desdoblamientos, incluyendo las mejoras de trazado superior a 10 km.	
Construcción de ferrocarriles, tranvías, metro, funiculares y teleféricos.	
Construcción y ampliación de aeropuertos, aeródromos y helipuertos de uso público o particular, incluyendo las pistas para despegue y aterrizaje de ultraligeros.	

Como características comunes para todos los tipos de proyecto antes citados, cabe mencionar lo siguiente:

- Son de extensión lineal, por lo que tienen gran incidencia territorial, ya que suelen atravesar varias unidades ambientales.
- A pesar de su carácter lineal, los impactos que provocan no sólo se extienden linealmente siguiendo a la propia infraestructura. Los más importantes pueden ser considerados de carácter difuso en general, ya que



la emisión de gases contaminantes, vertidos de aceites e hidrocarburos, y el ruido, son impactos que se extienden más allá de los límites del proyecto, y en distinta medida según vientos predominantes, orografía, pluviometría de la zona, etc. Pero quizá uno de los impactos de mayor relevancia en este tipo de actuaciones, la fragmentación de hábitats, sea más difícil de encuadrar, ya que aunque es un hecho puntual, sus efectos se dan a mayor escala.

- Algunas acciones frecuentes en este tipo de proyectos son: desbroce y explanación de terrenos, tránsito de vehículos pesados, producción de ruido y polvo durante la construcción, aumento del tránsito de vehículos y aumento del ruido durante la fase de funcionamiento, aumento de la mortalidad en fauna local, fraccionamiento de hábitats, poblaciones animales y paisaje, aumento de la accesibilidad a espacios naturales, explotación de canteras asociadas al aumento de la demanda de áridos y acondicionamiento de carreteras mediante asfaltado, etc.

1.2. Órganos sustantivos

Puesto que la presente serie de Guías trata de un modo general la totalidad de estudios ambientales de proyectos con incidencia sobre el medio natural, haciendo especial alusión al procedimiento reglado de EIA, y cómo no, a la elaboración de su correspondiente EsIA, se hace necesario tratar, llegado a este punto, los Órganos Sustantivos normalmente asociados con la tipología de proyectos que nos atañe. A continuación se citan ejemplos de dichos órganos sustantivos, los cuales han sido extraídos tanto de EsIA como de anuncios de información pública y DIA del Boletín Oficial de la Región de Murcia (BORM) y Boletín Oficial del Estado (BOE).

Téngase en cuenta que no siempre un determinado proyecto tendrá ligado un órgano sustantivo en concreto, ya que dependerá de las características específicas del mismo (por ejemplo, variará dependiendo de su envergadura: no es lo mismo un proyecto destinado al aprovechamiento hidroeléctrico de un río que el destinado al de una acequia), es por ello que, en varias ocasiones, para una misma tipología de proyecto, figura más de un posible órgano sustantivo (a pesar de que en los siguientes ejemplos se recogen los más habituales).

Tabla 1

Listado de Órganos Sustantivos para Proyectos incluidos en la Guía

	Ejemplo	Tipo	Órgano sustantivo
Guía 1	Anuncio de información pública relativo al estudio de impacto ambiental del proyecto de nuevo trazado de la variante de la carretera C- 3223 a su paso por Fortuna y los baños, en el término municipal de Fortuna, con el nº de expediente 1.025/ 99 de E.I.A., a solicitud de la Dirección General de Carreteras. BORM Número 24. Martes, 29 de enero de 2002. Página 1.493.	Autopistas, autovías, carreteras	Dirección General de Carreteras (AGE, CARM)
	Anuncio de información pública relativo al estudio de impacto ambiental del proyecto de línea eléctrica dentro del "Parque Natural de Carrascoy-El Valle" en el término municipal de Alhama, con el nº de expediente 502/01 de E.I.A., a solicitud de Iberdrola, S.A. BORM Número 4. Sábado, 5 de enero de 2002. Página 165.	Líneas eléctricas	Dirección General de Industria, Energía y Minas (CARM), Dirección General de Política Energética y Minas (AGE)
	Anuncio de información pública del Estudio de Impacto Ambiental del estudio informativo del proyecto de tren ligero Murcia-Campus Universitario de Espinardo, a solicitud de la Dirección General de Transportes y Puertos. BORM Número 157. Martes, 9 de julio de 2002. Página 10.408.	Ferrocarriles	Dirección General de Transportes y Puertos (CARM), Dirección General de Ferrocarriles (AGE)
	Declaración de Impacto Ambiental de la Secretaría Sectorial de Agua y Medio Ambiente relativa a un proyecto de helipuerto, en el término municipal de Águilas, a solicitud de Rotorsun, S.L. BORM Número 271. Jueves, 22 de noviembre de 2001. Página 14.954.	Aeródromos, aeropuertos y helipuertos	Dirección General de Aviación Civil (AGE)
	Declaración de Impacto Ambiental de la Secretaria Sectorial de Agua y Medio Ambiente relativa a un proyecto de suministro de Gas Natural a Energy Works G.E.P., en el término municipal de Cartagena, a solicitud de Gas Natural SDG, S.A. BORM Número 25. Viernes, 31 de enero de 2003. Página 1.738	Gasoductos, oleoductos	Dirección General de Industria, Energía y Minas (CARM), Dirección General de Política Energética y Minas (AGE)

Fuente: Elaboración propia.



1.3. Legislación específica asociada a este tipo de proyectos

Se expone a continuación la legislación de carácter específico más relevante (tanto a nivel comunitario como nacional y regional) para los estudios ambientales de proyectos con incidencia sobre el medio natural tratados en la presente Guía.

Recordar que la legislación a considerar en cualquier proyecto con incidencia sobre el medio natural de los aquí tratados no tiene por qué ser toda la citada a continuación (dependerá, entre otros factores, de la naturaleza de la actuación o proyecto, su ubicación, su extensión y los factores del medio natural afectados por la ejecución, funcionamiento o desmantelamiento del mismo). Comentar igualmente que la aplicación de la legislación aquí citada no exime de la aplicación de otra (ya sea relacionada con el medio natural o no), entre ella, la recogida en la Parte Común.

Cabe citar nuevamente, llegado este punto, que una de las deficiencias más frecuentes de los estudios ambientales es la asociada a la ocultación de datos, y en ocasiones, el falseamiento de los mismos, lo cual desemboca en la elaboración de estudios de mala calidad. Como es lógico, es de especial relevancia contar con una adecuada base legal correctamente actualizada y enfocada al tipo de proyecto que nos atañe, ya que en cierto modo, ayuda a desarrollar estudios más transparentes y mejor integrados en el medio receptor de los mismos.

CEE

- Directiva 2002/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de marzo de 2002, sobre el establecimiento de normas y procedimientos para la introducción de restricciones operativas relacionadas con el ruido en los aeropuertos comunitarios. (DOCE L 85, de 26.03.2002)
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (DOCE L 189, de 18.07.02).

NACIONAL

- Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras. (BOE nº 182, de 30.07.88).
- Ley 8/1990, de 25 de julio, sobre reforma del régimen urbanístico y valoraciones del suelo. Afectada por STC nº 61/1997, de 20 de marzo (BOE nº 99 de 25.04.97 y BOE nº 159, de 04.07.97).
- Real Decreto 1.256/1990, de 11 de octubre, sobre limitación de emisiones sonoras de los aviones de reacción subsónicos civiles. (BOE nº 250, de 18.10.90).

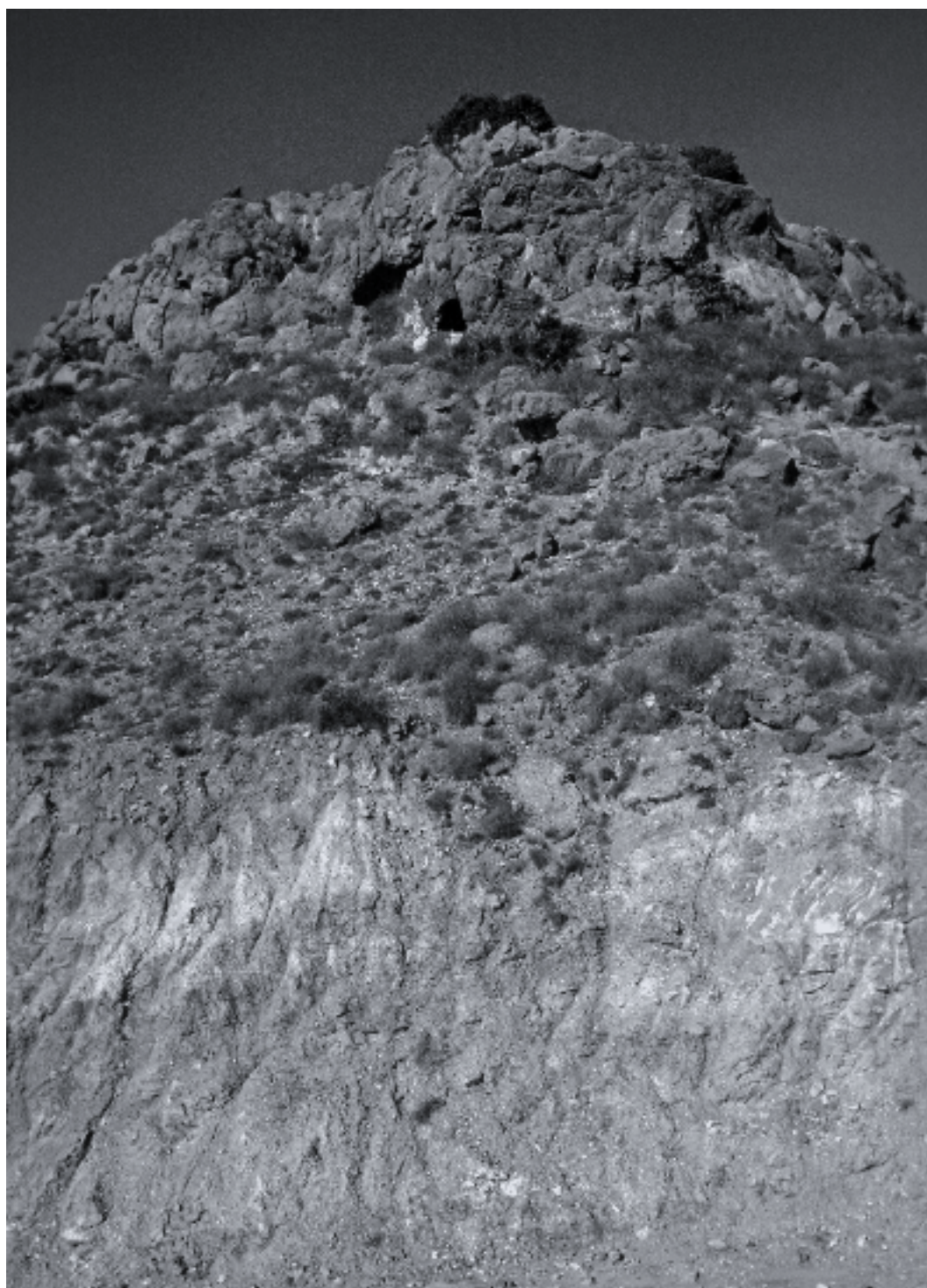




- Orden de 30 de octubre de 1992, por la que se determina la cuantía del canon de ocupación y aprovechamiento del dominio público marítimo-terrestre, establecido en el artículo 84 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de costas (BOE nº 295, de 09.12.92).
- Real Decreto 1.818/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras. (BOE nº 228, de 23.09.94).
- Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre régimen del suelo y valoraciones
- Real Decreto 1.257/2003, de 3 de octubre, por el que se regulan los procedimientos para la introducción de restricciones operativas relacionadas con el ruido en aeropuertos. (BOE nº 238, de 04.10.03).

REGIONAL

- Ley 9/1990, de 27 de agosto, de Carreteras de la Región de Murcia (BORM nº 222, de 26.09.90).
- Ley 4/1997, de 24 de julio, de Construcción y Explotación de Infraestructuras de la Región de Murcia. (BORM nº 195, de 25.08.97).



Análisis de alternativas

Como ya se comentó en la Parte Común, el análisis de alternativas no debe ser considerado como un apartado tópicamente cuyo único destino sea llegar a una opción predeterminada, sino más bien al contrario: debe permitir mediante criterios objetivos elegir la alternativa más favorable desde el punto de vista del medio natural, pero integrando a la vez otros criterios de tipo económico, de oportunidad, etc. En este sentido, debe tenerse en cuenta que es necesario buscar la alternativa donde se maximice aptitud del territorio (buscando siempre que sea posible la implantación de usos en terrenos vocacionales frente a los mismos) y se minimice la afección negativa sobre el medio natural.

2.1. Identificación de alternativas de ubicación

2.1.1. Vías de comunicación terrestres

Bien es cierto que el trazado de los viales es la alternativa más frecuente en la mayoría de proyectos de esta índole (o por lo menos, la más considerada frente a otras), por ello se deben emplear ciertas herramientas a modo de guía, de tal forma que la infraestructura sea lo menos impactante posible, pudiendo de este modo, tal y como se comentó con anterioridad, ligar el desarrollo con la conservación del medio.

Un buen procedimiento (si bien no el único) sería: en una primera fase realizar un estudio, en el cual se identifiquen varios corredores dentro de una amplia zona geográfica (la afectada por el trazado, es decir, el punto de origen y fin del vial, así como sus inmediaciones) cuyos resultados se representan cartográficamente a escala adecuada (1/50.000 u otra, en función de las características de la vía, destacando, cómo no, su longitud, por lo que puede ser precisa la representación por tramos), con la finalidad de establecer la capacidad del territorio para acoger dicha vía de comunicación (si bien este procedimiento también es de aplicación para la realización de gasoductos, oleoductos, líneas eléctricas...). Desde el punto de vista del medio natural se considerarán varios aspectos:

- Presencia o cercanía de Espacios Naturales Protegidos, LIC, ZEPA, etc.
- Formaciones de vegetación cartografiadas como hábitats prioritarios.
- Lugares de Interés Geológico catalogados (estén o no incluidos como figura de protección en la normativa sobre espacios naturales).
- Presencia de Montes de utilidad pública.
- Presencia de áreas de interés faunístico.
- Presencia de zonas húmedas presentes en el Inventario Regional.
- Presencia de vías pecuarias.

A continuación se trazarán los corredores que desde el punto de vista ambiental evitarán o minimizarán la afección sobre los recursos considerados como de restricción alta. Seguidamente, se hará un estudio comparativo entre los corredores y se determina el más adecuado (se debe buscar el mínimo impacto y la máxima aptitud del medio).

En una segunda fase, se plantearán varias alternativas dentro del corredor seleccionado. Esas alternativas deben someterse a un proceso de selección previo en el que se descartan aquellas que presentan inconvenientes evidentes o, por el contrario, se seleccionan aquellas con ventajas netas frente a sus competidoras (terrenos con poco valor natural o alejados de zonas sensibles, atraviesan unidades ambientales que muestran un alta vocación frente al uso a



implantar, zonas alejadas de núcleos de población...). Una vez seleccionadas las alternativas, se realizará un balance comparativo de detalle desde los puntos de vista socio-económico, constructivo, funcional, y cómo no, ambiental.

Sirva como ejemplo concreto de lo antes expuesto el siguiente:

Ejemplo 1

Alternativas de trazado de un vial

Diseño del autovía A-381, que conecta la Bahía de Cádiz y el Marco de Jerez con la Bahía de Algeciras. Para el desarrollo de este proyecto se barajaron un total de 53 alternativas distintas de trazado atendiendo a los aspectos anteriormente enumerados.

2.1.2. Líneas eléctricas

A continuación se expone, sin entrar en detalle, un método (si bien no el único) válido para el caso de proyectos de este tipo, con la finalidad, cómo no, de minimizar los posibles impactos sobre el medio natural (aunque en otras fases se deberá –como es lógico– pensar, valorar otros aspectos tales como el socio-económico, constructivo, funcional) y buscando siempre que sea posible, además de lo anterior, que la zona afectada muestre un uso lo más apto posible para la actividad (incluso vocacional si fuese posible). El presente método deriva del anteriormente expuesto para carreteras, ya que son actuaciones que, salvando las diferencias obvias, muestran igualmente una componente claramente lineal.

1. Definición de los corredores alternativos mediante análisis del medio y representación cartográfica a escala adecuada:

- Comparación de pasillos una vez seleccionado el corredor más adecuado.
- Selección del pasillo que produzca el menor impacto sobre los componentes del medio natural analizados y su entorno. Entre los aspectos a tener en cuenta para la elección del pasillo más adecuado, están los siguientes:
 - Discurrir en paralelo a otras líneas existentes, para crear un único pasillo y unificar impactos, siempre que sea posible.
 - Máxima distancia a zonas con gran densidad de habitantes y enclaves de interés (núcleos urbanos, zonas boscosas susceptibles de padecer un incendio en caso de rotura o fallo del cableado, etc.).
 - Evitar el paso por zonas húmedas, zonas de paso de aves u otra zona de especial trascendencia desde el punto de vista del medio natural (tal como Espacios Naturales Protegidos, LIC, ZEPA...).

2. Determinación del trazado óptimo de la línea eléctrica (si bien, como se comentó con anterioridad, se deberán valorar también otros factores ajenos al medio natural, tales como intereses socio-económicos, de oportunidad..., y que por tanto no entramos a valorar en la presente guía).





Ejemplo 2

Alternativas de trazado de un vial

Para el trazado de una línea eléctrica de alta tensión a instalar en las proximidades de una zona de saladar protegida, se barajaron 4 alternativas de trazado:

Alternativa 1: atravesar el saladar a lo largo de toda su extensión (era la alternativa que mostraba un trazado más corto).

Alternativa 2: atravesar el saladar por uno de sus márgenes (era la alternativa que mostraba un trazado más corto junto a la primera, si bien seguía afectando al ENP).

Alternativa 3: bordear por el lado oeste y norte el saladar aprovechando los márgenes creados respectivamente por una carretera nacional y un carril de servicio de un autovía (esta alternativa mostraba el segundo trazado más largo, pero no afectaba superficie alguna del ENP).

Alternativa 4: bordear el ENP por los límites sur y este, donde se encontraban pequeñas viviendas rurales diseminadas (no afectaba al saladar, pero el trazado era el más largo, y por tanto, el más desfavorable desde el punto meramente económico).

