

Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats  
causada por infraestructuras de transporte

2

# PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS DEL EFECTO BARRERA DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

SECRETARÍA DE ESTADO DE  
MEDIO RURAL Y AGUA

SECRETARÍA GENERAL DE  
MEDIO RURAL

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO  
NATURAL Y POLÍTICA FORESTAL

**PRESCRIPCIONES TÉCNICAS  
PARA EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN  
DE LA EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS  
CORRECTORAS DEL EFECTO BARRERA  
DE LAS INFRAESTRUCTURAS  
DE TRANSPORTE**

Este documento se ha redactado en el marco de una **Comisión técnica integrada en el Grupo de Trabajo sobre Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de Transporte**, impulsado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, en la que participaron las siguientes personas:

Georgina Álvarez Jiménez, Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Manuel Alcántara de la Fuente, Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón.

Antonio Ballester Potenciano, Consejería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, Generalitat Valenciana.

Adolfo Delibes de Castro, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León.

Javier Forcada Melero, Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, Gobierno de Navarra

Manuel García Sánchez-Colomer, CEDEX, Ministerio de Fomento.

Gema Gonzalo Pedrero, Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.

M<sup>a</sup> Mercè Martínez Moliné, Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya

Juan F. Miral Durán, Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, Gobierno de Navarra.

José Manuel Pena Regueiro, Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia.

Encarna Pérez Aguilera, Consejería de Fomento, Junta de Castilla y León.

Soledad Pérez-Galdós, Consejería de Transportes e Infraestructuras, Comunidad de Madrid.

Manuel J. Prats Guardia, Dirección General de Grandes Proyectos de Alta Velocidad, ADIF.

Luís Ramajo Rodríguez, GLASA, Junta de Andalucía.

Álvaro Richarte Banegas, Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Paco Robles Cuesta, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

Jordi Solina Angelet, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.

#### **Asistencia técnica para la redacción del documento:**

Juan E. Malo, Cristina Mata, Francisco Suárez. Grupo de Ecología y Conservación de Ecosistemas Terrestres (TEG)-Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid

**Coordinación:** Carme Rosell, MINUARTIA, con la colaboración de Roser Campeny, Ferran Navàs y Quim Pou.

**Ilustraciones:** Pep Gaspar, ARTENTRAÇ.

**Agradecimientos:** Numerosas personas han participado en la revisión de los sucesivos borradores y han enriquecido el documento con sus aportaciones. Destacamos especialmente la tarea de Manuel Avilés (Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior), Isabel Ceballos (Seguimiento Ambiental SL), Olga Carrascal (Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento), Vicente Garza, Jesús Herranz e Israel Hervás (TEG-UAM), Ignacio Doadrio (Museo Nacional de Ciencias Naturales), Marc Fernández Bou (Minuartia), Ignacio Gamarra, Maite Manzanares y Carlos Real (Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), Jorge García Molinos (Freshwater Research Group, University of Dublin), Gema Ruíz (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía), José Luís Tellería (Universidad Complutense de Madrid).

#### **Cita recomendada:**

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2008. *Prescripciones técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte*. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes, número 2. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 138 pp. Madrid.


**Edita:** Organismo Autónomo Parques Nacionales

NIPO: 781-08-012-6

ISBN: 978-84-8014-736-1

Depósito Legal: M-51.516-2008

Composición, impresión y encuadernación:

 Sociedad Anónima de Fotocomposición

Taliso, 9 - 28027 Madrid

**1**

Presentación

---

**2**

El Programa de Vigilancia Ambiental: Contexto administrativo y procedimiento de aplicación

---

**3**

Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental

---

**4**

Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental

---

**5**

Información complementaria

---



## Índice

<b>1 Presentación</b>	7
1.1 Antecedentes	9
1.2 Justificación	9
1.3 Conceptos básicos y ámbito de aplicación	10
1.4 Objetivos	11
1.5 Destinatarios	11
<b>2 El Programa de Vigilancia Ambiental: contexto administrativo y procedimiento de aplicación</b>	13
2.1 Desarrollo del PVA en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto	15
2.2 Responsabilidades de los principales agentes implicados en el desarrollo del PVA	17
2.3 Hacia unos Programas de Vigilancia Ambiental más eficaces	20
<b>3 Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental</b>	27
3.1 Información previa	29
3.2 Seguimiento ambiental y gestión adaptativa	29
3.3 Objetivos y procedimientos genéricos para el diseño del PVA	30
3.4 Variables que condicionan el PVA	32
<b>4 Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental</b>	35
4.1 Estructura general de los PVA	37
4.2 Sectorización de la infraestructura como base para definir el nivel de exigencia de seguimiento	37
4.3 Niveles de exigencia del seguimiento	38
4.4 Contenidos del PVA en relación con la fragmentación de hábitats	40
4.5 Fichas descriptivas de las actuaciones y métodos de seguimiento	42
<b>5 Información complementaria</b>	113
5.1 Bibliografía	115
5.2 Sitios web	115



**1**

Presentación

---



Presentación



El Programa de Vigilancia Ambiental: Contexto administrativo y procedimiento de aplicación



Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental



Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental



Información complementaria





## 1.1 Antecedentes

Las dificultades para compatibilizar el desarrollo de las redes de infraestructuras de transporte demandadas por los países avanzados con las exigencias en materia medioambiental existentes en los mismos se han hecho evidentes en las últimas décadas. Por una parte, el valor de los indicadores relacionados con el transporte de mercancías y personas (kilómetros de infraestructuras, número de desplazamientos, etc.) crece de forma exponencial. Por otra parte, la superficie de áreas protegidas, el número de especies catalogadas o las poblaciones de algunos vertebrados aumentan como consecuencia de diversos factores, entre los que se encuentran compromisos internacionales de los gobiernos, una mayor conciencia ambiental de la población, y cambios en la estructura económica y social del territorio. Fruto de esta conjunción de factores, los conflictos entre las carreteras o los ferrocarriles y la fauna se multiplican, habiéndose reconocido que la fragmentación de hábitats por las infraestructuras lineales representa un problema de conservación de primera magnitud. Entre los exponentes más evidentes del problema, cabe destacar la mortalidad de animales por atropello y la trágica estadística, con elevados costes personales y materiales, de las colisiones de vehículos con vertebrados silvestres de gran tamaño. Pese a lo destacable de estas manifestaciones, las mismas representan únicamente la punta del iceberg de los efectos generados por la fragmentación de hábitats, que amenaza con desestabilizar los equilibrios que han mantenido hasta la actualidad áreas de elevado valor natural en países con un alto nivel de desarrollo.

Para compatibilizar los objetivos de conservación y desarrollo de infraestructuras, las administraciones públicas se han dotado de procedimientos de evaluación ambiental de las acciones planteadas (planes, programas, proyectos), y para el caso particular del conflicto entre infraestructuras de transporte y fauna se creó en España, a raíz de la Acción COST 341, el **Grupo de Trabajo sobre Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de Transporte**, coordinado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. La Acción COST 341 consistió en un proyecto promovido por la Comisión Europea encargado de recopilar la documentación existente en el momento (1999-2003) sobre fauna y carreteras, y que se tradujo en España en la publicación de los documentos *COST 341. La fragmentación del hábitat en relación*

*con infraestructuras de transporte en España* (Rosell et al. 2003) y *Fauna y Tráfico. Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones* (Luell et al. 2005). Del citado manual cabe destacar sus capítulos 7 y 9, dedicados respectivamente al diseño y seguimiento de medidas correctoras del efecto barrera y la mortalidad de fauna. Finalizado el proyecto, el Grupo de Trabajo ha continuado su actividad y ésta ha comenzado a cristalizar en hitos concretos, como el primer documento de la serie en que se enmarca el presente texto.

El volumen inicial de la serie *Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte* denominado *Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales* (Ministerio de Medio Ambiente, 2006), empieza a ser adoptado por diferentes administraciones ambientales y empresas involucradas en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), e incluso se presenta como documento de referencia en Declaraciones de Impacto Ambiental (DIAs). En esta misma línea, el presente volumen se centra en la generación de prescripciones para orientar el control y la evaluación de la efectividad de las medidas adoptadas en los proyectos para minimizar la fragmentación de hábitats.

## 1.2 Justificación

El éxito en la resolución de los problemas de fragmentación de hábitats por las infraestructuras de transporte no queda asegurado por el mero diseño de medidas preventivas y correctoras apropiadas, siendo imprescindibles tanto la adecuada ejecución de las mismas, como la corrección de aquellas desviaciones o imprevistos que puedan disminuir su eficacia una vez instaladas. De estas evidencias parte la constatación de que sólo con un control posterior de las medidas adoptadas puede tenerse la confianza de que el problema quedará solventado. Como un valor añadido, la información obtenida durante el control de la efectividad de las medidas preventivas y correctoras de los proyectos puede ayudar a optimizar, desde un punto de vista técnico y económico, el diseño de proyectos futuros.

Para afrontar este hecho, la legislación de evaluación de impacto ambiental establece la obligación de desarrollar Programas de Vigilancia Ambiental (PVAs) que permitan garantizar el cumplimiento de las indicacio-

nes y medidas, preventivas y correctoras, contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) y ratificadas, concretadas y/o enmendadas posteriormente en las DIAs. En este marco, los PVAs están ya firmemente establecidos en el desarrollo de proyectos en España y se les presta una atención creciente en los últimos años.

La experiencia muestra, con cierta frecuencia, que se detectan deficiencias en los PVAs de los proyectos, tanto en lo referente a sus contenidos como a los procedimientos para su ejecución. En el caso de la fragmentación de hábitats, esto puede venir condicionado por la dispersión y falta de accesibilidad de la información sobre métodos validados y estandarizados a aplicar, así como por el desconocimiento de los resultados obtenidos con estos métodos allá donde se han aplicado.

En este contexto, la redacción del presente documento se justifica por la necesidad de disponer de un referente que facilite la correcta aplicación de la legislación, aportando prescripciones técnicas sobre objetivos, técnicas y procedimientos para evaluar la efectividad de las medidas preventivas y correctoras establecidas en relación con los proyectos de infraestructuras de transporte para disminuir su efecto fragmentador de los hábitats. Así, el problema tratado en este texto se encuentra en una situación parecida a la afrontada por el diseño de medidas preventivas y correctoras antes de la publicación del primer documento de la serie, si bien agravada respecto a aquélla por la práctica inexistencia de otras fuentes bibliográficas sobre métodos de seguimiento más allá del capítulo 9 del manual europeo citado anteriormente.

### 1.3 Conceptos básicos y ámbito de aplicación

Este documento es de aplicación al diseño y ejecución de los Programas de Vigilancia Ambiental de infraestructuras de transporte terrestre en las diferentes fases en que se desarrollan. En primer lugar, cabe establecer las definiciones básicas de los términos que se utilizarán en el texto, ya que resulta frecuente la utilización de términos de manera poco consistente dentro del ámbito a que se aplica.

Se define como **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** el sistema establecido para garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas, correctoras y compensatorias, contenidas en el EslA. La legislación básica determina que el PVA es uno de los contenidos imprescindibles del EslA y, posteriormente, las DIAs pueden establecer condiciones adicionales so-

bre vigilancia y seguimiento, lo cual conlleva la necesidad de actualizar el programa de vigilancia inicial. En sentido amplio, un PVA debe incluir tareas de:

- Vigilancia del cumplimiento de las prescripciones contenidas en diferentes documentos (EslA, DIA, Proyecto constructivo, etc.).
- Seguimiento de las variables que informan sobre el funcionamiento del sistema antes y después de ejecutarse el proyecto.
- Evaluación de la efectividad de las medidas adoptadas.

Aunque es importante destacar que la adecuada realización del PVA pasa por su tratamiento como una entidad única que acompaña al proyecto en todo su desarrollo, se puede decir que está integrado por tres etapas, una asociada al diseño del PVA en la fase de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, y dos referidas propiamente a su aplicación, en las fases de construcción y funcionamiento del mismo (Figura 1.1):

- Diseño del PVA y toma de datos de referencia en fase preoperacional, previa al inicio de las obras, que han de servir como estándares de comparación para conocer los efectos del proyecto respecto de la situación previa al inicio de la obra, y para definir los umbrales críticos a partir de los cuales se deberán tomar medidas adicionales de corrección de impactos. Esta etapa previa al inicio de las obras, incluye a su vez dos fases; la primera incluye los trabajos relativos a la descripción del estado inicial de los hábitats y especies llevados a cabo durante la realización del EslA (basado en el correspondiente Estudio Informativo y al cual hace referencia la DIA), y la segunda fase incluye los trabajos posteriores necesarios para actualizar y completar la información a la escala de detalle del proyecto constructivo.
- Vigilancia Ambiental en fase de obras, referida a las actividades a desarrollar durante la fase de construcción de la infraestructura, en la que desempeñan un papel central las tareas de vigilancia de la correcta aplicación de las medidas establecidas en el EslA y en la DIA (que se habrán plasmado en el proyecto constructivo).
- Seguimiento y Evaluación de la efectividad de las medidas: referido a las actividades realizadas durante la fase de funcionamiento de la infraestructura, en el que la mayor parte del trabajo se centra en el seguimiento y la valoración de los datos obtenidos sobre variables del medio y la vía (abundancia de especies, número de atropellos, etc.).

		Documentos en las distintas fases	Actuaciones
Proyecto	Estudio Informativo/ Proyecto de Trazado		<b>Diseño del Programa</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Incluye toma de datos de referencia sobre el estado inicial de los hábitats y especies (en el marco del EslA)</li> </ul>
	Proyecto Constructivo		<b>Adaptación del PVA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Adaptación a escala de proyecto e incorporación de condiciones de la DIA.</li> </ul>
Construcción			<b>Aplicación del PVA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Actualización de los datos de referencia previa al inicio de las obras.</li> <li>– Actuaciones de vigilancia ambiental.</li> </ul>
Funcionamiento			<b>Aplicación del PVA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Actuaciones de seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas.</li> </ul>

EslA: Estudio de Impacto Ambiental; PVA: Programa de Vigilancia Ambiental; DIA: Declaración de Impacto Ambiental.

Figura 1.1. Estructura general de la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental a lo largo del ciclo de vida del proyecto al que se aplica.

## 1.4 Objetivos

En consonancia con lo anterior, los objetivos generales de este documento son el establecimiento de orientaciones básicas para el diseño y ejecución de los PVAs y de prescripciones técnicas detalladas para la ejecución de las actuaciones dirigidas al seguimiento y la evaluación de la efectividad de las medidas preventivas y correctoras destinadas a minimizar el efecto barrera de las infraestructuras de transporte sobre la fauna. Para cubrir estos objetivos globales se definen los objetivos de los controles, los métodos de toma de datos y los procedimientos para valorar la información necesaria en las diferentes etapas de vida de las infraestructuras (proyecto, construcción y explotación) a las que acompaña el desarrollo del PVA. Todo ello atendiendo a la experiencia acumulada sobre el tema en las últimas décadas desde los ámbitos técnico, científico y de la administración.

## 1.5 Destinatarios

Este documento, al igual que, en general, la Serie de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, se dirige a los profesionales de la planificación, proyección, construcción, explotación y conservación de las infraestructuras de transporte terrestre. Dentro de este amplio abanico profesional, los contenidos del texto serán de especial interés para

los técnicos de medio ambiente involucrados en los procedimientos de EIA, en la vigilancia de la ejecución de los proyectos, y en su seguimiento y evaluación en fase de funcionamiento.

Este documento, además, se dirige a un conjunto de administraciones y empresas que participan en la explotación de estas infraestructuras, tanto en tareas de mantenimiento como relacionadas con la seguridad vial. En particular, el texto puede ser de especial interés para las empresas dedicadas a la conservación integral de las vías e incluso para los agentes forestales y de tráfico, que desarrollan rutinariamente tareas que forman parte del seguimiento de la efectividad (estado de los vallados, revegetaciones, etc.) o ineficacia (mortalidad de fauna, colisiones con vertebrados, etc.) de las medidas destinadas a minimizar el conflicto de las infraestructuras con la fauna. Las labores realizadas por ellos en la actualidad, y su participación futura en las tareas de seguimiento, pueden encontrar en estas páginas indicaciones y protocolos útiles para rentabilizar, en beneficio de la protección de la fauna, la ingente cantidad de información obtenida por estos profesionales en su quehacer diario.

Finalmente, la buena acogida del Documento 1 de la serie por parte de la comunidad universitaria hace prever que los técnicos en formación en el área de las infraestructuras y el medio ambiente sean, en este caso también, destacados receptores de los contenidos de este documento.



2

El Programa de Vigilancia Ambiental: Contexto administrativo y procedimiento de aplicación

---



Presentación



El Programa de Vigilancia Ambiental: Contexto administrativo y procedimiento de aplicación



Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental



Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental



Información complementaria



## 2.1 Desarrollo del PVA en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto

En la Figura 2.1 se muestran de forma simplificada las diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos de infraestructuras, y el discurrir paralelo de las actuaciones que se realizan con el objeto de garantizar la permeabilidad de las mismas para la fauna. Además, en ella se destacan las diferentes fases en las que se define y desarrolla el PVA y que, de un modo u otro, son objeto del presente documento.

Una vez presentados estos elementos básicos del contexto de aplicación del PVA, en el apartado siguiente se profundizará en el papel desempeñado por los diferentes agentes implicados (véase apartado 2.2) y, finalmente, se aportarán recomendaciones para una mejora de la eficacia de los procesos de vigilancia ambiental y evaluación de la efectividad de las medidas, tanto para la fase de obras como durante la explotación de la vía.

### 2.1.1 Fase de proyecto de la infraestructura

El Programa de Vigilancia Ambiental de un proyecto es uno de los contenidos obligados del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) según consta en la legislación estatal y autonómica. Así, la redacción del Programa corresponde al promotor de la infraestructura. El EslA se realiza con el nivel de concreción propio del Estudio Informativo y, por este motivo, el diseño del PVA en esta fase temprana de definición del proyecto puede tener, de manera intrínseca e inevitable, un nivel de detalle relativamente bajo. En todo caso, este PVA debe incluir prescripciones tanto para la vigilancia ambiental durante la construcción del proyecto, como para el seguimiento y la evaluación de la efectividad de las medidas a desarrollar una vez esté el proyecto en funcionamiento. A estos requerimientos se suma la necesaria toma de datos relativos al estado de los hábitats y las especies, que se realiza durante el desarrollo del EslA, y que constituirá la base para el establecimiento, en el marco del PVA, del estado inicial de cada uno de los parámetros que serán objeto de control a lo largo de su desarrollo.

Una vez elaborado el EslA, el documento es sometido al procedimiento de exposición pública y a la valora-

ción de sus contenidos por parte del órgano ambiental competente que, cuando detecta deficiencias importantes, exige documentación complementaria al promotor de forma previa a la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Este documento contiene el pronunciamiento del Órgano Ambiental competente sobre la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y en caso afirmativo, sobre la idoneidad de las medidas contempladas para mitigar sus impactos ambientales. Las DIA, en ocasiones, establecen condiciones adicionales sobre seguimientos y evaluación de la efectividad de las medidas, especialmente cuando los proyectos afectan a territorios de alto interés de conservación, e incluso pueden establecer la reformulación o la redacción de un nuevo PVA si el que se incluye en el EslA no tiene la concreción o el alcance deseable. Al final de este proceso, los contenidos del EslA y la DIA toman carácter contractual para las fases posteriores de diseño y ejecución del proyecto aprobado.

Tras la elección del trazado definitivo, el proyecto se desarrolla hasta llegar al nivel de concreción necesario en el Proyecto Constructivo, al que acompaña en paralelo la adaptación del PVA acorde con el grado de detalle de este documento. Esta fase puede implicar la realización de numerosos estudios complementarios, de los que se encarga el promotor mediante contratos a asistencias técnicas especializadas, que pueden incluir, si lo establece la DIA, análisis detallados sobre aspectos relacionados con la fragmentación de los hábitats, así como toma de datos de referencia o diseño de nuevas actuaciones de control que se incluyen en el PVA. De la misma forma que todos los aspectos constructivos necesarios para la ejecución de la obra quedan determinados en este momento, las prescripciones del PVA deben quedar completadas y formar un conjunto único que será de aplicación en la construcción y explotación de la infraestructura.

### 2.1.2 Fase de construcción

La ejecución de la obra se desarrolla siguiendo las prescripciones del Proyecto Constructivo y la documentación acompañante al mismo, aunque con las desviaciones respecto de ellas forzadas por los imprevistos de la obra. A lo largo de la construcción, el promotor (que en muchos proyectos de infraestructuras es al mismo tiempo el órgano sustantivo) se encarga de desarrollar las tareas de vigilancia ambiental y, con frecuencia, se designa una Dirección Ambiental de Obra



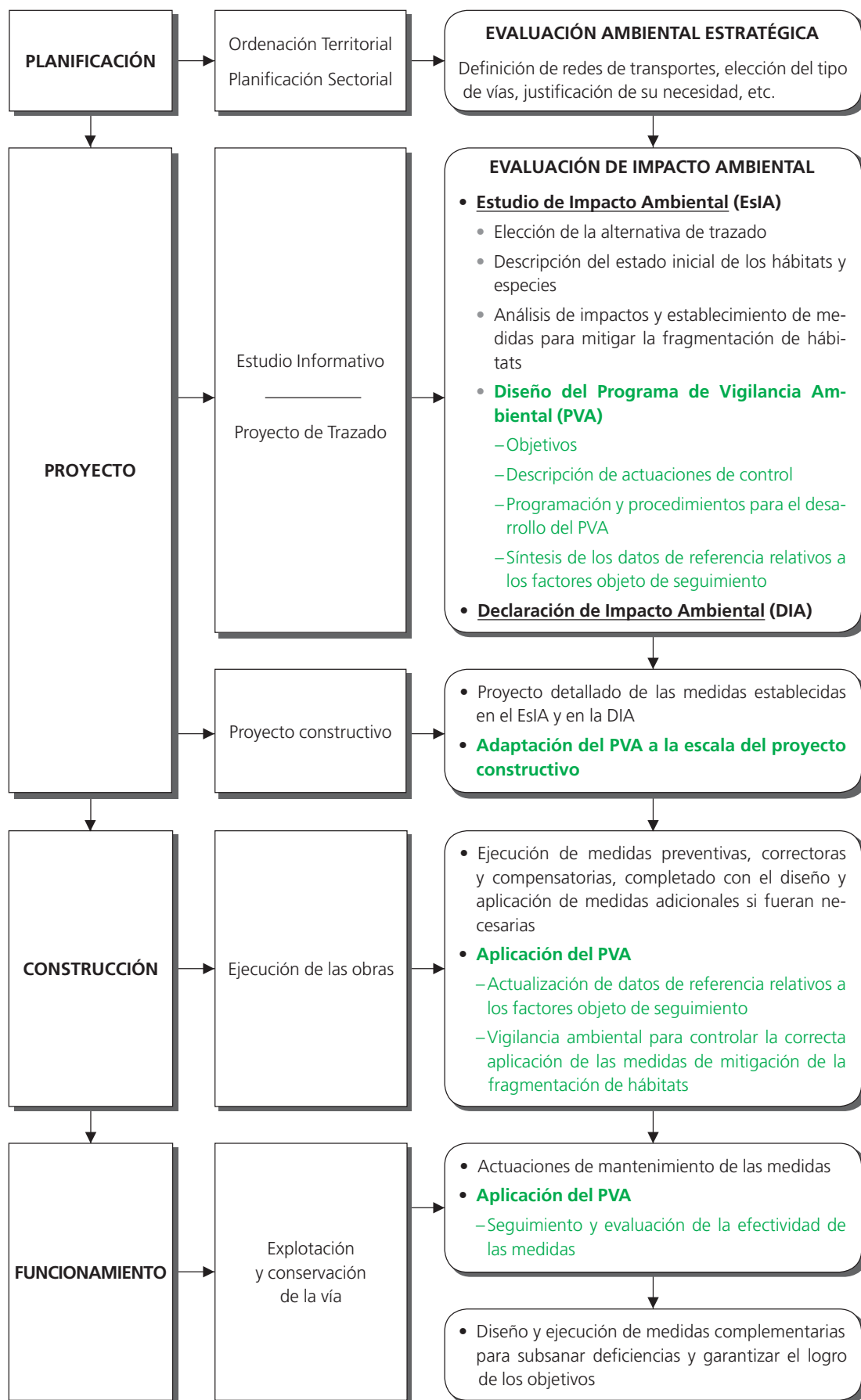


Figura 2.1. Fases de proyecto y procedimientos básicos para mitigar su impacto ambiental. En verde se destacan las actuaciones relacionadas con el desarrollo del Programa de Vigilancia Ambiental.

(también denominada Coordinación Ambiental de Obra en algunas comunidades autónomas), responsable del desarrollo de todas las acciones de adecuación ambiental, incluidas las vinculadas a la ejecución del PVA, y sin perjuicio de las funciones atribuidas en la legislación a la Dirección Facultativa de Obra.

En esta etapa, y con anterioridad al inicio de las obras, se requiere la actualización de la toma de datos de referencia relativos a los hábitats y especies que serán objeto de seguimiento, que se realizó en el marco del EsIA (por ejemplo, datos sobre la localización, uso del hábitat o abundancia de determinadas especies de fauna). Cabe destacar que de esta actualización de la información pueden derivarse la definición de medidas complementarias de mitigación de los impactos y el establecimiento de nuevos controles. Este sería el caso, por ejemplo, si se identifican nuevos elementos particularmente sensibles, como nidos de rapaces, colonias de murciélagos, etc.

Las Direcciones Ambientales de Obra, o en su defecto, las propias Direcciones Facultativas, elaboran los sucesivos informes relativos a resultados del desarrollo del PVA, el último de los cuales puede plantear una actualización de las actuaciones de seguimiento y evaluación de la efectividad a aplicar en la siguiente fase de funcionamiento, en función de los resultados de los controles realizados durante las obras. Los informes se remiten al órgano sustantivo, a quien corresponde el seguimiento y vigilancia del cumplimiento de la DIA según establece el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. No obstante, según establece este mismo documento legislativo, esta función puede ejercerla también los órganos que designen las comunidades autónomas respecto a los proyectos que no sean de competencia estatal; por tanto, en estos casos, la competencia sobre seguimiento y vigilancia ambiental recae en el órgano designado por las comunidades autónomas y en algunas de ellas, es el órgano ambiental el que se encarga de verificar el cumplimiento de la DIA. En todo caso, el órgano ambiental tiene potestad para recabar información sobre el desarrollo del PVA, así como efectuar las comprobaciones necesarias para verificar el cumplimiento del condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental.

### 2.1.3 Fase de funcionamiento de la vía

Una vez puesta en funcionamiento la vía, el promotor sigue siendo responsable de la aplicación del PVA, enfocado en esta fase a la evaluación de la efectividad de las medidas, aunque no todos los PVA definen actualmente actuaciones de seguimiento relacionadas con la fragmentación de hábitats para la fase de explotación de la vía. La duración de los controles viene determinada por lo establecido en el propio PVA, o en la DIA. Habitualmente se restringe al período de garantía de la obra, o bien se prolonga hasta un máximo de 5 años. Los informes emitidos en esta fase también

deberían remitirse al órgano sustantivo, y/o al órgano ambiental, en los casos en los que se establezca de este modo, aunque, en la práctica actual, en ocasiones se advierte una menor participación de éste último en esta fase de funcionamiento de la vía.

Terminado el período prescrito para la ejecución del PVA, habitualmente no se establece ningún sistema que permita conocer la evolución de los parámetros que puedan resultar de interés para conocer el efecto continuado de la infraestructura sobre el medio natural, pese a que pueden darse cambios relevantes en el funcionamiento de la vía (p.ej. aumento de los niveles de tráfico). No obstante, las infraestructuras de transporte disponen de contratos de mantenimiento que realizan a lo largo de toda su vida útil algunas tareas estrechamente relacionadas con el seguimiento de las medidas aplicadas para facilitar el paso de fauna y reducir su mortalidad, como el mantenimiento de vallados, la conservación de los pasos de fauna, o la retirada de animales atropellados. El registro de colisiones de vehículos con fauna se realiza también rutinariamente por agentes de tráfico y, en algunas comunidades autónomas, por agentes forestales o por personal encargado de la conservación de las vías. La información procedente de estas fuentes se almacena y gestiona de forma independiente, y habitualmente no se remite al órgano ambiental dificultando extraordinariamente su posible utilidad para el análisis de los efectos de las infraestructuras sobre el medio y para el diseño de nuevas medidas.