Finalmente se optó por la Alternativa 3, ya que presentaba un mejor acceso, el acondicionamiento y características del lugar para realizar la obra y el mantenimiento de la misma eran mejores y no afectaba al saladar. En resumen, pese a no ser la alternativa económicamente más favorable (desde el punto de vista de coste de los materiales), sí que lo era globalmente teniendo en cuenta otros factores de tipo ambiental, de accesos, coste de las obras, futuro mantenimiento de la línea, y molestias a la población.

2.2. Otros tipos de alternativas distintas de las de ubicación

Si bien son las alternativas de trazado las más frecuentes para el tipo de proyectos que nos atañe, en el caso de ser inviable por alguna circunstancia la aplicación de tales, se pueden recurrir a las de otro tipo, entre las que destacan las siguientes:

- Método de transporte (automóviles-ferrocarriles).
- Diseño: trazado elevado, a nivel, en trinchera, túneles, falso túnel, desmonte, etc.
- Dimensionado: características (desde autovía-autopista a carretera convencional), capacidad (número de carriles).
- Materiales: origen de los materiales de préstamo, canteras autorizadas, tipo de firme... etc.
- Tecnología: por ejemplo, tren de alta velocidad vs. tren convencional.
- Para el caso de las líneas eléctricas: soterramiento total o parcial.
- Modelos de apoyos.
- Dimensionado de la línea.

2.3. Herramientas de comparación entre alternativas

Como antes se comentó, las alternativas deben ser analizadas individualmente, de modo que sea posible definir para todas ellas las acciones del proyecto que pueden derivar en efectos no deseados, en este caso, sobre el medio natural. La evaluación de las distintas rutas se presenta mediante la comparación de indicadores de tipo físico, biológico, socioeconómico y cultural en el área de influencia del proyecto, si bien estos dos últimos no son objeto de análisis en la presente serie de guías, como anteriormente se comentó. Es necesario resaltar que, mientras no se determine el trazado definitivo, el estudio de la selección de la ruta es de carácter dinámico.

La evaluación de una alternativa consiste en asignarle una valoración en función del grado de sensibilidad en relación, en este caso, con el medio natural y la aptitud mostrada por éste ante tal alternativa.

Los criterios, si bien no los únicos sí los más habituales, para evaluar la sensibilidad de las rutas son los siguientes:

- Explorar y evaluar objetivamente la alternativa razonable.
- Considerar el estado y posible evolución del medio (análisis de las tendencias del mismo).
- Conocer y considerar las distintas etapas del proyecto y de qué modo influirán en el medio.
- Incluir la alternativa nula (sin proyecto) entre las consideradas.
- Incluir, entre las alternativas consideradas, aquella con proyecto y medidas mitigadoras.
- Considerar las preferencias públicas y/o de interés social.
- Considerar la presencia de puntos críticos (por ejemplo, cruces de cauces hídricos, áreas protegidas, etc.) y la posible evolución de los mismos frente al desarrollo del proyecto.
- Minimizar los impactos potenciales sobre el medio natural.
- Reducir el número de cruces con cursos hídricos.



Se suele evaluar la sensibilidad de las rutas considerando los indicadores seleccionados, fundamentalmente, los relacionados con el medio natural (tanto de carácter biótico como abiótico). Entre los citados indicadores, podemos destacar los siguientes:

2.3.1. Indicadores de tipo abiótico:

- Alteraciones y pérdidas del suelo.
- Riesgos geodinámicos.
- Geotecnia.
- Contaminación y alteración de las aguas superficiales y subterráneas, así como su posible afección sobre zonas húmedas u otro tipo de área considerada bajo algún tipo de figura protectora. Estudio de los puntos de recarga de acuíferos y zonas de drenaje, así como su posible afección a las zonas antes descritas.
- Uso actual del suelo, uso futuro (en función del uso que le queramos dar), usos potenciales, y dentro de los mismos el uso vocacional.

2.3.2. Indicadores de tipo biótico

- Vegetación natural, tanto actual como potencial (evolución, diversidad y población).
- Fauna (movimientos migratorios y de campeo, así como la diversidad y población).
- Ecosistemas (diversidad, número, extensión, importancia...).
- Zonas no intervenidas / zonas sensibles.
- Cultivos y usos tradicionales del suelo en la zona. Posible relación entre usos actuales y corredores de fauna. Uso de los distintos ecotonos de la zona por la fauna.
- Zonas húmedas, cauces y hábitat acuático.
- Hábitats terrestres.

Un ejemplo de herramienta de comparación entre alternativas basada en las expuestas anteriormente podría ser la siguiente: una vez que se ha determinado cuál es el corredor más adecuado, se realiza un estudio de ese trazado por tramos, donde en cada tramo se presentan varias alternativas sobre las cuales se hará un estudio comparativo,



y a raíz de los subtramos seleccionados, se configurará el trazo definitivo. Para ese estudio se tendrán en cuenta algunos condicionantes, como por ejemplo:

- Relieve de la zona.
- Presencia de balsas de riego con posibilidad de ser usadas por la fauna de la zona.
- Presencia de infraestructuras de gran capacidad.
- Existencia de pequeños núcleos de población y edificios aislados, cuya afección es mucho más difícil de evitar que la de las grandes áreas edificadas.
- Presencia de espacios protegidos (LIC, ZEPA, ENP...).
- Usos del suelo (teniendo en cuenta los tradicionales y su relación con el medio natural) y las tierras dedicadas al cultivo.
- Volumen del tráfico y su posible repercusión hacia áreas protegidas.
- Otras directrices:
 - Minimización de la inversión total, incluyendo los costes de construcción, mantenimiento y expropiación.
 - Evitar, en la medida de lo posible, la afección de áreas de alto valor agrícola.
 - Evitar crear un efecto barrera entre dos núcleos urbanos relativamente cercanos.

Éstas y otras alternativas se encuentran ampliamente desarrolladas en la obra de Gómez-Orea. D. "Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Mundi-Prensa. 2003".

Descripción del proyecto

Si bien este punto ha sido ampliamente tratado en la Parte Común, cabe reiterar que para el correcto desarrollo del estudio ambiental asociado a un proyecto con afección sobre el medio natural, se hace imprescindible una descripción esquemática del mismo y sus acciones en cada una de sus fases, en este caso, desde el punto de vista del medio natural para, tras conocer los factores afectados del mismo, caracterizar y valorar el grado de afección y establecer el programa de medidas de mitigación y de vigilancia ambiental (en el caso de que el proyecto en cuestión precisase del mismo).

En este sentido, el Art. 2 apartado a) de la ley 6/2001 establece que los EsIA incluirán una “*descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales, estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes*”, si bien es de gran importancia el estudio de los factores afectados por el proyecto en cualquier tipo de estudio ambiental, independientemente de que se trate o no de un EsIA.

El listado de elementos del proyecto que interesa destacar desde el punto de vista ambiental vienen recogidos en el Art. 8 “*Descripción de la actuación o proyecto*” del Reglamento de la Ley de Impacto Ambiental, a los que se pueden añadir algunos más. En definitiva, un buen estudio ambiental debe incluir, como mínimo, información detallada referente a:

- Localización. Cartografía, al menos, 1:20.000 o inferior. Por ejemplo, en una carretera sería aconsejable la inclusión de mapas con escala 1:20.000 o inferior de todo el trazado y las actuaciones previstas. Coordenadas UTM y hoja del plano en que se localiza el lugar de la actuación. Altitud sobre el nivel de mar. La localización paraje, localidad y municipio.
- Descripción de la actuación. Por ejemplo, la construcción de una variante que afecte a un espacio que posea algún tipo de figura de protección, debe incluir una descripción del mismo (superficies y méritos de conservación, planificación de las zonas y usos según el PORN o PRUG de la zona, cartografía del lugar y zonificación propuesta, etc.), así como otras determinaciones ambientales relevantes de la zona.
- Objetivos del proyecto.
- Descripción de materiales a utilizar, movimientos de tierras a realizar, suelo a ocupar y otros recursos naturales cuya eliminación o afectación se considere necesaria y afecte al medio natural. Por ejemplo, resulta incuestionable la importancia de caracterizar los materiales de préstamo para la construcción de un vial, así como la procedencia de los mismos y la autorización de la cantera, estimar el volumen de tierra que será movido para la construcción de un gasoducto o un vial, fijar las superficies a ocupar mediante el correcto jalonamiento y representación cartográfica del mismo o estimar el consumo de agua para las obras.
- Residuos, vertidos y emisiones. Descripción de los tipos, cantidades y composición de residuos, vertidos, emisiones u otros elementos derivados de los proyectos cuya afección a los factores ambientales sea considerada como significativa (especial interés tendrá si el proyecto afecta de un modo indirecto o directo a una ZEPA, LIC...). Por tanto, será preciso caracterizar y estimar, por ejemplo, el volumen de material asfáltico u hormigón a emplear o realizar estimaciones de las isófonas de inmisión acústica en las proximidades de un parque natural afectado por el trazado de una carretera.



3.1. Descripción del contexto del proyecto. Planes y programas locales, nacionales y europeos de relevancia

En todo estudio ambiental resulta de gran importancia (llegando en algunos casos a ser imprescindible) considerar el contexto de planificación del proyecto al que se hace referencia. En este sentido, los planes o programas locales, regionales, estatales e incluso comunitarios pueden contener recomendaciones y directrices de interés e incluso en algunos casos limitaciones que pueden afectar al proyecto en cuestión y al modo por el cual éste se relaciona con el medio natural (limitación de usos a realizar, uso de materias primas, afección a fauna y flora...). Ineludiblemente el estudio ambiental debe reflejar la existencia de dichos planes y programas y analizar las implicaciones que tienen sobre el proyecto en cuestión.

En relación a los proyectos recogidos en la presente guía, y al hilo de lo anteriormente expuesto, cobran especial interés los siguientes Planes y Programas (pese a que muchos de ellos no guardan una relación directa con la tipología del proyecto, sí que se hace necesaria su consideración para una adecuada integración ambiental del mismo):

- Plan Nacional de Infraestructuras 2000-2007.
- Plan de Carreteras 2000-2008.
- Planes Directores de aeropuertos y aeródromos.
- Planes Generales Municipales de Ordenación (PGMO).
- Plan Metropolitano de Transporte de Murcia.
- Planes comarcales de caminos rurales.
- Plan de la Energía de la Región de Murcia (2003-2012).
- Plan Regional de Electrificación Rural 2001-2003.
- Plan Director de Infraestructuras y Servicios de Telecomunicaciones de la Región de Murcia (2001-2003).
- Plan de minimización de contaminación acústica y atmosférica.
- Plan Estratégico de Desarrollo Regional 2000-2006 (PDR).
- Plan de Desarrollo Regional 2000-2006 (PDR).
- Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible en la Región de Murcia.
- Directrices de Protección del Medio Ambiente (Horizonte 2006).
- Planes y programas que requieren una evaluación conforme a lo dispuesto en los artículos 6 ó 7 de la Directiva 92/43/CEE
- Estrategia Regional para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica
- Plan Director de Planificación y Gestión de Espacios Naturales Protegidos, Zonas de Especial Conservación y Zonas de Especial Protección para las Aves.
- Planes de gestión de especies de flora y fauna silvestres catalogadas.
- Planes de Conservación y Gestión de Áreas de Protección de la Fauna Silvestre.
- Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN).
- Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG).

3.2. Descripción de las actuaciones del proyecto susceptibles de causar impacto en el medio natural

Se debe suministrar información detallada sobre las actividades que, incluidas en el proyecto, puedan producir efectos sobre el medio natural (directa o indirectamente), así como concretar la fase del proyecto (ejecución, funcionamiento y desmantelamiento) en la que se podrían producir dichos efectos.

Por ejemplo, los accesos al área de proyecto constituyen un importante elemento a considerar en los estudios ambientales, por tanto, éstos incluirán una localización de accesos de las distintas instalaciones de obra, indicando cuáles son de nueva construcción, los aprovechamientos, ensanchamientos y acondicionamiento de pistas, etc.

Se citan a continuación las principales acciones productoras de impactos para los proyectos tratados en la presente Guía. Cabe citar que dichas acciones, asociadas a las distintas fases de los proyectos (construcción, funcionamiento y desmantelamiento) aquí recogidos, no quedan restringidas a las enumeradas a continuación, puesto que si bien son las más comunes, podrían darse casos en que se identificasen otras o incluso no se diesen muchas de las descritas a continuación.

Para vías de comunicación terrestres

FASE DE CONSTRUCCIÓN
▪ Desbroces y movimientos de tierras.
▪ Necesidades del suelo: en referencia tanto a la necesidad de suelo receptor de la actividad como al empleado para los préstamos de materiales.
▪ Creación de desvíos y canalizaciones de cauces de agua.
▪ Desarrollo de plantas de tratamiento de materiales.



▪ Voladuras.
▪ Creación de pistas y accesos adicionales.
▪ Transporte de materiales.
▪ Movimientos de maquinaria pesada.
▪ Creación de pasillos entre valles.
▪ Asfaltado de superficies.
▪ Vertidos.
▪ Deposición de materiales.
▪ Vallado y circulación de vehículos.
▪ Creación de estructuras asociadas a la obra (pasos a nivel, túneles, puentes, etc.).

FASE DE FUNCIONAMIENTO
▪ Incremento del tráfico rodado.
▪ Uso de la maquinaria de mantenimiento.
▪ Uso de sales, herbicidas y aditivos para la conservación de la infraestructura.
▪ Mantenimiento del vial (limpieza, pintado de líneas de la calzada, recambio de traviesas o medianas, asfaltado de algunos tramos...).
▪ Aumento de la accesibilidad a zonas protegidas.
▪ Deslumbramientos por parte de vehículos.
▪ Creación de escombreras en las inmediaciones del vial, como consecuencia de la mayor accesibilidad de la zona.
▪ Presencia de acciones que subsisten de la fase anterior.
▪ Aumento de las emisiones atmosféricas (CO ₂ , CO, COV, NO _x , SO _x , metales pesados, radicales libres) capaces de afectar a factores del medio natural presentes en la zona receptora del proyecto.

Para aeropuertos:

FASE DE CONSTRUCCIÓN
▪ Desbroce y movimiento de tierras.
▪ Ocupación de superficies y cambios de uso del suelo asociado (edificaciones, pavimentaciones...).
▪ Ejecución de pistas, plataformas y calles de rodaje.
▪ Ejecución de sistemas de drenaje y conducción de aguas pluviales y residuales, tendidos eléctricos y otras infraestructuras lineales, sistemas de barrera y vallado.
▪ Tránsito de vehículos (tanto maquinaria pesada como no).
▪ Ejecución de infraestructuras anejas.
▪ Vertido y extracción de materiales de préstamo.
▪ Funcionamiento de plantas de hormigón y asfalto.
▪ Transporte de materiales.
▪ Producción de ruido y vibraciones.
▪ Almacenamiento de materiales y combustibles.
▪ Vertidos.
▪ Acciones que impliquen cambios en el paisaje.
▪ Ejecución de depósitos de combustible.

FASE DE FUNCIONAMIENTO
▪ Estacionamiento y emplazamiento de los aviones.
▪ Tráfico de aeronaves (distribución anual, mensual, diaria y horaria).
▪ Tráfico generado a través de las vías de acceso.
▪ Circulación interna en tierra de aeronaves y vehículos.
▪ Producción de ruidos y vibraciones.
▪ Emisión de partículas.
▪ Producción de residuos y vertidos.
▪ Creación y funcionamiento de nuevas infraestructuras de carácter lineal.
▪ Acciones que subsistan de la fase de construcción.

FASE DE ABANDONO
▪ Abandono de elementos y estructuras.
▪ Reconversión de las instalaciones.
▪ Restablecimiento del área natural de la zona.



Para oleoductos, gasoductos, líneas eléctricas y otras conducciones

FASE DE CONSTRUCCIÓN
▪ Desbroces y movimientos de tierra.
▪ Apertura de zanjas.
▪ Protección catódica.
▪ Ocupación del subsuelo.
▪ Instalación de aislantes, conductores y apoyos.
▪ Instalación de válvulas de seguridad.
▪ Construcción de fundaciones y bardas de seguridad.
▪ Distribución, tendido y doblado de conducciones.
▪ Soldadura de cañerías y radiografiado de juntas.
▪ Bombeo de productos.
▪ Señalización.
▪ Limpieza y restauración.
▪ Ejecución de cruces especiales y empalmes finales.
▪ Transporte, recepción y almacenamiento de materiales.
▪ Realización de pruebas hidráulicas.
▪ Replanteo y levantamiento topográfico.
FASE DE FUNCIONAMIENTO
▪ Ocupación del terreno (subsuelo en caso de conducciones subterráneas).
FASE DE ABANDONO
▪ Retirada de estructuras e instalaciones.

3.3. Partes de las que se compone un proyecto

En ocasiones, los estudios ambientales sólo tienen en consideración el objeto central del proyecto (instalación de la línea eléctrica, construcción de una carretera, ejecución de un gasoducto...). Sin embargo, algunas de las partes que componen el mismo (líneas de evacuación, desvíos de cauces de agua o apertura de canteras...) son susceptibles de causar un impacto significativo sobre el medio natural, que en algunos casos puede incluso ser superior al previsto para el objeto central del proyecto (como por ejemplo, la realización de caminos de acceso a una zona forestal y la realización de una zanja para desarrollar un tramo de un gasoducto soterrado). Por tanto, dichos estudios ambientales deben hacer referencia y analizar todas las actuaciones previstas en éste.

Carreteras y ferrocarriles

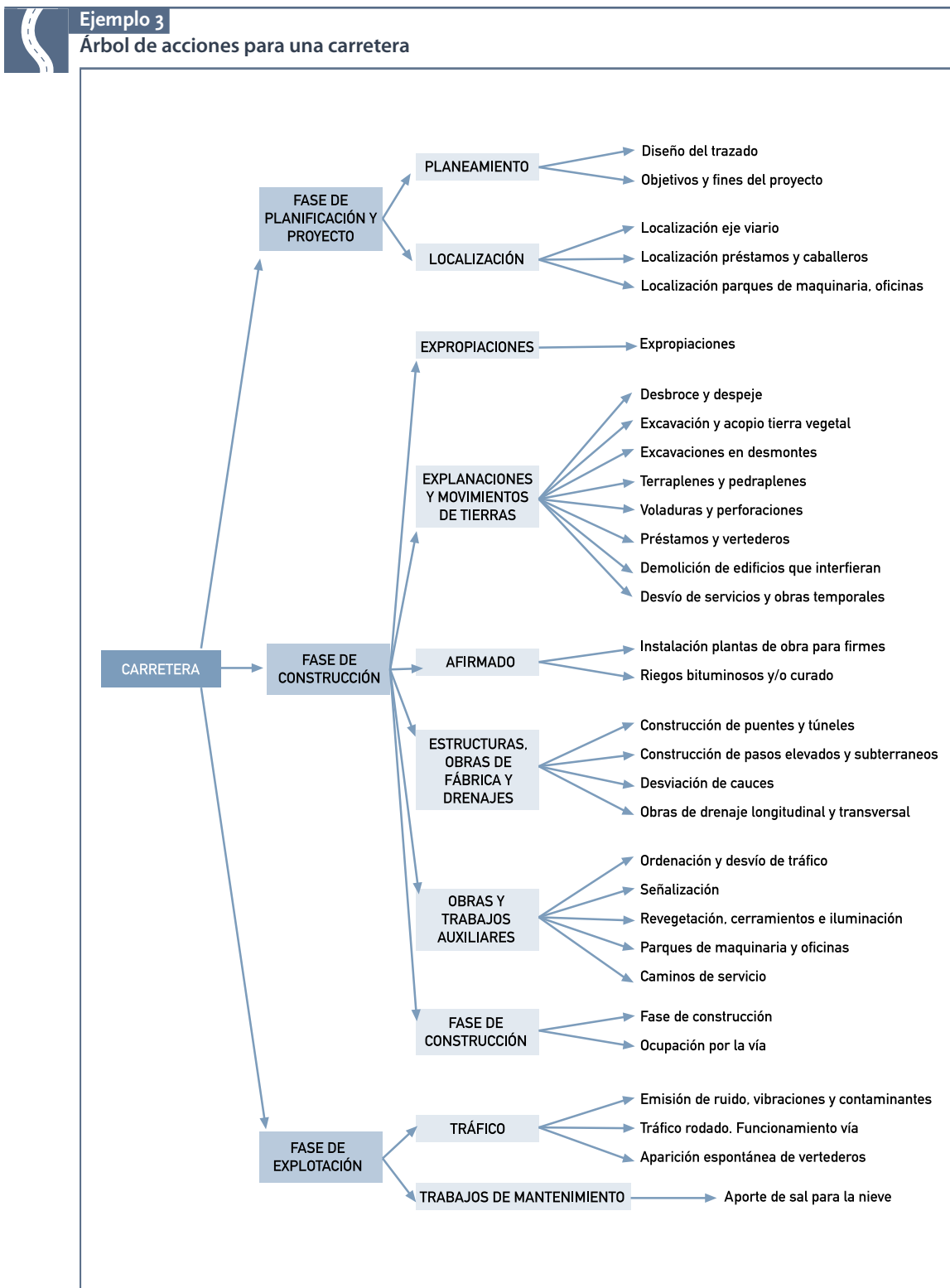
- Trazado de la vía.
- Señalización.
- Movimientos de tierra.
- Construcción de edificaciones en las instalaciones (como por ejemplo, estaciones en el caso de líneas ferroviarias).
- Construcción de estructuras anexas (pasos a nivel, túneles, explotación de canteras para rellenos, préstamos y obtención de firmes, etc.).
- Habilitación de espacios para obras complementarias durante la construcción (caminos, campamentos, plantas de asfalto, patios de maquinaria...).
- Creación de vertederos para materiales de la obra.





- Creación de desvíos y canalizaciones de cauces. Ejecución de drenajes.
- Gestión de infraestructura y servicios interceptados (acueducto, redes eléctricas, caminos, vías pecuarias...).
- Organización de la obra.

A continuación se expone, a modo de ejemplo de árbol de acciones, las partes que componen el diseño de una carretera (tanto para su fase de planificación y proyecto, como de construcción y explotación):





El caso del resto de proyectos más comunes tratados en la presente Guía se expone a continuación:

Líneas de Alta Tensión

- Ejecución de accesos.
- Desbroce.
- Movimientos de tierra.
- Instalación de la línea eléctrica: conductores, aisladores y apoyos.
- Señalización.

Aeropuertos-aeródromos-helipuertos

- Ejecución de accesos.
- Desbroce
- Movimientos de tierra.
- Ejecución de las pistas, plataformas y calles de rodaje.
- Edificación de las instalaciones.
- Señalización del aeropuerto.
- Instalación de la red de abastecimiento de agua y electricidad.
- Ejecución de depósitos de combustible.
- Construcción de sistemas de drenaje y canalizaciones previstas para recogida de aguas pluviales y residuales.
- Uso de canteras para rellenos, préstamos y firmes, etc.

Gasoductos-oleoductos

- Creación de accesos.



- Desbroce.
- Movimientos de tierra.
- Desarrollo de acciones particulares en intersecciones (por ejemplo en el cruce de caminos, vías férreas, cursos de agua, etc.).
- Manejo e instalación de tuberías.
- Operaciones de relleno: reposición del suelo excavado (o el material seleccionado) en la zanja, sobre la cañería.
- Retirada de elementos sobrantes en la servidumbre de tendido de tubos.
- Señalización.
- Desarrollo de medidas ante posibles accidentes (explosiones, pérdidas de las tuberías...).

3.4. Actividades inducidas

La mayoría de los proyectos conllevan una serie de actividades inducidas y asociadas que deben ser consideradas a la hora de contemplar la incidencia global del mismo sobre el medio natural, ya que de ella pueden derivarse afecciones tales como sinergias y efectos acumulativos que produzcan la incidencia a recursos no contemplados en un principio, o que se encuentran espacialmente alejados. Estas actividades dependen, en gran medida, de las características del proyecto y del medio natural que las va a acoger, aunque de un modo general, y para el caso concreto de las tipologías de proyectos aquí tratadas, pueden considerarse las siguientes:

- Actividades extractivas ligadas a la obra y creación de escombreras.
- Generación de nuevas edificaciones y/o zonas industriales y comerciales.
- Apertura de nuevos viales de acceso y pistas provisionales.
- Aumento del tráfico de vehículos pesados por vías cercanas y sus problemas derivados.
- Incremento de la frecuentación humana en las inmediaciones de la vía.
- Aumento de la presión urbanística en zonas aledañas.



Ámbito de estudio y escala de aplicación

El ámbito de estudio debe ser más amplio que el área ocupada por el proyecto y debe tener en cuenta la complejidad de funcionamiento y las interrelaciones existentes en el medio natural. Resulta imprescindible la inventariación y análisis de los factores ambientales del área de influencia del proyecto (la cual dependerá básicamente de las características del proyecto y del factor considerado). Un error frecuente suele ser el ocasionado por la escala asociada a la cartografía del proyecto, ya que si se trata de una gran actuación, suele trabajarse con grandes escalas cartográficas (no es lo mismo la cartografía asociada a un gran autovía que la asociada a la construcción de una variante de pocos kilómetros: en este caso es necesario que el autovía se estudie y represente por tramos, considerando el mayor número de unidades ambientales posibles, del mismo modo, cada factor estudiado requerirá un ámbito distinto, no siendo recomendable emplear la misma escala para el análisis de todos los factores), siendo los estudios asociados al medio (entre otros, los inventarios) muy poco exhaustivos, lo cual puede derivar en que se pasen por alto o no se traten con el rigor suficiente determinadas características o méritos de conservación del medio.

De modo general, se pueden considerar los siguientes ámbitos orientativos, de acuerdo con los distintos elementos del medio:

- **Geología y geomorfología:** en función del trazado y de los procesos y riesgos que puedan desencadenarse por la actuación.
- **Edafología:** del trazado y los lugares afectados por las obras, así como la franja cercana que pueda verse afectada por las inmisiones contaminantes.
- **Hidrología:** de las cuencas de la zona y cauces interceptados por la carretera.
- **Hidrogeología:** de las cuencas de los acuíferos afectados por las obras, en función de su vulnerabilidad y del trazado.
- **Ruidos:** acorde a las isófonas de los niveles de inmisión permitidos según la legislación vigente, teniendo muy en cuenta la posible afección de las mismas a LIC, ZEPA, ENP, fauna.
- **Calidad del aire:** en relación con la dirección de los vientos dominantes y de las precipitaciones según naturaleza, intensidad y distribución, así como su posible afección a LIC, ZEPA, ENP, etc.
- **Vegetación:** según la distribución espacial de las formaciones afectadas por el trazado y las obras auxiliares, así como caminos de acceso en caso de ser necesaria la construcción de tales.
- **Fauna:** el ámbito de las poblaciones afectadas por la carretera y el de las especies migrantes o con movimientos parciales (se deberá tener en cuenta igualmente el movimiento de campeo de las especies de la zona).
- **Paisaje:** el de la cuenca visual.

5

Inventario ambiental: definición de la situación preoperacional

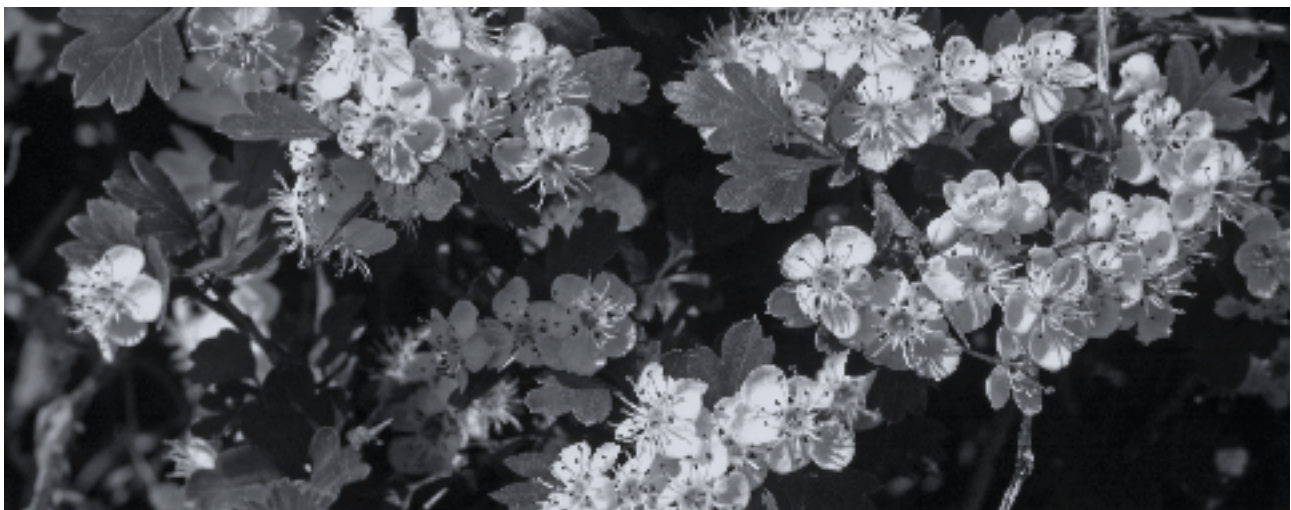
5.1. Variables más importantes

A lo hilo de lo ya comentado con carácter general en la Parte Común acerca de los inventarios, cabe citar en referencia a los proyectos tratados en la presente guía que los estudios ambientales de infraestructuras terrestres de comunicación y transportes presentan la peculiaridad de que el plan de abandono y recuperación tiene en este caso poco peso, puesto que el abandono de estas vías es difícil de establecer “a priori” y, en general, se produce en un plazo de tiempo muy largo. Por otra parte, no cabe duda de que cada estudio ambiental posee una casuística propia, debido a que tanto el proyecto como los factores del medio natural que lo reciben van a ser diferentes en cada caso. Sin embargo, existe una serie de problemas comunes a todas las vías de comunicación, los cuales los distinguen en parte de otros proyectos y por tanto de sus estudios ambientales. Estos problemas, que en general son más acentuados en el caso de autovías y autopistas que en el de líneas férreas convencionales, pueden resumirse en los siguientes, los cuales serán abordados en profundidad mas adelante:

- Efecto barrera.
- Ocupación espacial.
- Ruidos.
- Efectos inducidos.

En el caso de una vía de comunicación y una línea eléctrica, los componentes del medio natural más susceptibles de ser afectadas por el proyecto son los siguientes:

- Fauna.
- Vegetación.

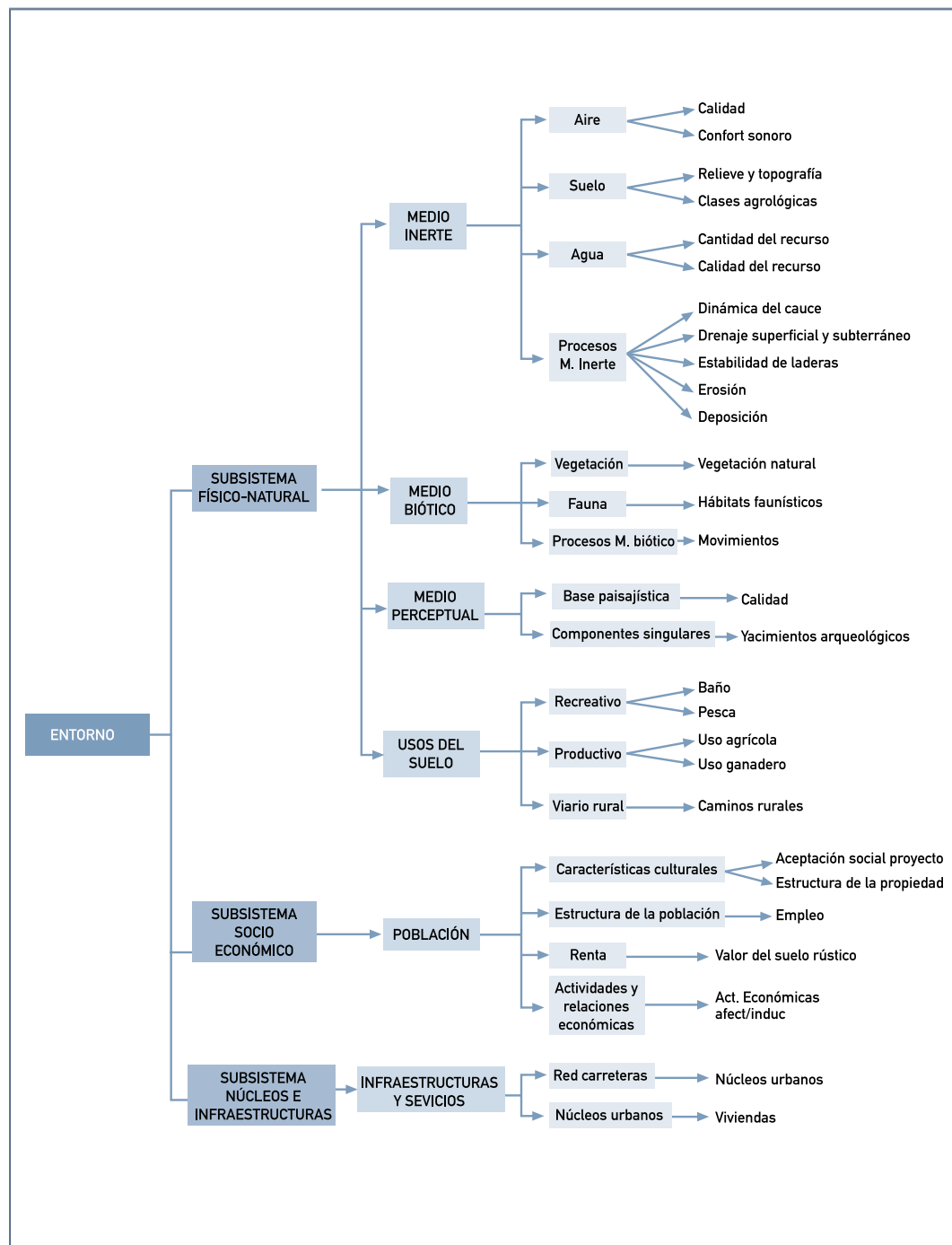




- Suelos.
- Geología y geomorfología:
- Paisaje.
- Calidad del aire.
- Calidad acústica.

En el siguiente ejemplo, se aprecian los factores ambientales más susceptibles de ser alterados a raíz del desarrollo de un proyecto de carretera:

Ejemplo 4 Árbol de factores ambientales para el caso de un proyecto de construcción de una carretera



Fuente: Redibujado a partir de Gómez-Orea. D. 2003. *Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental.* Mundi-Prensa.

5.2. Listado general de variables

En el siguiente listado se expone, atendiendo a la tipología de Proyectos que nos atañe, las variables más trascendentes de cara a realizar el inventario:

Medio físico

Clima: La caracterización climática del área de estudio (principalmente temperaturas y precipitaciones, así como la relación de ambas) tiene cierta importancia, puesto que:

- Sirve como información básica para interpretar otros aspectos del medio natural (por ejemplo la vegetación, usos del suelo, etc.).
- Existen ciertas alteraciones micro y mesoclimáticas que pueden producirse con motivo de la destrucción de la vegetación por la traza, por la presencia de las superficies asfaltadas, y por la posibilidad de crear “corredores” o “barreras” por donde se encauce o detenga el viento.

Geomorfología y relieve. Los efectos que sobre la geología y la geomorfología puede tener la construcción de una vía están ligados principalmente a los movimientos de tierras y a la ocupación del espacio, así como a la explotación de los yacimientos de áridos para la obtención de los materiales de préstamo necesarios.

Los aspectos que al menos deben considerarse son los siguientes:

- **La morfología del corredor o área** en la que pretende proyectarse el trazado del vial. En otros casos será interesante descubrir qué áreas, gracias a su variación de relieve, pueden suponer un umbral para ocultar el trazado y así disminuir las afecciones sobre el paisaje.
- El estudio y análisis de las **características geológicas y geotécnicas** de los materiales, conjuntamente con otros aspectos como la morfología, litología, estratificación, hidrología superficial y subterránea, las características climáticas de la región... etc., será de gran importancia de cara a detectar los procesos naturales existentes.
- **Un análisis geológico** será imprescindible a la hora de detectar la presencia de puntos de interés geológico en una triple vertiente: científica, didáctica o industrial.

Suelos. Las obras de infraestructura lineales conllevan la ocupación de una importante superficie edáfica, a lo que hay que añadir las pérdidas debidas a otras actuaciones, tales como desmontes, obras adicionales y la compactación del suelo como consecuencia de movimientos de maquinaria pesada. Por ello es fundamental, sobre todo en fase de selección de alternativas, realizar un análisis de las características edáficas del territorio desde un punto de vista productivo. Este conocimiento es también necesario para poder establecer las medidas correctoras ligadas a la revegetación (en caso de que sea necesaria). La importancia de analizar y estudiar adecuadamente el sistema edáfico radica en que es el soporte de la vegetación, y las obras de infraestructura, como por ejemplo, las carreteras





y líneas de ferrocarril tratadas en la presente guía, conllevan la ocupación de una importante superficie edáfica, a lo que hay que añadir las pérdidas debidas a otras antes comentadas.