## 2.2 Responsabilidades de los principales agentes implicados en el desarrollo del PVA

A lo largo del desarrollo del PVA intervienen distintos agentes, y sus funciones pueden diferir ligeramente según los procedimientos establecidos en las distintas comunidades autónomas, o en las propias Declaraciones de Impacto Ambiental. No obstante, en líneas generales, se identifican los siguientes agentes:

- El promotor de la infraestructura, que con frecuencia designa Direcciones Ambientales de Obra que se responsabilizan del desarrollo del PVA; en muchos proyectos de infraestructuras de transporte el promotor es, al mismo tiempo, el órgano sustantivo.
- El órgano sustantivo, encargado de conceder la autorización que habilita al promotor para la ejecución de un determinado proyecto.
- El órgano ambiental, responsable de los aspectos de validación del EsIA y del PVA integrado en el mismo, así como de la emisión de la DIA.

Estos agentes pueden contar con una plataforma común, las Comisiones Técnicas de Seguimiento Ambiental, que se constituyen para el seguimiento de algunos proyectos concretos, o ya de manera habitual en algunas Comunidades Autónomas.

A continuación se describen las tareas que llevan a cabo los distintos agentes implicados en el PVA. Este aspecto se completa en el apartado 2.3.2. en el cual se presentan de manera sintética las funciones que pueden encomendarse a cada uno de los agentes, incluyendo tanto las desarrolladas en la actualidad como las que se propone incorporar en el futuro para mejorar la eficacia del proceso.

### 2.2.1 Atribuciones del promotor de la infraestructura

El promotor es el agente que solicita la autorización para la ejecución de un proyecto, pudiéndose tratar tanto de una entidad privada, como de una administración pública. Desempeña un papel clave en el desarrollo y la asunción de los costes correspondientes a todas las fases del PVA, tal y como establece la legislación ambiental.

En primer lugar, el promotor, habitualmente a través de la contratación de una asistencia técnica, realiza el diseño básico del PVA como parte del EslA. En la elaboración del mismo se tienen en cuenta los documentos e indicaciones anticipadas por el órgano ambiental tras el trámite de consultas previas. Posteriormente, el promotor remite el EslA al órgano sustantivo, que se encarga de dar su conformidad y trasladarlo al órgano ambiental, responsable, a su vez, de la emisión de la DIA.

Tras la publicación de la DIA, en un plazo que puede dilatarse incluso varios años, el promotor contrata la elaboración del Proyecto Constructivo de la infraestructura y, como parte del mismo (aunque habitualmente constituye un documento complementario), se elabora la documentación relativa a la integración ambiental de la obra y al desarrollo de las medidas de reducción de impactos, que debería incluir la adaptación del PVA a la escala del Proyecto Constructivo, aunque no se trata todavía de una práctica generalizada. Cabe destacar que la legislación vigente establece un plazo máximo de 5 años entre la publicación de la DIA y el inicio de obras.

Ya en la fase de construcción, el promotor contrata la asistencia técnica para la realización de las tareas asociadas al PVA. Cada vez con más frecuencia se contratan de manera independiente las tareas de construcción y las de vigilancia ambiental, coexistiendo durante la fase de construcción:

- La Dirección de Obras, responsable de la correcta ejecución del conjunto del proyecto.
- La Dirección Ambiental de Obra, encargada de los aspectos ambientales y, concretamente, del desarrollo de las tareas del PVA.

El promotor se encarga también (a través de la Dirección Ambiental de Obra, cuando esta existe) de la emisión de informes de resultados de la vigilancia ambiental, que se remiten al órgano sustantivo y, si procede, de informes específicos remitidos a las ad-

ministraciones ambientales que pudieran estar afectadas significativamente por el proyecto por razón de sus competencias. Los informes también deben remitirse al órgano que determinen las comunidades autónomas como competente para el seguimiento y la vigilancia ambiental y a la Comisión Técnica de Seguimiento Ambiental, en el caso de proyectos en los que ésta se haya constituido.

Finalmente, cuando la infraestructura entra en funcionamiento, el promotor, ya sea directamente o a través de otro organismo a quien se adjudica la explotación de la vía, se hace cargo de las tareas de seguimiento que se hayan prescrito en el PVA para esta fase. Además, se encarga de la ejecución de otras tareas rutinarias que se enmarcan en el mantenimiento habitual de las infraestructuras, y que aportan datos que pueden tener interés para el seguimiento a largo plazo de medidas de protección frente a la fragmentación, como el mantenimiento de los cerramientos y la retirada de animales atropellados. La obtención de esta información raramente se vincula al proceso de EIA y, por ello, los informes se remiten al órgano sustantivo, pero raramente llegan al órgano ambiental.

### 2.2.2 Competencias del órgano sustantivo

El órgano sustantivo es la administración que ostenta la competencia para conceder la autorización que habilita al promotor para la realización del proyecto, de acuerdo con la legislación que le sea aplicable, incluida la normativa ambiental.

Este organismo es quien supervisa, en primera instancia, la adecuada incorporación del PVA en el EslA antes de remitirlo al órgano ambiental. Más adelante, tras la publicación de la DIA, es el responsable de velar por el cumplimiento de su condicionado, y en el marco de la elaboración del Proyecto Constructivo, es el responsable de garantizar el cumplimiento de todas aquellas normas y disposiciones que lo regulan, tanto de carácter general como específico, y entre ellas el condicionado concreto derivado del EslA y de la DIA. Por tanto, el órgano sustantivo es el responsable de velar por el adecuado diseño de detalle de las medidas correctoras y del PVA.

Durante las fases posteriores de construcción y explotación de la vía, el órgano sustantivo es la administración receptora de los informes del PVA remitidos por el promotor. Además, en algunas comunidades autónomas (o cuando lo establece específicamente una declaración de impacto ambiental u otro documento normativo) se encarga de su posterior tramitación al órgano ambiental y/o a las comisiones técnicas de seguimiento ambiental, en su caso.

Por último, en caso de que la toma de datos como resultado de la ejecución de labores de mantenimiento se haya contemplado expresamente en el PVA, o se haya establecido de modo prescriptivo en la DIA, el órgano sustantivo es también el receptor de la infor-



mación generada, y puede encargarse de su posterior traslado al órgano ambiental.

### 2.2.3 Competencias del órgano ambiental

El órgano ambiental es la administración a la que corresponde la definición de la amplitud y detalle del EsIA, su posterior valoración y la formulación de la DIA, en la que se pronuncia sobre la idoneidad de la ejecución del proyecto, sobre las medidas establecidas para reducir su impacto ambiental y sobre la adecuación de las actuaciones de seguimiento y control previstas en el PVA.

La administración ambiental, ya en la fase inicial de consultas previas, aporta orientaciones sobre aspectos a incorporar para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas y, posteriormente, durante la elaboración del EsIA, puede trasladar al promotor la información de que disponga y que considere relevante para la evaluación del impacto ambiental del proyecto, a fin de que sea incluida en el estudio. También puede facilitar orientaciones sobre elementos del medio especialmente sensibles que requieran una especial vigilancia o la aplicación de seguimientos específicos para garantizar la efectividad de las medidas de prevención y corrección de impactos.

Posteriormente, el órgano ambiental evalúa los contenidos del EsIA junto con las alegaciones recibidas, y puede requerir la aportación de información complementaria. Con todo ello, elabora la DIA, en la que aparecen prescripciones más o menos detalladas a tener en cuenta en el diseño y desarrollo del PVA. El órgano ambiental tiene, por tanto, amplias competencias en el requerimiento de estudios complementarios, si la información presentada en el EsIA presenta deficiencias, y en el establecimiento de actuaciones de seguimiento complementarias a las propuestas en el PVA, si las considera insuficientes para garantizar una correcta vigilancia ambiental o para evaluar la efectividad de las medidas aplicadas para la reducción de impactos.

Si bien las responsabilidades del órgano ambiental están muy claramente definidas en las etapas de EIA del proyecto, no ocurre así en las etapas posteriores a la emisión de la DIA. Durante las fases de construcción y funcionamiento de la infraestructura, la responsabilidad directa del control del desarrollo del PVA recae en el órgano sustantivo, pero ello no obsta para que el órgano ambiental pueda llevar a cabo las actuaciones necesarias para verificar el cumplimiento del condicionado de la DIA. Aunque actualmente se aplican una amplia diversidad de procedimientos, en muchas comunidades autónomas el órgano ambiental tiene una importante implicación en el proceso de vigilancia ambiental en fase de obras, e incluso se contratan asistencias técnicas para dar apoyo a esta función. Además la administración ambiental u otros organismos, pueden determinar la constitución de comisiones de seguimiento ambiental, que se comentan

en el siguiente apartado, para coordinar el proceso de desarrollo del PVA, al menos en aquellos casos en los que la complejidad del proyecto lo justifique.

### 2.2.4 Comisiones Técnicas de Seguimiento Ambiental

En algunos procesos de vigilancia ambiental intervienen actualmente comisiones de seguimiento cuya constitución, composición y funcionamiento se determina en la DIA de cada proyecto, o en algunos casos se establece en otros documentos legislativos. La constitución de estas comisiones se reserva para proyectos especialmente complejos, de gran magnitud, o con una importante incidencia en el territorio en el que se incorporan, aunque en algunas comunidades autónomas ya se aplican de manera rutinaria. En la mayoría de los casos se constituyen al iniciarse el período de obras y concluyen al finalizar la construcción, aunque también hay casos en los que la constitución es previa al inicio de la fase de construcción y se produce unos meses después de la emisión de la DIA, y casos en que se mantienen activas durante los años de seguimiento prescritos para la fase de explotación del proyecto.

Las Comisiones Técnicas de Seguimiento Ambiental, que reciben distintos nombres como "Comisiones de Seguimiento Ambiental" o "Comisiones Mixtas de Concertación y Control", se reúnen periódicamente y realizan el seguimiento de las prescripciones establecidas en el condicionado de la DIA velando por la adecuada ejecución de las medidas de prevención, corrección y compensación de impactos sin menoscabo de las funciones atribuidas al órgano sustantivo, o al determinado en cada comunidad autónoma como competente para el seguimiento y vigilancia ambiental.

Respecto a su composición, también difiere atendiendo a lo establecido en cada caso, pero acostumbran a tener un carácter marcadamente técnico, y las integran representantes de todos los agentes implicados en la construcción del proyecto, y en la EIA. Concretamente pueden incorporar representantes de:

- El promotor y, en particular, la Dirección Facultativa del proyecto.
- La Dirección Ambiental de Obra, o la asistencia técnica que se encargue de los aspectos ambientales.
- El órgano sustantivo.
- El órgano ambiental.
- Otras administraciones directamente relacionadas con la gestión de algún aspecto ambiental, por ejemplo, agua, residuos, patrimonio natural, etc.
- Otros agentes implicados en el desarrollo del proyecto.

Para estas comisiones se designan presidencias, que pueden ser compartidas entre el órgano ambiental y el sustantivo, y secretarías que normalmente ostenta el promotor.

El interés de la constitución de estas comisiones es evidente, por cuanto permiten una óptima coordinación de los distintos agentes implicados en la construcción y en la evaluación ambiental del proyecto, simplifican el proceso de evaluación de los informes periódicos emitidos por el promotor y facilitan el consenso respecto a la modificación de las medidas establecidas que aparecen en todos los proyectos debido a los imprevistos surgidos durante la ejecución de las obras; las posibles modificaciones del proyecto deberán contar, no obstante, con la validación del órgano sustantivo para garantizar que son acordes con la legislación aplicable al proyecto. Por estas razones, las comisiones de seguimiento ambiental se proponen como una de las herramientas para mejorar el proceso de desarrollo del PVA (véase apartado 2.3), aunque hay que tener en cuenta que su creación y funcionamiento requiere de una importante inversión de esfuerzos y de unas dotaciones técnicas y económicas que no siempre pueden justificar los beneficios alcanzados. Además, no siempre las administraciones (en particular, la ambiental) disponen de recursos humanos suficientes para hacer frente al esfuerzo adicional que plantea la organización y asistencia a las reuniones, especialmente cuando se ejecuta al mismo tiempo un gran número de proyectos.

## 2.3 Hacia unos Programas de Vigilancia Ambiental más eficaces

A partir del análisis de la información expuesta en los apartados anteriores, así como de la experiencia sobre la elaboración de PVA, se han identificado diversos aspectos relativos a su desarrollo actual que reducen su eficacia y, también, prácticas que no se aplican de manera generalizada, y en cambio contribuirían notablemente a mejorar los resultados del proceso. Sobre esta base, a continuación se enuncia un conjunto de propuestas que tienen la finalidad de:

- Dar mayor concreción al diseño del PVA, integrando la programación de todos los trabajos a llevar a cabo, tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento del proyecto, aportando prescripciones técnicas detalladas para su aplicación y asignando partidas presupuestarias adecuadas para cubrir sus costes.
- Aumentar la coordinación entre los distintos agentes implicados en el desarrollo del PVA.
- Agilizar la toma de decisiones cuando se requiere la modificación de las medidas aplicadas, o la ejecución de otras nuevas, para hacer frente a imprevistos o reducir la incidencia de los impactos.
- Establecer mecanismos para facilitar la integración de los resultados obtenidos en la vigilancia de distintos proyectos, mediante bases de datos estandarizadas, de manera que se facilite el acceso a la información y se posibiliten análisis globales que

permitan identificar las medidas con una óptima relación coste/beneficio, y utilizar esta información para su aplicación en la reducción de impactos de futuros proyectos.

Para alcanzar estos objetivos generales de mejora, a continuación se exponen propuestas concretas aplicables a las distintas fases del ciclo de vida del proyecto. Cabe destacar que estas propuestas no se reducen a aspectos totalmente novedosos, incluyéndose también aspectos ya desarrollados actualmente en los que se advierten deficiencias, y que constituyen elementos clave para la mejora progresiva de los procesos.

La ampliación de funciones que se propone para algunos de los organismos implicados, y en particular las del órgano ambiental, y las relacionadas con el funcionamiento de Comisiones Técnicas de Seguimiento Ambiental en el caso de que se constituyan, debería ir acompañada de una dotación de recursos adecuada para llevar a cabo las tareas, especialmente teniendo en cuenta el elevado número de proyectos que se tramitan en la actualidad.

### 2.3.1 Propuestas para las distintas fases del ciclo de vida del proyecto

#### a) Fase de diseño del PVA en el marco del EsIA

Uno de los principales retos se centra en la mejora de los contenidos del PVA en el marco de su diseño inicial, el EsIA, y de su posterior adaptación acorde con el grado de concreción de las fases posteriores del proyecto.

La mejora del diseño de los PVA incluidos en los EsIA, centrada en la subsanación de las deficiencias que se observan más habitualmente en la actualidad, permitiría que los PVA estuviesen adecuadamente orientados desde su primera fase, simplificando todo el proceso posterior. Concretamente las principales propuestas de mejora para el diseño del PVA se centran en los aspectos indicados a continuación:

- Aportación, por parte de la administración ambiental, de la información que se considere relevante para la evaluación de impacto ambiental del proyecto (en particular sobre hábitats y especies más sensibles a la fragmentación) en forma de bases de datos estandarizadas y de fácil acceso. Esta actividad ya se realiza actualmente, si bien es necesario ampliar la facilidad de acceso a la cartografía y los datos requeridos para la elaboración de los EsIA.
- Incorporación en el desarrollo del EsIA de trabajos de campo suficientemente detallados y consultas a expertos sobre las especies o hábitats de mayor sensibilidad, que permitan realizar una evaluación de impacto acertada, y por ende un PVA ajustado a las necesidades del caso.
- Incorporación en el EsIA de información del estado inicial del medio relativa a la estructura de los hábitats afectados, y distribución, abundancia y movimientos



de las especies animales de interés. La evaluación de los efectos generados por la infraestructura sólo puede efectuarse mediante la comparación de la situación durante la construcción y funcionamiento del proyecto, respecto a la situación preoperacional, es decir, previa al inicio de las obras, lo que fuerza a disponer de datos comparables, en términos de procedimientos y escalas espaciotemporales de muestreo, con los que se obtengan una vez comenzado el proyecto. Por este motivo, resulta imprescindible la toma de datos en fase preoperacional con una estructura similar a la que se aplique posteriormente.

- Concreción del PVA a nivel de detalle adecuado, similar al resto de apartados del EsIA, incorporando prescripciones técnicas detalladas para llevar a cabo los controles, concretando las variables que serán objeto de seguimiento, los datos de referencia sobre su estado inicial (aportados a partir de los trabajos desarrollados en el EsIA) y la definición de umbrales críticos cuya superación determinará la aplicación de medidas adicionales para reducir los impactos.
- Programación detallada de todas las tareas a llevar a cabo, tanto en la fase previa al inicio de las obras (incluyendo la actualización de los datos de referencia de cada aspecto ambiental que será objeto de seguimiento), como en las fases posteriores de construcción y explotación de la vía, incluyendo las integradas en el mantenimiento rutinario de las vías que aporten información relevante para la evaluación de las medidas aplicadas para mitigar la fragmentación de hábitats.
- Incorporación de actuaciones de seguimiento previstas en los planes de recuperación o de conservación de las especies de alta sensibilidad que puedan resultar afectadas por el proyecto, así como de hábitats de especial sensibilidad que puedan contar con programas de restauración u otros documentos que determinen medidas de protección y/o recuperación. En estos casos, los seguimientos establecidos en estos documentos se adaptarán al ámbito del proyecto, contemplando la coordinación con las administraciones ambientales competentes.
- Elaboración de presupuestos detallados de los costes de las actuaciones de seguimiento que se incluirán en el presupuesto general de la obra, con un detalle equivalente al resto de partidas del proyecto. Actualmente, la ausencia (o subestima) de las partidas para las actuaciones de vigilancia ambiental y seguimientos en fase de explotación de la vía son uno de los principales obstáculos para un correcto desarrollo del PVA.

#### **b) Fase de revisión del EsIA y emisión de la DIA**

La DIA es un elemento básico para garantizar la adecuada ejecución del PVA y para establecer mecanismos para validar sus resultados. Además, también permite establecer directrices sobre la ejecución, si fuera necesario, de medidas complementarias que permitan corregir desviaciones o mejorar la efectividad de ac-

tuaciones de mitigación de impactos que no alcancen los objetivos para las cuales fueron diseñadas. No obstante, actualmente, no todas las DIA detallan estos aspectos.

En particular, durante la revisión del EsIA es fundamental que el órgano ambiental compruebe que el PVA describe, con el detalle necesario, no sólo las actuaciones de vigilancia ambiental durante las obras, sino también las actuaciones de seguimiento y efectividad de las medidas en fase de explotación de la vía. Por otra parte, la incorporación de detalles relativos al desarrollo del PVA en el condicionado de la DIA puede contribuir notablemente a la mejora del proceso destacando, en este sentido, los siguientes aspectos:

- Establecimiento de la duración completa del período de seguimiento, incluyendo las actuaciones a ejecutar en la fase de explotación de la vía. La aplicación de los controles en esta fase debería prolongarse de forma rutinaria por lo menos durante 3 años, con posibilidad de ampliación a 5 años, dados los ritmos de adaptación de la fauna a las nuevas infraestructuras.
- Establecimiento de indicaciones para la constitución de una Comisión Técnica de Seguimiento Ambiental del proyecto (véase apartado 2.2.4), en los casos en los que se justifique la necesidad de constituirla, definiendo en cada caso sus funciones, composición, periodicidad de las reuniones y otros aspectos de funcionamiento que deberán establecerse de acuerdo con las características del proyecto y del territorio afectado, así como de la complejidad de su contexto social y económico. Es interesante prever la colaboración de expertos en los elementos ambientales de mayor sensibilidad, teniendo en cuenta la incertidumbre inherente a los impactos generados por cada proyecto respecto a la fragmentación de hábitats, y la imposibilidad, en ocasiones, de establecer umbrales concretos para valorar cuándo se requerirán medidas adicionales a las ya proyectadas para no causar efectos negativos irreversibles en los sistemas afectados.
- Establecimiento de los procedimientos básicos para la elaboración, remisión y validación de los informes generados a lo largo del proyecto, así como de las bases de datos estandarizadas que integren la información de mayor relevancia (véase detalle respecto a los informes requeridos a continuación, epígrafe d).
- Establecimiento de un condicionado concreto en relación con la capacidad del órgano sustantivo (o del órgano ambiental, en los casos en los que lo determinen las comunidades autónomas) para establecer la implantación de medidas adicionales si se considera necesario a partir de los resultados del seguimiento, cuando se detecte que las medidas establecidas por el EsIA y la DIA no se han ejecutado adecuadamente, o cuando se superen los umbrales críticos establecidos en cada PVA en relación con los parámetros ambientales que son objeto de control.

### c) Fase adaptación del PVA a la escala del Proyecto Constructivo

Por otra parte, la actualización del PVA, paralela a la redacción del Proyecto Constructivo, o en todo caso anterior al inicio de las obras, es indispensable para facilitar tres requerimientos básicos que se plantean, en mayor o menor grado, en todos los proyectos:

- La necesidad de adaptar el PVA a la escala del Proyecto Constructivo, mucho más detallada que la evaluada en el Estudio Informativo, incorporando los presupuestos pormenorizados de las actuaciones y una clara atribución de responsabilidades respecto a la supervisión de la ejecución de las medidas.
- La obligatoriedad de incorporar los condicionados de la DIA respecto a la vigilancia ambiental del proyecto.
- La necesidad de actualizar los datos aportados en el EsIA, que será más o menos necesaria en función del tiempo transcurrido (en ocasiones se trata de varios años) entre la emisión de la DIA y la redacción del Proyecto Constructivo. En relación con este punto, cabe destacar el establecimiento en la legislación más reciente de EIA de un plazo de caducidad general de 5 años de las DIA, que mitiga en parte este último problema.

Finalmente, debería garantizarse, ya que no es así en todos los casos, que los órganos competentes en seguimiento y vigilancia del cumplimiento del condicionado de la DIA validan el PVA actualizado, adaptado a la escala del Proyecto Constructivo, velando por que todos los seguimientos requeridos se hayan incorporado de manera adecuada.

### d) Fase de construcción

La aplicación del PVA durante la fase de construcción está ya bastante consolidada y, si a lo largo de las etapas anteriores se han definido con suficiente detalle las actuaciones, y se han aportado los datos necesarios relativos al estado de los distintos parámetros ambientales en la fase anterior al inicio de las obras, la vigilancia ambiental podrá desarrollarse sin problemas. No obstante, actualmente es frecuente que se inicie esta fase sin que se haya realizado la adaptación del PVA correspondiente al detalle del Proyecto Constructivo.

Las principales mejoras a incorporar en los procedimientos de vigilancia ambiental en esta fase son los que se identifican a continuación:

- Constitución de Comisiones Técnicas de Seguimiento Ambiental que faciliten la coordinación de los distintos agentes implicados en el proyecto (véase apartado 2.2.4), al menos en aquellos proyectos que así lo requieran por su magnitud o incidencia ambiental.
- Revisión y adaptación del PVA (en caso de que no se haya realizado anteriormente) a la escala del Proyecto Constructivo, actualizando los datos de referencia de los parámetros que serán objeto de

seguimiento con los trabajos de campo que puedan ser necesarios.

- Elaboración de los informes de seguimiento con periodicidad mínima trimestral (o inferior cuando se determine su necesidad), así como de los siguientes informes excepcionales:
  - Informe anterior al inicio de obras en el que se justifique que el Proyecto Constructivo incorpora las medidas establecidas en el EsIA y la DIA, y que se incluya la programación detallada del PVA adecuadamente actualizado e incluyendo los datos referidos al estado inicial de los parámetros que serán objeto de seguimiento.
  - Informe previo al acta de recepción de la obra, en el que se detallen los resultados del seguimiento llevado a cabo en la fase de construcción y, si fuera necesario, sobre la base de estos resultados se reformulen las actuaciones previstas para el seguimiento en fase de explotación.
  - Informe final al terminar las actuaciones previstas en la fase de construcción en el cual se detallen los resultados de los seguimientos llevados a cabo en esta fase, y se presente la evaluación final de la efectividad de las medidas en relación con los objetivos establecidos. Este informe también puede evaluar el posible interés de actuaciones de seguimiento asociadas al mantenimiento rutinario de las vías cuyos resultados puedan ser de interés para un posterior seguimiento de sus efectos sobre la fragmentación de hábitats.
- Valoración de las posibilidades de contratación conjunta de las fases del PVA (con la vía en construcción y en funcionamiento) para cada tramo licitado. Ello resulta del máximo interés, ya que asegura la continuidad del trabajo y la uniformidad de las series de datos que se utilizarán en la evaluación de la efectividad de las medidas establecidas. Esta práctica se ha empezado a aplicar por algunos promotores de proyectos, y su extensión como norma habitual sería deseable.

### e) Fase de funcionamiento

Actualmente, como se ha indicado anteriormente, todavía son excepcionales los proyectos en los que se aplica una evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación de la fragmentación de hábitats. No obstante, progresivamente se está incrementando su aplicación, y su generalización revertirá, sin duda alguna, en la aplicación de mejores prácticas en los futuros proyectos, seleccionando las medidas más efectivas y con menores costes.

Cabe destacar que con la puesta en funcionamiento de la vía cambian los responsables de los proyectos, pasando de los departamentos encargados de la construcción a los de conservación y explotación de las vías. Los interlocutores básicos por parte del promotor en la fase de construcción (la Dirección Ambiental de



Obra y/o la Dirección Facultativa) habitualmente concluyen su trabajo al terminar las obras, y también lo hacen, en muchas ocasiones, la Comisiones Técnicas de Seguimiento Ambiental, suponiendo que se hayan constituido. Por ello deben designarse en estos casos nuevos responsables de continuar el proceso de evaluación de la efectividad de las medidas, a no ser que, como se ha indicado en el apartado anterior, se haya previsto la contratación conjunta de los trabajos de las dos fases, construcción y explotación.

Entre las posibles mejoras que se identifican para esta fase destacan las siguientes:

- Designación, por parte del promotor, de responsables del desarrollo de las medidas incluidas en el PVA, en caso de que no se de continuidad al contrato de la Dirección Ambiental de Obra o la asistencia técnica ambiental que ha operado a lo largo de la fase de obras. Cada vez con mayor frecuencia, estas tareas quedan encomendadas a las empresas adjudicatarias de los contratos de mantenimiento y conservación de las vías que son, por tanto, responsables de desarrollar estos trabajos de modo directo, o a través de asistencias técnicas especializadas.
- Establecimiento de una adecuada continuidad con las etapas anteriores de desarrollo del PVA. Ello afecta, con particular importancia, a la aplicación de los métodos de control estandarizados, y al mantenimiento de las bases de datos que deberían integrar los resultados obtenidos a lo largo de todo el proceso.
- Integración de la información obtenida por los agentes responsables de la conservación de las vías en actuaciones rutinarias de control de aspectos relacionados con la fragmentación de hábitats, con el resto de la información obtenida en el seguimiento.
- Remisión de los informes periódicos de seguimiento, así como del informe final de resultados, al órgano sustantivo, y al ambiental en los casos que sea este el que ostente la función de velar por el cumplimiento del condicionado de la DIA. Cabe valorar también el traslado a la administración ambiental, al concluir el desarrollo del PVA, del conjunto de bases de datos en formato estandarizado.
- Previsión de mecanismos de aplicación de medidas complementarias que permitan mejorar la efectividad de las medidas en caso de disfunciones. La ejecución de actuaciones correctoras debería ser especialmente ágil cuando los impactos detectados superaran determinados umbrales establecidos para los parámetros de seguimiento.
- Provisión, por parte de los órganos sustantivo o ambiental, de mecanismos para facilitar el acceso a la información obtenida en los seguimientos, y para divulgar los resultados más relevantes para su posible aplicación a futuros proyectos.
- Establecimiento de mecanismos de coordinación entre el órgano ambiental y los organismos respon-

sables de la toma de datos sobre atropellos de fauna y/o accidentes en los que se ha visto implicada fauna silvestre. Esta necesaria coordinación afectaría a los sistemas de toma de datos, a la inclusión de la información en bases de datos y al posterior traslado de estas bases al órgano ambiental, de modo que pudieran ser integradas en bases de datos unificadas y contempladas en el ámbito de la gestión de fauna silvestre.

La aplicación de la última propuesta induce a la incorporación de nuevos agentes en esta fase de explotación de la vía, como los agentes de tráfico que se encargan de los registros de accidentes causados por fauna silvestre, u otros agentes responsables que puedan encargarse de la recopilación de estos datos o de los relacionados con atropellos (personal de conservación de la vía, agentes forestales, personal asignado a Espacios Naturales Protegidos, Centros de Recuperación de Fauna, etc.). La participación futura de estos agentes en tareas asimilables al seguimiento de los efectos de las infraestructuras de transporte sería deseable y factible. En este caso, el objetivo sería mantener la actividad realizada actualmente dándole un formato que la hiciera de la máxima utilidad.