El análisis de las características físico-químicas del suelo puede tener interés en casos en que se requiera un conocimiento exhaustivo de las mismas, con objeto de evaluar los riesgos de contaminación y/o establecer medidas de revegetación antes mencionadas; en este caso, los parámetros a considerar serían, entre otros, los siguientes: textura, pH, conductividad, nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio asimilable), materia orgánica y carbonatos.

Hidrología superficial y subterránea. Un aspecto importante a tener en cuenta es que los sistemas acuáticos propios del medio natural constituyen un vector de transmisión de impactos; por tanto, cualquier alteración directa que se produzca inducirá efectos en puntos cercanos y/o alejados, cuyas consecuencias son a veces difíciles de prever. Los efectos directos sobre este componente del medio se resumen básicamente en cuatro situaciones posibles:

- Modificación en los flujos de agua superficial y subterránea.
- Efecto barrera.
- Impermeabilización de áreas de recarga de acuíferos.
- Cambios en la calidad del agua, lo cual puede afectar a especies acuáticas de la zona.

Se deben considerar los siguientes apartados:

- **Hidrología superficial:** la hidrología superficial tiene especial relevancia en la zona mediterránea debido a la irregularidad en la distribución temporal de la pluviometría. Los aspectos que deben contemplarse son los siguientes:
 - Tipo y distribución de las redes de drenaje y escorrentía.
 - Formas de agua presentes en el área que puedan verse afectadas, en particular: ríos, arroyos y torrentes, lagos, lagunas y zonas húmedas, cursos discontinuos (ramblas), y artificiales (acequias, canales) embalses y pantanos, etc.
 - Estimación de los caudales, tanto en su módulo anual como las avenidas.
 - Análisis de la calidad de las aguas de los cursos fluviales, teniendo en cuenta aquellos parámetros que puedan verse afectados, tanto en la fase de construcción como de explotación.
- **Hidrología subterránea:** deben considerarse dos aspectos fundamentales:
 - La vulnerabilidad de los terrenos frente a la entrada de contaminantes, en función de la permeabilidad de los materiales y su conexión con los acuíferos subterráneos.
 - Los efectos de corte que puede generar la excavación de zanjas y las obras de drenaje superficial.

Deben realizarse las siguientes tareas:

- Elaborar una cartografía hidrogeológica del área de estudio.
- Inventariar los puntos de agua, tales como fuentes y manantiales.
- Realizar un estudio sobre la evolución estacional de los niveles freáticos, así como la dirección de las líneas de flujo subterráneo.

Calidad ambiental del medio natural

Calidad del Aire. En la fase de obras, y con motivo de los movimientos de tierra, transporte de materiales, erosión eólica y explotación de las canteras, se produce un incremento en la emisión de partículas en suspensión y sedimentables que, temporalmente, pueden ocasionar niveles de inmisión elevados, pudiendo afectar a los ecosistemas de la zona (vegetación principalmente). Por otro lado, en las autopistas o autovías, principalmente periurbanas o urbanas, las emisiones provocadas por la circulación de vehículos pueden generar un aumento en los niveles de inmisión de diferentes contaminantes y producir efectos nocivos sobre la salud humana, fauna, vegetación, suelos y agua. Por ello, es importante conocer los niveles de inmisión previamente existentes, puesto que esta información resulta imprescindible para prever los niveles futuros.

En este sentido se deberán estudiar:

- **Principales fuentes de emisión:** localización de las mismas, así como tipos, volúmenes y época en que los contaminantes emitidos afectan la zona objeto de estudio.
- **Niveles de inmisión** alcanzados (y previsibles) en áreas de especial sensibilidad (territorios con presencia de flora o fauna protegida, terrenos topográficamente encajonados, etc.) o en situaciones conflictivas.

Los parámetros que se analizarán son los propios de emisiones de los vehículos, tales como CO, CH, NO_x, SO₂, Pb y partículas, aunque también deben contemplarse aquellos otros que puedan tener efectos sinérgicos con estas emisiones.

Calidad acústica (ruido). Las acciones más importantes productoras de ruido en la fase de obras son, siempre que se realicen, ya que hay proyectos cuya realización no las precisa, las voladuras (tanto en el trazado de la vía como en la explotación de las canteras para el empleo de materiales de préstamo) y la construcción de la vía (por uso de maquinaria pesada, incremento de tráfico rodado de camiones, etc.). En la fase de explotación, los sistemas de transporte están considerados como una de las principales fuentes de emisión acústica a través del tráfico de vehículos y trenes. De sobra es conocida la repercusión que el incremento del ruido de fondo puede ocasionar en especies durante la época de reproducción, cortejo, etc., llegando a ser incluso un condicionante para la presencia o no de



algunas de ellas en el lugar afectado o sus inmediaciones. Por tanto, en la cercanía de las áreas de interés particular (por ejemplo, zonas de nidificación) es conveniente definir los niveles acústicos existentes antes del funcionamiento de las vías de comunicación e identificar los focos emisores, diferenciando los de emisión continua de los intermitentes u ocasionales. Estas medidas deben recoger tanto las variaciones diurnas como las estacionales.

Medio biótico

Vegetación: La construcción de la vía de comunicación implica la destrucción de las comunidades intersectadas por la infraestructura (en menor medida, por lo general, en el caso de construcción de líneas eléctricas y gasoductos). La magnitud de la afección sobre este factor del medio natural dependerá de las superficies ocupadas y del valor de las comunidades presentes. Frecuentemente, la vegetación suele verse afectada por la construcción de la nueva infraestructura, debido principalmente a:

- Labores de desbroce.
- Aumento de la frecuentación humana en la zona debido a la mayor accesibilidad al territorio.
- El incremento del riesgo de incendios.
- Los efectos que puedan tener sobre la vegetación los compuestos utilizados en el mantenimiento de la vía (sales, herbicidas), así como los contaminantes atmosféricos (Pb, CO, etc.).

Existen dos aspectos complementarios que deben analizarse de este factor, que son:



- Las formaciones vegetales presentes en el área.
- La composición florística.

Fauna. Se trata de un factor de gran importancia debido a que la existencia de una estructura lineal produce una disminución de la permeabilidad de paso entre las zonas intersectadas, originando el conocido como “efecto barrera”, siendo afectados tanto el grupo de los vertebrados (anfibios, reptiles y mamíferos), como el de los invertebrados (aquéllos cuyos desplazamientos se efectúen por la superficie terrestre). Para el caso de una línea eléctrica, el grupo más afectado es el de las aves, tanto por colisión como por electrocución.

El interés de analizar las comunidades faunísticas en el estudio ambiental del proyecto considerado radica, por un lado, en la conveniencia de preservarlas como recurso, y por otro lado, por ser un excelente indicador de las condiciones ambientales del territorio. Existen tres factores que condicionan fuertemente la elección del grupo faunístico a considerar:

- La dificultad taxonómica: derivada de la precariedad de conocimientos que actualmente se tienen de la mayoría de los grupos taxonómicos presentes en la Región de Murcia.
- La escala espacial de su distribución: el ámbito vital de las especies de ciertos grupos es muy reducido y presenta variaciones a pequeñas escalas, por lo cual resulta muy costoso realizar muestreos representativos para áreas relativamente extensas.
- La estacionalidad: determinadas especies tienen una fase adulta a lo largo de su ciclo vital muy corta, presentándose el resto del año en formas resistentes que resultan difícilmente clasificables.

En consecuencia, a la hora de definir el grupo faunístico, hay que tener en cuenta estas limitaciones. Todo ello deriva en que sean elegidos normalmente los vertebrados; sin embargo, en muchas ocasiones se pueden estudiar también otros grupos que se conozcan bien, como por ejemplo los lepidópteros: fáciles de muestrear y excelentes indicadores, con un gran número de especies endémicas e iberoafricanas.

El estudio faunístico debe contemplar los siguientes aspectos:

- Inventario de especies y comunidades.
- Identificación del dominio vital de las especies que puedan verse amenazadas, estudiando principalmente el efecto de la vía de comunicación sobre los patrones de comportamiento y los movimientos, tanto locales (movimientos de campeo) como generales de las mismas (movimientos migratorios). Es particularmente importante conocer en detalle las rutas de campeo de los vertebrados de gran tamaño, de los anfibios y de los reptiles.
- Localizar las áreas especialmente sensibles para las especies de interés y/o protegidas, como son las zonas de nidificación o invernada.

El estudio de la fauna no debe circunscribirse a la terrestre, puesto que en el caso de que existan desviaciones de caudales o afecciones a la calidad de aguas la fauna acuática puede verse asimismo afectada.

Paisaje

La construcción de alguno de los proyectos tratados en la presente Guía supone una afección paisajística elevada, puesto que su diseño introduce líneas rectas, que suelen ser discordantes con las formas onduladas del terreno; además, se produce en muchos casos un contraste cromático con el entorno por la presencia de zonas desnudas de vegetación, o por el color de la propia vía (en el caso de carreteras). Por lo anteriormente expuesto se entiende que la consideración del paisaje en los estudios ambientales con incidencia sobre el medio natural viene enmarcada por dos aspectos fundamentales:

- El concepto de paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio natural, y la capacidad de absorción que tiene el mismo frente a las afecciones que producen los proyectos que trata la presente guía.
- El tratamiento del paisaje encierra la dificultad de una sistemática objetiva para medirlo, puesto que en todos los métodos hay en cierto modo un componente subjetivo. Existen metodologías variadas, pero todas coinciden en tres apartados importantes:
 - La visibilidad se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinado.
 - La calidad paisajística incluye tres elementos de percepción:
 - (i) Las características intrínsecas del punto objeto de estudio.
 - (ii) La calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia entre 500 y 700 metros.
 - (iii) La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual de cada territorio.
 - La fragilidad del paisaje es la capacidad del mismo para “absorber” los cambios que se produzcan en él.

Otra variable importante a considerar es la frecuentación humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es muy superior en el segundo caso.

Identificación de impactos

6.1. Conceptos generales

Cualquier estudio ambiental debe evaluar tanto las afecciones verticales derivadas de la ocupación física del Proyecto, como las horizontales o de difusión que, en ocasiones, son tan importantes o más que las primeras. Una vez más, el contexto territorial del Proyecto se perfila, como ya se comentó en la Parte Común, como una de las principales claves para la correcta elaboración del estudio ambiental. La identificación, caracterización y valoración de las afecciones consiste básicamente en la predicción del carácter y magnitud de las interacciones entre el Proyecto sometido a estudio y el medio que lo acogerá (más concretamente se hará referencia a la interacción entre el Proyecto y los factores del medio susceptibles de ser afectados, los cuales habrán sido previamente identificados gracias a la realización del inventario).

| 147 |

6.2. Herramientas de identificación más utilizadas

Pese a que existe un gran número de técnicas para la identificación de los impactos generados por un determinado Proyecto (ya sean impactos directos, primarios o de primer orden, o bien indirectos, secundarios o de segundo orden) bien es cierto que la herramienta más empleada para los casos que nos atañen (si bien, y volvemos a repetir, no la única) es la matriz de doble entrada. No obstante, pueden resultar de interés otras herramientas (dependerá del tipo de Proyecto, magnitud, ubicación, etc.). Por ejemplo:

- Fotomontajes: útiles para estudiar los impactos paisajísticos.
- Técnicas de superposición de transparencias (normalmente cartografía temática), Sistemas de Información Geográfica (SIG): cobran un especial interés en la identificación de los impactos verticales (por ejemplo, la ocupación de hábitats de interés comunitario).

Para conocer otras técnicas, emplazamos al lector a la Parte Común, así como a sus referencias bibliográficas, en las cuales se recoge un amplio listado de obras de interés y especializadas en el tema.

6.3. Descripción de impactos

A continuación se citan, si bien no la totalidad, sí los impactos más frecuentes asociados a los proyectos que trata la presente Guía:

VÍAS DE COMUNICACIÓN TERRESTRES. Impactos sobre el medio natural

Calidad del aire:

- Aumento de los niveles de inmisión, principalmente en cuanto a partículas y metales pesados.
Ruidos:
- Incremento de los niveles sonoros continuos y puntuales.
Clima:



- Cambios microclimáticos o mesoclimáticos por cambios en la circulación de los vientos. Modificaciones puntuales del paisaje y los ecosistemas de la zona como consecuencia de lo anteriormente expuesto.

Geología y geomorfología

- Destrucción de puntos de interés geológico.
- Aumento de la inestabilidad en las laderas objeto de obra.

Hidrología superficial y subterránea

- Afección a zonas húmedas como consecuencia de la pérdida de calidad de las aguas o la contaminación de las mismas.
- Alteración de los sistemas de drenaje natural de la zona por la aparición de nuevas infraestructuras.
- Aumento del riesgo de inundación como consecuencia de la modificación de los cauces y la geomorfología.
- Aumento de los procesos erosivos y de sedimentación como respuesta a la alteración geomorfológica de la zona.
- Afección a masas de aguas superficiales como consecuencia de la alteración de las escorrentías.
- Alteración de la tasa de recarga de los acuíferos (lo cual puede desencadenar desecación de zonas, hundimientos del terreno...).

Suelos

- Destrucción directa del suelo por las obras y el uso de maquinaria pesada.
- Compactación por uso de maquinaria pesada.
- Aumento de la erosión como consecuencia de las alteraciones geomorfológicas en la zona de obra.
- Disminución de la calidad edáfica por salinización y variación del pH.

Vegetación

- Destrucción y degradación de la vegetación (pudiéndose dar el caso de afectar a alguna especie o formación de especial interés o protegida por alguna figura legal) por labores de desbroce y mantenimiento de las vías de comunicación.





- Pérdidas de productividad por aumento de los niveles de inmisión de partículas y acúmulo de metales pesados por deposiciones de Pb asociado al tráfico.
- Alteración de las comunidades vegetales por pisoteo como consecuencia del aumento de la frecuentación humana.
- Aumento del riesgo de incendios por tránsito de vehículos y personas.
- Alteración del hábitat propio de la vegetación acuática por afección a los cauces.
- Incremento de actividades tales como la recolección de especies vegetales como consecuencia de la mayor accesibilidad de la zona.

Fauna

- Alteración de la fauna (por modificación del hábitat, alteración del comportamiento, variaciones poblacionales motivadas por atropello, efecto barrera...) por las obras o durante el funcionamiento de la infraestructura creada.
- Destrucción del hábitat por modificación del medio a raíz de las obras: las zonas asfaltadas y los caminos de servicio quedan absolutamente desprovistos de vegetación, siendo un hábitat inservible para la reproducción de los vertebrados. Por otra parte, existen toda otra serie de áreas (medianas, taludes, vertederos, etc.) en las que se produce una transformación de la vegetación, siendo normalmente sustituidas las comunidades primigenias por otras más pobres, normalmente de tipo ruderal.
- Efecto corredor: La continuidad de estos hábitats de cuneta viene a cumplir dos tipos de función respecto a la presencia y hábitos de desplazamiento de los animales de áreas circundantes en la continuidad de la vía:
 - Efecto de ecotono, con una estructura vegetal normalmente distinta del área adyacente, creando un efecto de refugio cuando la vegetación está bien desarrollada. Esto da lugar a un aprovechamiento complementario de los recursos por parte de la fauna, lo que incide directamente en la supervivencia de las poblaciones de ciertas especies.
 - Es frecuente que los corredores sean usados como rutas de desplazamiento, observándose principalmente: movimientos locales de alimentación, fenómenos de comunicación entre poblaciones aisladas y expansión de las áreas de distribución.
- Creación o magnificación del efecto barrera: El grado de incidencia del efecto barrera es variable, no teniendo en algunos casos efectos poblacionales claros, mientras que en otros puede dar lugar a un considerable aumento de la probabilidad de extinción de ciertas especies o poblaciones. Las principales consecuencias que entraña el efecto barrera son las siguientes:
 - Incremento del riesgo de atropello: La incidencia de la mortalidad por atropello dentro de la dinámica de las poblaciones es muy variable según las especies y poblaciones. En pequeños micromamíferos o ciertas aves, se considera que, en general, su efecto sobre el tamaño poblacional no sobrepasa los límites debidos a la propia varianza natural. Por contra, en especies con áreas de campeo grandes y dominios vitales intersectados por vías de transporte, el atropello puede convertirse en una de las principales causas de mortalidad de individuos jóvenes e inmaduros en fase de dispersión.

| 143 |

Según estimaciones de la Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental (CODA), 10.000.000 de vertebrados son atropellados anualmente en las autopistas y carreteras españolas.

Más graves son aquellos casos en los que un enclave necesario para la supervivencia de una especie es intersectado por la vía. En estas ocasiones, la mortalidad por atropello puede ser la causa de la extinción local de la población. Esto ocurre con algunos reptiles y anfibios que para su reproducción precisan de charcas, y que en sus movimientos hacia ellas están sujetos a una fuerte mortalidad por atropello.

- Reducción de la diversidad genética. La separación entre poblaciones de especies con escasos efectivos puede producir a medio y largo plazo fenómenos de consanguinidad o de deriva genética que las hagan inviables.
- Riesgo de extinción local debido a la dinámica poblacional y efectos de tipo catastrófico (por ejemplo, plagas).
- Disminución de la capacidad de recolonización. Este factor se añade al anterior, aumentando los riesgos de extinción local cuando las áreas separadas, afectadas por un declive natural o artificial posterior, son inaccesibles a los animales que potencialmente inmigrarían a ellas.
- Sustitución de las comunidades. La construcción y explotación de la vía y las instalaciones que se generan a su alrededor provocan generalmente una pérdida de las condiciones naturales originales y la colonización de nuevas especies. Estas especies pueden contribuir por procesos de competencia y depredación a la disminución de efectivos o incluso a la extinción de las poblaciones de las especies originarias.



- Destrucción de enclaves faunísticos: Ciertos recursos, como son las áreas de nidificación, cría o alimentación, pueden estar muy localizados. La pérdida o alteración de uno de estos enclaves durante la fase de obras impide completar su ciclo biológico a muchas especies en la zona afectada.
- Erradicación o pérdida de lugares de nidificación por transformación de usos del terreno.
 - Alteración del hábitat de fauna acuática por afección a los cauces.
 - Incremento de la caza y la pesca con motivo de la mayor accesibilidad a la zona, incluida la de tipo furtivo.

Paisaje

- Alteración del mismo por visibilidad e intrusión visual de la nueva vía.
- Pérdida de calidad paisajística como consecuencia del contraste cromático y estructural de la cantera de préstamo.
- Pérdida de calidad paisajística como consecuencia de la denudación de superficies, principalmente taludes y terraplenes.
- Alteración paisajística por cambio en las formas del relieve.
- Alteración de la percepción paisajística por el aumento de ruidos y sonidos no deseables.





LÍNEAS ELÉCTRICAS

De forma general, la construcción de líneas de alta tensión va a producir alteraciones más o menos importantes, principalmente, sobre la fauna, la vegetación y el paisaje (si bien la afección que las obras y los posibles caminos de acceso puedan ejercer sobre el suelo, geomorfología e hidrología tanto superficial como subterránea también merece ser estudiada, y en algunos casos, incluso considerada) siendo estos impactos reversibles en el momento en el que se elimine la instalación, si bien se deben aplicar en varias ocasiones medidas correctoras. A continuación se describen estos impactos:

- **Vegetación:** existen principalmente dos tipos de impactos sobre la vegetación.
 - Impacto directo:** eliminación de masa vegetal (roturación en la zona de proyecto, creación de caminos de acceso...).
 - Impacto indirecto:** incremento de los riesgos de incendio (por rotura del cableado).
- **Fauna:**
 - Molestias debidas al ruido originado; ruido aéreo o provocado por el tintineo de carteles u otras piezas flojas, ruido por efecto corona, protecciones, arranques, etc., ruidos debidos a transformadores, ventiladores, por las obras, el tráfico y las faenas de limpieza y mantenimiento tanto de la propia línea como del área de servidumbre.
 - Posible afección a la fauna por vibraciones generadas por los transformadores, líneas o barras, etc.
 - Los impactos más problemáticos se suelen dar en este caso durante el propio funcionamiento de la línea, destacando la avifauna como la más afectada por tal tipo de Proyecto: riesgo de choque con los cables, aunque también existe la posibilidad de electrocución para aquellas aves que utilizan los soportes de la línea como posaderos o incluso como lugar de anidamiento.
- **Paisaje:** se ve afectado por la existencia de grandes estructuras que, de forma general y con vistas a un ahorro de tiempo y materiales, se sitúan en las crestas de los terrenos de topografía ondulada. Por otro lado, la necesidad de que exista una franja libre de vegetación a ambos lados de la línea eléctrica va a permitir que el trazado sea visible desde grandes distancias. Además, hay que tener en cuenta aquellos efectos que pudieran derivarse de la ubicación de las subestaciones, creación de pistas de acceso sobre la calidad del suelo, etc.
 - Afección sobre el paisaje (estética). Será mayor en zonas de alto valor ecológico.
- **Otros:**
 - Posibles efectos negativos como consecuencia de los campos electromagnéticos generados.
 - Posible contaminación del suelo por almacenaje y eliminación de residuos.
 - Impactos puntuales sobre las aguas y la atmósfera por levantamiento de polvo durante las obras.
 - Aumento del riesgo de incendio por rotura del cableado.
 - Afecciones edáficas por la instalación de subestaciones y cables subterráneos.
 - Posible contaminación del suelo y sistemas acuíferos debido al almacenaje, manipulación y eliminación de los residuos, sobre todo del aceite de los transformadores.

| 145 |

AEROPUERTOS

A continuación se exponen las principales alteraciones que pueden generarse según las acciones y etapas del proyecto, teniendo en cuenta que en este listado pueden aparecer alteraciones no incluidas en él, o por el contrario, resultar demasiado exhaustivo, en dependencia al tipo de obra y las características del medio afectado.

Ruidos:

- Incremento de los niveles sonoros (tanto continuos como puntuales). Posible afección a la fauna y población residente en las inmediaciones.

Calidad del aire:

- Aumento de los niveles de inmisión (partículas, metales pesados, NO_x; CO; HC,...): posible afección a comunidades vegetales y faunísticas.

Clima

- Cambios microclimáticos, con posible afección puntual del paisaje (incluidas las comunidades vegetales y animales).



Geología y geomorfología

- Destrucción de puntos de interés geológico a causa de las obras.
- Aumento de la inestabilidad de las laderas como consecuencia de los movimientos de tierra.

Hidrología superficial y subterránea

- Afección a ecosistemas (destacando los que precisan de grandes cantidades de agua) como consecuencia de la pérdida de calidad de las mismas (vertidos accidentales, disminución de cauce...).
- Efecto barrera por alteraciones de las escorrentías naturales.
- Afección a ecosistemas acuáticos por variaciones en los caudales.
- Cambio en los procesos erosivos y de sedimentación como consecuencia de las obras.
- Afección a masas de agua superficial por alteración de las escorrentías naturales de la zona.
- Variación de la tasa de recarga de acuíferos como consecuencia de la alteración de las escorrentías naturales.
- Afección de los flujos de aguas subterráneas como consecuencia de la alteración de las escorrentías naturales.

Suelos

- Destrucción por las obras.
- Compactación por tránsito de maquinaria pesada.
- Aumento de la erosión como consecuencia de las alteraciones geomorfológicas en la zona.

Vegetación

- Destrucción y degradación de comunidades vegetales por labores de desbroce y movimientos de tierra.

Fauna

- Alteración de la fauna por (modificación del hábitat, alteración del comportamiento, variaciones poblacionales motivadas por atropello, efecto barrera...) por las obras o durante el funcionamiento de la infraestructura creada.
- Destrucción del hábitat por modificación del medio a raíz de las obras: las zonas asfaltadas y los caminos de servicio quedan absolutamente desprovistos de vegetación, siendo un hábitat inservible para la reproducción de los vertebrados. Por otra parte, existen toda otra serie de áreas (taludes, vertederos, etc.) en las que se produce una transformación de la vegetación, siendo normalmente sustituidas las comunidades primigenias por otras más pobres, normalmente de tipo ruderal.
- Creación o magnificación del efecto barrera. Las principales consecuencias que entraña el efecto barrera en este caso son las siguientes:
 - Reducción de la diversidad genética.
 - Incremento del riesgo de atropello (principalmente en las vías de acceso a la zona aeroportuaria) y de accidente aéreo por la presencia de aves en la zona.
 - Sustitución de las comunidades. La construcción y explotación del aeropuerto y las instalaciones que se generan a su alrededor provoca generalmente una pérdida de las condiciones naturales originales y la colonización de nuevas especies. Estas especies pueden contribuir por procesos de competencia y depredación a la disminución de efectivos o incluso a la extinción de las poblaciones de las especies originarias.
 - Destrucción de enclaves faunísticos: ciertos recursos, como son las áreas de nidificación, cría o alimentación, pueden estar muy localizados. La pérdida o alteración de uno de estos enclaves durante la fase de obras impide completar su ciclo biológico a muchas especies en la zona afectada.
- Erradicación o pérdida de lugares de nidificación por transformación de usos del terreno.
- Alteración del hábitat de fauna acuática por afección a los cauces.
- Incremento de la caza y la pesca con motivo de la mayor accesibilidad a la zona, incluida la de tipo furtivo.

7

Caracterización y evaluación de impactos

7.1. Caracterización de impactos. Descriptores aplicados a los proyectos estudiados con afección sobre el medio natural

De cara a evaluar las posibles afecciones que un proyecto pueda tener sobre el medio natural, es de gran ayuda el uso de descriptores. Un claro ejemplo del uso de éstos dentro de la multitud de estudios ambientales existentes es el empleo de los mismos de cara a la elaboración de EsIA. En la siguiente tabla se cita, resumidamente y a modo de ejemplo, los tipos de descriptores más utilizados para cada uno de los grandes grupos de proyectos que recoge la presente Guía, que si bien no son los únicos, sí los más comúnmente empleados.

DESCRIPTOR	IMPACTO
MAGNITUD (notable-mínimo)	Notable sobre la fauna. Efecto barrera para la dispersión o movimientos locales. Mínimo. Ocupación de terrenos por parte de líneas eléctricas.
CARÁCTER DEL IMPACTO (+,-)	Construcción de la vía: efecto positivo sobre el medio socioeconómico, desarrollo local. Efecto negativo sobre la vegetación por desaparición de comunidades vegetales intersectadas por la infraestructura.
GRADO DE COMPLEJIDAD (simple, acumulativo)	Simple: afección del relieve. Acumulativo: emisión de ruidos.
CARACTERÍSTICAS TEMPORALES (corto, medio, largo)	Corto: destrucción del suelo, cambio en las formas del relieve. Largo: incremento del riesgo de atropello.
CARACTERÍSTICAS ESPACIALES (localizado, extensivo)	Localizado: afección a la vegetación. Extensivo: afección a la fauna y paisaje.
REVERSIBILIDAD	Alteración del paisaje: irreversible. Cantidad de sólidos en suspensión en el aire: reversible.
AFECCIÓN O NO A RECURSOS NATURALES	Ubicación en un Lugar Natura 2000, Espacio Natural Protegido, Suelo no Urbanizable



Medidas mitigadoras (preventivas, correctoras y compensadoras) de los impactos

En este apartado del estudio ambiental deben establecerse las medidas conocidas en su conjunto como “medidas mitigadoras de carácter ambiental” teniendo en cuenta todas las acciones susceptibles de producir una afección significativa sobre el medio natural, si bien, y como ya es sabido, la adopción de las mismas dependerá del grado de afección o impacto derivado del Proyecto. Este tipo de medidas ya fue ampliamente tratado en la Parte Común.

A pesar de que la adopción de medidas, en algunos casos, no es un requisito a cumplir para compatibilizar e integrar del mejor modo posible un determinado proyecto en el entorno, pensemos que cuanto más y mejores sean las mismas, por muy poco que puedan aportar en sí, si son viables técnica y económicamente es bueno que se ejecuten. Por ejemplo, a la hora de disponer en una determinada zona una línea eléctrica, a pesar de que el riesgo de electrocución para las aves del lugar pueda ser mínimo y las especies presentes no sean de interés científico, sería bueno disponer de salvapájaros y sistemas para permitir una mejor visualización de la línea y evitar colisiones y electrocuciones.

En general, cuanto más y mejores sean las medidas preventivas (incluidas las modificaciones sobre el proyecto inicial) serán precisas menos y menores medidas correctoras.

Las medidas pueden aplicarse, para el caso de los Proyectos a los que se hace referencia en la presente Guía, en diferentes momentos del desarrollo del mismo.

- Fase de diseño
- Fase previa de obra.
- Fase de ejecución
- Fase de explotación

Además, este apartado puede y debe reflejar las modificaciones del proyecto realizadas durante la redacción del estudio ambiental con el objeto de minimizar o reducir la afección sobre el medio natural, y que generalmente serán medidas de carácter preventivo. Los etapas a seguir para establecer adecuadamente las medidas mitigadoras necesarias para maximizar la integración del Proyecto en su entorno quedan bien definidas en la Parte Común.

Como norma general, y salvo excepciones debidamente justificadas, las medidas de mitigación de las afecciones deben ir dirigidas a evitar la incidencia sobre el recurso. Es decir, resulta preferible adoptar una medida que suponga evitar la afección a un hábitat de una especie que proponer el trasplante de las especies afectadas por las obras, como podría ser el trazado de una carretera. En resumen, y siguiendo la pauta establecida en la Guía 7¹, se considera la siguiente prioridad en virtud del enfoque de las medidas de mitigación.

Tabla 2

Preferencia del enfoque de la medida de mitigación

Enfoque de las medidas correctoras sobre el medio natural	Preferencia
Evitar las afecciones sobre el recurso	Alta ↑ Baja
Reducción de afecciones en el recurso	
Disminución de las afecciones en el lugar	
Disminución de las afecciones en el receptor	

Fuente: Elaboración a partir de: Comisión Europea 2001. “Assessment of Plans and Projects Significantly Affecting Natura 2000 Sites”

1 Tomada de “Assessment of Plans and Projects Significantly Affecting Natura 2000 Sites”.

De estos tipos de medidas podemos sugerir los siguientes instrumentos de actuación:

- Actuaciones en el diseño y la ubicación del proyecto con incidencia sobre el medio natural: modificación del proyecto.
- Selección de pautas y procedimientos de desarrollo de la obra: opciones en el proyecto (materiales, fechas de realización, etc.).
- Actuaciones específicas dentro del proyecto.

Un factor crucial a considerar en los estudios ambientales es el coste económico del programa de medidas mitigadoras, ya que en ocasiones puede ser considerable. Además, no sólo debe analizarse su viabilidad económica, sino que también debe tratarse su viabilidad técnica, la eficacia/eficiencia, la posibilidad de impactos residuales, la facilidad de implantación y el mantenimiento y control.

En referencia al contenido del programa de medidas mitigadoras, emplazamos al lector a la Parte Común, donde este apartado ha sido ampliamente desarrollado, si bien cabe recordar que parte del mismo se puede incluir en el Programa de Vigilancia Ambiental.

8.1. Descripción de las medidas mitigadoras más comunes

CARRETERAS-FERROCARRILES

Calidad del aire

- Señalizar adecuadamente los viales para mantener un tráfico fluido y constante.
- Realizar vías anchas.
- Evitar zonas con edificaciones altas.
- Orientar las vías de acuerdo con los vientos dominantes, siempre que sea posible.
- Dotar a las máquinas ejecutoras, durante la fase de ejecución, de los medios necesarios para minimizar los ruidos y las emisiones gaseosas.

Medidas correctoras respecto a la producción de polvo:

- Vigilar el reglaje de motores de toda la maquinaria de obra.
- Regar las pistas de circulación de vehículos con cisternas o aspersores.
- Reducir la velocidad en tramos concretos.





- Inyectar agua en las labores de perforación, usar instalaciones especiales en carros perforadores.
- Manipular el cemento adecuadamente: usar filtros en silos, instalaciones cerradas.
- Manejar adecuadamente los escombros y demoliciones: regar previamente. En épocas de sequía o cuando las características climatológicas lo precisen, se realizarán riegos periódicos para evitar polvaredas que afecten al medio circundante.
- Plantas de maquinaria: realizar aspiración localizada y carenado, colocar filtros en silos de cemento y carenado de cintas, usar filtros de mangas.

Ruidos

- Usar firmes menos ruidosos.
- Limitar la velocidad en las inmediaciones de áreas sensibles o protegidas.
- Instalar barreras acústicas sólidas.
- Desviar parte del tráfico nocturno.
- Incrementar la fluidez del tráfico.
- Elevar o deprimir el perfil de la carretera.
- Utilizar silenciadores en todos los equipos móviles durante la fase de construcción.
- Prohibir las voladuras o sustituir explosivos convencionales por cemento rompedor de alta seguridad (u otro explosivo más adecuado en su caso).
- Realizar los trabajos más ruidosos o molestos dentro del horario convencional.

Clima

- En el caso de que se diese corte del descenso de aire frío por el fondo del valle en el que se encuentra la instalación: sobredimensionar los pasos inferiores de los puentes y terraplenes.
- En las alteraciones provocadas por el viento: utilizar trazados en curva a la entrada y salida de bosques, y crear setos o bardisas.
- Para los efectos de linde: crear un nuevo seto lo más rápido posible.

Geología y geomorfología

- Diseñar apropiadamente el trazado de la vía y las canteras.
- Cuidar en la fase de obras los movimientos y tránsito de maquinaria pesada.
- Evitar los riesgos de deslizamiento de laderas y estabilizar su superficie mediante: uso de canales y sistemas de recogida de agua, escalonado de taludes, reducción de la pendiente y drenaje interno con grava, plantaciones, redes metálicas, cunetas en la cabecera del talud, etc.

Hidrología superficial y subterránea

- Situar el elemento inferior de la carretera a una altura suficiente por encima de la capa freática.
- Mantener la tasa de infiltración en las zonas de recarga.
- Usar medidas contra la erosión.
- Impedir el vertido de aceites y grasas a la hora de la limpieza de motores.
- Colocar parapetos para retener los sedimentos durante la construcción.
- Maximizar el efecto tampón entre la carretera y las aguas (plantar vegetación).
- Formular planes y medidas de emergencia para los vertidos accidentales.
- Gestionar adecuadamente la aplicación de anti-hielo e insecticidas.
- Ubicar el parque de maquinaria y la zona principal de acopio de materiales en un emplazamiento alejado de ramblas y cauces de ríos, de manera que ni directa ni indirectamente, por erosión o escorrentía, se afecte a los principales ríos y sus afluentes.
- Controlar los acopios, vertederos, instalaciones y vertidos de forma que no pueda afectar a la libre circulación de agua superficial y freática.
- Controlar los vertidos de aceites y grasas de la maquinaria de obra, de forma que estos residuos sean gestionados de forma correcta.
- En caso de vertido accidental a un cauce de río o rambla, dar cuenta inmediatamente a la Dirección General del Medio Natural como responsable de la gestión del espacio natural protegido (en caso de que exista), así como a la Confederación Hidrográfica del Segura.
- Adoptar las medidas necesarias al objeto de impedir el arrastre de materiales de escorrentía o erosión, así como lixiviaciones de cualquier tipo por causa de la obra.



- En la construcción de puentes sobre un río, adoptar las medidas oportunas al objeto de evitar el embalsamiento temporal o permanente de los caudales circulantes, tanto los procedentes de los vertidos industriales como del drenaje natural, que circulan separadamente. Diseño de los puentes de forma que ninguna pila se coloque dentro del cauce y sin que los estribos afecten a la vegetación de ribera. Respeto de la permeabilidad transversal de la fauna asociada a riberas: colocar los estribos al menos a 5 m a cada lado del cauce.
- Minimizar las interferencias con los flujos de agua subterránea: no utilizar maquinaria, ni depositar materiales o vertidos en esas zonas, adoptar medidas para que las excavaciones no afecten a dichos recursos.
- Utilizar balsas de decantación. Las aguas resultantes de la perforación de túneles y las residuales procedentes de instalaciones se pueden someter a un desbaste y decantación de sólidos.
- Adecuar el drenaje de los taludes.
- Aplicar pasos de drenaje que eviten las barreras a los pequeños flujos de agua y al movimiento de los sedimentos y materiales.
- Prohibir el vertido de las lechadas de lavado de las hormigoneras, en los cauces naturales y sus proximidades. En los hormigonados próximos a cauces hay que tomar disposiciones para evitar fugas, como ataguías, cercos, etc.
- Evitar el que las aguas de lluvia se desvíen de las áreas de recarga de los acuíferos.