#### **f) Propuestas de carácter común a las diversas fases**

Algunas propuestas a implantar por el promotor o por el Órgano Ambiental se vinculan al conjunto de fases del proyecto. En concreto:

- Contratación de asistencias técnicas especializadas, garantizando que cuenten con la capacidad y los recursos para llevar a cabo el seguimiento de los hábitats y las especies considerados en el PVA.
- Elaboración de bases de datos estandarizadas que reúnan la información más relevante relativa a la vigilancia ambiental del proyecto en todas sus fases de desarrollo, desde la toma de datos en fase previa a la construcción hasta la de funcionamiento, y que permitan un tratamiento posterior de los datos y su comparación con resultados de otros proyectos.

### **2.3.2 Propuesta de actuaciones a desarrollar por los distintos agentes a lo largo del proceso**

En los apartados anteriores se han analizado los procedimientos actuales que se aplican para el desarrollo de los PVA, las funciones atribuidas a los distintos agentes implicados y las posibilidades de implementar mejoras que permitan optimizar los procesos. En este apartado, y a manera de síntesis, se exponen las tareas a llevar a cabo por los principales agentes implicados en cada una de las fases del proyecto, incluyendo tanto las tareas que se llevan a cabo en la actualidad como aquéllas que pueden desarrollarse en una concepción más amplia del procedimiento, y que permitirían mejorar los procesos de vigilancia ambiental y de evaluación de la efectividad de las medidas (Tablas 2.1 y 2.2).



Asociadas a cada uno de los actores se presentan las principales tareas que se les puede asignar teniendo en cuenta las competencias establecidas por la legislación, durante el diseño, construcción y explotación de la vía, como parte de un sistema integral de vigilancia y seguimiento de los impactos, y en particular de aquellos relacionados con la fragmentación de los hábitats. Con este nuevo enfoque se pretende garantizar que los resultados del proceso reviertan, no sólo en la mejora de las medidas aplicadas en el propio proyecto,

sino en conocimientos aplicables a la optimización de futuros proyectos.

Cabe destacar que la ampliación de funciones de algunos de los organismos implicados, y en particular las del órgano ambiental, debería ir acompañada de una dotación de recursos adecuada para llevar a cabo las tareas, especialmente teniendo en cuenta el elevado número de proyectos que se tramitan en la actualidad.

Tabla 2.1. Tareas relacionadas con el PVA a desarrollar por los agentes implicados en las fases de diseño y construcción del proyecto. Se incluyen tanto las actuaciones que se llevan a cabo en la actualidad, como otras que no se aplican de manera sistemática y que contribuirían a la mejora de la efectividad del proceso.

Fase	Promotor	Órgano Sustantivo	Órgano Ambiental
<b>Procedimientos de EIA</b>			
<b>EslA</b>	<p>Diseño básico del PVA (incluido en el EslA).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Información adecuada sobre el estado inicial de los parámetros objeto de seguimiento.</li> <li>• Descripción detallada de las actuaciones a realizar en las fases de construcción y de funcionamiento de la vía.</li> <li>• Programación y presupuesto detallado de todas las actuaciones.</li> </ul>	<p>Realización de la información pública.</p> <p>Remisión del expediente de la información pública al OA.</p>	<p>Provisión de información relevante al promotor, en forma estandarizada y fácilmente accesible, e identificación de elementos que requieren actuaciones específicas de seguimiento.</p> <p>Análisis de la información del EslA y de las aportaciones de la participación pública, y de su reflejo en el PVA.</p>
<b>DIA</b>			<p>Validación del PVA y elaboración de la DIA, incorporando condiciones sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El establecimiento de la duración completa del período de seguimiento, incluyendo las actuaciones a ejecutar en fase de funcionamiento de la vía.</li> <li>• Indicaciones para la constitución de una CTSA en los casos en los que se considere adecuado.</li> <li>• La descripción de procedimientos básicos de elaboración y gestión de informes (incluidas las bases de datos asociadas al seguimiento).</li> </ul>

CTSA: Comisión Técnica de Seguimiento Ambiental, DIA: Declaración de Impacto Ambiental, EIA: Evaluación de Impacto Ambiental, EslA: Estudio de Impacto Ambiental, OA: Órgano Ambiental, PVA: Programa de Vigilancia Ambiental.

Tabla 2.1 (cont.). Tareas relacionadas con el PVA a desarrollar por los agentes implicados en las fases de diseño y construcción del proyecto. Se incluyen tanto las actuaciones que se llevan a cabo en la actualidad, como otras que no se aplican de manera sistemática y que contribuirían a la mejora de la efectividad del proceso.

Fase	Promotor	Órgano Sustantivo	Órgano Ambiental
<b>Proyecto Constructivo</b>	<p>Adaptación del PVA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación de condiciones de la DIA</li> <li>• Adaptación a la escala de proyecto.</li> <li>• Actualización de los datos de referencia sobre el estado inicial de hábitats, especies y, en general, de los parámetros objeto de seguimiento</li> <li>• Creación de las bases de datos estandarizadas que se utilizarán a lo largo del desarrollo del PVA.</li> </ul>	Validación de la incorporación en el PVA de las prescripciones establecidas en la DIA.	Validación del PVA en los casos en los que proceda <sup>1</sup> .
<b>Construcción</b>	<p>Aplicación de la Vigilancia Ambiental establecida en el PVA.</p> <p>Mantenimiento de las bases de datos</p> <p>Emisión del informe inicial, de los informes sucesivos y del informe final previo al acta de recepción de las obras.</p> <p>Remisión de informes a los órganos competentes.</p> <p>Participación en la CTSA (en los casos en los que se constituya).</p> <p>Definición y ejecución de medidas complementarias para corregir las deficiencias observadas.</p> <p>Integración de información obtenida en las actividades de mantenimiento.</p>	<p>Constitución y participación en la CTSA (en los casos en los que se haya establecido<sup>1</sup>).</p> <p>Recepción y validación de los informes de vigilancia.</p>	<p>Participación en la CTSA (en los casos en los que se haya establecido<sup>1</sup>).</p> <p>Recepción y validación de los informes de vigilancia en los casos que proceda<sup>1</sup>.</p> <p>Archivo de la información de manera que sea de fácil acceso para posteriores análisis y consultas.</p>

CTSA: Comisión Técnica de Seguimiento Ambiental, DIA: Declaración de Impacto Ambiental, EIA: Evaluación de Impacto Ambiental, EsIA: Estudio de Impacto Ambiental, OA: Órgano Ambiental, PVA: Programa de Vigilancia Ambiental.

<sup>1</sup> Véase apartado 2.2 para mayor detalle sobre las competencias de los distintos organismos en el procedimiento de seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas.

Tabla 2.2. Tareas relacionadas con el PVA a desarrollar por los agentes implicados en la fase de funcionamiento de la vía. Se incluyen tanto las actuaciones que se llevan a cabo en la actualidad, como otras que no se aplican de manera sistemática y que contribuirían a la mejora de la efectividad del proceso.

Fase	Promotor	Órgano Sustantivo	Órgano Ambiental	Otros agentes
<b>Funcionamiento</b>	<p>Aplicación del Seguimiento Ambiental establecido en el PVA.</p> <p>Mantenimiento de las bases de datos y remisión a los órganos competentes.</p> <p>Emisión de los informes periódicos y del informe final de resultados.</p> <p>Remisión de informes a los órganos competentes.</p> <p>Participación en la CTSA (en los casos en los que se constituya).</p> <p>Definición y ejecución de medidas complementarias para corregir las deficiencias observadas.</p>	<p>Participación en la CTSA (en los casos en los que se constituya<sup>1</sup>).</p> <p>Recepción y validación de los informes de seguimiento.</p>	<p>Participación en la CTSA (en los casos en los que se constituya<sup>1</sup>).</p> <p>Recepción y validación de los informes de vigilancia en los casos que proceda<sup>1</sup>.</p> <p>Archivo de la información de manera que sea de fácil acceso para posteriores análisis y consultas.</p> <p>Elaboración de análisis globales de la información generada por distintos proyectos para aportar prescripciones para futuras actuaciones.</p>	<p><b>Administración de Tráfico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de bases de datos que integren los registros de accidentes causados con fauna silvestre en coordinación con el OA.</li> </ul> <p><b>Otros agentes de la administración (guardas forestales u otros):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de bases de datos que integren los registros de atropellos de fauna silvestre en coordinación con el OA.</li> </ul>

CTSA: Comisión Técnica de Seguimiento Ambiental, OA: Órgano Ambiental, PVA: Programa de Vigilancia Ambiental.

<sup>1</sup> Véase apartado 2.2 para mayor detalle sobre las competencias de los distintos organismos en el procedimiento de seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas.



**3**

Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental

---



Presentación



El Programa de Vigilancia Ambiental: Contexto administrativo y procedimiento de aplicación



Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental



Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental



Información complementaria



### 3.1 Información previa

El capítulo 9 del documento *Fauna y Tráfico. Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones* (luell et al. 2005) es una referencia básica para el presente documento, tal y como se mencionó anteriormente (véase apartado 1.1). En dicho texto, se presenta una revisión de los principios generales que deben regir el seguimiento de medidas correctoras, y a partir de ellos se plantean las bases para el diseño de programas de vigilancia ambiental de medidas preventivas y correctoras para la fauna en carreteras. Igualmente, se apuntan algunos de los contenidos que pueden incluirse en los PVA y se describen sucintamente algunos métodos aplicables al control de pasos de fauna y registro de atropellos.

Con posterioridad a 2003, año de la publicación original del citado texto en inglés, han visto la luz numerosas publicaciones científicas e informes técnicos con resultados de evaluaciones *a posteriori* de medidas correctoras del conflicto entre las carreteras y la fauna en diferentes países. Fruto de las investigaciones que soportan a esta serie de documentos, se ha avanzado bastante en el conocimiento de los métodos, resultados habituales y errores más frecuentes asociados a la puesta en marcha y funcionamiento de las medidas correctoras de la fragmentación de hábitats por las infraestructuras de transporte. La mayoría de estos documentos son, por su edición, poco accesibles. En el capítulo 5 del presente documento se incluyen referencias genéricas, algunas de más fácil acceso, potencialmente útiles para ampliar la información sobre diferentes aspectos tratados en el texto.

Además, cabe mencionar que la extensa experiencia en el desarrollo de programas de vigilancia ambiental y otras tareas de seguimiento por parte de la administración representa una importante fuente de información sobre el tema. Si bien la atención prestada al problema abordado por este documento ha sido menor hasta fechas recientes, la dilatada experiencia en la aplicación de protocolos de seguimiento en ámbitos más o menos próximos, reflejada en prescripciones y pliegos de concursos, sirve de referencia. Así, dicha experiencia resulta informativa respecto a los procedimientos que pueden ser puestos en marcha, y la propia estructura en que deben integrarse los sistemas de vigilancia, seguimiento y evaluación de las medidas protectoras y correctoras a los que se refiere este texto.

### 3.2 Seguimiento ambiental y gestión adaptativa

Como se ha indicado repetidamente, el seguimiento y la valoración de los efectos posteriores a la construcción y puesta en marcha de cualquier infraestructura forman parte integral del propio ciclo de proyecto, y son el mejor instrumento para corregir errores, cuantificar los costes y beneficios, y mejorar las prácticas. Además, desde una perspectiva más amplia, la experiencia de cada proyecto, con sus aciertos y errores, sirve para mejorar el diseño y la puesta en marcha de proyectos futuros.

Esta forma de actuar es del máximo interés y de aplicación prácticamente directa a la mayoría de los problemas abordados por la ecología aplicada, tratándose bajo el paradigma de la "gestión adaptativa". En este sentido, cada proyecto que se pone en marcha constituye una oportunidad que genera datos de utilidad para la mejora, tanto del propio proyecto como de otros similares que se afronten en el futuro. La aplicación de este paradigma a la resolución de los conflictos entre infraestructuras y medio ambiente se basa en dos hechos complementarios. En primer lugar, dado el alto grado de incertidumbre que presenta el funcionamiento de los sistemas naturales, la predicción exacta y detallada de todos los efectos que va a tener un proyecto, y de su mitigación mediante medidas correctoras, resulta inviable. Por este motivo, es imprescindible asumir que pueden ocurrir desviaciones respecto de las previsiones iniciales y prever el procedimiento para corregirlas. En segundo lugar, la utilización de metodologías basadas en escenarios comparados es fundamental, tanto por la falta de conocimientos previos suficientemente detallados como por la imposibilidad de generar experimentos de escala comparable a la de las actuaciones evaluadas.

Dentro de este contexto, un PVA debe diseñarse de modo que:

- Los datos generados informen de la evolución del sistema respecto de las previsiones realizadas *a priori*.
- Se establezcan procedimientos flexibles que permitan actuar sobre el proyecto, a fin de corregir las desviaciones que se detecten.

- La información obtenida sea posteriormente accesible, de modo que los proyectos futuros se aprovechen del aprendizaje obtenido de las experiencias que los precedieron.

Esta forma de actuar puede tener dos vertientes controvertidas, una relacionada con la idoneidad de un procedimiento que avala la ejecución de un proyecto sin conocerse exactamente los efectos que generará, y otra con la aparente contradicción de que un proyecto asuma los costes de generar información que será de utilidad para proyectos futuros. La justificación de ambas pasa por comprender que, ante la imposibilidad para prever detalladamente la respuesta exacta que va a tener el sistema natural tras la instalación de un nuevo proyecto, como consecuencia del gran número de variables e interrelaciones existentes, se establece el mejor procedimiento para compatibilizar el desarrollo de nuevas actividades con el mantenimiento de los valores del medio. Así, tras una predicción aproximada de los efectos que tendrá la actividad, se concede una autorización asociada a la aplicación de las medidas de mitigación definidas en el EsIA. Si, una vez puesta en marcha la actividad, se comprueba que los efectos son superiores a los inicialmente previstos, el proyecto en concreto deberá realizar las modificaciones y tareas extra necesarias para ajustarse a los umbrales que se hayan establecido. De este modo, se pretende asegurar que la nueva actividad no lesiona de forma relevante los valores naturales que interesa mantener. Además, y en aras de la máxima transparencia en su funcionamiento, el promotor de la actividad debe proporcionar los datos necesarios para demostrar el cumplimiento efectivo de los compromisos adoptados, y para facilitar la mejor toma de decisiones posible en el futuro. A medio plazo, el sistema no sólo genera un aprendizaje sobre el particular, sino que llega a mejorar su eficiencia por la aplicación de las técnicas que mejor relación coste/beneficio demuestran en repetidas ocasiones.

### 3.3 Objetivos y procedimientos genéricos para el diseño del PVA

Esta serie de argumentos conforma la base para establecer los objetivos generales que debe perseguir el PVA de las medidas destinadas a evitar la fragmentación de hábitats por las infraestructuras de transporte, así como los procedimientos genéricos para su diseño. El objetivo general de las citadas medidas será que la vía garantice la permeabilidad al paso de fauna y evite que se produzca un aumento de la fragmentación de hábitats que conlleve pérdidas irreversibles de la diversidad biológica en el territorio afectado por el proyecto. En este contexto, los objetivos concretos que deberá cubrir el PVA se pueden esquematizar como:

- Asegurar que el proyecto en cuestión se desarrolla según lo planificado, y que las medidas preventivas y correctoras se realizan del modo previsto.
- Comprobar si las medidas en su conjunto resultan efectivas y reducen los efectos negativos del proyecto a niveles aceptables.
- Conocer, en la medida de lo posible, la efectividad individual de las diferentes medidas adoptadas a fin de detectar errores puntuales de diseño o ejecución.
- Establecer el sistema que asegure, en caso de incumplimiento de los estándares de efectividad deseados, la introducción de cambios en el proyecto que permitan corregir las desviaciones detectadas.
- Comunicar los resultados de modo que se pueda comprobar públicamente el cumplimiento de los objetivos establecidos y mejorar la práctica futura.

El procedimiento para llevar a cabo el diseño del PVA, garantizando que se cumplen los objetivos establecidos, se muestra en la Figura 3.1. y se describe a continuación.

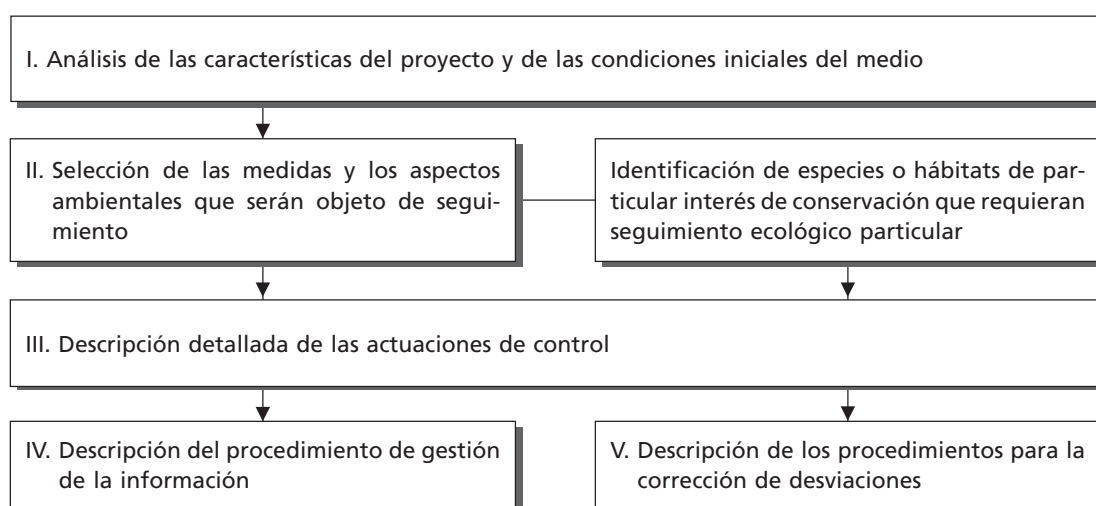


Figura 3.1. Procedimiento de diseño del Programa de Vigilancia Ambiental de un proyecto, en relación a los impactos relacionados con la fragmentación de hábitats. Se destaca la necesidad de prever, en el marco del desarrollo del PVA, procedimientos para aplicar medidas adicionales de corrección de impactos si las aplicadas no alcanzan los objetivos planteados. Adaptado a partir de Luell et al. (2005).

## I. Análisis de las características del proyecto y de las condiciones iniciales del medio

Los referentes previos al diseño de las actuaciones de vigilancia ambiental y seguimiento de medidas para el caso concreto que nos ocupa se integran en el EslA y deben fundamentarse en dos aspectos:

- Análisis de las características básicas de la infraestructura planeada en relación con la fragmentación de hábitats: tipo de vía, intensidad de tráfico que soportará, presencia de cerramientos perimetrales, pasos de fauna y otras medidas destinadas a reducir los efectos sobre la fauna y sus hábitats.
- Análisis de las características del medio afectado: tipos de hábitats presentes en el territorio afectado y su grado actual de fragmentación, existencia de Espacios Naturales Protegidos, sectores de alto interés para la conectividad ecológica, presencia y distribución de especies cuya conservación merece una atención preferente, etc.

Esta información, que forma parte de los contenidos de los EslA, se analizará con la finalidad de identificar cuáles son las medidas y los aspectos ambientales (en particular los hábitats y taxones) que requerirán actuaciones de seguimiento a integrar en el PVA.

## II. Selección de las medidas y los aspectos ambientales que serán objeto de seguimiento

A partir del análisis de las características de la vía y su entorno se seleccionarán los elementos en los que se centrará el seguimiento a lo largo del proceso de vigilancia ambiental. En concreto deben contemplarse los siguientes aspectos:

- Identificación de los elementos del medio que deberán ser objeto de seguimiento y que incluirán los hábitats de interés que pueden sufrir alteraciones que reduzcan su calidad y su capacidad de acogida de poblaciones de fauna, y los taxones que puedan resultar particularmente afectados por el proyecto.
- Selección, de entre las acciones del proyecto que puedan causar efectos significativos sobre la fauna y los hábitats (información contenida en el EslA), las que requieran la aplicación de vigilancia durante las obras, o de seguimiento durante la explotación de la vía.
- Identificación de las medidas concretas aplicadas para reducir los efectos de fragmentación de hábitats que deberán ser objeto de control. En relación con este punto cabe destacar que deben plantearse dos enfoques complementarios: la evaluación de una medida concreta (por ejemplo, de un determinado paso de fauna) y la evaluación de un conjunto de medidas aplicadas con un objetivo común (por ejemplo, la evaluación conjunta de la efectividad de todos los pasos de fauna construidos en determinado tramo). Si bien este último enfoque es el que informa del cumplimiento del objetivo ambiental, la evaluación de medidas concretas puede ayudar a detectar errores puntuales o prácticas mejorables.

Un aspecto relevante en esta fase del diseño del PVA es la identificación de especies amenazadas y hábitats de especial interés de conservación (véase apartado 3.4.2) que requerirán un **seguimiento ecológico particular** destinado a realizar una evaluación pormenorizada de los efectos producidos, a fin de garantizar que las medidas aplicadas para la reducción de impactos sobre aquéllos son suficientes para asegurar su conservación. Se trata de seguimientos que suelen requerir la programación de controles a largo plazo y metodologías complejas, por lo que comportan unos costes económicos elevados y deben ser diseñados y ejecutados por personal especializado. Así, debe prevverse la necesidad de contar con la asistencia de equipos expertos en las especies o hábitats concretos que requieran estos seguimientos.

## III. Descripción detallada de las actuaciones de control

Una vez establecidos los elementos que serán objeto de control, el siguiente paso consiste en definir detalladamente las actuaciones que se llevarán a cabo para la vigilancia ambiental. Este aspecto se desarrolla ampliamente en el capítulo 4 del presente documento. En este momento del proceso deberán integrarse también al PVA los seguimientos ecológicos particulares.

## IV. Descripción del procedimiento de gestión de la información

En la definición del PVA, y en su posterior adaptación incorporando las disposiciones de la DIA, también deberá describirse detalladamente el procedimiento de archivo, tratamiento y evaluación de la información generada por el PVA, en cada una de las fases de su aplicación. Es importante establecer claramente las características y periodicidad de los informes, así como definir si se remitirán sólo al órgano sustantivo, quién procederá a su posterior tramitación, o si en paralelo se remitirán al órgano ambiental o a las Comisiones Técnicas de Seguimiento Ambiental. Como se ha indicado anteriormente, los procedimientos de aplicación actuales muestran una gran diversidad de situaciones, y definir detalladamente los flujos de información es un aspecto clave para garantizar una óptima coordinación entre todos los agentes implicados en el desarrollo del PVA.

Finalmente, el PVA también debería definir:

- La información generada por agentes no vinculados al PVA que puede integrarse en el proceso de evaluación de la efectividad de las medidas, y establecer el mecanismo para su gestión. Por ejemplo, puede identificarse información generada por registros de los equipos de conservación de vías, agentes de tráfico, agentes forestales, etc.
- La información resultante del seguimiento que se remitirá al órgano ambiental, al finalizar el desarrollo del PVA, en forma de bases de datos estandarizadas que posibiliten su posterior tratamiento para



comparar los resultados obtenidos en distintos proyectos, o para identificar cuáles son las medidas con mejor relación coste/beneficio.

## V. Descripción de procedimientos para la corrección de desviaciones

El diseño y ejecución de medidas adicionales para los casos en los que las medidas aplicadas no alcanzan sus objetivos, o para mitigar impactos no previstos inicialmente en el EslA, es uno de los aspectos fundamentales para que la vigilancia ambiental alcance sus objetivos. Se trata, no solamente de verificar que el proyecto se desarrolla conforme a lo previsto, sino de identificar desviaciones y medidas ineficaces para poder solventar, de manera ágil y eficaz, estas situaciones. Dado que las prácticas actuales no acostumbran a establecer claramente cómo proceder en estos casos, los propios PVA pueden incorporar en su diseño el establecimiento de procedimientos adecuados.

En general, deben preverse mecanismos para dos tipos de situaciones:

- El diseño y la ejecución de nuevas medidas para mitigar impactos detectados en la fase de obras y que no habían sido identificados en los EslA.
- La modificación de medidas que, debido a errores producidos en su diseño o en la construcción, o por otras razones, se revelan ineficaces para alcanzar los objetivos planteados.

Estas situaciones pueden plantearse tanto a raíz de los controles realizados en la fase de obras como en la fase de explotación de la vía, y en ambos casos deberá preverse tanto la ejecución de las medidas complementarias necesarias, como la aplicación de nuevos seguimientos para verificar que se han subsanado los problemas identificados.

## 3.4 Variables que condicionan el PVA

Las características concretas del Programa de Vigilancia Ambiental van a estar determinadas por una serie de variables que se engloban, por una parte, en el tipo de vía de transporte y, por otra, en el interés del territorio en el que se integra la infraestructura, el cual vendrá determinado a su vez por las características de los hábitats y de las especies presentes. Dichas variables deben condicionar tanto los elementos a los que debe prestarse atención prioritaria, como a la propia intensidad de las labores de seguimiento en las diferentes fases de desarrollo del proyecto, y por ello se les presta una atención particular en este apartado.

### 3.4.1 Tipo de vías de transporte

En una primera aproximación, cabe distinguir las carreteras, en sentido amplio, de las líneas de ferrocarril; y dentro de cada uno de estos grupos las tipologías

tradicionales de autopista, autovía y carretera convencional en el primer caso, y trenes convencionales y de alta velocidad en el segundo. No obstante, desde el punto de vista de las afecciones por efecto barrera a la fauna, parece más adecuado centrarse exclusivamente en uno o dos elementos clave de diseño y funcionamiento: la existencia o no de vallados, y la intensidad de tráfico que soportan.

Por una parte, la presencia de vallado continuo, o con discontinuidades de mínima entidad (en las intersecciones) es ya una característica propia de las autovías, autopistas y líneas férreas de alta velocidad. Esta condición es ahora también frecuente en carreteras convencionales de primer orden y líneas férreas de nueva construcción, aunque el nivel de exigencia en estos casos sea menor. Así, el número de accesos laterales a pistas y caminos locales presentes en las carreteras convencionales lleva a que la impermeabilidad del vallado sea mucho menor. Como consecuencia de todo ello, las infraestructuras lineales pueden agruparse en función del tipo de cerramiento de forma simplificada en:

- Vías sin cerramiento perimetral.
- Vías con cerramientos discontinuos, en las que se instala un vallado lateral que se ve interrumpido frecuentemente, de modo que los animales pueden cruzar tanto a través de estructuras trasversales como, en muchos puntos, sobre la plataforma. Esta categoría incluye, básicamente, carreteras convencionales con vallado perimetral, ya que los escasos tramos de ferrocarril convencional que se construyen en la actualidad suelen vallarse en su totalidad.
- Vías con cerramiento perimetral en la totalidad de su trazado, o con pequeñas interrupciones del mismo, en las que el propósito de construcción es impedir la presencia de personas o animales sobre la plataforma. Este objetivo de construcción lleva a que la conectividad entre hábitats se deba asegurar mediante la instalación y el adecuado funcionamiento de estructuras trasversales a la misma desprovistas de impedimentos al paso. En esta categoría se incluyen autovías, autopistas, líneas de ferrocarril de alta velocidad y todas aquellas que se vallan de forma continua.

La intensidad de tráfico, por otro lado, es una variable indispensable a la hora de establecer cualquier clasificación de las infraestructuras, puesto que asociado a ella se genera un efecto barrera etológico que impide el movimiento de animales incluso por lugares en los que no hay un impedimento físico. Desde esta perspectiva podrían diferenciarse trenes y otros vehículos por el tipo de perturbación que generan, y diferentes intensidades de tráfico en cada uno de estos casos. Así, en el tráfico ferroviario se pueden distinguir desde líneas con una intensidad de tráfico baja, con trenes cada 3-6 horas, hasta aquellas de mayor intensidad, con trenes cada 15 minutos. La intensidad del tráfico rodado, por otro lado, puede variar entre los niveles más bajos, con menos de 1.000 vehículos diarios, e intensidades muy elevadas, cuando el tráfico diario supera los 10.000 vehículos (Tabla 3.1).



Tabla 3.1. Clasificación de carreteras en función de la intensidad de tráfico (Iuell et al. 2005).

Tipo de carretera	Intensidad de tráfico <sup>1</sup>
Carreteras con un tráfico inferior a 1.000 vehículos/día	Baja
Carreteras con un tráfico entre 1.000 y 4.000 vehículos/día	Media
Carreteras con un tráfico entre 4.000 y 10.000 vehículos/día	Media-Alta
Carreteras con un tráfico superior a 10.000 vehículos/día	Alta

<sup>1</sup> Se utilizará como intensidad de tráfico de referencia el máximo valor previsto en el momento de la planificación de la infraestructura.