Suelos

- Reutilizar los materiales de desecho de la propia excavación (en caso de que sea posible) en la obra. Disminuir las alturas de los terraplenes y taludes.
- Suavizar la pendiente de los terraplenes y taludes.
- Impermeabilizar la parte alta de los taludes.
- Seleccionar, siempre que sea posible, una época del año adecuada para reducir los riesgos de erosión edáfica, por lo que se evitará, con carácter general, el período de lluvia.
- Recubrir mediante vegetación los taludes y terraplenes. Los nuevos taludes generados por la obra deberán ser restaurados para que no aumente la erosión en la zona, mediante: siembra y plantación de especies autóctonas, debiéndose realizar un seguimiento y control de la plantación hasta que esté consolidada, como mínimo dos años, dando durante este tiempo todos los riesgos necesarios y la correspondiente reposición de marras. Se realizará en los mismos colectores y bajantes de agua.
- Respeto de los drenajes, y siempre que sea posible, del sistema anterior de las aguas de escorrentía.
- Recuperar la cobertura edáfica superficial cuando sea posible.
- Recubrir las zonas sin suelo de una capa productiva cuando sea posible.
- Evitar la compactación de suelos durante la fase de obras.
- Regular la aplicación de sales.
- Jalonar la zona de ocupación estricta del trazado, así como los caminos de acceso y las áreas destinadas a instalaciones auxiliares.
- Descompactar los suelos afectados por el movimiento de la maquinaria una vez finalizada la ejecución de las obras.
- Una vez finalizada la misma, proceder a la retirada de todas las instalaciones portátiles utilizadas, así como adecuar el emplazamiento afectado mediante la eliminación o destrucción de todos los restos fijos de las obras, especialmente las coladas de hormigón de desecho y, en general, cualquier cimentación de instalaciones utilizadas durante la ejecución de las mismas.
- Cualquier tipo de escombros que se produzca como consecuencia de la ejecución de las obras se deberá acumular en un área específica junto al parque de maquinaria, con posterior traslado a un vertedero de materiales inertes debidamente autorizado.
- Situar las instalaciones auxiliares de obra (parque de maquinaria, almacenes, planta de aglomerado asfáltico, etc.) en los suelos de menor valor y evitando superficies arboladas y vegetación de ribera. Realizar las labores de mantenimiento y reparación de la maquinaria sobre superficies adecuadamente preparadas para evitar la contaminación del terreno.
- Gestionar de acuerdo a la legislación vigente los residuos de carácter tóxico y peligroso (aceites usados, carburantes, alquitranes de desecho) generados en la ejecución de las obras, prohibiendo, por tanto, su vertido directo o mezclado con otros materiales.
- Habilitar durante el período de ejecución de las obras, recipientes estancos, depósitos impermeabilizados u otros sistemas alternativos para el almacenamiento provisional de dichos residuos hasta su evacuación.
- Diseñar los desmontes, terraplenes y vertederos, con adecuación a la morfología circundante.
- Aplicar cunetas perimetrales.
- Restituir el sistema edáfico (los horizontes de suelo).
- Los materiales a utilizar, en las capas granulares y bases (zahorras), procederán de canteras autorizadas.
- Usar materiales asfálticos poco contaminantes.
- Emplear caucho reciclado de NFU3 para mejorar las condiciones del asfalto.

Vegetación

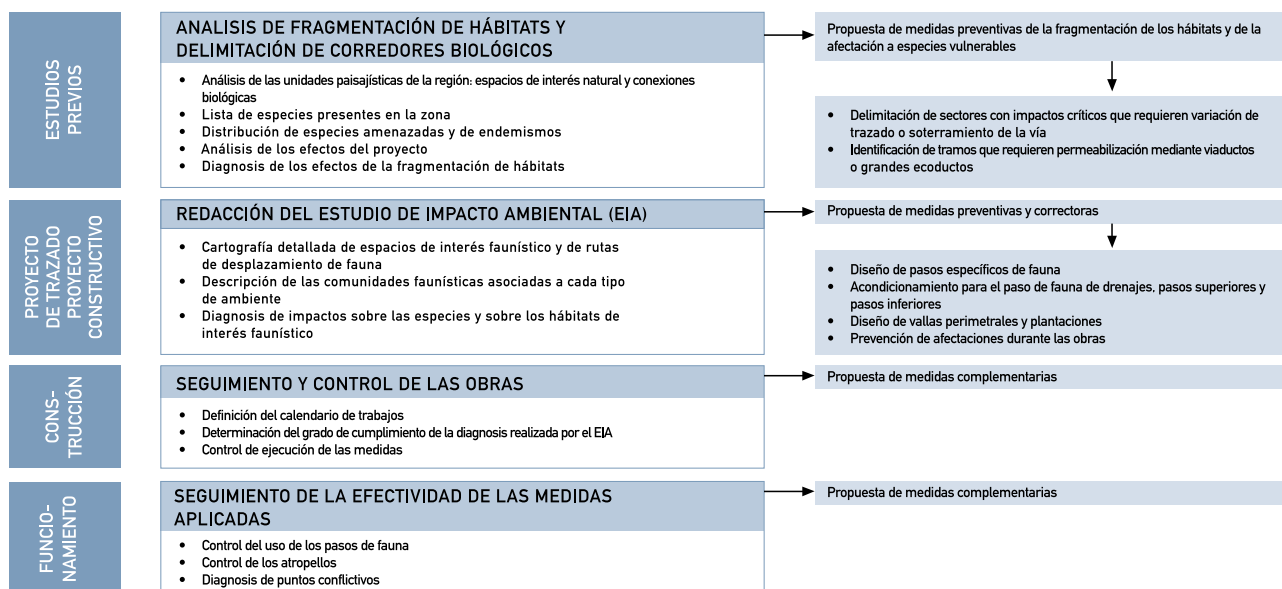
- Evitar los cultivos y las zonas de pasto a menos de 10 m de la carretera.
- Efectuar plantaciones y/o siembras en las zonas desnudas.
- Utilizar para la revegetación las especies botánicas protegidas que se vean afectadas por la obra, procurando que las condiciones de su nueva ubicación sean similares a las que tenían en la anterior.
- Establecer dificultades para disminuir la frecuentación de ciertas zonas y protegerlas mediante señalizaciones.
- Es conveniente que las labores de plantación se enmarquen dentro de un plan de revegetación de la vía y su entorno, que persiga, no solo su restauración paisajística, sino la creación de una banda utilizable por la fauna circundante y que, cuando proceda, cree direcciones hacia los puntos de paso establecidos. Para ello se realizarán plantaciones dispuestas en forma de embudo colector hacia el paso.
- Situar los estribos de los viaductos sobre la vegetación de ribera que pudiese existir en los diferentes arroyos atravesados por la traza, de forma que no afecten a dicha vegetación. Durante la construcción de estas estructuras intentar que se produzca la mínima afección a la vegetación de ribera, que en ningún caso superará la anchura de la propia estructura.



Fauna

Para poder prevenir y corregir posibles impactos sobre la fauna motivados por la ejecución de un proyecto que contemple una infraestructura viaria, es necesaria la realización de varios estudios, entre los que destacan los siguientes:

Estudios para la prevención y corrección de impactos sobre la fauna en las diferentes fases de ejecución de una infraestructura viaria



Fuente: Redibujado a partir de Rosell Pagés, C. Velasco Rivas J. Mffi. Manual de prevención y corrección de los impactos de las infraestructuras viarias sobre la carretera. Documents dels Quaderns de medi ambient. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.

- Establecer pasos elevados o inferiores para el trasiego de la fauna.
- Adecuar los pasos en que se detecten itinerarios de grandes mamíferos.

| 153 |

Ejemplo 5

Ejemplo de la eficacia de los pasos de fauna

La gran cantidad de drenajes y puentes de la autovía de Andalucía a su paso por Despeñaperros (Jaén) confirma la gran importancia de estas estructuras como eventuales pasos de fauna. A pesar de la alta intensidad de tráfico que soporta esta carretera, son mínimas las muertes por atropello de animales silvestres; de hecho, desde la declaración del Parque Natural de Despeñaperros a mediados de 1989, tan solo se ha constatado la muerte por atropello de una garduña y un gato montés.

Fuente: Quercus 112: 31-33 (1995).

- Crear vallas, cercas, etc., para disminuir atropellos.
- Restaurar la vegetación del entorno del paso.
- No realizar las obras de drenaje con chapas metálicas onduladas.
- Limitar la velocidad y señalizar las zonas de mayor riesgo de atropello.

Ejemplo 6

Medidas correctoras para evitar los atropellos de fauna

En Navarra se emplean señales de tráfico acompañadas de destellos luminosos en los tramos más conflictivos.

En ocasiones las señalizaciones de moderación de velocidad o de paso de animales salvajes son omitidas o causan poca respuesta por parte de los conductores, debido en parte a la colocación de estas señales, normalmente en los márgenes de las carreteras. Por ello en varios espacios protegidos se ha optado por la colocación de señales de gran tamaño que advierten claramente de la especie que atraviesa habitualmente ese tramo.

- Emplear medidas correctoras en materia de ruidos (uso de vegetación).
- Controlar el furtivismo.



- Evitar la creación de condiciones locales que atraigan la fauna hacia la carretera.
- Usar en las pantallas vegetales especies de gran porte, para así obligar a las aves a cruzar la carretera a una altura suficiente de la calzada y evitar su presencia en la misma.
- Evitar especies vegetales buscadas por las aves, en especial plantas con bayas.
- Crear escenarios atractivos para la fauna (abrevaderos, pastizales, etc.) a cierta distancia de la carretera.
- Minimizar la eliminación de la vegetación acuática.
- Mantener la diversidad de los cauces.
- Mantener las posibilidades de remonte para las especies migratorias.
- Colocar reflectores para la fauna.

Ejemplo 7

Ejemplo de medidas preventivas y correctoras introducidas en la carretera paisajística de Almonte a Los Cabezudos, en las proximidades de Doñana (Huelva). Zona de paso del lince ibérico (*Lynx pardinus*).

1. Integración de la traza a través de la optimización de su diseño y mejor ajuste al terreno:
 - Reducción del ancho de la plataforma de la infraestructura de 9 a 7 metros.
 - Ajuste máximo del perfil longitudinal de la carretera.
2. Medidas preventivas y correctoras de la afección sobre la fauna y el efecto barrera:
 - Sobredimensionamiento de obras de drenaje transversal.
 - Inclusión de puentes y pequeñas estructuras, así como creación de pasos laterales en las mismas y pequeños diques transversales en las soleras al objeto de retener las arenas.
 - Colocación de pasos de fauna específicos para anfibios, para lince y otros vertebrados en los corredores faunísticos afectados.
 - Cerramiento longitudinal del trazado en los tramos sensibles donde se localizan los pasos de fauna, y colocación de rampas de escape del cerramiento para fauna vertebrada (diseño específico para *Lynx pardinus*).
 - Creación de franja disuasoria para la fauna vertebrada a ambos lados del trazado mediante deforestación.
 - Colocación de reflectores para la fauna.
 - Limitación de velocidad hasta 40 km/h.
 - Pigmentación del firme en color verde para generar en el conductor un cambio de comportamiento al entrar en estas zonas.
 - Sonorización del firme como elemento disuasorio para la fauna y como reductor de velocidad.
 - Señalización vertical, bandas sonoras y badenes para reducir la velocidad en las entradas a zonas sensibles.
 - Glorietas.
3. Medidas de integración paisajística:
 - Barreras metálicas forradas de madera en zonas sensibles.
 - Cruce de vía pecuaria diferenciado mediante adoquinado del firme.
 - Revegetaciones de zonas neoformadas o afectadas por las obras.
4. Medidas de Información Ambiental, y acogida de usuarios y visitantes.
 - Cartelería ambiental específica, que incluye señal de entrada / salida a la carretera, área recreativa ubicada junto al trazado con cartelería temática, incluyendo panel de información para el usuario.
 - Instalación de mobiliario en el área recreativa, que permita un uso sostenible de los recursos.

Fuente: Herrera, R. et al. "Fauna y vías de transporte: pasos de fauna y medidas aplicadas para reducir atropellos". 2002.

La construcción de una carretera o vía férrea va siempre acompañada de numerosas estructuras transversales, como por ejemplo drenajes, que pueden ser ampliamente utilizadas por la fauna si se acondicionan adecuadamente. En la siguiente tabla se resumen las estructuras que pueden ser acondicionadas como pasos de fauna para distintos grupos taxonómicos.

Tabla 3

Uso de pasos para fauna por los diferentes grupos taxonómicos

GRUPO TAXONÓMICO	DRENAJES	PASOS INFERIORES A LA CALZADA	PASOS SUPERIORES A LA CALZADA	PASOS DE ANFIBIOS
ANFIBIOS	*	*	+	*
REPTILES	*	*	*	-
PEQUEÑOS MAMÍFEROS	*	*	*	*
LAGOMORFOS	+	*	*	-
CARNÍVOROS				
Mustélidos	*	*	*	-
Cánidos	+	*	*	-
Vivérridos	*	*	*	-
Félidos	*	*	*	-
UNGULADOS	-	+	+	-

* Adecuado con acondicionamientos mínimos

+ Aplicable con adaptaciones importantes







- No aplicable

Fuente: Rosell Pagés, C. Velasco Rivas J. Mffi. Manual de prevención y corrección de los impactos de las infraestructuras viarias sobre la carretera. Documents dels Quaderns de medi ambient. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.





A continuación se indican las condiciones que influyen sobre el uso de los pasos para fauna en función de los distintos grupos taxonómicos:

Grupo Taxonómico	Condiciones que influyen en el uso de un paso	
	+ (Favorece)	- (Dificultad)
Anfibios 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de agua en el interior y en las entradas del paso • Dimensiones amplias (excepto si se trata de pasos específicos con valla interceptora y sistemas de guía hacia el paso). • Ubicación adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de grandes desmontes o terraplenes en el sector donde se ubica el paso • Existencia de escalones o pozos en las entradas del paso
Reptiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustrato natural • Acondicionamiento adecuado de la vegetación de las entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de agua en el interior y en las entradas del paso • Existencia de grandes desmontes o terraplenes en el sector donde se ubica el paso
Pequeños mamíferos 		<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de agua en las entradas del paso
Lagomorfos 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones amplias • Buena visibilidad de la boca opuesta de la estructura desde la entrada del paso 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustrato de chapa metálica corrugada • Existencia de escalones o pozos en las entradas del paso.
Carnívoros 	<ul style="list-style-type: none"> • Buen acondicionamiento de la vegetación de las entradas • Ubicación adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de agua cubriendo toda la base del paso
Tejón		<ul style="list-style-type: none"> • Sustrato de chapa metálica corrugada
Zorro	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones amplias • Buena visibilidad de la boca opuesta de la estructura desde la entrada del paso 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustrato de chapa metálica corrugada
Ungulados 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones amplias • Ubicación adecuada • Buen acondicionamiento de la vegetación de las entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso al paso a través de rampas de ascenso o descenso (paso situado a diferente nivel que los entornos).

Fuente: Redibujado a partir de Rosell Pagés, C. Velasco Rivas J. Mffi. *Manual de prevención y corrección de los impactos de las infraestructuras viarias sobre la carretera. Documents dels Quaderns de medi ambient. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.*

Del mismo modo que existen sistemas para facilitar el trasiego de animales de un lado a otro del vial, existen otros para impedir el paso de éstos a la calzada y evitar atropellos. Entre estos sistemas destacan:

- **Vallas perimetrales**, que refuerzan el efecto barrera de las que ya de por sí plantean las infraestructuras viarias, aunque su empleo es indispensable en las vías que tienen altas intensidades de tráfico para prevenir los atropellos y garantizar la seguridad viaria.
- **Otros sistemas**, en el caso de una vía con poca intensidad de tráfico, serían sistemas de efecto puntual, que se basan en el uso de elementos que asustan a los animales, o bien en repelentes olfativos y sonoros. Algunos ejemplos de estos sistemas serían: pasos canadienses, reflectores, barreras olfativas o sonoras, deforestación y aplicación de gravilla en los márgenes de la carretera, pantallas elevadoras del vuelo. En puntos críticos se deberá estudiar la posible instalación de vallado eléctrico.

Paisaje

- Adaptar el diseño de la vía a las formas del lugar.
- Realizar de piedra o en su defecto de hormigón revestido de piedra vista las barreras laterales de la obra, y recubrir a su vez el resto de obras de fábrica (pasos elevados de cauces, puentes, etc.). De este modo se puede lograr una mejor integración paisajística.
- Remodelar los taludes y terraplenes.
- Realizar plantaciones de vegetación en los pasos superiores e inferiores, en islotes de los lazos de unión, así como en los terraplenes y desmontes.
- Usar barreras visuales, como por ejemplo pantallas arbóreas para disminuir el impacto visual.
- Usar piedras para las obras de mampostería de las canteras de la zona, siempre que sea posible.
- Diseñar cromáticamente ciertas estructuras. En zonas suburbanas más humanizadas se harán diseños más ajardinados, en zonas más rurales el diseño se adaptará a la textura y el color del paisaje, buscando una armonía con las zonas circundantes.
- Si a lo largo del desarrollo del programa de vigilancia ambiental o cuando fuere, se pusiera de manifiesto la insuficiencia de las medidas de revegetación e integración establecidas en el estudio ambiental, adoptar medidas correctoras más intensivas (estaquillado, siembras especiales, mallas de triple torsión, etc.) que optimicen la integración de la nueva infraestructura en el entorno.
- Realizar la ubicación de vertederos sobre los terrenos correspondientes a actividades extractivas abandonadas, y cuando no sea posible, sobre las zonas de mínimo interés ecológico y paisajístico.
- Realizar un proyecto de restauración y mejora de las áreas afectadas que formen parte del proyecto de construcción.
- Dimensionar adecuadamente los taludes con el fin de evitar atrincheramientos y favorecer la revegetación.
- Disponer falsos túneles de longitud suficiente para que puedan formarse superficies continuas similares a las del terreno natural fácilmente integrables en él.



- Utilizar, en la medida de lo posible, la superficie ocupada por la traza como camino de acceso a las obras.

La definición de medidas correctoras de impactos sobre el paisaje parte de un análisis del área objeto del estudio ambiental y de una evaluación de las afecciones que la obra proyectada ocasionaría sobre el medio natural, y más concretamente, del comentado paisaje.

LÍNEAS ELÉCTRICAS

A continuación se describen las medidas preventivas y correctoras más comunes que se presentan en Proyectos de este tipo:

Vegetación

- Aprovechar al máximo los cortafuegos y áreas ya desnudas de vegetación para realizar los trazados de líneas.
- Minimizar en lo posible las áreas a deforestar.

Fauna

- Para minimizar el riesgo de colisión hay dos procedimientos:
 - Señalizar los cables con objeto de hacerlos más visibles, por ejemplo en Mallorca se han instalado salvapájaros preformados de PVC, a modo de espirales que se arrollan a los cables.
 - Retirar los hilos de tierra, ya que éstos, situados en un plano superior al de los conductores y más finos que éstos, son responsables de la mayor parte de las mortandades. Esta segunda medida sólo es aplicable en tramos reducidos del tendido y en zonas donde no se comprometa la seguridad de la línea.

Ejemplo 8

Otros métodos para reducir los accidentes de las aves en líneas eléctricas

Otro método susceptible de ser empleado es el que últimamente se está usando en Holanda, el cual se basa en colocar siluetas de rapaces colgadas de las líneas, con lo que patos y limícolas del lugar, al creer ver a su depredador, se alejan de las líneas.

También se está experimentando con el uso de cintas y bandas luminiscentes para evitar colisiones, habiéndose obtenido buenos resultados en Inglaterra.

- Reducir el riesgo de electrocución de aves en tendidos eléctricos del siguiente modo: construir las líneas con aislantes en suspensión o cadena, ya que las líneas construidas con aislantes rígidos suponen un mayor riesgo. Se tendrá en cuenta que la distancia entre los conductores y entre éstos y los apoyos debe ser tal que no haya riesgo alguno de que un ave de gran talla provoque un cortocircuito. A tal efecto se establecerá una distancia mínima adecuada entre fases.
- No disponer de aisladores rígidos.
- Disponer aisladores de como mínimo 3-4 platos.
- No instalar puentes flojos sin aislar por encima de travesaños y cabezales de los apoyos.
- No instalar seccionadores e interruptores con corte al aire en posición horizontal sobre el cabezal; instalar siempre en vástago.
- En ningún caso instalar elementos de tensión que superen los cabezales del apoyo.
- Instalar medidas anticolidión en áreas consideradas de alto riesgo para las aves.

Ejemplo 9

Electrocuciones y colisiones de rapaces en la Región de Murcia

Sirva como ejemplo el águila perdicera o el búho real, especies en las que las muertes por electrocución cobran una especial relevancia en cuanto a número, siendo esta causa una de las principales de la reducción del número de individuos en la Región.

- Intentar evitar las zonas de cría en las que existen colonias grandes de aves, con el fin de evitar choques y electrocuciones.
- Utilizar sobreelevaciones de los postes para que puedan ser utilizados como posaderos, o el empleo de aisladores suspendidos, para evitar la posibilidad de electrocución en el momento en el que el ave levante el vuelo.
- Utilizar cables trenzados, con objeto de aumentar el diámetro total haciéndolos visibles, o también emplear salvapájaros, con el fin de minimizar los choques con los cables.



Paisaje

- Aprovechar al máximo los caminos existentes para realizar las labores de mantenimiento.
- Intentar seguir en la medida de lo posible las curvas de nivel para realizar el trazado.
- Utilizar corredores con el fin de evitar la dispersión de los tendidos.
- No dejar cicatrices en masas boscosas siempre que esto sea posible.
- Eludir zonas de alto interés paisajístico.
- Enterrar los tendidos siempre que sea posible.

Se establecen algunas recomendaciones respecto al trazado de la línea eléctrica:

- No cruzar las colinas ni otros puntos elevados por su cresta. La silueta de la línea no debe recortarse contra el cielo. Debe seguir las líneas de contraste creadas por los cambios topográficos, geológicos o de vegetación, ya que ello ayuda a minimizar el impacto visual de la instalación.
- Quebrar ocasionalmente el trazado cuando el pasillo de servidumbre obliga a talar bosques o zonas forestales. La apariencia irregular que se consigue evita el efecto “túnel” abierto a través de la masa forestal, que podría resultar del otro caso.
- Evitar los grandes tramos de línea paralelos a carreteras y la proximidad a zonas frecuentadas, para que así sea lo menos vista posible. Cuando existan lomas o pequeñas masas de arbolado próximas, deberán aprovecharse para apantallamiento, situando la línea detrás de ellas.
- Evitar que se vean grandes tramos de línea perpendicular a carretera, cruzando valles, o por las cumbres de lomas o colinas. La línea debe alcanzar estas zonas diagonalmente y cruzarlas, más bien, con poca inclinación. El cruce de carreteras, ferrocarriles, vías, etc., debe proyectarse tratando de minimizar el impacto visual. En zonas de arbolado, el vano de cruce debe ser suficientemente largo como para mantener el arbolado en primera línea, haciendo de pantalla natural.
- Evitar los parques naturales y las zonas de alto valor paisajístico, arquitectónico o histórico a lo largo del trazado, y en último extremo, tratar de ocultar la línea lo más posible.
- Evitar las grandes superficies de agua y las marinas, particularmente las utilizadas por las aves acuáticas migratorias como paso o escala, así como las zonas utilizadas intensamente por otros pájaros como ruta habitual. También evitar las zonas de concentración de vida animal en libertad, especialmente las de anidado y crianza.





Otras medidas

Entre las medidas que el sector eléctrico está aplicando para disminuir el impacto ambiental de estas infraestructuras sobre el medio natural, destacan las siguientes:

- Normativas internas de las empresas eléctricas: para minimizar el impacto ambiental de la construcción de líneas de alta tensión. Incluyen recomendaciones referentes al diseño, construcción y mantenimiento de la línea, tales como:
 - Adecuar los apoyos al terreno para evitar zanjas, grandes cortes, etc.
 - Usar maquinaria adecuada y posterior restauración de los terrenos afectados por el montaje de la línea.
 - Estudiar las calles para su posterior uso como cortafuegos o como itinerarios turísticos o didácticos en áreas de valor natural.
 - Adoptar medidas que eviten el arrastre de materiales sueltos a cursos de aguas superficiales durante los movimientos de tierras.
 - Elegir el momento para la ejecución de la obra, de tal modo que no interfiera en el celo, nidificación o cría de las especies de la zona, especialmente en zonas protegidas, minimizando el ruido.
 - Talar árboles mediante motosierra, evitando maquinaria pesada, para reducir el impacto sobre la cubierta edáfica.
 - Ajustar el cálculo de la zona de seguridad que requiere la línea, evitando excesos que provoquen talas innecesarias.
 - Retirar los elementos sobrantes de la construcción.
 - Utilizar técnicas especiales de tendido de cable, como aeromodelismo o disparo, para disminuir los arrastres por el suelo en los tramos en los que la biocenosis tenga una especial significación.
- Buscar los trazados más adecuados para reducir el impacto de la línea sobre el paisaje, previendo el posible uso de pantallas naturales de ocultación y de los pasillos existentes creados por otras líneas y obras de infraestructura.
- Utilizar técnicas de “tala selectiva”. Éstas se basan en el estudio de la vegetación arbórea existente en la zona para evitar así el desmantelamiento integral del pasillo de seguridad que ha de abrirse bajo la línea, dejando intacto el mayor número posible de ejemplares de aquellas especies vegetales que, debido a su altura máxima de crecimiento, nunca constituirán un problema para la seguridad de la línea.



- Usar nuevos diseños estéticos de apoyos. Cuando las técnicas de ocultación no son aplicables, se puede optar por diseñar el apoyo de forma que, lejos de pasar desapercibido, constituya un elemento atractivo más del paisaje.
- Proteger la avifauna. Se están adoptando medidas correctoras en lugares que son especialmente sensibles por el elevado valor de especies de aves que habitan en ellos estacional o permanentemente. Generalmente, se trata de actuaciones en espacios protegidos con el fin de preservar especies en peligro de extinción. Cabe destacar las siguientes.
 - Enterrar las líneas de distribución a su paso por zonas de elevado valor natural.
 - Aislar tramos de conductores a ambos lados de los apoyos para eliminar los riesgos de electrocución.
 - Instalar dispositivos disuasorios separadores entre conductores y crucetas, evitando así la posada del ave en puntos peligrosos.
 - Modificar los postes y crucetas para disminuir su peligrosidad.
 - Señalizar vanos de conductores para mejorar su visualización por parte de las aves y evitar así colisiones.
- Incluir las líneas eléctricas en los nuevos sistemas de gestión ambiental.

AEROPUERTOS-HELIPUERTOS-AERÓDROMOS

Suelo

- Incluir un estudio de los suelos afectados por las obras, en el que sean delimitados con suficiente detalle aquellos de mayor calidad agrológica, estimando, asimismo, el espesor de la capa utilizable como tierra vegetal.
- Jalonar la zona de ocupación estricta de las obras con anterioridad al inicio del desbroce.
- Restringir la circulación de personal y maquinaria a la zona acotada.
- Recuperar la capa superior del suelo para su posterior utilización en los procesos de restauración. Por lo que se refiere a las condiciones de acopio, mantenimiento y reutilización de dichos suelos, definirlos en detalle en el pliego de condiciones técnicas particulares del proyecto de construcción, de forma que se garantice el mantenimiento de las propiedades agrológicas de los suelos.

Sistema hidrológico

- Evitar la ocupación temporal o permanente de los márgenes de cauces de agua temporales o permanentes. Durante la construcción del aeropuerto, evitar cualquier tipo de vertido –sólido o líquido– sin depurar a la red de drenaje natural. Para evitar arrastres de sólidos que pudieran alterar la calidad de las aguas aplicar sistemas de retención de partículas o balsas de decantación para la recogida de aguas de escorrentía cargadas de sedimentos.
- Establecer los mecanismos necesarios para la recogida, durante la fase de explotación, de las aguas procedentes del lavado de pistas, talleres, limpieza de aeronaves, aguas residuales, etc. Dichas aguas se canalizarán y depurarán de manera previa a su vertido.
- Elaborar y ejecutar un plan de gestión de los residuos en obra.
- Desarrollar en el aeropuerto un plan para la gestión de los residuos generados en el desarrollo de la actividad que detalle las disposiciones adoptadas en la separación y recogida selectiva de los residuos, su almacenamiento temporal y destino.
- En ningún caso verter los aceites, combustibles, restos de hormigonado, escombros, etc. directamente al terreno o a los cursos de agua. Gestionar los productos residuales de acuerdo con la normativa aplicable.
- Derivar, desbastar y decantar los sólidos de las aguas residuales procedentes de las zonas de instalaciones y parques de maquinaria de obra. Realizar un seguimiento analítico de las aguas procedentes de las balsas para evitar el impacto derivado de posibles vertidos contaminantes sobre los cursos de agua o sobre el terreno.
- Analizar en el proyecto de construcción la posible afección a los pozos.
- En caso de existir zonas con riesgo de inundación temporal, realizar, en consulta con la Confederación Hidrográfica del Segura, un análisis del posible efecto barrera de la nueva infraestructura, diseñando los drenajes transversales de forma que se evite el efecto presa de la infraestructura.

Calidad del aire

- Elaborar un programa de control y vigilancia de la contaminación del aire y su afección al medio natural (incluidas áreas tales como LIC, ZEPA...) a llevar a cabo durante la explotación.
- Transportar tapados los materiales susceptibles de emitir material particulado a la atmósfera.
- Situar los acopios de tierra en zonas donde la dispersión por la acción del viento sea mínima.
- Humedecer las pistas de acceso para evitar el levantamiento de polvo como consecuencia del tránsito de vehículos pesados. Realizar la humectación en función de las variables climáticas y edáficas de la zona.
- Controlar la emisión de COV's, resultantes del almacenamiento y distribución de combustibles.



Localización de canteras, zonas de préstamos, claveras, vertederos

- Incorporar en el proyecto de construcción una cartografía de las zonas de exclusión, de préstamos y de vertederos, a escala no inferior a 1:5.000.
- Considerar como criterios prioritarios de exclusión la presencia de áreas de recarga de acuíferos vulnerables a la contaminación, márgenes de cauces, áreas de elevado valor ecológico, recreativo y paisajístico, así como suelos de elevada capacidad agrológica.
- Decidir el emplazamiento final de los préstamos y posibles vertederos acorde a las conclusiones de un estudio específico en el que se valoren las afecciones ambientales.
- Definir la ubicación precisa de los vertederos permanentes en el proyecto de construcción, especificando de forma clara y precisa su ubicación y características, incluyendo los correspondientes proyectos de restauración y presupuesto, y teniendo carácter contractual.

Integración paisajística

- Realizar las labores de revegetación y mejora paisajística en todos los lugares afectados por las obras y, en particular, en los siguientes:
 - Accesos.
 - Desmontes.
 - Taludes en terraplén.
 - Zonas llanas en las inmediaciones de los accesos.
 - Interior de las instalaciones aeroportuarias y en las áreas de servidumbre.
 - Vertederos.
- Utilizar la tierra vegetal procedente del desbroce y almacenamiento de forma apropiada, de modo que siga manteniendo sus propiedades edáficas en tanto no sea utilizada en las citadas labores de revegetación.
- Revegetar los taludes, y otras zonas a tratar, mediante implantación vegetal inmediata tras las obras de construcción.
- Elaborar un proyecto específico de adecuación paisajística que será incluido en anexo al proyecto constructivo.

| 161 |

Protección acústica

- Elaborar un Plan de Aislamiento Acústico contra el ruido producido por las aeronaves, en las viviendas y áreas sensibles situadas dentro de las zonas delimitadas por las isófonas definidas por los niveles fijados por la legislación vigente para los diversos usos.
- Mantener correctamente la maquinaria de obra, de modo que permita el cumplimiento de la legislación vigente en materia de emisión de ruidos en maquinaria de obras públicas.
- Incluir en el plan de obra el cronograma de los trabajos a realizar, así como planificación de los movimientos de maquinaria y las obras ruidosas, procurando disminuir las afecciones acústicas a la población y fauna.
- Detallar y valorar las medidas de protección contra las vibraciones antes del inicio de las obras, especificándose en cada caso la disminución prevista en los valores de los indicadores.
- En caso de localizarse explotaciones agropecuarias en las proximidades, se deberán cumplir los niveles sonoros en cuanto a tránsito de la maquinaria de obra por las cercanías de éstas, manteniendo los valores de ruido en los límites legales. Establecer las medidas correctoras como implantación de pavimentos reductores de ruido y/o restricción de la velocidad en caso de superarse estos niveles.





Fauna

- En lo que respecta a las estructuras de drenaje de la plataforma: instalar rampas rugosas en las canaletas de recogida de escorrentía y adecuar las paredes de los sifones y arquetas para permitir el paso de reptiles, anfibios y pequeños invertebrados.
- Realizar cerramientos longitudinales para evitar la entrada de fauna al aeropuerto. Asimismo, para evitar el acceso de la misma a la pista y su atropello se deberá dimensionar adecuadamente el vallado, por ejemplo: enterramiento de la valla un mínimo de 40 cm, la separación entre barrotes como máximo de 4 m, alcanzar una altura de 1,70-2,20 m y ser de tipo cinético o progresivo. Además, para evitar el acceso de pequeños mamíferos, anfibios y reptiles, la valla se reforzará en los primeros 50 cm sobre el suelo por una malla de luz inferior a 2 cm o por una superficie lisa. Incorporar estructuras que permitan el escape de los animales que accidentalmente hayan accedido al recinto aeroportuario.
- No realizar voladuras en la época de reproducción con objeto de minimizar la afección sobre los ciclos biológicos de las especies más valiosas que habiten en la zona. En caso de ser necesario realizar actuaciones de taqueo entre los meses citados, será comunicado a la Dirección General del Medio Natural.
- Adoptar medidas oportunas para evitar, en la medida de lo posible, la electrocución de avifauna tanto en la fase de obra como en la de operación, como consecuencia de la presencia de tendidos eléctricos.
- En caso de que el aeropuerto se ubique en una zona de campeo de aves catalogadas, realizar un estudio específico sobre el comportamiento y uso del espacio aéreo por parte de éstas.
- Incluir en el programa de vigilancia ambiental el seguimiento de la eficacia de las medidas de protección de fauna y soluciones al paso por el espacio aéreo.
- En caso de existir espacios naturales protegidos en las inmediaciones, salvo en situaciones de emergencia, no sobrevolar la vertical de éstos a menos de 1.000 metros de altura sobre el terreno (o en su defecto, a la altura que comunique la autoridad competente).
- En el caso de que las rutas de operación del aeropuerto sobrevuelen los citados espacios protegidos, se comprobará que en la vertical sobre el suelo no se superan los niveles fijados por la legislación vigente.

8.2. Medidas compensadoras de los impactos

Con la finalidad de integrar del modo más armónico posible el Proyecto en el medio receptor del mismo, en muchos casos es más que recomendable la inclusión de medidas compensadoras. La finalidad de dichas medidas, al contrario de lo que se cree en la mayoría de las ocasiones (consideradas como un “impuesto” a pagar por la ejecución de un determinado Proyecto), deben considerarse como un aspecto más del propio Proyecto, lo cual, aparte de beneficiar al propio medio receptor, beneficiará a la propia actividad a desarrollar, principalmente de cara a la opinión pública cada vez más sensible y concienciada de la problemática ambiental que acarrea la ejecución de determinados Proyectos (ya sean residentes de la zona, Universidades, agrupaciones ecologistas, etc.; incluso puede suponer una ventaja de cara a un mercado cada vez más competitivo, y en el que un comportamiento ambientalmente respetuoso cobra cada vez más importancia, véase por ejemplo la tendencia de muchas empresas a implantar y certificar en su seno Sistemas de Gestión Medioambiental, ya sea siguiendo las normas ISO de la serie 14000 o mediante el reglamento de carácter europeo EMAS).

A continuación se exponen algunos ejemplos de medidas compensadoras frecuentemente contemplados en los Proyectos a los que hace referencia la presente Guía:

- Colocar bebederos, habilitar charcas para la reproducción de anfibios, habilitar refugios para quirópteros u otros grupos faunísticos, etc.
- Recrear ecosistemas destruidos por el emplazamiento del Proyecto en otros lugares.
- Proteger áreas de similares valores al área valiosa afectada.
- Instalar nidales para aves escasas en tendidos eléctricos debidamente acondicionados (carraca, pequeñas rapaces...).
- Crear bajo los puentes de las infraestructuras abandonadas refugios para fauna diversa (quirópteros, rapaces nocturnas).
- Destinar un porcentaje de los costes del proyecto a medidas de conservación y promoción del medio natural.
- Corregir tendidos eléctricos peligrosos próximos a los dispuestos.
- En caso de atravesar Espacios Naturales Protegidos, realizar labores de apoyo a la información (señalización) y gestión del espacio (aparcamientos, puntos de entrada al parque...).
- Realizar estudios específicos, destacando aquéllos asociados con la efectividad de los pasos de fauna y medidas para evitar la electrocución de la avifauna y revegetación de los taludes creados.