En definitiva, cabría pensar que a partir de la combinación de las dos variables (tipo de cerramiento e intensidad de tráfico) se debería establecer una compleja categorización de las vías de transporte. Sin embargo, existen dos motivos que han llevado a simplificar dicha tipología. Por un lado, la intensidad de tráfico de una infraestructura es tenida en cuenta a la hora de la decisión del tipo constructivo llevado a cabo, por lo que existe una correlación entre el nivel de tráfico previsto y el cerramiento establecido. Por otro lado, la aparición de una mayor o menor barrera etológica para los animales en la fase de funcionamiento puede determinar la efectividad de las medidas correctoras establecidas. Por dichos motivos, la intensidad de tráfico no se tiene en cuenta por sí misma en la propuesta de programas de seguimiento, sino únicamente de forma concurrente con la anterior. Dado que los programas de seguimiento se diseñan con cierto nivel de flexibilidad *a posteriori* es de suponer que las situaciones en que aparezca una menor barrera etológica por la existencia de un nivel de tráfico inferior conllevarán una sensible disminución de las tareas de seguimiento tras el primer año de control. Si los resultados obtenidos en las primeras fases del seguimiento muestran el adecuado restablecimiento de la conectividad entre hábitats intersectados por vías con un bajo nivel de tráfico, se podrá reducir la intensidad del seguimiento. Por el contrario, si se siguiesen detectando deficiencias en la conectividad del área, la intensidad del seguimiento se mantendría.

Se propone por tanto, una tipología sencilla determinada por el cerramiento perimetral de la vía y la intensidad del tráfico de la misma. Atendiendo a ambos factores, se distinguen tres tipos básicos, teniendo en cuenta para ello que la presencia del vallado y la intensidad del tráfico se hallan fuertemente correlacionados:

- **Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento** y una baja intensidad de tráfico.
- **Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados** y una intensidad de tráfico media-alta.
- **Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral:** autovías, autopistas y líneas de ferrocarril de alta velocidad cuyo trazado está vallado en su

práctica totalidad y presentan una intensidad de tráfico alta.

La concreción final de los objetivos del seguimiento se establecerá en función de esta tipología. En paralelo a ésta se producirá un desplazamiento en los objetivos del seguimiento, que irá desde una mayor atención hacia los problemas de atropello de animales en las vías de menor entidad, hasta una atención prioritaria al restablecimiento de los flujos de fauna a través de las estructuras trasversales de las infraestructuras de alta capacidad (véase capítulo 4).

### 3.4.2 Características naturales del área afectada

Las características del hábitat y las especies afectados por el trazado desempeñan un rol destacado en la definición de los objetivos y umbrales de efectividad de las medidas correctoras, por lo que deben condicionar el diseño y la aplicación del programa de seguimiento. Este hecho resulta especialmente patente para los casos en que la legislación ampara específicamente espacios y especies (Espacios Naturales Protegidos, espacios Red Natura 2000, especies prioritarias de la Directiva Hábitats). A fin de responder a esta necesidad, el trazado de las infraestructuras deberá clasificarse en función de estas dos características, llegándose a la definición de tramos de escala kilométrica que puedan considerarse de similar nivel de interés, y a los que se aplicará un patrón de seguimiento semejante.

Se ha establecido una escala de valoración de los tramos atravesados por las carreteras o líneas férreas que contiene las siguientes clases:

- 1) **Áreas de Valor Extraordinario:** entre las que se incluirán las correspondientes a espacios Red Natura 2000, Espacios Naturales Protegidos y áreas protegidas por instrumentos internacionales, o bien áreas que cuenten con la presencia de hábitats del Catálogo Español de Hábitats en peligro de desaparición (pendiente de elaborar a tenor de lo establecido en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad) o de especies incluidas en el apartado a de la clasificación que se presenta a continuación. En esta categoría se incluirán también aquellas otras zonas identificadas como corredores ecológicos para especies incluidas en dicho epígrafe. Así mismo se incluirán otras zonas que

el EsIA valore como de muy elevado interés para mantener la integridad del territorio.

- 2) **Áreas de Valor Alto:** que presentan un grado de humanización relativamente bajo y/o ecosistemas caracterizados por tener una comunidad faunística rica, con abundancia media o alta de especies de interés de los grupos *b*, *c* y *d* que se definen seguidamente. En esta categoría se incluirán también aquellas zonas identificadas como corredores ecológicos de interés regional.
- 3) **Áreas de Valor Medio:** correspondientes a zonas con un grado de humanización medio-bajo, cuya riqueza faunística sea intermedia y que cuenten con la presencia de especies identificadas en los apartados *c* y *d*, o con presencia puntual de especies del apartado *b*, definidos a continuación.
- 4) **Áreas de Valor Bajo:** que incluyen el resto del territorio del ámbito de estudio. Corresponderían en general a hábitats altamente transformados por la actividad humana, con ecosistemas muy simplificados en los que predominan especies comunes. En esta misma categoría quedarían englobadas, en los casos en que se considere necesaria la realización del seguimiento, las zonas periurbanas.

Manteniendo las especies de interés incluidas en el documento de prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales, los grupos de fauna que requieren especial atención, y que determinarán la inclusión de mayores niveles de exigencia en los programas de seguimiento son:

- a) Especies amenazadas o de particular interés de conservación en el área afectada por la infraestructura. En este grupo se incluirán las especies que cuenten con Planes de Recuperación o de Conservación aprobados que incluyan prescripciones referidas a la necesidad de mantener la conectividad entre sus poblaciones. Se incluirán también aquellas identificadas como prioritarias en la Directiva 92/43/CEE, o como *Vulnerable* o *En peligro de extinción* en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (pendiente de elaborar a tenor de lo establecido en la Ley 42/2007). Igual consideración se dará a las especies incluidas en categorías equivalentes en otros referentes normativos, tales como los autonómicos.

La presencia de estas especies forzarán la realización de seguimientos ecológicos particulares destinados a determinar el impacto de la infraestructura so-

bre la especie en cuestión, salvo en aquellos casos en los que, tras una evaluación llevada a cabo por expertos, no sea considerado necesario. Dichos estudios se llevarán a cabo por especialistas de forma complementaria al seguimiento rutinario, constituyendo una tarea más dentro del PVA.

- b) Especies con amplias áreas de campeo y que pueden desempeñar un papel ecológico clave por su tamaño, abundancia y/o nivel trófico. En este grupo se engloban especies como los ungulados (corzo, ciervo, jabalí, etc.) y los grandes y medianos carnívoros (oso, lobo, gato montés, nutria, meloncillo, etc.).
- c) Especies que realizan migraciones estacionales para desarrollar su ciclo vital. Una atención preferente requiere el grupo de los anfibios, potencialmente sensibles a la presencia de las vías de comunicación por atropello y efecto barrera.
- d) Especies o grupos taxonómicos de especial interés por motivos de seguridad vial, dada la alta tasa de accidentalidad que pueden provocar. Se incluyen todas las especies de ungulados, especialmente jabalí y cérvidos.

En cuanto a las características del hábitat, en el caso español hay que tener en cuenta que un efecto derivado de la larga historia de perturbación humana del territorio es la intensa fragmentación territorial, siendo ésta detectable a diferentes escalas. Como consecuencia de ello existen zonas cuya función de corredor ecológico debe ser tenida en cuenta en el seguimiento, de forma más estricta de lo que ocurriría en territorios homogéneos, a fin de asegurar que dicha función sea preservada.

Así, a la hora de categorizar las áreas atravesadas por las vías de transporte es necesario introducir la valoración de la presencia de zonas que ejercen de corredores ecológicos, ya sean de carácter local o regional. La identificación de estos corredores se realizará en las fases de planificación y diseño de proyecto, pero deben reflejarse en un seguimiento que les preste atención específica. Por ello, a los efectos de las categorizaciones por tramos que se comentarán en el siguiente capítulo, es necesario prestar atención prioritaria a los corredores ecológicos de carácter regional, cuya presencia otorga un valor alto o muy alto al área correspondiente. Por el contrario, los corredores de funcionalidad más local pueden hallarse en áreas de cualquier categoría de valor.



4

Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental

---



Presentación



El Programa de Vigilancia Ambiental: Contexto administrativo y procedimiento de aplicación



Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental



Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental



Información complementaria



## 4.1 Estructura general de los PVA

El PVA, como se ha detallado en los apartados anteriores, se redacta en una fase muy temprana de la evaluación ambiental del proyecto, ya que es uno de los elementos que integran el EslA, y posteriormente se modifica adaptándolo a la escala más detallada de proyecto e incluyendo las condiciones establecidas en la DIA. La estructura del Programa, y sus contenidos concretos, variarán según las características del proyecto y del territorio por el que discurra (véase apartado 3.4). Además, el desarrollo del PVA, especialmente durante la fase de obras, mantiene una estrecha relación con otros elementos de prevención ambiental como los Planes de Emergencias Ambientales o los Sistemas de Gestión Ambiental aplicados por las entidades responsables de la construcción y explotación de las vías. Por ello, distintas administraciones y empresas públicas han elaborado pliegos de prescripciones técnicas que detallan los procedimientos a seguir para la ejecución de todas las tareas de vigilancia ambiental y no es el objetivo de este documento ahondar en los detalles concretos del Programa. Aún así, es recomendable que todos los PVA incluyan, una vez actualizados y adaptados a la escala del proyecto, los siguientes apartados:

- Objetivos generales del Programa.
- Identificación de los aspectos ambientales afectados por el proyecto y caracterización de su estado inicial.
- Identificación de las acciones que provocan impactos (tanto en fase de construcción como de funcionamiento de la vía) y las medidas establecidas en el proyecto para su reducción y/o compensación.
- Identificación de hábitats y especies que deben ser objeto de seguimiento.
- Sectorización del proyecto (véase apartado 4.2).
- Descripción detallada de las actuaciones de vigilancia y seguimiento en las distintas fases de desarrollo del PVA (previa al inicio de las obras, construcción y funcionamiento de la vía) concretando para cada actuación:
  - Objetivo de la actuación.
  - Aspecto objeto de seguimiento.
  - Método de control.

- Fase de aplicación.
- Frecuencia del control.
- Indicadores que serán objeto de registro o medición.
- Umbrales críticos cuya superación requerirá la aplicación de medidas adicionales para reducir el impacto.
- Información a incluir en los informes.

- Programa de trabajo.
- Procedimiento de redacción y tramitación de informes y de las bases de datos asociadas a la vigilancia y el seguimiento ambiental.
- Procedimiento para la corrección de desviaciones y definición de nuevas actuaciones de control.
- Presupuesto de ejecución de las actuaciones de vigilancia y seguimiento.

En esta estructura general del PVA se enmarca la programación de las actuaciones concretas a incluir en cada fase del proyecto para garantizar que se ejecutan correctamente las medidas establecidas para mitigar el impacto de cada proyecto sobre los aspectos relacionados con la fragmentación de hábitats. La enumeración de estas actuaciones y las directrices concretas para su aplicación son el objeto de los apartados 4.4 y 4.5.

## 4.2 Sectorización de la infraestructura como base para definir el nivel de exigencia de seguimiento

En muchos casos, la infraestructura objeto del proyecto discurrirá por áreas de valor diverso, e incluso en breves recorridos puede pasar por áreas de valor diferente. Como se ha indicado en apartados previos, los trazados de similar nivel de interés serán objeto de patrones de seguimiento equiparables. Por tanto, una vez disponible el EslA, y en fase de diseño del PVA, deberán definirse sectores homogéneos a lo largo del trazado.

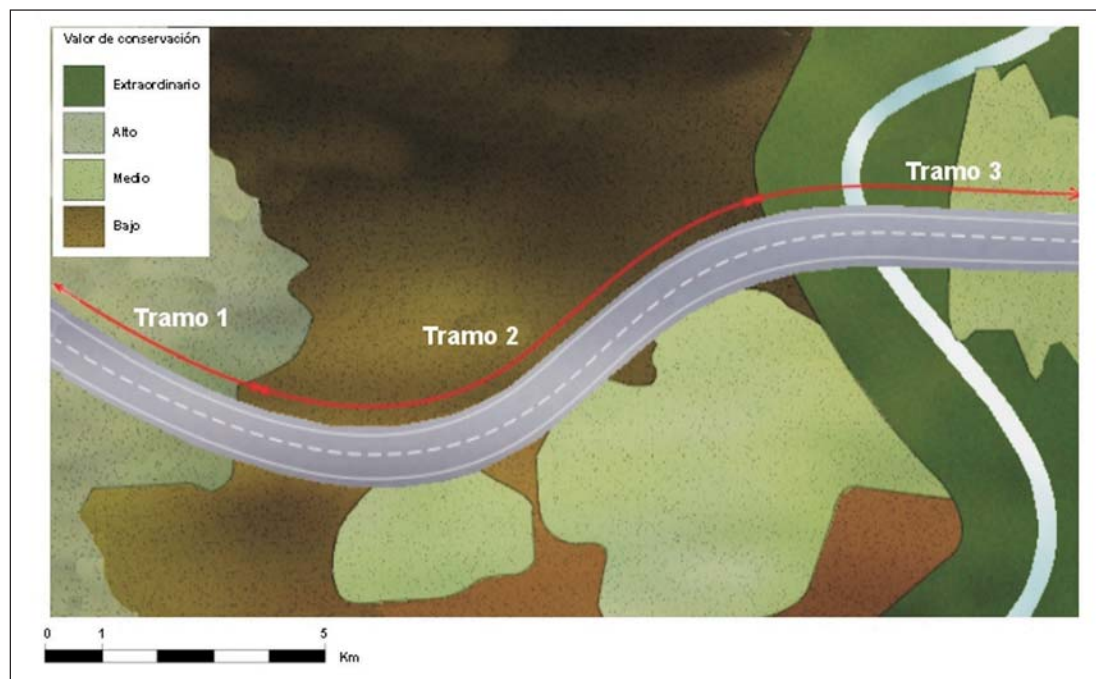
Para llevar a cabo la sectorización de la infraestructura se tomará como base la definición de las áreas de valor extraordinario, alto, medio o bajo (véase apartado 3.4.2.). A partir de esta información se identifi-

carán sectores con características homogéneas, y en el caso de identificar sectores que contengan áreas de diferente valor entremezcladas, para el programa de seguimiento se establecerá el nivel de exigencia superior de los que se encuentren incluidos en cada tramo.

Es recomendable que los tramos identificados superen los 2 km de longitud, siendo preferible por mo-

tivos prácticos la definición de un número pequeño de ellos.

La propuesta básica de sectorización posteriormente se actualizará, junto con el resto del PVA, en el momento de redactar los Proyectos Constructivos y teniendo en cuenta los tramos en los que se divide la infraestructura para la elaboración de los proyectos y su posterior construcción.



Tramo	Longitud (km)	Interés del sector conservación
1	4	Alto
2	9	Medio
3	6	Extraordinario

Figura 4.1. Sectorización hipotética de una carretera en tres tramos con áreas de diferente valor de conservación.

### 4.3 Niveles de exigencia del seguimiento

Los niveles de exigencia se establecerán en función de dos variables: el tipo de vía y el valor de conservación de las áreas que atraviesa cada tramo, y vendrán determinados por una mayor o menor diversidad de actuaciones de control, y una mayor o menor frecuencia de los controles. Así, los proyectos de vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y elevada intensidad de tráfico van a precisar de actuaciones de seguimiento que son prescindibles en los proyectos de otro tipo de vías y, en muchos casos, también requerirán una mayor frecuencia de aplicación de los controles. Por otro lado, a mayor valor del área afectada, mayor exigencia en las acciones de vigilancia y seguimiento a efectuar.

Para simplificar el proceso de determinación del nivel de exigencia que deberá aplicarse a cada tramo se propone distinguir dos niveles en las actuaciones rutinarias de vigilancia ambiental:

- Seguimiento básico.
- Seguimiento avanzado.

Los aspectos concretos relativos a las actuaciones de control que se recomienda llevar a cabo en el marco de estos dos niveles de seguimientos se recogen en los apartados 4.4 y 4.5.

Además, en las áreas de valor extraordinario antes definidas (véase apartado 3.4.2), se establece la necesidad de complementar el seguimiento avanzado con seguimientos ecológicos particulares para prevenir po-

sibles impactos, o evaluar efectos, sobre las especies o hábitats de interés para la conservación identificados en el área (véase epígrafe II del apartado 3.3). Estos seguimientos ecológicos particulares no son el objeto de este documento ya que los métodos y la intensidad del trabajo diferirán grandemente según los casos y el diseño de cada experiencia deberá ser llevada a cabo por especialistas en los taxones o especies a las que vaya destinado. Así, mientras que para una especie común como, por ejemplo, el zorro serán suficientes análisis básicos de su distribución y abundancia en el entorno de la vía, y de su uso de las estructuras transversales a la infraestructura (ambos métodos se describen en las fichas del apartado 4.5), el análisis de los efectos sobre especies de alto interés, como el oso, podrán requerir la identificación individual de los ejemplares en el área afectada por el proyecto, la delimitación de sus áreas de campeo y la evaluación de su respuesta a la presencia de la vía. A título meramente orientativo se indican a continuación algunos de los aspectos que pueden ser objeto de análisis en los seguimientos ecológicos particulares aplicados a un determinado taxón:

- Densidad poblacional.
- Distribución espacial.
- Uso del espacio: áreas de campeo, territorialidad, rutas de desplazamiento, dispersión, hábitos migratorios.

- Competencia intraespecífica.
- Identificación y seguimiento de individuos.
- Estructura poblacional y parámetros demográficos: productividad, proporción de sexos, etc.
- Estructura genética de la población: viabilidad de la población a corto y largo plazo.
- Interacción con la infraestructura: análisis eco-etológicos.
- Interacción con otras infraestructuras del entorno (sinergias).
- Identificación de áreas que puedan constituir sumideros para determinadas especies, concretamente zonas atractivas para la fauna pero con alto riesgo de mortalidad.

La Tabla 4.1 muestra en qué casos se recomienda la aplicación de cada uno de los niveles de intensidad de seguimiento, aunque los expertos encargados del diseño de los PVA podrán adaptar esta directriz básica en función de las particularidades de cada proyecto. De esta manera, aunque se establece que los seguimientos ecológicos particulares serán necesarios solamente en los tramos de vías que afecten áreas de valor extraordinario, queda a criterio de los expertos encargados del diseño del PVA el establecimiento de este tipo de seguimientos también en áreas de menor interés.

Tabla 4.1. Niveles de exigencia del seguimiento en los distintos tramos en función del tipo de vía, y de la valoración del entorno asociada a los hábitats y las especies presentes en las áreas afectadas (véanse definiciones en el apartado 3.4.2). El nivel de exigencia se representa mediante un gradiente de color, correspondiendo los tonos más claros a los menores niveles de exigencia en el PVA.

Tipo de vía	Valor de las áreas afectadas			
	Bajo	Medio	Alto	Extraordinario
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.				
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.				
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.				

Nivel de exigencia del PVA:

Básico



Avanzado



Avanzado+Seguimientos ecológicos particulares





## 4.4 Contenidos del PVA en relación con la fragmentación de hábitats

Las actuaciones de vigilancia ambiental que se enumeran a continuación, según la fase del proyecto en la que deben aplicarse, van destinadas básicamente a:

- a) Caracterizar el estado inicial (previo al inicio de las obras) de los hábitats adyacentes a las vías, y de las especies que tienen parte de su área de campeo o de sus rutas de dispersión en la zona afectada por el trazado, y que puedan verse afectadas por el efecto barrera de la vía.

Las actuaciones del PVA, en este caso, se centran en dos aspectos de gran relevancia; por un lado, obtener un conocimiento detallado de los hábitats adyacentes a la vía y, en particular, de los que se encuentran en los puntos donde se ubicarán los pasos de fauna y otras estructuras transversales y, por otro, determinar la abundancia de las especies en el entorno por el que discurrirá el trazado. Dicho conocimiento servirá de base para comprobar el estado de conservación de los hábitats limítrofes a la infraestructura y permitirá contrastarlo con los datos que se obtengan a lo largo del seguimiento.

- b) Controlar la ejecución, durante la fase de construcción, de las medidas destinadas a mitigar los efectos de la fragmentación de hábitats, y garantizar que se toman todas las precauciones para reducir las molestias a la fauna y la mortalidad derivada de las acciones asociadas a las obras.

De una manera resumida, durante la fase de vigilancia ambiental de la obra se plantean cuatro objetivos; se trata de verificar que los pasos de fauna

se construyen correctamente, garantizar que se minimizan en lo posible las afecciones a los hábitats adyacentes y se realiza una adecuada restauración en los accesos a las estructuras, controlar la ejecución de los cerramientos perimetrales, y realizar una estima de las abundancias de los vertebrados del entorno que hayan sido establecidos como grupos de interés, entendiendo por entorno las proximidades del trazado fuera del límite de la obra.

- c) Evaluar la efectividad de las medidas aplicadas cuando la vía entra en funcionamiento y se introducen los efectos derivados de la circulación de vehículos.

El seguimiento y evaluación de las medidas correctoras, una vez puesta en marcha la infraestructura, persigue estos objetivos: la evaluación de la efectividad de las estructuras para el paso de la fauna, el control del estado de los accesos y hábitats adyacentes a dichas estructuras, el control de la adecuada conservación de los cerramientos, el seguimiento de las poblaciones de vertebrados en las zonas adyacentes a la vía, y la cuantificación y análisis de los problemas de mortalidad de fauna por atropello o colisión con vehículos.

Como se ha indicado en el apartado anterior, las actuaciones concretas a incluir en el desarrollo del PVA pueden variar en distintos tramos del proyecto (véase apartado 4.2), y se han definido dos niveles de exigencia del seguimiento según el valor natural del área por la que discurre el trazado y en función de las características de la vía. En la Tabla 4.2 se enumeran el conjunto de actuaciones propuestas para cada tramo de la infraestructura, indicando en qué fases serían de aplicación y a qué nivel de exigencia de seguimiento corresponderían.



Tabla 4.2. Síntesis de actuaciones relacionadas con la fragmentación de hábitats a incluir en el PVA en las distintas fases de su aplicación y según se trate de tramos que requieren seguimiento básico o avanzado. Las correspondientes fichas descriptivas de las actuaciones y métodos a aplicar indicadas en la tabla se encuentran en el apartado 4.5.

ACTUACIONES A INCLUIR EN LOS PVA	Aplicación de la actuación según nivel de exigencia	Ficha descriptiva
<b>A. ACTUACIONES EN FASES PREVIAS AL INICIO DE LAS OBRAS</b> (Toma de datos de referencia o actualización de los aportados en el EslA)		
A.1 Caracterización de hábitats adyacentes a las estructuras transversales	○	FICHA 1
A.2 Estimaciones de abundancia de vertebrados terrestres en el entorno afectado por el trazado antes del inicio de las obras	○	FICHA 2
<b>B. ACTUACIONES EN FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>		
B.1 Vigilancia de la construcción de los pasos de fauna y otras estructuras transversales	○	FICHA 3
B.2 Vigilancia de los accesos y hábitats adyacentes a las estructuras transversales	○	FICHA 4
B.3 Vigilancia de la instalación del cerramiento perimetral	○	FICHA 5
B.4 Estimaciones de abundancia de vertebrados terrestres en el entorno afectado por el trazado durante las obras	●	FICHA 6
<b>C. ACTUACIONES EN FASE DE FUNCIONAMIENTO</b>		
C.1 Seguimiento del uso por los vertebrados de los pasos de fauna y otras estructuras transversales	○	FICHA 7
<ul style="list-style-type: none"> <li>Métodos de control del uso de los pasos de fauna y otras estructuras transversales a la vía – Registro de huellas</li> </ul>	–	FICHA 8
<ul style="list-style-type: none"> <li>Métodos de control del uso de los pasos de fauna y otras estructuras transversales a la vía – Sistemas fotográficos</li> </ul>	–	FICHA 9
<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento del uso por los vertebrados de los viaductos y túneles</li> </ul>	●	FICHA 10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento del uso por los peces de los drenajes adaptados y otras estructuras transversales</li> </ul>	●	FICHA 11
C.2 Seguimiento de los accesos y hábitats adyacentes a las estructuras transversales	○	FICHA 12
C.3 Seguimiento del estado y mantenimiento del cerramiento perimetral	○	FICHA 13
C.4 Estimaciones de abundancia de vertebrados terrestres en el entorno afectado por el trazado en fase de funcionamiento	●	FICHA 14
C.5 Seguimiento de atropellos de fauna en la vía	●	FICHA 15
<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento de atropellos de anfibios</li> </ul>	●	FICHA 16
<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento de colisiones con grandes mamíferos</li> </ul>	○	FICHA 17
<ul style="list-style-type: none"> <li>Método de análisis de datos de mortalidad por atropello para la detección de tramos de alta concentración de atropellos</li> </ul>	○	FICHA 18
C.6 Contenidos a integrar en los contratos de conservación y explotación de vías	○	FICHA 19
C.7 Elaboración de bases de datos que integren la información relevante sobre los resultados del desarrollo del PVA	○	FICHA 20
<p>○ Actuaciones a aplicar en los tramos con nivel de exigencia básico y avanzado</p> <p>● Actuaciones a aplicar sólo en los tramos con nivel de exigencia avanzado</p>		

## 4.5 Fichas descriptivas de las actuaciones y métodos de seguimiento

### Actuaciones en fases previas al inicio de las obras

Ficha 1: CARACTERIZACIÓN DE HÁBITATS ADYACENTES A LAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES

Ficha 2: ESTIMAS DE ABUNDANCIA DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN EL ENTORNO AFECTADO POR EL TRAZADO ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

### Actuaciones en fase de construcción

Ficha 3: VIGILANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PASOS DE FAUNA Y OTRAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES

Ficha 4: VIGILANCIA DE LOS ACCESOS Y HÁBITATS ADYACENTES A LAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES

Ficha 5: VIGILANCIA DE LA INSTALACIÓN DEL CERRAMIENTO PERIMETRAL

Ficha 6: ESTIMAS DE ABUNDANCIA DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN EL ENTORNO AFECTADO POR EL TRAZADO DURANTE LAS OBRAS

### Actuaciones en fase de funcionamiento

Ficha 7: SEGUIMIENTO DEL USO POR LOS VERTEBRADOS DE LOS PASOS DE FAUNA Y OTRAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES

Ficha 8: MÉTODOS DE CONTROL DEL USO DE LOS PASOS DE FAUNA Y OTRAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES A LA VÍA – REGISTRO DE HUELLAS

Ficha 9: MÉTODOS DE CONTROL DEL USO DE LOS PASOS DE FAUNA Y OTRAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES A LA VÍA – SISTEMAS FOTOGRÁFICOS

Ficha 10: SEGUIMIENTO DEL USO POR LOS VERTEBRADOS DE LOS VIADUCTOS Y TÚNELES

Ficha 11: SEGUIMIENTO DEL USO POR LOS PECES DE LOS DRENAJES ADAPTADOS Y OTRAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES

Ficha 12: SEGUIMIENTO DE LOS ACCESOS Y HÁBITATS ADYACENTES A LAS ESTRUCTURAS TRANSVERSALES

Ficha 13: SEGUIMIENTO DEL ESTADO Y MANTENIMIENTO DEL CERRAMIENTO PERIMETRAL

Ficha 14: ESTIMAS DE ABUNDANCIA DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN EL ENTORNO AFECTADO POR EL TRAZADO EN FASE DE FUNCIONAMIENTO

Ficha 15: SEGUIMIENTO DE ATROPELLOS DE FAUNA EN LA VÍA

Ficha 16: SEGUIMIENTO DE ATROPELLOS DE ANFIBIOS

Ficha 17: SEGUIMIENTO DE COLISIONES CON GRANDES MAMÍFEROS

Ficha 18: MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS DE MORTALIDAD POR ATROPELLO PARA LA DETECCIÓN DE TRAMOS DE ALTA CONCENTRACIÓN DE ATROPELLOS

Ficha 19: CONTENIDOS A INTEGRAR EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE VÍAS

Ficha 20: ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS QUE INTEGREN LA INFORMACIÓN RELEVANTE SOBRE LOS RESULTADOS DEL DESARROLLO DEL PVA

### Nota aclaratoria:

En las Fichas el término ‘Estructura transversal’ se utiliza para designar todas las obras de fábrica transversales a la vía (obras de drenaje, pasos superiores, pasos inferiores, viaductos y falsos túneles) que no cuentan con ningún obstáculo insalvable para la fauna como pudieran ser pozos o arquetas sin rampas de salida y que, por tanto, son potencialmente utilizables para el paso de algunas especies de la fauna silvestre.

El término ‘Pasos de fauna’ se aplica a las estructuras transversales proyectadas específicamente para el paso de fauna, o que se han adaptado con el objeto de compatibilizar el paso de fauna con otros usos. Corresponden, concretamente a los 11 tipos de pasos descritos en el documento 1 de esta serie: *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales* (Ministerio de Medio Ambiente 2006).



### **Estructura básica de las Fichas**

Las fichas incluyen, en general, los apartados que se describen a continuación, aunque en algunos casos se particularizan los apartados en función de los contenidos de las mismas.

#### **Objetivo:**

Se presenta la finalidad de cada una de las tareas establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental y descritas en las fichas.

#### **Objeto de seguimiento:**

Se definen los elementos de interés en los que se centra el seguimiento.

#### **Método de control:**

Se expone el procedimiento a seguir para la consecución de los objetivos marcados. En algunos casos esta descripción se detalla con Fichas específicas de descripción de un determinado método (por ejemplo, control de pasos de fauna mediante cámaras o registro de huellas).

#### **Período de realización:**

Fase del proyecto durante la cual se realizarán las tareas.

#### **Frecuencia de control:**

Periodicidad de los muestreos, con indicación de recomendaciones de distintas frecuencias en relación con el nivel de exigencia del seguimiento.

#### **Indicadores:**

VARIABLES que pueden ser medidas o registradas, y en las cuales se propone centrar el análisis para la evaluación de la efectividad de la estructura.

#### **Umbral de efectividad:**

Se aportan orientaciones para valorar los resultados obtenidos de las distintas variables y para establecer cuándo se considerará que las medidas han alcanzado los objetivos propuestos; los umbrales concretos de efectividad deberán particularizarse para cada proyecto en función de los estados iniciales de los hábitats o de las poblaciones de fauna afectadas por el trazado. Los umbrales críticos se establecerán como un determinado nivel de la variable que deberá alcanzarse (en caso de que se trate de un umbral mínimo para considerar efectiva una medida) o no superarse (en caso de que se trate de un umbral máximo de impacto que pueda tolerarse para no generar efectos irreversibles en las poblaciones de fauna o los hábitats). Por ejemplo, para el registro de atropellos de fauna silvestre deberán establecerse umbrales máximos cuya superación requerirá la aplicación de medidas correctoras. En el caso de la valoración de la efectividad de un paso de fauna se establecerán, en cambio, niveles mínimos de frecuencia de uso por parte de las especies a las que vaya destinado el paso.

#### **Informes:**

Se recomiendan las frecuencias de emisión de informes así como otros aspectos en relación con sus contenidos.



### Objetivo de la actuación

- Caracterizar los hábitats adyacentes a las estructuras, así como otras áreas afectadas por instalaciones auxiliares, préstamos, vertederos y/o caminos de acceso fuera de la zona de afección directa del proyecto. Se trata de obtener un nivel de detalle suficiente para contrastar el estado de estas áreas en las fases sucesivas del proyecto. Constituye un objetivo clave de cara a mantener áreas de interés conector, incrementando así la permeabilidad de la vía.
- En las posteriores fases del proyecto esta información servirá para definir con mayor acierto las actividades de protección de la fauna a llevar a cabo en la fase de construcción, contrastar el estado de conservación de estos hábitats, y evaluar la necesidad de ejecutar tareas de restauración o mejora de los hábitats adyacentes. En líneas generales, se persigue la correcta integración en el territorio de las estructuras transversales y el control de posibles afecciones a estos hábitats.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Estructuras transversales a la vía potencialmente utilizables por la fauna. En el nivel de seguimiento básico será suficiente la caracterización de hábitats alrededor de las estructuras proyectadas para el paso de fauna (sean específicas, multifuncionales o drenajes adaptados). En el seguimiento avanzado deberán incluirse también otras estructuras potencialmente utilizables por la fauna, excluyéndose únicamente aquellas que tengan obstáculos en sus accesos que impidan el paso de animales (arquetas, pozos u otros).

### Método de control

- Toma de datos sobre los hábitats adyacentes a las estructuras transversales en un radio mínimo de 200 m, que se ampliará en función de las especies afectadas por cada proyecto en particular, asegurando la obtención de datos fiables de los hábitats adyacentes a las estructuras aunque la localización definitiva pueda variar. También se incluirán áreas de interés que puedan resultar afectadas por instalaciones auxiliares, préstamos, vertederos etc. Cabe destacar que en fases posteriores la distancia de control se reducirá a 100 m.
- Los datos a recopilar se muestran en el modelo de ficha de toma de datos; aunque parte de la infor-

mación puede estar presente en el correspondiente EsIA, deberán llevarse a cabo trabajos de campo adicionales para obtener la información de todos los puntos en los que se ubicaran estructuras. Se complementará la información con una representación esquemática de la estructura de la vegetación del entorno, que preferiblemente deberá hacerse sobre una ortoimagen (véase Figura 4.2).

### Fase de aplicación

- Previa al inicio de las obras.

### Frecuencia de control

- Se realizará una única campaña hasta completar la caracterización de los hábitats adyacentes a todas las estructuras.

### Indicadores

- Porcentaje de cobertura de cada tipo de vegetación.
- Listado y ubicación de actividades de la obra que puedan afectar a los desplazamientos de fauna.

### Umbrales de efectividad

- Para la fase previa al inicio de las obras no se definen umbrales, sino que la información generada en ésta determinará los umbrales de aplicación en las fases de construcción y explotación de la infraestructura. Se contrastará el estado inicial de los accesos a las estructuras y hábitats adyacentes en las sucesivas fases del proyecto.
- Los umbrales deberán definirse de manera específica para cada caso, en función del tipo de hábitat. En general, se pretende mantener, o en todo caso mejorar (p.ej. restaurando áreas concretas), la estructura original de los distintos hábitats adyacentes a las estructuras transversales de la infraestructura para favorecer de este modo su función como cuenca de captación de la fauna que utilizará los pasos, lo que en definitiva, incrementará la permeabilidad de la vía.

### Informes

- Se elaborará un informe único que integre de forma detallada toda la información obtenida en la campaña de muestreo.

**Modelo de ficha de toma de datos**

Caracterización de los hábitats adyacentes a las estructuras

Vía	Tramo		Código estructura			PK estructura				
Coordenadas UTM (X,Y)										
Fecha inspección		Hora		Responsables de la inspección						
CARACTERÍSTICAS DE LOS HÁBITATS EN LA SUPERFICIE DE RADIO=200 M CENTRADA EN EL EJE DEL TRAZADO.										
Estructura de la vegetación (según se indica al pie de este modelo de ficha. Indicar distribución espacial según se muestra en la Figura 1.1)										
Tipo <sup>1</sup>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Cobertura <sup>2</sup>										
Altura máxima vegetación (m)										
Altura media vegetación (m)										
Especie arbórea	Cobertura <sup>2</sup>	Especie arbustiva	Cobertura <sup>2</sup>	Especie herbácea	Cobertura <sup>2</sup>					
Usos del suelo <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Periurbano <input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Cultivo abandonado <input type="checkbox"/> Forestal <input type="checkbox"/> Otro:										
Actividades <input type="checkbox"/> Coto de caza <input type="checkbox"/> Cultivo <input type="checkbox"/> Explotación forestal <input type="checkbox"/> Finca vallada <input type="checkbox"/> Otro:										
Observaciones										

<sup>1</sup> Estructura de la vegetación:

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>
Roquedo	Cultivo	Humedal	Vegetación de ribera	Pastizal	Matorral bajo	Matorral alto abierto	Matorral cerrado	Arbóreo sin sotobosque	Arbóreo con sotobosque

<sup>2</sup> Cobertura vegetal según clases: 0=0; 1=1-10%; 2=10-25%; 3=25-50%; 4=50-75%; 5>75%

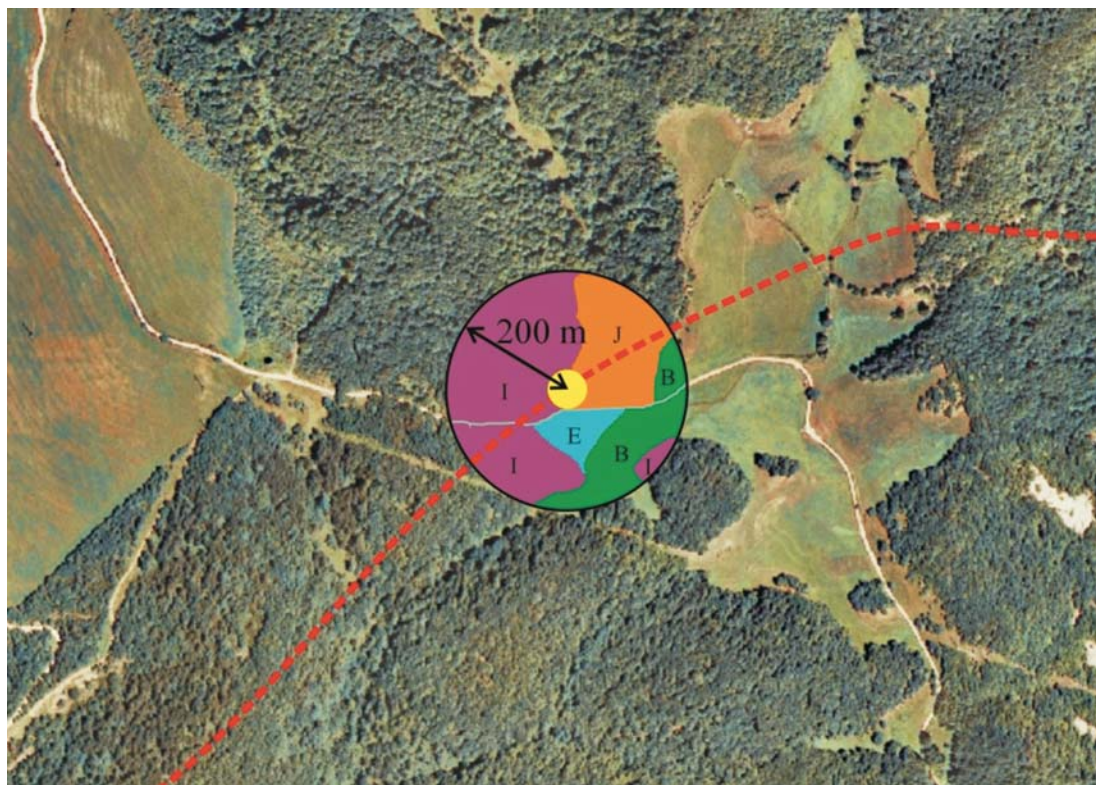


Figura 4.2. Representación esquemática de la estructura vegetal de los hábitats adyacentes a un paso de fauna (punto amarillo) en una infraestructura de próxima construcción (línea roja discontinua). Se caracteriza la vegetación existente en una parcela de 200 m de radio alrededor de la futura estructura. Las letras corresponden a las clases de vegetación anteriormente definidas.





### **Objetivo de la actuación**

- Identificar los vertebrados presentes en los hábitats adyacentes al trazado de la infraestructura y establecer la distribución y abundancia relativa de las distintas especies. De este modo, se pretende conocer el estado de las diferentes poblaciones de vertebrados, permitiendo *a posteriori* detectar posibles cambios significativos dentro de las mismas. Además este control inicial debe servir para corroborar la clasificación inicial del tramo objeto de estudio de acuerdo con el apartado 3.4.2. Se valorará la necesidad de incorporar en el seguimiento las áreas de especial interés que puedan resultar afectadas por instalaciones auxiliares, préstamos, vertederos y/o caminos de acceso.

### **Aspecto objeto de seguimiento**

- Comunidad de vertebrados, siendo de particular interés todas aquellas especies que aparecen recogidas en el apartado 3.4.2.

### **Método de control**

- En general, estos muestreos se encaminarán a la obtención de índices de abundancia (de rastros, huellas, etc.) de las especies objeto de seguimiento, herramientas que deben ser suficientes en la mayoría de los casos para las necesidades de seguimiento y evaluación. En casos especiales en que se requiera un detalle mayor (especies muy escasas y de muy alto interés) o se considere más factible, se realizarán estimas del tamaño poblacional o recuentos de la población.
- En tramos con nivel de seguimiento básico las especies de referencia serán básicamente, carnívoros y otros vertebrados de tamaño medio y grande, mientras que en el seguimiento de nivel avanzado se deberán incluir otros grupos de fauna de interés presentes en el tramo afectado.
- Se partirá, como primera aproximación, de la lista de especies objetivo a partir de los atlas de distribución de los vertebrados terrestres de España, así como aquellos atlas de carácter regional y los documentos recopilados en el proceso de EslA incluidas las monografías (o consultas a expertos) de carácter local.
- En cada uno de los tramos previamente definidos se obtendrán estimas indirectas a ambos lados de la infraestructura realizando prospecciones en una franja de como mínimo 500 m de anchura en cada margen

de la infraestructura, pudiéndose ampliar en función de la extensión de las áreas de campeo de las especies objeto de seguimiento (véase Figura 4.3).

- La metodología deberá ser específica, adecuándose a las especies o grupos faunísticos de referencia y, en todo caso, deben ser muestras repetidas que permitan estimar valores medios y variabilidad de los datos.
  - a) Carnívoros y ungulados. Podrán realizarse a partir del registro a lo largo de recorridos de muestreo de las huellas y otros indicios, como los excrementos, que son reflejo de la actividad diaria de los animales en el entorno en el que habitan (Figura 4.4). La abundancia de estos rastros es un indicador de la densidad poblacional de las especies que los producen y, por ello, el conteo de tales evidencias indirectas puede ser utilizado como índice de abundancia de dichas especies (véase capítulo 5, Información complementaria).
  - b) Anfibios y reptiles. Un método adecuado puede ser el registro de cantos para los anfibios, y también la búsqueda visual, con o sin captura, pudiendo definir para ello transectos o parcelas (véase capítulo 5).
  - c) Micromamíferos. Para este grupo se recomiendan métodos de estimas de densidad basados en captura y recaptura, que requieren trampeo y marcaje de los individuos capturados.
- En aquellas áreas en las que estén presentes especies de máximo interés de conservación, incluidas en el epígrafe a del apartado 3.4.2 (capítulo 3), será necesaria la aplicación de seguimientos ecológicos particulares que permitan estimar densidades reales de dichas especies (censos o recuentos).

### **Fase de aplicación**

- Previa al inicio de las obras.

### **Frecuencia de control**

- Estos muestreos deberán adaptarse a los períodos de mayor movilidad de las especies de referencia, que pueden estar condicionados por sus ciclos biológicos, perturbaciones, etc. Para el caso de ungulados y carnívoros se recomienda la realización de los muestreos en primavera y otoño. Para el caso de los anfibios y reptiles habrá que programar los muestreos en función del área geográfica a estudiar, aunque pueden ser más adecuados los muestreos a finales de invierno y primavera para los anfibios, y al principio del verano y en otoño para los reptiles.

- La periodicidad de las campañas vendrá determinada por el interés de conservación del tramo en cuestión (Tabla 4.3) correspondiendo un mayor número de campañas de prospección con las áreas con mayor interés de conservación. Cada una de las campañas puede estar constituida por diferentes muestreos, según las especies.

Tabla 4.3. Número mínimo de campañas de muestreo anuales en función del tipo de vía y del valor del tramo.

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo	Medio	Alto	Extra.
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	1	1	2	2
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	1	1	2	2
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	1	1	2	2

### Indicadores

- De forma generalizada se utilizarán las variables observadas normalizadas por el esfuerzo de muestreo llevado a cabo. La variable de observación dependerá de la especie de que se trate, siendo habituales las observaciones directas de individuos para aquellas especies más abundantes o menos huidizas, e indirectas (huellas, excrementos) en el resto de los casos. El esfuerzo de muestreo suele medirse en términos de longitud del recorrido realizado o de tiempo de búsqueda empleado (véase bibliografía recomendada en el capítulo 5). A continuación se indican los indicadores más ampliamente utilizados.
- Índices kilométricos de abundancia (IKA) por especie. Se trata de un método sencillo de estimación indirecta, que puede servir para la comparación interanual de los resultados obtenidos. Se calculan utilizando los datos extraídos de los transectos del muestreo teniendo en cuenta la distancia recorrida en cada transecto.
- Índices por tiempo. Se establecen índices relativos en función del esfuerzo de prospección.
- En el caso de que se hayan realizado censos de alguna especie en concreto, la variable de refe-

rencia se expresará en individuos por unidad de superficie.

- En todos los casos, los resultados deberán mostrar, por un lado, el valor central (media o mediana), y por otro, la dispersión de los mismos (rango, varianza, etc.), de modo que, permitan su posterior análisis estadístico.

### Umbrales de efectividad

- Para la fase previa al inicio de las obras no se definen umbrales, sino que la información generada determinará los umbrales de aplicación en las fases de construcción y explotación de la infraestructura. Para el establecimiento de éstos se partirá del valor medio de cada variable y sus márgenes de variabilidad (rango, intervalos de confianza, varianza, etc.) obtenidos durante el estado inicial, previo al inicio de las obras, lo que posteriormente permitirá realizar comparaciones estadísticas con los datos de las siguientes fases.

### Informes

- Se elaborará un informe único que integre de forma detallada toda la información obtenida en los diferentes muestreos.

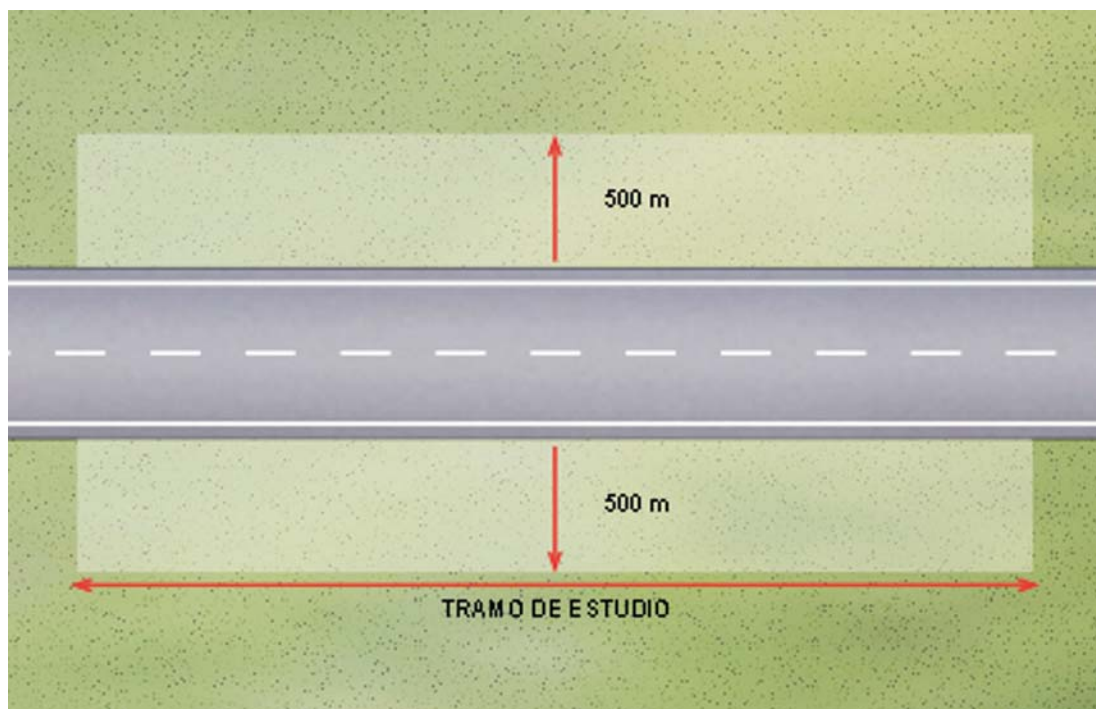


Figura 4.3. Esquema de la zona en la que se propone realizar las prospecciones para obtener las estimas de abundancia de vertebrados en un tramo de una autovía hipotética.



Figura 4.4. Ejemplos de indicios de ungulados: excrementos de gamo (izquierda) y huella de jabalí (derecha). Fotos: Marc Fernández Bou, Carme Rosell.



### **Objetivo de la actuación**

- Asegurar que el proceso constructivo de las estructuras se ciñe a las indicaciones del proyecto y al condicionado de la DIA, y que las desviaciones que aparezcan no disminuyan la efectividad de las medidas. Este control se complementa con el seguimiento de los accesos y hábitats adyacentes a las mismas, que se detalla en la Ficha 4.

### **Aspecto objeto de seguimiento**

- Pasos de fauna y otras estructuras transversales de acuerdo con los criterios indicados en la Ficha 1.

### **Método de control**

- El procedimiento básico consistirá en la realización de inspecciones periódicas a las obras de construcción de las estructuras transversales para controlar, con el apoyo de listas de chequeo, que las estructuras se construyen de acuerdo con lo establecido en el Proyecto Constructivo, dando cumplimiento a los condicionados de la DIA, y causando la mínima perturbación posible en el entorno del paso.
- Las listas de chequeo orientativas para el desarrollo de las tareas de vigilancia relativas a este ámbito se presentan al final de esta ficha. Estas deberán adaptarse para cada proyecto a las características concretas de éste, así como a las prescripciones que pudieran derivarse del condicionado de la DIA (véase Figuras 4.5 a 4.7).
- En particular se controlará:
  - Que se construyen todos los pasos de fauna previstos en el proyecto.
  - Que su ubicación es la proyectada o, si las variaciones del proyecto obligan a alterarla, que la localización alternativa prevista es adecuada.
  - Que las características estructurales coinciden con las establecidas en el proyecto: dimensiones, materiales de construcción y, en las estructuras que dispongan de estos elementos, características de banquetas laterales, adecuación de bajantes escalonados, apantallamientos, etc.
  - Que el tratamiento de las superficies del paso es adecuado y se integra de manera correcta en el entorno. Se comprobará, en particular, la ausencia de obstáculos que dificulten los desplazamientos

de la fauna silvestre, la conexión de rampas con hábitats adyacentes, las revegetaciones de superficies y embocaduras, la disposición de las hileras de piedras o tocones de árboles, etc.

- Se asegurará, en general, que los cambios incluidos en el desarrollo final del proyecto no mermen la potencial efectividad de las estructuras en la mitigación del efecto barrera para la fauna.
- De manera general, se controlará que en el proceso constructivo se causa la mínima perturbación a los hábitats adyacentes a la vía.

### **Fase de realización**

- Construcción

### **Frecuencia de control**

- Semanal durante el período de construcción de las estructuras.

### **Indicadores**

- Se controlará que no se produzcan desviaciones importantes en cada uno de los aspectos incluidos en las listas de chequeo.

### **Umbrales de efectividad**

- Cualquier desviación importante y no justificada que suponga un riesgo de pérdida de efectividad de la estructura requerirá la aplicación de actuaciones correctoras.
- En particular, se considerarán umbrales críticos la ausencia de pasos de fauna referidos en la DIA, una inadecuada ubicación de las estructuras, así como dimensiones inferiores a las prescritas en el proyecto constructivo (y que deberán dar cumplimiento, también, a las establecidas en la DIA).

### **Informes**

- Informes mensuales.
- Informes extraordinarios: se emitirán con carácter de emergencia y en respuesta a cualquier actuación que se considere que anula la funcionalidad del paso de fauna (por ejemplo, sustitución de una estructura por otra de menores dimensiones, siendo la diferencia notable).

**Modelo de lista de chequeo – ASPECTOS A CONTROLAR****Vigilancia en la construcción de pasos superiores**

- 1. Dimensiones y ubicación correctas de acuerdo con el Proyecto Constructivo.
- 2. Grosor y calidad de los materiales de la base adecuados a la tipología de plantación a realizar (herbácea, arbustiva o arbórea).
- 3. Selección adecuada de especies y de técnicas para la revegetación de la superficie y los accesos al paso: especies autóctonas, resistentes al estrés hídrico y a las condiciones de la superficie del paso, períodos de plantación adecuados, etc.
- 4. Diseño de la revegetación de la superficie y los accesos adecuada, que facilite la conducción de los animales hacia el paso y que se integre de manera correcta en el entorno del paso estableciendo una adecuada continuidad con los hábitats adyacentes.
- 5. Mota lateral (en ecoductos) de dimensiones adecuadas o pantalla lateral al paso completamente opaca, para reducir el impacto visual y auditivo del tráfico sobre la fauna.
- 6. Cerramiento o pantalla lateral al paso continuos con el cerramiento perimetral (sin dejar huecos ni discontinuidades).
- 7. En pasos superiores multifuncionales, buen acondicionamiento de las franjas laterales (con tierras o zahorra, no con grava ni gravilla).
- 8. Medidas para evitar usos inadecuados en el paso, y especialmente para evitar el paso de vehículos si se trata de un paso específico para la fauna.
- 9. Ausencia de impedimentos a los desplazamientos de fauna en los accesos de la estructura.

**Vigilancia en la construcción de pasos inferiores**

- 1. Dimensiones y ubicación correctas de acuerdo con el Proyecto Constructivo.
- 2. Buen drenaje de los accesos de la estructura para evitar que su interior se inunde o para facilitar un rápido desagüe después de períodos de avenidas.
- 3. Diseño correcto de las adaptaciones para facilitar el paso de fauna por el interior de los drenajes: banquetas laterales, rampas de acceso, etc.
- 4. Selección adecuada de especies y de técnicas para la revegetación de los accesos al paso: especies autóctonas, resistentes al estrés hídrico y a las condiciones de la superficie del paso, períodos de plantación adecuados, etc.
- 5. Diseño de la revegetación de la superficie y los accesos adecuada, que facilite la conducción de los animales hacia el paso y que se integre de manera correcta en el entorno del paso estableciendo una adecuada continuidad con los hábitats adyacentes.
- 6. Cerramiento perimetral adosado a las aletas del paso (sin dejar huecos ni discontinuidades).
- 7. En pasos inferiores multifuncionales con uso compartido con caminos: buen acondicionamiento de las franjas laterales (con tierras o zahorra, no con grava ni gravilla).
- 8. En pasos inferiores multifuncionales con uso compartido con cauces fluviales: buen acondicionamiento del cauce aguas arriba de la estructura, para evitar arrastres excesivos de materiales, y aguas abajo de la misma, para evitar socavamiento del lecho por erosión.
- 9. Medidas para evitar usos inadecuados en el paso, y especialmente para evitar el paso de vehículos si se trata de un paso específico para la fauna.
- 10. Ausencia de impedimentos a los desplazamientos de fauna en los accesos de la estructura.



Figura 4.5. Principales aspectos a controlar en la fase de construcción de un paso superior específico para la fauna.

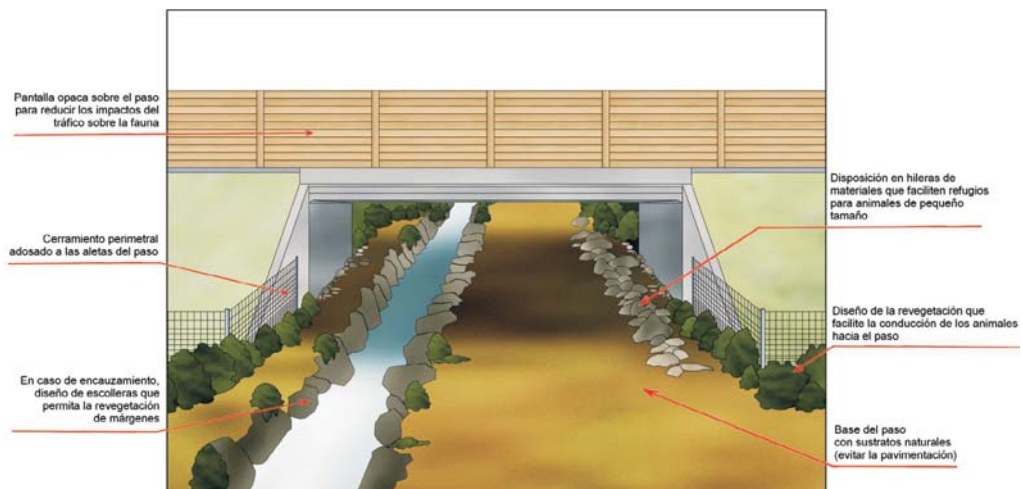


Figura 4.6. Principales aspectos a controlar en la fase de construcción de un paso inferior multifuncional, en el que se combina el paso de fauna con el cruce de un curso fluvial encauzado.



Figura 4.7. Principales aspectos a controlar en la fase de construcción de una estructura de drenaje adaptada para facilitar el paso de animales terrestres.