9

Impactos residuales

En muchas ocasiones, la adopción de medidas mitigadoras, sean del carácter que sean, no derivan en la completa desaparición de un determinado impacto, pudiendo perpetuarse el mismo, si bien –y siendo lo deseado– mostrando una menor magnitud y/o importancia.

A continuación se enumeran los principales impactos residuales una vez se han aplicado las medidas correctoras oportunas para los Proyectos aquí tratados.

Tabla 4

Impactos residuales, medidas correctoras e impacto residuales más habituales

IMPACTOS INICIALES	MEDIDA MITIGADORA	IMPACTO RESIDUAL
Mortalidad de vertebrados por atropellos.	Vallas perimetrales. Acondicionamiento de pasos para la fauna.	Menor mortalidad de vertebrados.
Impacto sonoro.	Pantallas acústicas, diques de tierra, reducción de la velocidad.	Disminución de la contaminación acústica.
Destrucción de la cubierta vegetal.	Restauración de la cubierta vegetal.	Erosión.
Afección del paisaje.	Pantallas visuales.	Disminución del impacto paisajístico.
Colisión de aves en los tendidos eléctricos.	Señalizaciones adecuadas.	Descenso de colisión para determinadas especies.

Fuente: *Elaboración propia.*



Programa de vigilancia y control

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) establece un sistema que garantiza el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras, correctoras, compensadoras y en su caso, compensatorias², contenidas en el Estudio Ambiental del proyecto o plan del que se trate, además de aquellas que sean adicionalmente establecidas por la Administración a través de la Declaración de Impacto Ambiental y la inserción del contenido de las mismas en la autorización del correspondiente proyecto o plan.

Se describen a continuación, y en concordancia al tipo de Proyectos aquí tratados, las actuaciones más comúnmente consideradas, si bien el establecimiento del periodo durante el cual han de ser consideradas, así como su periodo de seguimiento (y la redacción de los informes pertinentes) dependerán de las características propias del Proyecto (tipo, acciones contempladas en el mismo, magnitud, emplazamiento...) y serán establecidas por el órgano ambiental competente.

Por otro lado, conviene tener en cuenta lo citado en apartados anteriores respecto a que muchas de las medidas propuestas a continuación pueden o suelen incluirse en el programa de medidas mitigadoras, y viceversa.

10.1. Infraestructuras lineales

Entre otras, en los proyectos de infraestructuras lineales (carreteras, líneas eléctricas, gasoductos...) que afectan de forma notable sobre el medio natural (afección a un ENP, por ejemplo) se suelen adoptar las siguientes medidas:

En fase de ejecución

- Remitir, con anterioridad al inicio de la ejecución del Proyecto, al departamento responsable de la gestión del espacio natural protegido (Dirección General del Medio Natural) el plan de obras detallado.
- Comunicar asimismo a la citada Dirección General el inicio (acta de inicio) y finalización (recepción provisional) de las obras.
- Durante la ejecución del Proyecto disponer específicamente, del modo que resulte pertinente, de la presencia periódica a pie de obra de un Técnico ambiental, responsabilizándose del cumplimiento de las medidas definidas en la Declaración de Impacto Ambiental y el plan de obras, así como de la coordinación con los Técnicos y la Guardería de la Dirección General del Medio Natural adscritos a la gestión del espacio natural protegido.
- Redactar por parte del Técnico ambiental de informes periódicos (a determinar la frecuencia de los mismos por la autoridad competente) acerca del desarrollo de las obras, donde se justifique el grado de cumplimiento de las medidas correctoras y las incidencias que a este respecto puedan producirse. Emisión de un informe especial cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales no previstos o excepcionales, así como situaciones de riesgo.
- Controlar la emisión de polvo al paso de vehículos y maquinaria de obra.

² Son las medidas que compensan los efectos negativos de un proyecto o plan sobre la red Natura 2000 de espacios protegidos europeos; poseen requisitos específicos que las distinguen de las medidas "compensadoras" normales de cualquier proyecto. Véase a este respecto la Guía nº 7 de esta misma colección.



- Controlar durante la ejecución de las obras los niveles de ruidos.
- Controlar el reglaje de los motores de combustión interna y el estado de los silenciadores.
- Controlar la gestión de los residuos de todo tipo que se generen durante las obras.
- Controlar la adecuación de las obras de drenaje a lo aprobado por los organismos implicados.
- Controlar y vigilar los cauces en previsión de acopios, vertidos o instalaciones que pudieran afectar a la libre circulación del agua. Estos controles se realizarán sobre todo en los momentos en que exista riesgo de lluvias intensas.
- Exigir al contratista que las restauraciones y revegetación se adecuen a lo proyectado y aprobado. Se vigilarán especialmente todas las revegetaciones en superficies de terraplén, así como las revegetaciones de desmontes y muros ecológicos.
- Controlar las prácticas agrícolas que se realicen en los acopios de tierra vegetal.
- Controlar las señalizaciones de obra e itinerarios alternativos.

En fase de explotación

A la finalización de las obras, remitir a la Dirección General del Medio Natural el proyecto de restauración de la vegetación natural en los tramos afectados por la obra.

- Aportar un certificado elaborado por una entidad colaboradora de la Administración, que garantice que los ruidos generados por la carretera se encuentren dentro de los límites autorizados en el Decreto de Ruidos de la Región de Murcia.
- Emitir un informe especial cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo, tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento.
- Controlar la gestión de residuos generados en esta fase.
- Controlar las áreas restauradas o revegetadas en lo respecto a la erosión, estabilidad, revegetación y estabilidad de las mismas.
- Controlar el mantenimiento de las obras de drenaje de la vía.
- Controlar el mantenimiento de la señalización y el balizamiento de la vía.
- Revisar periódicamente los alrededores de las líneas eléctricas, para detectar posibles aves muertas.

10.2. Aeropuertos

| 165 |

Antes del inicio de las obras

- Realizar un Plan de Seguimiento y Control ambiental para la fase de obras, con indicación expresa de los recursos naturales y humanos asignados.
- Localizar de un modo concreto los préstamos, graveras, cantera y vertederos.

Durante la ejecución de las obras

Elaborar informes periódicos sobre el cumplimiento de:

- Las medidas adicionales de protección de la fauna.
- Las medidas de protección del patrimonio geológico.
- Las medidas de protección de los suelos.
- Las medidas de protección del sistema hidrológico e hidrogeológico.
- Con objeto de verificar el modelo acústico aplicado por el proyecto de construcción, el programa de vigilancia ambiental, durante la fase de explotación incorporar campañas de mediciones, no sólo en las zonas en las que sea necesaria la implantación de medidas correctoras, sino también en aquéllas en las que los niveles de inmisión previstos estén próximos a los objetivos de calidad establecidos para el medio natural.

Antes del inicio del funcionamiento

- Informar sobre el Plan de Protección Acústica y las medidas de protección acústica efectuadas.
- Informar sobre las actuaciones relativas a la recuperación ambiental e integración paisajística de la obra.
- Plan de Seguimiento para la fase de explotación, incluyendo el plan de vigilancia y control de la contaminación del aire que afecte de un modo significativo a elementos del medio natural.
- Elaborar Informes periódicos en los primeros años de la vida útil de la infraestructura:
- Evolución de las labores de revegetación.
- Evolución de la calidad de las aguas en distintos tramos, antes y después de los puntos de vertido en los cauces, y la evolución de los ecosistemas asociados.



- Estado y efectividad del Plan de aislamiento acústico, incluyendo el resultado de los controles, al menos trimestrales, de los niveles de ruido diurno y nocturno soportados en los núcleos urbanos más próximos, y desviaciones con respecto a los niveles establecidos en el estudio ambiental.
- Resultados del programa de control y vigilancia de la contaminación atmosférica y su relación con el medio natural.
- Emisión de informes especiales cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo, tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento.



Bibliografía y documentación

11.1. Bibliografía

- ARÉVALO, J. y ROIG, J. (Coord.). 2001. *Inventario de la flora ibérica compatible con las líneas de alta tensión*. Red Eléctrica Española.
- BARBERÁ, J.C. y AYLLÓN, E. Medidas correctoras para cancelas canadiense. *Quercus* 183. 2001, pág. 23.
- BARRIENTOS, L.M. Incidencia de las autovías en las poblaciones de lobo de Castilla y León. *Quercus*, 83. 1993, pág. 25.
- BLANCO, J.C. Efecto barrera: el principio del fin de nuestros mamíferos. *Quercus*, 83. 1993, págs. 23-24.
- CODA. 1994. El impacto de los eléctricos en la avifauna. Ponencias y comunicaciones presentadas en las 1º jornadas CODA sobre impacto de los tendidos eléctricos. CODA.
- DE LA TORRE, J.G. y SOBRINO, E. Dispositivos para evitar el atropello de anfibios. *Quercus* 183. 2001, págs. 20-22.
- FERRER, M. y JANSS, G. (Coord.). 1999. Aves y líneas eléctricas. Colisión, electrocución y nidificación. *Quercus-REE*.
- FERRERAS, P. Incidencia de las carreteras sobre las poblaciones de lince ibérico. *Quercus* 83, 1993, págs. 22-23.
- *III Jornadas sobre líneas eléctricas y medio ambiente*. 6 y 7 de octubre de 1999, Madrid. Red eléctrica de España.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. Borrador de un manual de buenas prácticas ambientales para la planificación, diseño y construcción de infraestructuras viarias en espacios naturales protegidos. Jornadas internacionales sobre infraestructuras viarias y espacios naturales protegidos.
- LIZANA, M. y BARBADILLO, L.J. Legislación, protección y estado de conservación de los anfibios y reptiles españoles. En PLEGUEZUELOS, J.M. 1997. *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*, págs. 477-516.
- LÓPEZ, C. El impacto de las carreteras en las poblaciones de anfibios. *Quercus* 183. 2001, págs. 14-19.
- MÚGICA, A. y NEGRO, J.J. 1998. *Informe sobre los efectos negativos de los tendidos eléctricos sobre las aves rapaces. Posibles soluciones*. CODA.
- NEGRO, J.J. Adaptación de los tendidos eléctricos al entorno. Monografía de *Alytes* nº 1. 1987.
- PMVC. Millones de animales mueren atropellados cada año en las carreteras españolas. *Quercus* 83. 1993, págs. 12-19.
- Resumen de ponencias de las jornadas “fauna y vías de transporte: pasos de fauna y medidas aplicadas para reducir atropellos”. Barcelona, 19 de noviembre de 2002.
- RODRÍGUEZ, A. y CREMA, G. Las infraestructuras lineales y su efecto barrera sobre los vertebrados. *Quercus* 167. 2000, págs. 22-27.
- ROSELL PAGÉS, C. y VELASCO RIVAS J. M^a. Manual de prevención y corrección de los impactos de las infraestructuras viarias sobre la carretera. *Documents dels Quaderns de medi ambient*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.
- SUÁREZ, F. Efectos sobre la fauna. Medidas correctoras. En *Actas del XI simposio Nacional sobre Carreteras y Medio Ambiente*, págs. 305-315. F. RUZA (Ed.) Asociación Técnica de Carreteras. Las Palmas de Gran Canaria.
- TIKTIN FERREIRO, J. *Medidas correctoras del impacto ambiental en las infraestructuras lineales*.



- VELASCO, J.M. YANES, M. y SUÁREZ, F. 1995. *El efecto barrera en vertebrados. Medidas correctoras en las vías de comunicación*. Monografías técnicas del CEDES. Madrid.
- VVAA. 2002. *Fauna y vías de transporte. Pasos de fauna y medidas aplicadas para reducir atropellos*. Resumen de Ponencias. Generalitat de Catalunya.
- VVAA. *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. 1 Carreteras y Ferrocarriles*. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente
- YANES, M. y SUÁREZ, F. El paso de vertebrados a través de los sistemas de drenaje de infraestructuras de transporte. *Quercus* 112. 1995, págs. 31-33.

11.2. Informes y estudios inéditos

- *Estudio de impacto ambiental de la red de distribución de gas natural por red de gasoductos en Lima y Callao*. Pacific, S.A.
- RAMOS DURÁN, E. y JARAMILLO GÓMEZ, A. *Evaluación de impacto ambiental de líneas de alta tensión*. Área de impacto ambiental, Comisión de medio ambiente, Delegación de Madrid. Colegio Oficial de Biólogos
- TECNOMA. *Estudio de impacto ambiental de la autopista de peaje Cartagena-Vera*.

11.3. Enlaces de internet

http://smuz.cps.unizar.es/PlanEneW/teoria/IMPACTO_AMBIENTAL.html

<http://www.aco.es>

<http://www.iene.info/ilos/conferences/FaunaTransportSp.pdf>

http://www.mma.es/Naturalia/naturalia_hispanica/vertebrados/estructuraslineales/indice.htm

<http://www.sofamel.es>

<http://www.univalle.edu.co/~fhernand/ambiente/Contenido.htm>

<http://www.unizar.es/aeipro/finder/3-medio.htm>



Consejería de Industria y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

Guía nº 1. Infraestructuras terrestres de comunicación y transportes. Colección "Guías para la elaboración de estudios ambientales de proyectos con incidencia sobre el medio natural"

Murcia: Dirección General del Medio Natural, 2005.

Año 2005 – 176 págs. – 30 x 21 cm.

ISBN 84-689-3784-3

Reproducción autorizada, con indicación de la fuente bibliográfica.

Impreso en España.

Depósito Legal: MU-1.673-2005.



Fragmentación del hábitat por la existencia de un vial.



Pequeño desprendimiento originado por la desestabilización de un talud tras la construcción de una carretera.



| 170 |

Culebra bastarda –*Malpolon monspessulanus*– atropellada en un vial.

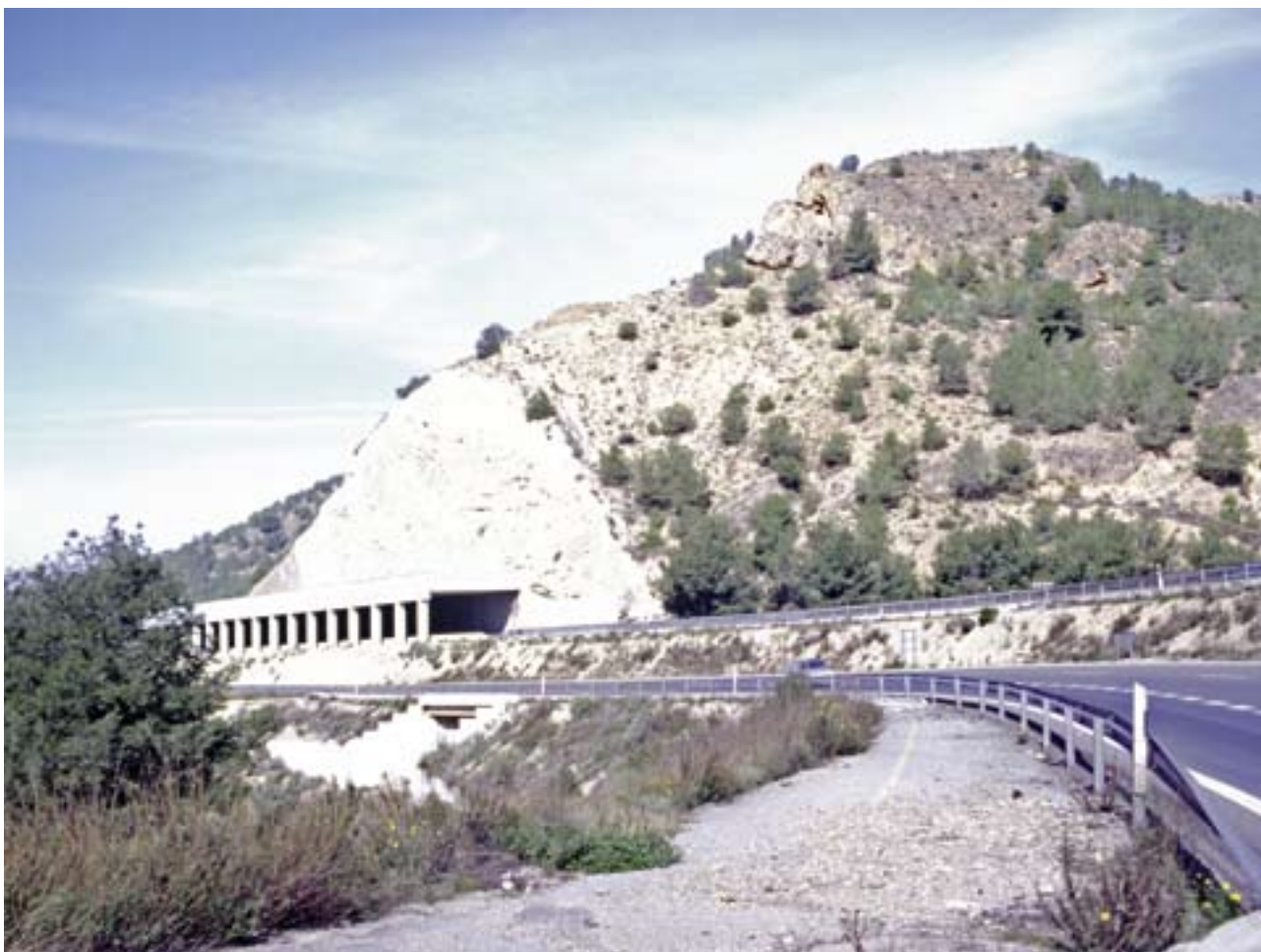


Desbroce del terreno con motivo del trazado de un gasoducto.



Pantallas de protección acústica a ambos lados de un vial. Autovía Murcia-Cartagena.

| 171 |



Túnel y talud estabilizado tras la construcción de un vial. Autovía Murcia-Cartagena.



| 172 |

Estructura de evacuación pluvial bajo una carretera que puede ser utilizado como paso de fauna.



Línea eléctrica de alta tensión.



La ejecución de un túnel evita la realización de grandes desmontes.



La proliferación de infraestructuras terrestres puede impactar sobre el paisaje.



| 174 |

Los pasos inferiores no son utilizados por la fauna.



Línea eléctrica atravesando un denso pinar. Un impacto indirecto derivado de estas líneas son los posibles incendios forestales.



Una de las posibles alternativas de ubicación es el diseño de un trazado elevado por disminuir la fragmentación.



Desbroce y acondicionamiento mediante nivelado del terreno asociado a la presencia de un pequeño aeródromo.



[176]

Impacto paisajístico por la apertura de pistas forestales.



Desmorte por la apertura de pistas forestales.