### Objetivo de la actuación

- Comprobar que la afección de las obras en los hábitats adyacentes a las estructuras transversales es mínima y que se ejecutan correctamente las actuaciones de revegetación en los accesos a los pasos. También se incorporarán al seguimiento áreas de especial interés afectadas por instalaciones auxiliares, préstamos, vertederos y/o caminos de acceso.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Accesos de las estructuras transversales (seleccionadas de acuerdo con los criterios indicados en la Ficha 1) con un mayor grado de vigilancia y exigencia en ecoductos, pasos específicos para la fauna y viaductos. Por accesos se entienden las zonas más próximas a las embocaduras incluidas en las zonas de ocupación de obras, y que serán objeto de acondicionamiento y revegetación después de finalizar los movimientos de tierras y construcción de la estructura.
- Hábitats adyacentes a las estructuras transversales en un radio de 100 m a partir de sus embocaduras, que supondría la cuenca de captación principal de la fauna que potencialmente podría utilizar cada una de estas estructuras. La supervisión de esta área vendrá determinada por el tipo de vía y el interés de conservación del tramo (Tabla 4.1).

### Método de control

- El procedimiento básico consistirá en la aplicación de controles de vigilancia en los accesos y, en los casos en los que se establezca la necesidad, también en los hábitats adyacentes a las estructuras transversales en un radio mínimo de 100 m (Figura 4.8).
  - En ecoductos, viaductos y pasos específicos para la fauna el nivel de exigencia debe ser máximo,

con el fin de mantener la integridad de los hábitats situados en el entorno de estas estructuras. La realización de un jalonamiento específico permitirá que la superficie alterada sea la mínima posible, y será de utilidad para garantizar que se conserva la integridad de los hábitats y se restablecen con mayor rapidez los flujos de fauna al finalizar la construcción de la estructura. Se deberá controlar que no se producen vertidos o tránsito de maquinaria que no resulte imprescindible, ni se disponen caminos de obra, almacenes de material, plantas asfálticas u otras actividades complementarias que afecten el entorno de estas estructuras. Así mismo, se supervisarán de forma detallada los labores de revegetación y restauración, en el caso de que éstas estuviesen indicadas.

- En los distintos tipos de estructuras transversales restantes: comprobar que se minimiza la alteración de los sectores adyacentes a los accesos, y que se ejecutan correctamente las revegetaciones prescritas.
- La lista de chequeo orientativa para el desarrollo de las tareas de vigilancia relativas a este ámbito se presenta al final de esta ficha.

### Fase de aplicación

- Construcción

### Frecuencia de control

- Semanal durante todo el período de construcción de las estructuras.

### Indicadores

- Las variables que serán objeto de seguimiento serán las que permitan la comparación con el estado de

Tabla 4.4. Aspectos objeto de seguimiento, en función del tipo de vía y del valor del tramo.

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo	Medio	Alto	Extra.
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	Accesos	Accesos	Accesos	Accesos
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	Accesos	Accesos	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes

los hábitats adyacentes en la fase previa al inicio de las obras. En particular la evaluación se centrará en los siguientes aspectos:

- Superficie de hábitat no alterado por la obra, tomando como referencia la caracterización inicial (Ficha 1).
- Distancia de las embocaduras a la vegetación arbórea o arbustiva de los hábitats adyacentes.
- Lista de control de aparición de actividades incompatibles con el paso de fauna por la estructura, procediendo a su caracterización en el caso de ser detectadas y considerando su superficie y ubicación.

### Umbral de efectividad

- La vigilancia debe asegurar el cumplimiento de todas las prescripciones incluidas en el proyecto constructivo y que deberán dar cumplimiento a las condiciones establecidas en la DIA, admitiendo sólo

aquellas desviaciones del proyecto debidamente justificadas, siempre y cuando éstas no repercutan en una disminución de la efectividad de las medidas correctoras.

- Se considerará un impacto crítico la alteración del entorno de los pasos de fauna más allá del jalonamiento que delimita la zona de obras, así como el establecimiento de actividades inadecuadas relacionadas con la fase de construcción (zonas de acopio de materiales, parques de maquinaria u otros elementos) que causen destrucción de los hábitats o perturbaciones muy relevantes en éstos, como por ejemplo, ruido o iluminación durante la noche.

### Informes

- Informes rutinarios mensuales
- Informes extraordinarios: para notificar las alteraciones severas que requieran una rápida actuación para su corrección.

## Modelo de lista de chequeo – ASPECTOS A CONTROLAR

### Vigilancia de los accesos de las estructuras transversales durante la fase de construcción

- 1. Límites del jalonamiento que delimitará la zona de ocupación de obras.
- 2. Estado general del entorno, contrastando con la caracterización inicial (véase Ficha 1).
- 3. Superficie de hábitat no alterado, tomando como referencia la caracterización inicial (véase Ficha1).
- 4. Ejecución de las revegetaciones (especies utilizadas y estado de las mismas).
- 5. Diseño de las revegetaciones en las embocaduras (adecuada conexión con los hábitats adyacentes a la estructura).
- 6. Labores de restauración de zonas que hayan sido alteradas.
- 7. Presencia de vertidos: ubicación y superficie ocupada.
- 8. Tránsito de maquinaria: ubicación y niveles de intensidad de tránsito.
- 9. Actividades desarrolladas en el entorno: descripción y ubicación.



### Modelo de ficha de toma de datos

#### Vigilancia del entorno de las estructuras transversales durante la fase de construcción

Vía		Tramo		PK Inicial		PK Final	
Coordenadas UTM inicio (X,Y)				Coordenadas UTM final (X,Y)			
Fecha inspección		Hora		Responsables de la inspección			
Estructura		Embocadura	Integridad del entorno <sup>1</sup>	Localización de alteraciones		Observaciones y/o medidas a considerar	
Código	PK						
Observaciones							

<sup>1</sup> Se toma como referencia el estado inicial, previo a la construcción (véase Ficha 1) y se mide según la escala:

- MB: Muy Buena    100% conservado sin alteraciones
- B: Buena        >75% bien conservado
- R: Regular      50-75% bien conservado
- M: Mala         <50% bien conservado, el resto ha sufrido alteraciones



Figura 4.8. Área sujeta a control de los hábitats adyacentes a una estructura. Ejemplo práctico: paso superior específico (pk 66+500) en la autovía A-231 en la provincia de Palencia. Base cartográfica: SigPac, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España.



### Objetivo de la actuación

- Supervisar la correcta instalación del cerramiento perimetral.

### Aspecto objeto de seguimiento

- La totalidad del cerramiento perimetral, así como sus elementos asociados como puertas de acceso o dispositivos de escape de fauna, en caso de que los hubiera.

### Método de control

- El procedimiento básico consistirá en el control de los materiales utilizados (en particular los tipos de mallas) y en la realización de inspecciones periódicas a las obras de instalación de los vallados, para controlar, con el apoyo de listas de chequeo, que los trabajos se ejecutan correctamente de acuerdo con lo establecido en el Proyecto Constructivo y dando cumplimiento a los condicionados de la DIA. La lista de chequeo orientativa para el desarrollo de esta tarea de vigilancia se presenta al final de esta ficha.
- En particular se controlará:
  - Que el tipo y dimensiones de la malla utilizada para el vallado y los refuerzos (en caso de que los hubiera) son los adecuados para contener la entrada de las especies a las que va destinado el vallado.
  - Que los postes de sujeción cuentan con una adecuada cimentación y se instalan a distancias adecuadas en función de las especies presentes en el tramo.
  - Que la instalación de la malla permite un ajuste completo a la base del terreno, sea enterrándola en los primeros centímetros o con anclajes que imposibiliten la entrada de animales por levantamiento de la malla.
  - Que el cerramiento se ajusta correctamente a las aletas de las estructuras transversales, a los estribos de los viaductos o a las pantallas laterales instaladas en pasos superiores a la vía, sin dejar discontinuidades que permitan el acceso de la fauna silvestre a las plataformas de las vías.
  - Que el cerramiento no contacta directamente con la vegetación arbustiva o arbórea del entorno (evitando así que algunas especies puedan trepar por la vegetación y acceder a la parte superior del cerramiento).
  - En caso de vallados discontinuos, que el inicio y final de los cerramientos se encuentran en los pun-

tos kilométricos prescritos y que conducen a los animales hacia puntos por los que podrán cruzar la vía con seguridad (preferentemente túneles, viaductos u otro tipo de estructuras transversales).

- Para el caso de que existan dispositivos de escape, se comprobará la localización y adecuada ejecución, así como la instalación de elementos que faciliten la detección del dispositivo por los animales que pudieran haber quedado atrapados en el interior de un tramo vallado. En caso de que los dispositivos estén constituidos por rampas, se controlará una correcta construcción de los acopios de materiales que la constituyen de manera que permitan el ascenso de animales hasta una altura adecuada para saltar la valla y salir de la vía. En el caso de dispositivos constituidos por puertas se controlará la funcionalidad de las partes móviles y se comprobará su correcto funcionamiento, de manera que no puedan, en ningún caso, constituir un punto de entrada al tramo vallado.
- De manera general, se controlará que en el proceso constructivo se causa la mínima perturbación a los hábitats adyacentes a la vía.

### Fase de aplicación

- Construcción

### Frecuencia de control

- Se realizará un seguimiento semanal durante la fase de instalación.
- En los casos en que el período transcurrido desde la instalación a la recepción de la obra sea mayor de 6 meses, se realizarán controles para verificar el estado del cerramiento con la misma frecuencia que si la vía hubiera entrado en funcionamiento (control semestral o anual según los casos, véase Ficha 13).

### Indicadores

- Extensión del tramo con cerramiento de acuerdo con el proyecto de construcción.
- Número y tipo de deficiencias observadas en el vallado en relación a la longitud de cerramiento controlado.
- Número y tipo de deficiencias observadas en los dispositivos de escape en los puntos definidos en el proyecto constructivo.

### Umbrales de efectividad

- La vigilancia debe asegurar el cumplimiento de todas las prescripciones incluidas en el proyecto

constructivo y que deberán dar cumplimiento a las establecidas en la DIA, admitiendo sólo aquellas desviaciones del proyecto debidamente justificadas y únicamente si se asegura la adecuada funcionalidad del elemento alterado respecto de las previsiones iniciales.

- Se considerarán impactos críticos, en tramos con vallados discontinuos, la ausencia de cerramientos que se hubieran prescrito para la conducción de la fauna silvestre a las estructuras habilitadas para el paso de fauna.
- También se considerarán impactos críticos el uso de materiales inadecuados, o cualquier deficiencia en la ejecución del vallado que permita que la irrup-

ción en las plataformas de las vías, de animales que supongan un alto riesgo para la seguridad vial. Asimismo, se considerará un impacto crítico si la inadecuada ejecución del vallado constituye un riesgo de atropello de especies amenazadas cuya presencia hubiera sido establecida en los trabajos previos al inicio de las obras.

**Informes**

- Informes rutinarios mensuales.
- Informes extraordinarios de carácter puntual, que serán emitidos para notificar situaciones que revisitan gravedad y requieran una actuación rápida.

**Modelo de ficha de toma de datos**

**Vigilancia de la instalación del cerramiento perimetral**

Vía	Tramo	PK Inicial	PK Final		
Coordenadas UTM inicio (X,Y)			Coordenadas UTM final (X,Y)		
Fecha inspección		Hora	Responsables de la inspección		
Tramo (PK inicio – PK Final)	Tipo de malla	Materiales	Altura	Ajuste de la base	Postes de sujeción
Observaciones					

**Modelo de ficha de toma de datos**

**Vigilancia de la instalación de los dispositivos de escape**

Vía	Tramo	PK Inicial	PK Final		
Coordenadas UTM inicio (X,Y)		Coordenadas UTM final (X,Y)			
Fecha inspección		Hora	Responsables de la inspección		
Dispositivo de escape		Materiales	Funcionamiento	Deficiencias observadas	Observaciones
Código	PK				
Observaciones					

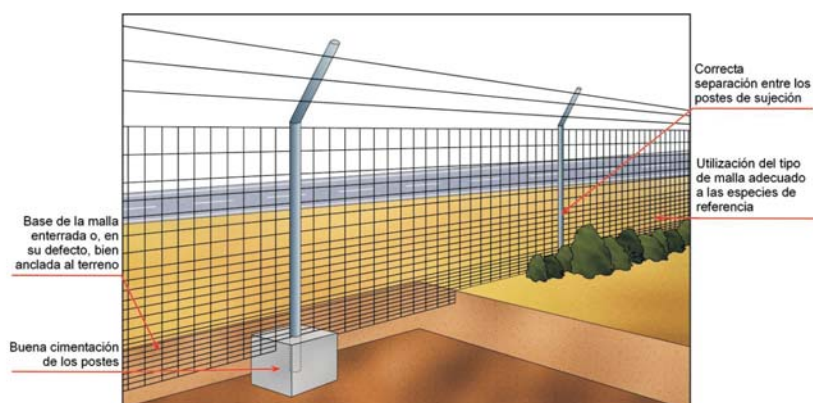


Figura 4.9. Principales aspectos a controlar en la fase de construcción en relación con la instalación del cerramiento perimetral.





### **Objetivo de la actuación**

- Identificar los vertebrados presentes en los hábitats adyacentes al trazado de la infraestructura y establecer la distribución y abundancia relativa de las distintas especies, para comparar los datos con los obtenidos en la fase previa al inicio de las obras (véase Ficha 2), con la finalidad principal de conocer si la ejecución de la obra conduce al alejamiento o la desaparición de alguna especie o grupo de fauna respecto del entorno de la infraestructura. La comparación de los valores de abundancia de vertebrados en el entorno obtenidos a lo largo de la fase de obra con los correspondientes a los muestreos llevados a cabo antes de su inicio permitirá detectar la aparición de cambios en las poblaciones de vertebrados asociables a la construcción de la vía. Estos cambios, generados antes incluso de que el proyecto sea una barrera física para el tránsito de animales, pueden alertar de problemas en las poblaciones de vertebrados que requieran la adopción de medidas de corrección extraordinarias. Igualmente, dichos cambios deberán ser tenidos en cuenta a la hora de valorar la generación de un efecto barrera por la infraestructura ya terminada y el período de adaptación de la fauna a la misma. Se valorará en cada proyecto la necesidad de incorporar las áreas de especial interés afectadas por instalaciones auxiliares, préstamos, vertederos y/o caminos de acceso.
- Este tipo de seguimiento sólo se recomienda para los tramos con nivel de seguimiento avanzado, y no para los de tipo básico, ya que las comunidades faunísticas sufren alteraciones de su comportamiento durante la fase de obras a consecuencia de las perturbaciones derivadas de los movimientos de tierras, tránsito de maquinaria, etc., pero posteriormente puede restablecerse la situación previa al inicio de las obras. Por ello, esta actuación sólo se verá justificada en caso de que se requiera la obtención de datos en zonas de alto valor para la fauna.

### **Aspecto objeto de seguimiento**

- Comunidad de vertebrados, siendo de particular interés todas aquellas especies que aparecen recogidas en el apartado 3.4.2.

### **Método de control**

- Se aplicará el mismo método de control que se haya utilizado en la fase previa al inicio de las obras (véase Ficha 2), ya que los datos obtenidos deben ser comparables.
- Las estimas se realizarán en los tramos previamente definidos de acuerdo con la Ficha 2.
- La metodología deberá ser específica, adecuándose a las especies o grupos faunísticos de referencia, siguiendo los métodos aplicados en la ejecución de las actuaciones indicadas en la Ficha 2. Si aparecen especies que deban ser objeto de seguimiento y que no hubiesen aparecido en la fase previa al inicio de las obras, los métodos a aplicar se decidirán de acuerdo con lo indicado en la Ficha 2.
- En aquellas áreas en las que estén presentes especies de máximo interés de conservación, incluidas en el epígrafe a del apartado 3.4.2 (capítulo 3), será necesaria la aplicación de seguimientos ecológicos particulares que permitan estimar densidades reales de dichas especies (censos o recuentos).

### **Fase de aplicación**

- Construcción

### **Frecuencia de control**

- Se aplicarán las mismas frecuencias de muestreo que en la fase previa al inicio de las obras (Ficha 2).
- La periodicidad de las campañas vendrá determinada por el interés de conservación del tramo en cuestión (Tabla 4.5). Cada una de las campañas puede estar constituida por diferentes tipos de muestreos, según las especies.

Tabla 4.5. Número mínimo de campañas de estima de abundancia de los vertebrados terrestres por año, en función del tipo de vía y del valor del tramo.

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo	Medio	Alto	Extra.
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	–	–	2	2
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	–	1	2	2
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	1	1	2	2

### Indicadores

- Se calcularán los indicadores definidos en la Ficha 2.

### Umbral de efectividad

- Los umbrales deberán definirse de manera específica para cada caso, teniendo en cuenta para ello:
  - a) La especie a analizar y su ciclo biológico.
  - b) La variabilidad estacional e interanual de dicha especie.
  - c) La variabilidad registrada en el estudio de referencia elaborado en la fase previa al inicio de las obras.
- Integrando toda esta información, será posible detectar cambios en la abundancia de las especies o grupos taxonómicos objeto de seguimiento en los hábitats adyacentes a la infraestructura superiores al rango de variabilidad esperable, y que no puedan

justificarse por causas ajenas a la vía. La aparición de cambios notables en estos valores, superiores a los justificables por la variabilidad natural de las poblaciones (p.ej. ciclos poblacionales) o por condiciones particulares ajenas al proyecto (meteorología del año, incidencia regional de enfermedades...), indicarán efectos del proyecto sobre ellas. Si estos cambios afectan a especies de interés especial (epígrafe a del apartado 3.4.2), se considerará que se ha alcanzado un umbral crítico y ello conllevará el establecimiento y aplicación de medidas para reducir o revertir estos efectos.

### Informes

- Informes rutinarios mensuales: la información procedente de las campañas de muestreo se incluirá en los informes rutinarios relativos a todas las actividades del PVA cuando proceda, es decir, sólo en aquellos meses en los que se hayan obtenido resultados.

### Objetivo de la actuación

- Identificar qué especies cruzan la vía utilizando los pasos de fauna y otras estructuras transversales, así como determinar con qué frecuencia lo hacen.
- En los seguimientos ecológicos establecidos en casos particulares en las que los trazados afecten a especies amenazadas o de especial interés, es recomendable la aplicación de métodos que permitan alcanzar un objetivo más complejo; en estos casos se tratará de determinar si los cruces de individuos por los pasos de fauna son suficientes para garantizar la conservación a largo plazo de los núcleos de población afectados por el efecto barrera del trazado. Este objetivo requiere la aplicación de técnicas complejas que no se prescriben en los casos del seguimiento básico y avanzado asociados al PVA y no se detallan en este documento.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Se controlarán las estructuras transversales a la vía, en mayor o menor número según el nivel de seguimiento a aplicar en el tramo. Cada una de las estructuras que sea sometida a seguimiento deberá ser previamente caracterizada mediante la recopilación de una serie de parámetros (véase modelo al final de la ficha).
- En el caso de seguimientos aplicados en tramos de nivel básico, se controlarán únicamente los pasos de fauna, así como otras estructuras que pudieran resultar de especial interés para la permeabilidad del tramo.
- En el caso de seguimiento en tramos que requieren nivel avanzado, se controlarán además de todos los pasos de fauna específicos, una muestra representativa del resto de estructuras transversales, incluyendo los distintos tipos de pasos multifuncionales y drenajes. Aunque es difícil determinar el tamaño de la muestra para que sea representativa, ésta debería estar constituida por al menos el 20-30% de cada tipo de estructuras.
- Para completar la evaluación de la permeabilidad global de tramos que afecten a áreas de interés alto o extraordinario, es aconsejable llevar a cabo también el seguimiento de los cruces de fauna que se producen a través de viaductos, falsos túneles o túneles. Este tipo de estructuras requiere técnicas de seguimiento específicas (véase Ficha 10).

### Método de control

- Como la tipología de estructuras es variada, se plantea la existencia de diversos tipos básicos de se-

guimiento de este aspecto, que se describen en las Fichas indicadas en cada caso:

- Se utilizará como método general el **registro de huellas** mediante polvo de mármol, barro o arena de grano fino (Ficha 8).
- En áreas con especies cuyo estado de conservación sea de especial interés y cuyas huellas estén sujetas a confusión (ej. gato montés, lobo, visón europeo, etc.) se empleará de forma complementaria un **sistema fotográfico** de detección automática (Ficha 9). Este método también será empleado en aquellas situaciones en las que se considere conveniente (p.ej. la presencia de agua o humedad excesiva en el paso que impida mantener una superficie de registro adecuada para el control de huellas).
- En viaductos y túneles de gran amplitud, cuyo control resultaría muy complejo debido a sus características estructurales, se utilizará como método la realización de transectos de **registro de indicios de presencia**, tanto en la superficie como en los accesos al paso (Ficha 10). En viaductos y túneles de menor anchura se empleará el mismo método que para los pasos específicos de fauna.
- El seguimiento de la utilización de las estructuras por los peces requerirá una metodología específica (Ficha 11).

### Fase de aplicación

- Funcionamiento de la vía.

### Frecuencia de control

- Las labores de seguimiento se realizarán durante un mínimo de 3 años, aunque podrá ser ampliados a 5 en áreas de especial interés de conservación.
- Se aconseja la realización de un mínimo de 2 campañas anuales (que se ampliará hasta 4 en áreas de valor extraordinario; véase tabla 4.6):
  - Primavera, correspondiendo con períodos en los que la mayor parte de los vertebrados incrementan su densidad y actividad.
  - Otoño, especialmente interesante para ungulados, así como para otras especies de mamíferos que aumentan su movilidad en este período.
- El período de seguimiento anual quedará definido según el interés del tramo en cuestión (véase apartado 3.4.2) y se reajustará tras la evaluación de los

resultados obtenidos al término del cada año. La intensidad del seguimiento quedará por lo tanto, modulada para cada situación. En tramos de interés bajo y medio, tras las dos primeras campañas, el seguimiento se podría reducir a una única campaña anual (Tabla 4.6). En tramos de interés alto y ex-

traordinario en los que se deben llevar a cabo cuatro campañas anuales, sólo a partir del segundo año, si los resultados así lo permiten, se podría pasar a dos campañas anuales. El número de campañas de control puede verse incrementado si los resultados no son satisfactorios.

Tabla 4.6. Número mínimo de campañas de muestreo por año en función del tipo de vía y del valor del tramo. Para la interpretación de los valores indicados entre paréntesis, véase texto.

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo	Medio	Alto	Extra.
	10 días/paso		15 días/paso	
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	1	1 (2)	2 (4)	4
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	2	2	2 (4)	4
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	2	2	2 (4)	4

– Como criterio general, cada estructura se controlará hasta alcanzar un mínimo de 10 días de seguimiento válidos por campaña, considerando únicamente aquellos días en los que no se haya producido ninguna incidencia que haya alterado los posibles registros de paso de animales a través de la estructura. En tramos de interés alto y extraordinario el seguimiento se prolongará hasta lograr como mínimo 15 días válidos por estructura y campaña.

### Indicadores

- Para la evaluación del grado de efectividad de cada estructura se obtendrán los siguientes indicadores:
  - Número total de especies que la han utilizado durante el período total de control.
  - Frecuencia de uso por parte de cada especie expresado como número de días en que se registra el uso de cada especie por unidad de tiempo de control. Habitualmente se expresa, para cada especie, como Número de días en los que se registra el paso / 10 días de control.
  - Porcentaje de las especies de referencia, a las que va destinada la estructura y que estén presentes en los hábitats adyacentes al tramo, que utilizan la estructura como paso.

2. Para la evaluación del grado de efectividad del conjunto de estructuras de un tramo, se obtendrán los siguientes indicadores:

- Para cada una de las especies de referencia, se identificará el número de estructuras utilizadas por unidad de longitud. Habitualmente se expresa como Número de estructuras utilizadas / km de vía.
- Para facilitar la comparación con los umbrales de referencia, se aportará la distancia entre pasos que han sido utilizados por los distintos grupos taxonómicos de referencia. Como mínimo se aportará la distancia entre los pasos utilizados por carnívoros y entre los pasos utilizados por ungulados.

Estos indicadores se deberán complementar, en los casos en que exista una especie de referencia en concreto, con los que sean designados por los expertos en la ecología de los taxones afectados

### Umbrales de efectividad

Para evaluar la idoneidad de los parámetros observados se trabajará a dos escalas. En primer lugar, y dado que el objetivo general es la reducción del efecto barrera en el sistema natural, se desarrollará una valoración de la permeabilidad global del tramo, es decir,

del conjunto de resultados obtenidos en las diversas estructuras transversales integradas en un mismo tramo de la infraestructura. Sin embargo, una evaluación estructura por estructura del uso de las mismas por la fauna complementa la visión anterior, ya que puede alertar sobre la existencia de problemas en ellas o en sus accesos. Así, idealmente se debería poder constatar el uso de cada estructura destinada al paso de fauna por aquellas especies presentes en el área para las que resulta idónea (véase documento 1 de la serie), o analizar las razones por las que esto no ocurre.

A cualquiera de las dos escalas, el establecimiento de umbrales numéricos estandarizados y de amplia utilización es poco factible, dada la variabilidad existente de situaciones, densidades poblacionales, etc. No obstante, el contraste de los datos obtenidos en las estructuras con los resultados de las estimas de abundancia de las especies en los hábitats adyacentes, obtenidos en el propio seguimiento, puede contribuir a ajustar estos umbrales en cada caso.

– Teniendo en cuenta estas consideraciones y en función de los dos niveles de utilización distinguidos, se diferencian a su vez dos niveles de efectividad de las medidas.

1. Efectividad de la estructura transversal para el paso de fauna

Se considerará que la efectividad es satisfactoria si se registra el paso de la especie o especies de referencia para las cuales se diseñó la estructura. Se incorporarán en el análisis únicamente las especies que estén presentes en los hábitats adyacentes al paso con una abundancia media o alta (véase métodos de estima en Ficha 2). En función de la abundancia de estas especies y del valor del tramo afectado podrán establecerse umbrales más o menos rigurosos. Así, si la estructura se ubica en tramos de valor Bajo o Medio se podrá establecer que una estructura es efectiva cuando se registra el uso, al menos esporádico, de las especies abundantes en el entorno, mientras que para tramos de valor Alto o Extraordinario se requerirá que el uso sea regular (que la especie sea detectada al menos una vez en cada campaña de muestreo).

2. Efectividad de la permeabilización del tramo al paso de la fauna:

Como mínimo, se garantizará que existe una estructura utilizada por pequeños y medianos vertebrados por cada km de vía, y una estructura utilizada por ungulados y otros grandes mamíferos por cada 3 km de vía, para dar cumplimiento a los estándares establecidos en el documento 1

de esta serie, sobre Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (MMA 2006).

Este nivel de análisis inicial se completará, en cada caso, con los criterios establecidos por los expertos que participen en la evaluación de la efectividad, y sobre la base de los conocimientos eco-etológicos de las especies que se encuentren en los hábitats adyacentes al tramo de estudio, y de sus requerimientos de permeabilidad. Para facilitar esta evaluación, será necesario que aparezcan de forma conjunta los datos de abundancia de las especies en los hábitats adyacentes a la vía y el uso de éstas por las distintas estructuras transversales a dicha vía.

– Los resultados obtenidos por tramo se representarán gráficamente. Se aportan dos modelos en la Figura 4.10.

– La efectividad deficiente de las estructuras transversales resulta especialmente preocupante en aquellos tramos en los que la infraestructura en cuestión discurre por áreas de valor extraordinario. En estos casos, si se comprueba que, tras el primer año de seguimiento los distintos pasos no son efectivos, de forma complementaria al seguimiento rutinario deberán iniciarse estudios detallados, ya sea de las características del paso o de los requerimientos y estatus poblacional de la especie o las especies en cuestión, a través de los cuales se analicen las posibles causas. A partir de estos estudios se podrán establecer nuevas medidas.

– A continuación se exponen dos casos ficticios con los cuales se ejemplifica la interpretación de los resultados para dos especies abundantes en los hábitats adyacentes a un tramo de una autovía sujeta a labores de seguimiento:

- **Caso 1:** Se examina la frecuencia de utilización por el tejón (*Meles meles*) de las distintas estructuras transversales presentes en un tramo de 15 km de una autovía. Los resultados provienen de una campaña de seguimiento en la cual cada estructura se controló hasta obtener 10 días válidos. Los registros obtenidos se muestran al final de la ficha.

En este caso, al examinar los resultados se observa que los tejones han hecho uso de numerosas estructuras a lo largo del tramo e incluso en repetidas ocasiones. Este dato permite conocer la frecuencia de uso de cada estructura. El cálculo del número de estructuras utilizadas por cada km permitirá determinar si el con-

junto del tramo se encuentra adecuadamente permeabilizado (al menos 1 estructura utilizada por km), de acuerdo con el umbral indicado en el punto 2 para vertebrados medianos. En el ejemplo, el tramo en su conjunto alcanza el umbral de efectividad requerido.

- Caso 2: Utilización registrada para el corzo (*Capreolus capreolus*) tras una campaña de seguimiento en el mismo tramo de autovía. Los registros obtenidos se muestran al final de la ficha.

En este segundo caso, todos los registros de corzo se concentran en una única parte del tramo, correspondiendo con las estructuras situadas en la última sección del mismo (derecha de la figura). Sin embargo, en el resto de las estructuras presentes en el tramo no se ha detectado en ninguna ocasión el tránsito de la especie, a pesar de que los muestreos previos habían puesto de manifiesto la abundancia de esta especie en otras zonas del tramo. A tenor de los resultados, el tramo en su conjunto no se encontraría permeabilizado de

forma efectiva, dado que no se alcanza el nivel de efectividad requerido en el punto 2 (al menos 1 estructura utilizada por 3 km de vía). Así mismo, los resultados ponen de manifiesto la necesidad de evaluar la falta de efectividad de las estructuras de una sección del tramo (de acuerdo con el umbral definido en el punto 1) y las posibles causas de ello, para tratar de corregir posibles errores o establecer mejoras que puedan incrementar la funcionalidad de las mismas y la permeabilidad del tramo en su conjunto.

**Informes**

- Informes rutinarios: cada mes se elaborarán informes con la descripción de las actividades realizadas, incluyendo todos los resultados del seguimiento.
- Informes de síntesis: se elaborarán con carácter trimestral o semestral, en los que se debe integrar toda la información obtenida, evaluándola de forma conjunta.




Registros de tejón obtenidos en cada una de las estructuras controladas, representadas por cuadrados negros, tras una campaña de seguimiento de 10 días de duración.



Registros de corzo obtenidos en cada una de las estructuras controladas, representadas por cuadrados negros, tras una campaña de seguimiento de 10 días de duración.

**Modelo de ficha de toma de datos**

**Caracterización de las estructuras transversales**

Vía	Tramo	Código estructura	PK estructura
Coordenadas UTM (X,Y)			
Fecha inspección	Hora	Responsables de la inspección	
Tipo <input type="checkbox"/> Obra drenaje <input type="checkbox"/> Paso inferior <input type="checkbox"/> Paso superior <input type="checkbox"/> Otro:			
Función <input type="checkbox"/> Específico <input type="checkbox"/> Mixto		Usos <input type="checkbox"/> Camino agrícola <input type="checkbox"/> Pista forestal <input type="checkbox"/> Carretera asfaltada <input type="checkbox"/> Drenaje <input type="checkbox"/> Otros:	
Sección <input type="checkbox"/> Rectangular <input type="checkbox"/> Circular <input type="checkbox"/> Otra:	Composición <input type="checkbox"/> Simple <input type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/> Triple <input type="checkbox"/> Otra:		Anchura subunidades (m)
Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Diámetro (m)   Índice de apertura
Material de construcción <input type="checkbox"/> Hormigón <input type="checkbox"/> Chapa corrugada <input type="checkbox"/> Otro:		Material de la base del paso <input type="checkbox"/> Hormigón <input type="checkbox"/> Chapa corrugada <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Otro:	
Presencia de un cauce <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Permanente		Profundidad de la lámina de agua (cm):	
Visibilidad de la boca opuesta <input type="checkbox"/> 0% <input type="checkbox"/> 25% <input type="checkbox"/> 50% <input type="checkbox"/> 100% <input type="checkbox"/> Otra:		Sección transversal de la vía <input type="checkbox"/> plana <input type="checkbox"/> terraplén <input type="checkbox"/> desmonte <input type="checkbox"/> talud 	
Presencia de banquetas laterales <input type="checkbox"/> En ambos lados de la estructura <input type="checkbox"/> Sólo en un lado		Dimensiones banquetas laterales (cm) Altura sobre la base del paso:   Altura sobre el nivel del agua: Anchura:   Pendiente rampa acceso (°):	
Estructuras adicionales <input type="checkbox"/> Barandilla <input type="checkbox"/> Vía de servicio <input type="checkbox"/> Arquetas <input type="checkbox"/> Mediana <input type="checkbox"/> Otras			
Cerramiento perimetral <input type="checkbox"/> Inexistente <input type="checkbox"/> Mal ajustado a las aletas del paso <input type="checkbox"/> Huecos bajo la malla <input type="checkbox"/> Instalación correcta Comentarios:			
Acceso a la estructura <input type="checkbox"/> Bajante escalonado; número escalones:   Altura escalones (cm): <input type="checkbox"/> Rampa encachado; pendiente (°): <input type="checkbox"/> Rampa hormigón; pendiente (°): <input type="checkbox"/> Escollera; pendiente (°): <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Otras			
Labores de revegetación (breve descripción)			
Vegetación circundante			
Embocadura A: Distancia a vegetación arbustiva <sup>1</sup> (m)		Distancia a masa forestal (m)	
Embocadura B: Distancia a vegetación arbustiva <sup>1</sup> (m)		Distancia a masa forestal (m)	
Especies detectadas en el entorno del paso			
Seguimiento realizado Método:		Período de seguimiento:	
Observaciones			

<sup>1</sup> vegetación arbustiva del entorno



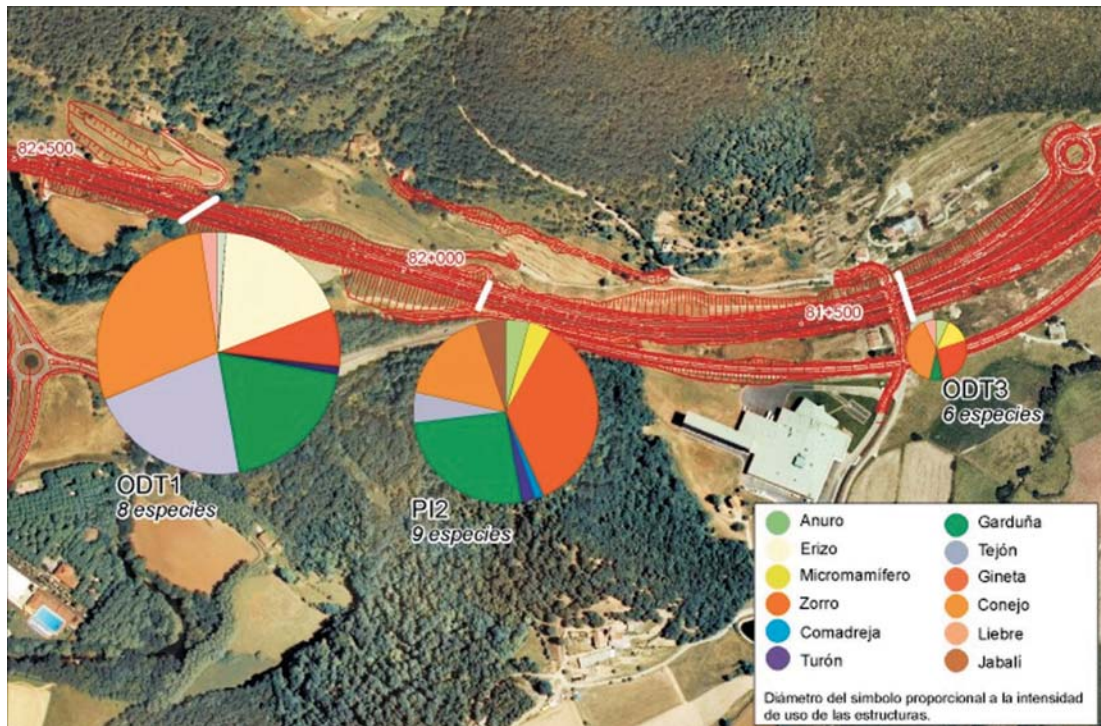
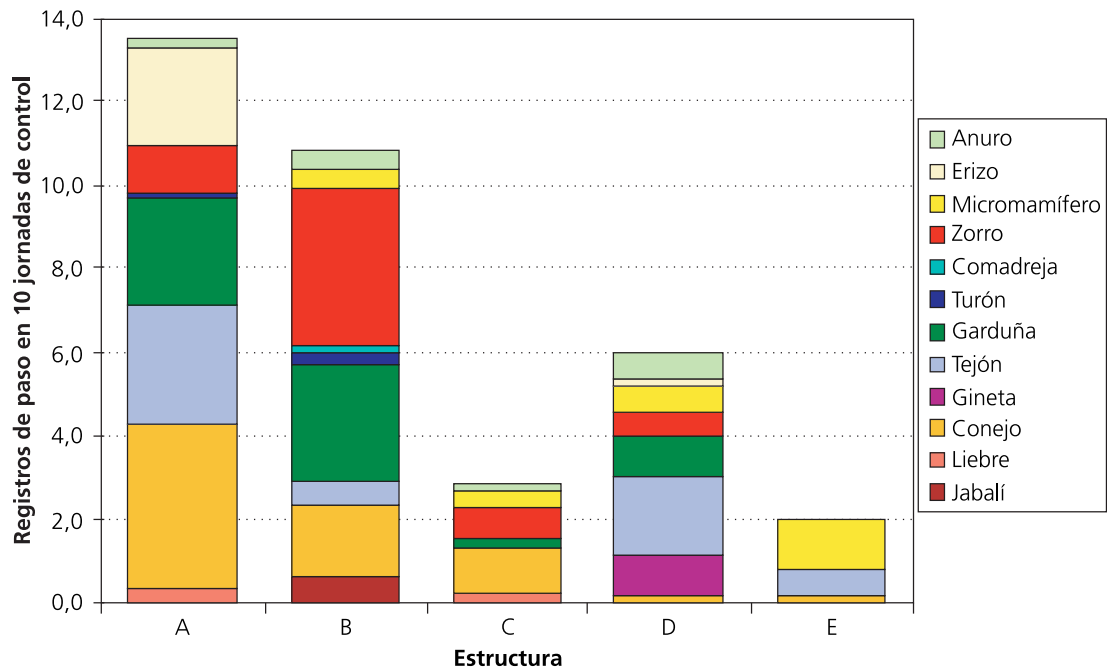


Figura 4.10. Dos modelos de presentación de los resultados por tramo: mediante un gráfico de barras que permite una rápida comparación de la intensidad de uso de las diferentes estructuras (arriba) y mediante gráficos que permiten apreciar el grado de utilización de cada estructura sobre una base cartográfica (abajo). Fuente: Minuartia. Seguimiento de pasos en la autovía A26, Ministerio de Fomento, 2006.

### **Método**

- Registro de huellas sobre bandas de sustrato adecuado para su impresión para controlar las especies que utilizan las estructuras transversales a la vía. Es el método común de control salvo en situaciones específicas en las que se emplearán métodos complementarios.

### **Descripción del método**

- Sustrato de registro: polvo de mármol (marmolina), limo de grano fino o lechos de tinta o parafina (Figuras 4.11 a 4.14).
- Se recomienda primeramente barrer la base sobre la cual se colocará la banda de control. Esta banda deberá ser de 1 m de ancho y cubrirá de un extremo a otro de la estructura, de forma perpendicular al eje mayor y hacia la mitad de ésta, o bien en el interior donde llegue luz natural suficiente, de este modo se facilitará la identificación de los registros. En áreas con grandes ungulados se recomienda un ancho de banda mayor (1,5 m) para aumentar la probabilidad de que queden impresas las huellas.
- En los drenajes con sustrato muy irregular (como la chapa corrugada), para lograr una superficie lisa sobre la que colocar la marmolina, se pueden emplear tabloncillos de madera de 1 m de ancho. En estos casos el espacio libre entre la madera y el suelo se debe rellenar con tierra para evitar que los animales de pequeño tamaño pasen por debajo sin ser detectados.
- En ocasiones puede ser aprovechado el barro acumulado en interior de los pasos, actuando éste como

superficie de registro, una vez allanado y alisado. En función de la consistencia del barro, puede hacerse necesario humedecerlo periódicamente, con el fin de garantizar la calidad de las impresiones.

- En estructuras de pequeñas dimensiones, o en el caso de banquetas laterales de un ancho inferior a 1 m, puede utilizarse como superficie de registro un lecho de tinta o parafina con polvo de carbón. Se debe situar en el centro del paso la base de tinta y a ambos lados, sendas láminas de papel, sobre las cuales quedarán impresas las huellas del animal que transite por la estructura (Figura 4.14).

### **Procedimiento**

- Revisión diaria de cada paso sujeto a control
  - 1º. Completar la ficha de control con los datos oportunos (véase a continuación propuesta de modelo de ficha).
  - 2º. Identificar las huellas que se encuentren en la superficie de registro (Figura 4.11). Para ello resulta imprescindible la experiencia en campo, además de requerir la utilización de documentación de apoyo (véase capítulo 5).
  - 3º. Una vez registrada la información se procederá a borrar las huellas para obtener de nuevo una superficie limpia de registros.
  - 4º. Una vez finalizado el período de seguimiento se debe recoger el material utilizado como superficie de registro, especialmente si se trata de polvo de mármol (marmolina).





Figura 4.11. Huellas sobre dos superficies de registro distintas: huellas de tejón sobre marmolina (izquierda) y huellas de gamo sobre arena fina (derecha). Fotos: TEG-UAM, Minuartia.



Figura 4.12. Disposición de la banda de control (arena grano fino) en un paso superior multifuncional. Foto: TEG-UAM.



Figuras 4.13. Disposición de la banda de marmolina en un drenaje de chapa corrugada. Fotos: TEG-UAM.



Figura 4.14. Lechos de tinta situados en una plataforma para facilitar el paso de fauna a través de un drenaje  
Foto: Hans Bekker.



## **Método**

- Registro de las especies que utilizan las estructuras transversales a la vía mediante captación de imágenes, básicamente fotografías, aunque también pueden registrarse vídeos. Se emplea de forma complementaria al registro de huellas en áreas con especies cuyo estado de conservación sea de especial interés y cuyas huellas estén sujetas a confusión (ej. gato montés, lobo, visón europeo, etc.) o cuando sea necesario por otras razones.

## **Descripción del método**

- Sistema de registro automático que deja constancia a través de fotografías, del paso de los animales por las distintas estructuras. El sistema consta de tres elementos fundamentales:
  1. Sensores de movimiento, de los cuales existen dos tipos básicos:
    - Sensores activos: de barrera o de haz de infrarrojos (Figura 4.17).
    - Sensor pasivo: detector infrarrojo pasivo, también denominado detector volumétrico o PIR (Passive Infra-Red).
  2. Cámara fotográfica, preferiblemente de tipo digital, por su mayor capacidad de almacenamiento y facilidad de procesamiento de la imagen. A la hora de seleccionar la cámara, hay que tener en cuenta la velocidad de disparo, que debe ser mínima, y siempre inferior a un segundo.
  3. Sistema de iluminación, existen los siguientes tipos:
    - Flash incandescente: destello luminosos para la captación de imágenes fijas durante la noche con color real.
    - LED de iluminación infrarroja: para la captación de imágenes mediante tecnología de visión nocturna. Este tipo de iluminación permite captar durante la noche secuencias de vídeo además de imágenes fijas y evita que el equipo sea descubierto al no producirse un destello luminoso visible.
  4. Fuente de alimentación de tipo autónomo (baterías de tamaño pequeño o mediano).
    - Entre los equipos que se comercializan se encuentran algunos que integran todos los ele-

mentos en un solo aparato. Aunque se trata de equipos de fotografía digital con tecnologías continuamente cambiantes, hay algunos aspectos claves a considerar en el momento de la elección. Concretamente, es necesario valorar la velocidad de disparo, el intervalo entre fotografías, así como la sensibilidad y la distancia de alcance del PIR. Cabe destacar que algunos de estos equipos permiten registrar imágenes fijas o grabar vídeos de corta duración con visión infrarroja.

## **Procedimiento**

- Revisión cada 2 ó 3 días de cada paso sujeto a control. La frecuencia de las revisiones dependerá de la autonomía de las baterías y la capacidad de almacenamiento de la cámara empleada.
  - 1º. Descargar los datos procedentes de la cámara:
    - Tipo digital mediante el puerto USB y un ordenador portátil (véase Figura 4.19).
    - Tipo analógico. Cuando el carrete se haya terminado o haya consumido el 80-85% de las fotos se sustituirá por otro y se procederá a su revelado.
  - 2º. Completar la ficha de control con los datos oportunos (véase a continuación modelo de ficha).
    - Los contactos fotográficos pueden corresponder a una o varias fotografías relativas a un mismo momento. Sólo mediante la hora de las fotografías es posible saber si se trata de fotos sucesivas o están espaciadas en el tiempo. Así, un contacto fotográfico relativo al registro de un zorro cruzando por un paso, puede estar constituido por 3 fotografías, porque el animal se ha detenido en el campo de visión de la cámara activando el sistema en tres ocasiones. De este modo, el número total de fotografías serían 3 pero el de contactos, sólo 1.
  - 3º. Identificar las especies que aparecen en las fotografías. Para ello resulta conveniente la utilización de documentación de apoyo (véase capítulo 5).
  - 4º. Los datos procedentes del control deberán almacenarse en soporte informático con el fin de generar una base de datos única.

**Modelo de ficha de toma de datos**

Utilización de estructuras transversales por la fauna – Sistema fotográfico

Ficha a completar en cada una de las jornadas de control de los sistemas de fotografía

Vía		Tramo		Código estructura		PK estructura	
Coordenadas UTM (X,Y)							
Fecha y hora de la instalación				Esquema de la disposición del sistema (orientación de los dispositivos)			
Tipo de cámara		Tipo de sensor					
<input type="checkbox"/> Analógica		<input type="checkbox"/> Activo (Infrarrojo)					
<input type="checkbox"/> Digital		<input type="checkbox"/> Pasivo (PIR)					
Resolución:							
Fecha inspección		Hora					
Responsables de la inspección							
Condiciones meteorológicas							
Número de jornadas		Nº de fotos control anterior		Nº de fotos control		Nº de contactos	
Contacto	Hora	Nº de fotos	Especie / Grupo	Dirección	Posición	Observaciones	
Observaciones							





Figura 4.15. Gato montés cruzando por un paso de la autovía A-40 (Cuenca). La identificación de esta especie requiere el uso de sistemas fotográficos, puesto que sus huellas pueden ser fácilmente confundidas con las de gato doméstico. Foto: TEG-UAM.

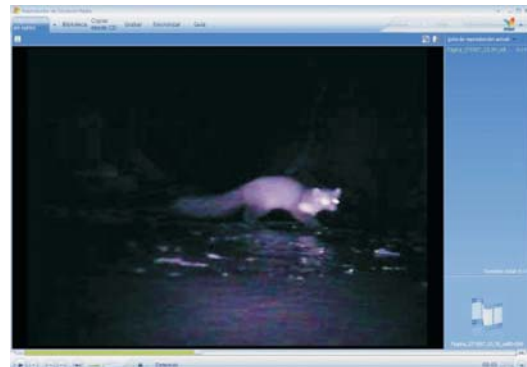


Figura 4.16. Vídeo de guarduña cruzando por un drenaje adaptado en la autovía A-26 (Girona). Fuente: Minuartia.

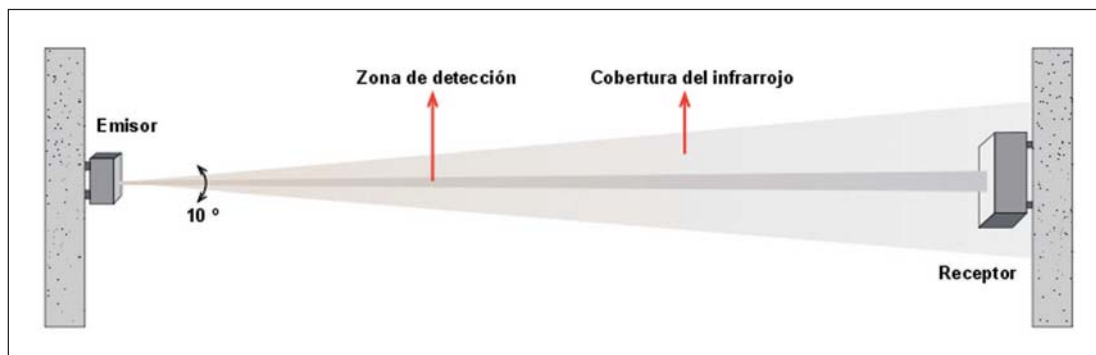


Figura 4.17. Esquema de la dispersión de la luz infrarroja y situación del haz de detección del detector de barrera (a partir de gráfico de Jesús Herranz).

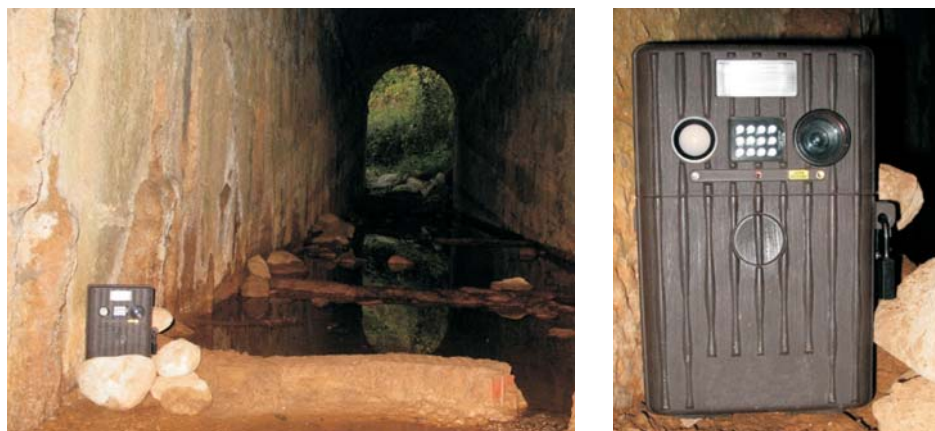


Figura 4.18. La velocidad de disparo es un factor determinante a la hora de obtener un correcto registro de las especies que hacen uso de los pasos. Si la velocidad es superior a un segundo, frecuentemente se producirá la pérdida de registros de especies que salen del área de enfoque de la cámara en un tiempo menor. Foto: TEG-UAM.





Figuras 4.19. Montaje de un sistema fotográfico en un paso inferior multifuncional y descarga de los datos de la cámara digital a un ordenador portátil. Fotos: TEG-UAM.



Figuras 4.20. Instalación de un sistema integrado con cámara digital, iluminación con flash o LED infrarrojo (para visión nocturna) y detector de infrarrojos pasivo (PIR), que se activa por cambios de temperatura al paso de los animales. Fotos: Minuartia.

### **Objetivo de la actuación**

- Determinar las especies de vertebrados terrestres que hacen uso de estas grandes estructuras transversales para cruzar de un lado a otro de la infraestructura. Este tipo de seguimientos es especialmente adecuado para evaluar la permeabilidad de tramos de infraestructuras situadas en áreas de valor Alto o Extraordinario en los que pueda ser necesario controlar tanto las especies que usan los pasos de fauna como las que se desplazan a través de estas grandes estructuras.

### **Aspecto objeto de seguimiento**

- Viaductos, túneles y falsos túneles.

### **Método de control**

- Registro de indicios de presencia de las distintas especies en las superficies situadas bajo los viaductos o sobre los túneles, mediante recorridos diseñados de manera parecida a los descritos para la abundancia de vertebrados en el entorno del trazado (véase Ficha 2).
- La metodología deberá adecuarse a la especie o grupo faunístico de interés.
- En viaductos y falsos túneles de dimensiones reducidas es posible aplicar el método de control mediante bandas de registro de huellas (véase Ficha 7).

### **Fase de aplicación**

- Funcionamiento de la vía.

### **Frecuencia de control**

- Muestreos de indicios una vez por campaña. El número de campañas quedará establecido según el interés del tramo y de la misma forma que para otro tipo de estructuras (véase Ficha 8).

### **Indicadores**

- Índices de abundancia de cada una de las especies registradas, en los recorridos de prospección realizados bajo los viaductos o sobre los túneles (o falsos túneles).

### **Umbrales de efectividad**

Se considerará que la efectividad es satisfactoria cuando:

- En viaductos se registre la presencia de las especies que estén presentes en los hábitats adyacentes al paso con una abundancia media o alta (véase métodos de estima en Ficha 2).
- En túneles y falsos túneles, se detecte la presencia de las especies que estén presentes en los hábitats adyacentes al paso con una abundancia media o alta (véase métodos de estima en Ficha 2)

### **Informes**

- Se llevarán a cabo informes rutinarios mensuales.
- Informes de síntesis con carácter trimestral o semestral y anual, en los cuales se debe integrar toda la información obtenida, teniendo en cuenta todas las tareas de seguimiento y evaluándola de forma conjunta.



Figura 4.21. Los transectos de detección de rastros permiten identificar la fauna que se cruza las vías por debajo de los viaductos. Foto: Eulalia Perapoch.



Figuras 4.22. Ejemplos de indicios: excremento de nutria y huellas de tejón. Fotos: Ferran Navàs.

### Objetivo de la actuación

- Determinar la ictiofauna que utiliza los drenajes adaptados para peces, así como otras estructuras detectadas como de interés para este grupo taxonómico.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Drenajes adaptados para peces y otras estructuras transversales ubicadas en cauces de interés ictícola.

### Métodos de control

- Existen diversos métodos de coste y aplicabilidad variable en función de las características del curso fluvial y de las especies ícticas consideradas. Independientemente del método escogido, debe tenerse en cuenta que la instalación de cualquier elemento en el interior del drenaje puede disminuir la capacidad hidráulica de la obra. Por ello, y dado que las cuestiones referentes a seguridad deben ser siempre prioritarias, es imprescindible realizar una comprobación previa de que dicha reducción no compromete su funcionamiento en relación a los caudales máximos de diseño para los que se calculó inicialmente el paso de agua.

### Descripción de los métodos

- El método básico que se describe en esta Ficha es el del trampeo con redes de tipo nasa (véase opción 1), aunque a continuación se indican tres métodos alternativos, más complejos (opciones 2, 3 y 4) y que requieren diseños específicos que deberán ser proyectados por expertos. Las principales opciones son:

1. Trampeo directo con redes de tipo nasa. Método generalista que permite capturar todos los peces que circulan aguas arriba. Puede aplicarse en una amplia variedad de situaciones. La principal limitación radica en que puede reducir la capacidad de drenaje de la estructura por acumulación de hojas y otros detritos en las redes. Requiere por tanto una revisión periódica y frecuente a fin de limpiar las trampas y extraer las capturas (véase procedimiento).

Las trampas utilizadas, así como sus anclajes en el cauce, deben ser lo suficientemente robustos como para resistir durante largos períodos en el agua. Al mismo tiempo, las trampas deben ser lo suficientemente grandes para acoger en buenas condiciones a los peces capturados antes de ser extraídos. En relación con la luz de malla, cuan-

to menor sea ésta más amplio será el rango de capturas obtenidas (grupos de edad o incluso especies), aunque aumentarán los problemas de colmatación del dispositivo con detritos. La luz de malla mínima aplicable es de 1 cm.

2. Contadores de peces. Existen diversos modelos comercializados de contadores de peces, ya sean basados en resistividad eléctrica o en haces de infrarrojos. Todos ellos requieren instalaciones fijas donde se coloca el aparato registrador. Se trata de dispositivos complejos que a menudo son sólo aplicables en situaciones muy particulares de caudal, conductividad o turbidez del agua. Generalmente detectan sólo peces de tamaño mediano a grande. Su principal ventaja respecto a otros métodos radica en la gran capacidad de registrar datos en continuo durante largos períodos de tiempo, o incluso permanentemente, con una mínima supervisión.

Entre los distintos modelos, cabe destacar los contadores de análisis de imagen (video captura) y los contadores sónar, en los que la detección de los peces se realiza mediante el análisis de las perturbaciones que emiten al atravesar un campo acústico.

3. Marcaje-recaptura. Existen diversos métodos de marcaje-recaptura destinados a la evaluación de la permeabilidad para los peces de infraestructuras transversales en cauces fluviales. Todos ellos requieren intensas campañas de pesca para marcar un porcentaje significativo de la población situada a un lado u otro (o incluso a ambos lados) de la barrera, y también posteriores campañas de seguimiento. Algunos tipos de marcaje, como las etiquetas de transponders (*Pit-Tags*), permiten la detección automática de los individuos marcados que circulan a través de un conducto de dimensiones estrechas, hecho que facilita su aplicación para el seguimiento del paso de peces en ciertas infraestructuras.

4. Teleseguimiento. El marcaje con radio-trasmisores de grandes peces permite estudiar sus movimientos y, por tanto, también su capacidad de franquear obstáculos. Se trata de un método especialmente útil para el estudio del efecto que tienen infraestructuras sobre los grandes migradores, como el salmón o la anguila.

Los métodos de marcaje-recaptura y de teleseguimiento (3 y 4) presentan como principal ventaja que ambos métodos permiten una estimación de la eficiencia de la obra, ya que indican la proporción de individuos que efectivamente consiguen pasar la obra en relación a los que fueron marcados.

### Procedimiento del trampeo con nasas

- Al menos una revisión diaria de cada paso sujeto a control. En caso de que el paso se obstruya rápidamente con hojarasca u otros materiales, revisar con mayor frecuencia.
- 1º. Extraer los ejemplares capturados y proceder a su identificación y toma de datos biométricos básicos, entre otros la longitud, peso, aspecto físico, lesiones, etc.
- 2º. Limpiar a fondo el dispositivo de control y volver a colocarlo inmediatamente.
- 3º. Completar la ficha de control con los datos oportunos (véase a continuación detalle de una ficha), incluyendo algunos datos hidráulicos básicos.
- 4º. Los datos procedentes del control deberán almacenarse en soporte informático con el fin de generar una base de datos única.
- Las descripciones detalladas de otros tipos de métodos, de uso mucho más restringido, se pueden encontrar en la bibliografía específica del tema.

### Fase de aplicación

- Construcción, una vez instalados los drenajes, y funcionamiento.

### Frecuencia de control

- Seguimiento recomendado: 6 períodos de 10 días durante un año, con una frecuencia bimestral, aunque preferiblemente se debe ampliar hasta llegar a los 12 períodos de 10 días con una frecuencia mensual. En el caso de que existan especies migradoras, el seguimiento debe realizarse en continuo durante todo el período conocido de migración de tales especies.

### Indicadores

El indicador a emplear dependerá del método de control adoptado. Como mínimo se calcularán los siguientes, si bien los métodos 1, 3 y 4 permiten análisis más detallados de la información.

1. En el caso del método 1 (trampeo):
  - Número de individuos capturados de cada especie en cada campaña de muestreo.
  - Distribución de longitudes de los individuos de cada especie capturados en cada campaña.

2. En el caso del método 2 (contadores):

- Número de individuos que utilizan la estructura por unidad de tiempo (o en cada campaña de muestreo).

3. En los casos de los métodos 3 y 4 (marcaje-recaptura y teleseguimiento):

- Porcentaje de la población estimada de cada especie que utiliza la estructura por unidad de tiempo.

### Umbrales de efectividad

1. Datos de referencia

- Para evaluar la eficiencia de la estructura debe realizarse una evaluación complementaria de la población de peces en el tramo fluvial situado aguas abajo del dispositivo. Esta evaluación puede llevarse a cabo en la mayoría de ríos mediante un muestreo con pesca eléctrica, aplicando los estándares internacionales pertinentes, en este caso la norma CEN EN 14011: 2003 (*Water quality – sampling of fish with electricity*). Cuando, por las dimensiones del río, no sea posible recurrir a la pesca eléctrica, la técnica alternativa de muestreo más adecuada es la utilización de una batería de redes con diferente luz de malla (mínimo 4 mallas diferentes), que abarquen todo el espectro de tallas de las especies presentes. En esta evaluación los principales parámetros de interés son la proporción entre especies y la estructura de tallas de cada población. Estos parámetros deberán ser comparados posteriormente con los resultados obtenidos del seguimiento directo del franqueo de ejemplares, a fin de determinar su selectividad por especie o grupo de talla. Adicionalmente, cuando sea posible la estimación de la densidad por especie en el tramo fluvial inferior (solamente con pesca eléctrica), se obtendrá después una estimación complementaria de la fracción poblacional por especie que logra franquear la infraestructura durante un determinado período de tiempo. Las estimaciones de densidad pueden obtenerse aplicando métodos de capturas sucesivas.

- Cuando el método a utilizar para efectuar el seguimiento del paso para peces sea el contador, se instalará un contador también aguas abajo de la estructura, para efectuar conteos que servirán como datos de referencia.

2. Seguimiento en las estructuras

- Cuando el método utilizado permita la identificación específica, los valores calculados para los

indicadores se compararán para cada especie con los obtenidos en la evaluación complementaria aguas debajo de la estructura controlada. Los resultados deberán ser interpretados teniendo en cuenta las características ecoetológicas de cada especie. Así mismo, los umbrales deberán definirse en cada caso en función de dichas características y del estado de las poblaciones locales. En cualquier caso se considerará que se supera el umbral crítico si ningún individuo de las especies de referencia utiliza el paso.

- Cuando el método empleado no permita la determinación específica, los resultados obtenidos en los conteos deben ser similares en número de individuos a los obtenidos aguas abajo. Los umbrales deberán definirse en cada caso en función de la composición de la población de peces esta-

blecida en la evaluación complementaria aguas abajo citada en el punto 1 de este apartado.

- En los casos en que se presenten diferencias significativas entre los valores de los indicadores obtenidos en la estructura y aguas abajo de ella que afecten a especies de interés para la conservación (epígrafe a del apartado 3.4.2) de forma superior a la que se considere admisible por la Comisión Técnica de Seguimiento Ambiental, se pondrán en marcha las medidas necesarias para reducir o revertir estos efectos.

### Informes

- Informes rutinarios bimensuales
- Informes de síntesis: semestrales y anuales

## Modelo de ficha de toma de datos

### Seguimiento de drenajes adaptados por los peces – Trampeo con nasas

Vía	Tramo	Código estructura	PK estructura
Coordenadas UTM (X,Y)			
Fecha y hora de instalación			
Tipo de trampa		Luz de malla	
Fecha inspección	Hora	Responsables de la inspección	
Caudal		Velocidad media del agua dentro del dispositivo	
Tª del agua		Altura del mayor salto de agua interno (si existe)	
Observaciones sobre el estado del dispositivo o calidad del agua			
Datos biométricos de las capturas			
Especie	Longitud (mm)	Peso (g)	Aspecto físico/presencia de lesiones
Observaciones			



Figura 4.23. Seguimiento con nasa de un dispositivo de paso para peces, en este caso situado en un azud. Foto: Quim Pou-CERM.



Figura 4.24. Estructura para la detección de transmisores aplicados a peces. Foto: Jorge García Molinos.

### Objetivo de la actuación

- Controlar el estado y la integridad de los accesos y de los hábitats adyacentes de los pasos específicos para la fauna y el resto de estructuras transversales.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Accesos de las estructuras transversales seleccionadas de acuerdo con la Ficha 1.
- Hábitats adyacentes de las estructuras transversales seleccionadas de acuerdo con la Ficha 1, en un

radio de 100 m alrededor de la estructura, en función del tipo de vía y el valor del tramo (Tabla 4.7. y Figura 4.25). En esta fase de funcionamiento se recomienda:

- Supervisar los accesos de todos los viaductos, túneles, falsos túneles y pasos específicos para la fauna cada campaña.
- En el resto de estructuras transversales supervisar el 50% por campaña, de manera que en un año se habrán controlado el 100% de las estructuras.

Tabla 4.7. Aspectos objeto de seguimiento, en función del tipo de vía y del valor del tramo.

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo	Medio	Alto	Extra.
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	Accesos	Accesos	Accesos	Accesos
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	Accesos	Accesos	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes	Accesos y hábitats adyacentes

### Método de control

- Se realizarán inspecciones de las zonas a evaluar para caracterizar la integridad de los accesos y los hábitats adyacentes a cada una de las estructuras sujetas a seguimiento, prestando especial atención a aquéllas que cuenten con un diseño específico para la fauna y utilizando como referencia el estado inicial de los hábitats adyacentes en la fase preoperacional (véase Ficha 1).
- Se efectuarán inspecciones que permitan detectar la presencia de perturbaciones a ambos lados de cada estructura, registrando, así mismo, las posibles marrras o deficiencias en las revegetaciones realizadas en la fase de construcción. Se supervisará el estado de las diferentes medidas que hayan sido incorporadas para el acondicionamiento de los accesos, tales como balsas (véase *Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos y vallados perimetrales*; Ministerio de Medio Ambiente 2006). También se tratará de detectar el posible acceso incontrolado de vehículos u otros usos inadecuados en los pasos específicos para la fauna. Se caracterizarán cada una de estas

irregularidades, y se propondrán potenciales soluciones.

- Caso de detectarse cualquier perturbación que evite o dificulte notablemente el acceso de los animales hacia los pasos de fauna, ésta se localizará detallando la superficie alterada, así como todas las características que pudieran resultar de interés. De igual modo, se evaluarán las medidas necesarias para eliminar o reducir dicha afección.

### Fase de aplicación

- Funcionamiento de la vía.

### Frecuencia de control

- De manera rutinaria se podrá aplicar vigilancia asociada a las labores de conservación de la vía y mantenimiento de las estructuras transversales, con la periodicidad establecida en estos casos (semanal o superior).
- Se realizarán entre 2 y 4 campañas al año de inspección detallada, según el nivel de seguimiento aplicable a cada tramo (Tabla 4.8).



Tabla 4.8. Número mínimo de campañas por año en función del tipo de vía, del valor del tramo y del tipo de estructura transversal.

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo y Medio		Alto y Extraordinario	
	Espec. <sup>1</sup>	Otras <sup>2</sup>	Espec. <sup>1</sup>	Otras <sup>2</sup>
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	1	1	2	2
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	2	1	4	2
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	2	2	4	4

<sup>1</sup> Específicas: estructuras de diseño específico para la fauna, tales como viaductos, túneles, falsos túneles y pasos específicos.

<sup>2</sup> Otras: resto de estructuras transversales a la vía.

### Indicadores

- Las variables objeto de seguimiento serán las que permitan la comparación con el estado de los hábitats adyacentes en la fase previa al inicio de las obras. En particular la evaluación se centrará en los siguientes aspectos:
- Superficie de hábitat no alterado por la obra, tomando como referencia la caracterización inicial (Ficha 1).
- Distancia de las embocaduras a la vegetación natural de los hábitats adyacentes
- Lista de control de aparición de actividades incompatibles con el paso de fauna por la estructura, procediendo a su caracterización en el caso de ser detectadas y considerando su superficie y ubicación.

### Umbral de efectividad

- Se considerará un impacto crítico el establecimiento de actividades incompatibles con el acceso de la fauna al paso en el entorno de los pasos de fauna; entre ellas destacan:
  - Disposición transversal al paso de caminos, canales u otras infraestructuras.

- Instalación de actividades que supongan iluminación nocturna o generación de ruidos en los accesos a los pasos.
- Establecimiento de zonas urbanizadas o de los servicios a estas zonas.
- Asimismo se procederá a aplicar medidas correctoras en los casos en los que se detecten:
  - Afectaciones importantes a la integridad de los hábitats adyacentes a los pasos de fauna que afecten su funcionalidad.
  - Deficiencias en las revegetaciones de los alrededores de las embocaduras de los pasos, sea por discontinuidades entre los accesos y los hábitats adyacentes, como por marras en las plantaciones u otros problemas.

### Informes

- Se elaborarán informes rutinarios de carácter mensual. Así mismo, se realizarán informes de síntesis trimestrales o semestrales y anuales, en los cuales se integren y evalúen de forma conjunta los resultados obtenidos. Con carácter excepcional y ante situaciones puntuales que requieran una actuación rápida se emitirán informes extraordinarios que pongan en conocimiento la necesidad de una intervención.

### Modelo de ficha de toma de datos

#### Seguimiento del entorno de las estructuras en la fase de explotación

Vía		Tramo		Campaña	
Coordenadas UTM inicio (X,Y)				Coordenadas UTM final (X,Y)	
Fecha inspección		Hora		Responsables de la inspección	
Estructura		Embocadura	Integridad del entorno <sup>1</sup>	Localización de alteraciones	Observaciones y/o medidas a considerar
Código	PK				
Observaciones					

<sup>1</sup> Se mide según la escala:

- MB: Muy Buena      100% conservado sin alteraciones
- B: Buena            >75% bien conservado
- R: Regular          50-75% bien conservado
- M: Mala             <50% bien conservado, el resto ha sufrido alteraciones

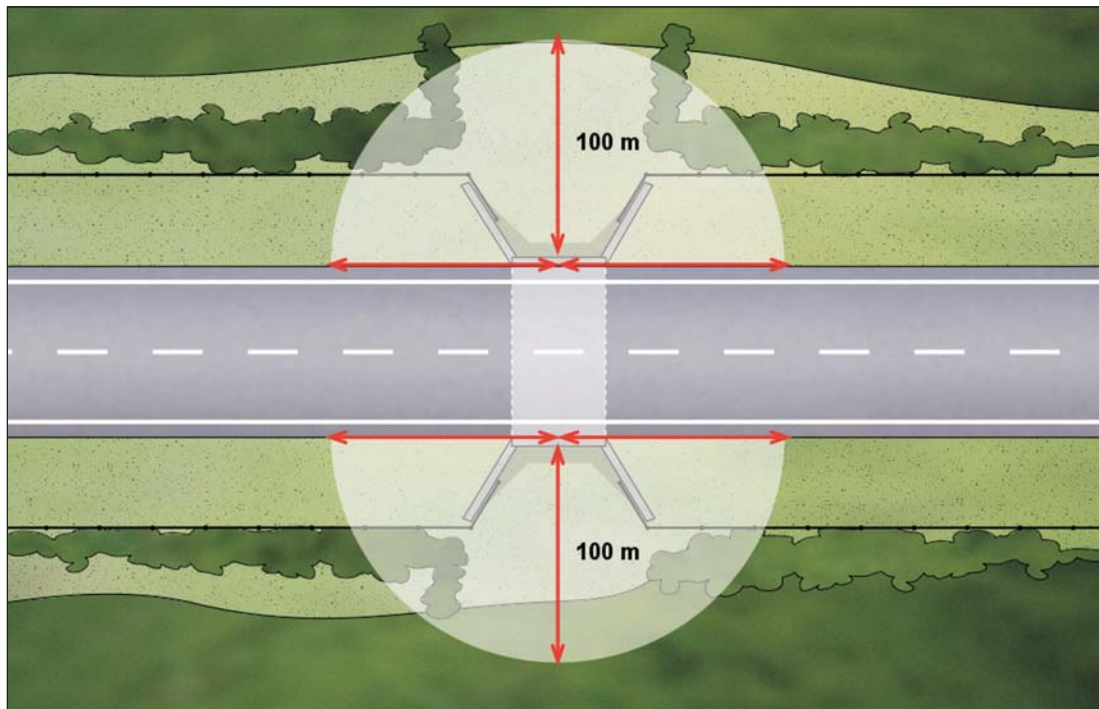


Figura 4.25. Esquema del área de control en los accesos a un paso de fauna.



Figura 4.26. Dos aspectos a controlar en los pasos de fauna: mantenimiento de las revegetaciones realizadas (izquierda) y acumulación de escombros en las entradas de pasos para pequeños vertebrados (derecha). En este segundo caso, se trata de residuos arrastrados de la carretera, debido a que el sistema de drenaje de la plataforma se derivó hacia el interior de estas estructuras destinadas al paso de fauna. Fotos: TEG-UAM, Minuartia.

**Objetivo de la actuación**

- Revisar el estado del cerramiento perimetral para garantizar un adecuado mantenimiento del mismo.

**Aspecto objeto de seguimiento**

- La totalidad del cerramiento perimetral, así como sus elementos asociados como puertas de acceso o dispositivos de escape de fauna, en caso de que los hubiera.

**Método de control**

- Inspección periódica del estado de los vallados para controlar, con el apoyo de listas de chequeo, que se realiza un adecuado mantenimiento, y se conserva la integridad del cerramiento. Se aporta un modelo de ficha de toma de datos más adelante.
- En cada una de las campañas de inspección se revisará el estado de entre un 30% y un 50% de la extensión total del vallado. Se supervisará con especial atención el cerramiento en las proximidades de todos los pasos específicos para la fauna en un radio de 250 m de las embocaduras del paso, a ambos lados de la vía.
- Se controlarán los aspectos relacionados en la Ficha 5 que sean de aplicación en esta fase de funcionamiento, y en particular:
  - Que la malla se mantiene completamente anclada a la base del terreno, y no se han producido roturas o levantamientos de la misma que permitan el acceso de animales a las plataformas de circulación de vehículos.
  - Que los postes de sujeción se mantienen firmes.
  - Que se mantiene la continuidad del cerramiento en las aletas de las estructuras transversales, los

estribos de los viaductos o las pantallas laterales instaladas en pasos superiores a la vía, sin dejar discontinuidades que permitan el acceso de la fauna silvestre a las plataformas.

- Que los dispositivos de escape, si se hubieran instalado en los tramos objeto de seguimiento, mantienen la funcionalidad. En caso de que los dispositivos estén constituidos por rampas, simplemente será necesario evaluar si los acopios de materiales que la constituyen mantienen el diseño inicial y permiten el ascenso de animales hasta una altura adecuada para saltar la valla y salir de la vía. En el caso de dispositivos constituidos por puertas, aumentan notablemente las tareas de mantenimiento y de control, ya que un mantenimiento deficiente supone un alto riesgo de que se conviertan en puntos de entrada de animales en tramos vallados. Por ello en los controles deberá comprobarse la funcionalidad de todas las partes móviles, y que abren y cierran adecuadamente sin que haya elementos (piedras, vegetación, etc.) que obstruyan su funcionamiento. Se comprobará también que estos dispositivos no dejen aberturas que permitan la entrada de animales a la vía.

**Fase de aplicación**

- Funcionamiento de la vía.

**Frecuencia de control**

- La revisión del cerramiento podrá vincularse con facilidad a las tareas de conservación de la vía (véase Ficha 19).
- Durante el desarrollo del PVA se realizarán controles de forma más exhaustiva llevando a cabo de 2 a 4 campañas de inspección, en función del nivel de exigencia al que esté sometido el tramo (Tabla 4.9).

Tabla 4.9. Número mínimo de campañas por año en función del tipo de vía y del valor del tramo

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo	Medio	Alto	Extra.
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	–	–	–	–
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	2	2	4	4
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	2	2	4	4

**Indicadores**

- Extensión del tramo con cerramiento inspeccionado que presenta deficiencias de mantenimiento.
- Número y tipo de deficiencias observadas en el vallado respecto a la longitud de cerramiento controlado.
- Número y tipo de deficiencias observadas en los dispositivos de escape y descripción de las mismas.

**Umbrales de efectividad**

- El seguimiento debe garantizar la adecuada conservación e integridad del conjunto del cerramiento. Por ello, la detección de cualquier anomalía que implique un riesgo de acceso de animales a las plataformas de circulación de vehículos con potenciales repercusiones sobre la seguridad viaria, conllevará una inmediata actuación de reparación de la deficiencia observada.

- Asimismo se considerará alcanzado un umbral crítico, y se determinarán actuaciones inmediatas de reparación, en los casos en que el vallado presente una deficiencia que implique un riesgo de irrupción en las plataformas de circulación de vehículos, de grandes mamíferos o de especies amenazadas cuya presencia hubiera sido establecida en los trabajos previos al inicio de las obras.

**Informes**

- La información relevante se incluirá en informes que se emitirán con carácter mensual, adjuntando los datos originales recogidos en las fichas de seguimiento.
- Con carácter trimestral o semestral, y anual, se redactarán informes de síntesis integrando toda la información.



### Modelos de ficha de toma de datos

#### Seguimiento del estado del cerramiento perimetral

Vía		Tramo		PK inicio		PK final	
Coordenadas UTM inicio (X,Y)				Coordenadas UTM final (X,Y)			
Campaña							
Fecha inspección			Hora		Responsables de la inspección		
Dirección <sup>1</sup>	Localización (PK o UTM)	Estado de la malla	Ajuste de la base	Deficiencias encontradas	¿Se detecta paso de animales? <sup>2</sup>	Observaciones	
Observaciones							

<sup>1</sup> Indicar sentido del recorrido.

<sup>2</sup> Indicar especie, si es posible.

#### Seguimiento del estado de los dispositivos de escape

Vía		Tramo		PK inicio		PK final	
Coordenadas UTM inicio (X,Y)				Coordenadas UTM final (X,Y)			
Campaña							
Fecha inspección			Hora		Responsables de la inspección		
Dispositivo de escape		Estado		Labores de mantenimiento <sup>1</sup>		Observaciones	
Código	Localización (PK o UTM)						
Observaciones							

<sup>1</sup> Engrase, desbroce, etc.



Figura 4.27. Dispositivo de escape bloqueado por un candado, impidiendo su potencial utilización por la fauna.  
Fotos: TEG-UAM.



Figura 4.28. Puerta de acceso a un autovía en mal estado, permitiendo el paso de animales. Foto: Marc Fernández Bou.



Figura 4.29. Un ejemplo de mantenimiento deficiente del cerramiento perimetral: parte del vallado se ha caído y dificulta el acceso a una estructura transversal.  
Fotos: TEG-UAM.

### Objetivo de la actuación

- Identificar los vertebrados presentes en los hábitats adyacentes al trazado de la infraestructura y establecer la distribución y abundancia relativa de las distintas especies, para comparar los datos con los obtenidos en la fase previa al inicio de las obras (Ficha 2) y en la fase de construcción (Ficha 6), si se hubiera incluido el seguimiento en esta fase. La finalidad del seguimiento es determinar si las poblaciones de vertebrados de los hábitats adyacentes a la vía mantienen una composición de especies, y abundancia de las mismas, semejantes a las observadas en la fase previa a las obras o si, por el contrario, se detectan afecciones a especies que pudieran ser especialmente vulnerables al efecto barrera o a las perturbaciones generadas por el tráfico.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Comunidad de vertebrados, siendo de particular interés todas aquellas especies que aparecen recogidas en el apartado 3.4.2.

### Método de control

- Se aplicará el mismo método de control que se haya utilizado en la fase previa al inicio de las obras (véase Ficha 2) y en la fase de construcción (véase Ficha 6), ya que los datos obtenidos deben ser comparables.
- Las estimas se realizarán en los tramos previamente definidos de acuerdo con la Ficha 2.

- La metodología deberá ser específica, adecuándose a las especies o grupos faunísticos de referencia, siguiendo los métodos aplicados en la ejecución de las actuaciones indicadas en la Ficha 2. Si aparecen especies que deban ser objeto de seguimiento que no hubiesen aparecido en la fase previa al inicio de las obras, los métodos a aplicar se decidirán de acuerdo con lo indicado en la Ficha 2.
- En aquellas áreas en las que estén presentes especies de máximo interés de conservación, incluidas en el epígrafe a del apartado 3.4.2 (capítulo 3), será necesaria la aplicación de seguimientos ecológicos particulares que permitan estimar densidades reales de dichas especies (censos o recuentos).

### Fase de aplicación

- Funcionamiento de la vía.

### Frecuencia de control

- Se aplicarán las mismas frecuencias de muestreo que en la fase previa al inicio de las obras (Ficha 2) y, tal como se describe en dicha ficha, se realizarán las campañas de muestreo en los períodos de mayor movilidad de la fauna objeto de seguimiento.
- La periodicidad de las campañas vendrá determinada por el interés de conservación del tramo en cuestión (Tabla 4.10). Cada una de las campañas puede estar constituida por diferentes muestreos, según las especies.

Tabla 4.10. Número mínimo de campañas anuales de estima de abundancia de los vertebrados terrestres, en función del tipo de vía y del valor del tramo.

Tipo de vía	Valor del tramo			
	Bajo	Medio	Alto	Extra.
Carreteras y ferrocarriles convencionales sin cerramiento y una baja intensidad de tráfico.	1	1	2	2
Carreteras y ferrocarriles sin cerramiento o parcialmente vallados y una intensidad de tráfico media-alta.	1	1	2	2
Vías de gran capacidad con cerramiento perimetral y una intensidad de tráfico alta.	1	1	2	2



### Indicadores

- Se calcularán los indicadores definidos en la Ficha 2, tanto los de aplicación general como los de aplicación a las áreas de interés extraordinario.

### Umbrales de efectividad

- Los umbrales deberán definirse de manera específica para cada caso, teniendo en cuenta para ello las características de la especie y de sus poblaciones, y los valores (media y variabilidad del parámetro) obtenidos en la fase previa al inicio de las obras y en la fase de construcción.
- La comparación de resultados entre la fase anterior a las obras y la de funcionamiento, permitirá detectar cambios en la abundancia de las distintas especies en los hábitats adyacentes a la infraestructura, superiores al rango de variabilidad esperable y que no puedan justificarse por causas ajenas a la vía. La aparición de cambios en estos valores, superiores a los justificables por la variabilidad natural de las poblaciones (p.ej. ciclos poblacionales) o por condiciones particulares ajenas al proyecto (meteorología del año, incidencia regional de enfermedades...), indicarán efectos notables del proyecto sobre ellas. Si estos cambios afectan a especies de interés especial (epígrafe a del apartado 3.4.2), se considerará que se ha alcanzado un umbral crítico y ello conllevará el

establecimiento y aplicación de medidas para reducir o revertir estos efectos.

### Informes

- Informes rutinarios mensuales: la información procedente de las campañas de muestreo se incluirá en los informes rutinarios relativos a todas las actividades del PVA cuando proceda, es decir, sólo en aquellos meses en los que se hayan obtenido resultados.
- Informes de síntesis anuales, en los cuales se integrará la información procedente de los distintos muestreos realizados, siendo éstos evaluados teniendo en cuenta la información previa relativa a la fase de diseño. Los resultados procedentes de este seguimiento constituirán una pieza clave a la hora de interpretar y evaluar los resultados procedentes del PVA en su conjunto. En dichos informes se realizará una valoración conjunta de toda la información obtenida, teniendo en cuenta para ello los resultados derivados del control de los pasos y sus accesos, del seguimiento de los atropellos, el cerramiento y los dispositivos de escape.
- Informes extraordinarios: se elaborarán informes inmediatos para notificar cambios significativos detectados en las poblaciones de vertebrados que superen los umbrales establecidos.



### Objetivo de la actuación

- Se persiguen dos objetivos. Por una parte, registrar la mortalidad de vertebrados que se produce en la vía e identificar sectores concretos en los que se producen con intensidad superior a la media (tramos de concentración de atropellos) y por otra, establecer las posibles variables determinantes de esta mortalidad para poder reducir su incidencia futura.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Especies que mueren atropelladas o debido a colisiones con vehículos. Salvo en situaciones concretas este control se ceñirá a vertebrados terrestres de tamaño mediano-grande; si bien la realización de las prospecciones a velocidad lenta permite la detección de animales de escaso tamaño como micromamíferos y reptiles, así como pequeñas aves (incluidas las paseriformes). Con carácter específico se abordarán aquellas áreas de interés para los anfibios (véase Ficha 16).
- En el caso de que el proyecto incluya tramos con pantallas transparentes (de protección acústica o de otro tipo), que intercepten áreas de especial interés para la fauna como cauces fluviales o humedales, se valorará la idoneidad de incorporar seguimientos de mortalidad de aves por colisión con estas pantallas, programando controles periódicos en los alrededores de esta estructura para evaluar sus efectos.

### Método

- Se realizarán recorridos del tramo de estudio a pie, en bicicleta o vehículo (15 km/h máximo) para identificar y contabilizar los cadáveres de animales o sus restos que se localizan en la calzada o sus márgenes. Estos recorridos se repetirán entre 5 y 10 veces por campaña dejando un intervalo mínimo de 2 días entre los muestreos sucesivos (Tabla 4.11.).
- El nivel de intensidad del seguimiento se ajustará variando el número de recorridos de prospección realizados en cada campaña en función del valor del tramo, entre 5 y 10 en función de las características de la vía y de las poblaciones de especies de referencia. En áreas de valor Bajo y Medio probablemente serán suficientes 5 recorridos por campaña para registrar los puntos negros, mientras que en áreas de valor Extraordinario, que albergan mayor diversidad y densidades de poblaciones de fauna,

será necesario realizar un mínimo de 10 recorridos para garantizar que se han identificado correctamente los puntos negros de mortalidad. En todo caso, el número concreto de recorridos a realizar en cada tramo concreto, se establecerá en función de los resultados obtenidos.

- Los recorridos se realizarán a primera hora de la mañana para evitar que la acción de carroñeros diurnos (p. ej. córvidos) eliminen algunos de los cadáveres, alterando significativamente los resultados. Por otra parte, se requerirá coordinación con los equipos de conservación de la vía para llevar a cabo las tareas de seguimiento antes de que estos equipos procedan a la recogida de los cadáveres.
- En cada una de las campañas de prospección deberá recorrerse la totalidad del tramo objeto de seguimiento.
- Las tareas de control deberán realizarse bajo condiciones de máxima seguridad para las personas, con equipamiento especial tanto para las personas como para los vehículos.
- En las líneas de ferrocarril de alta velocidad estas labores de seguimiento requerirán la adaptación de esta metodología, debido a las limitaciones para recorrer a pie los márgenes de la vía sin interferir con el tráfico ferroviario. En este tipo de infraestructuras deberá diseñarse el seguimiento en coordinación con los equipos de mantenimiento.

### Fase de aplicación

- Funcionamiento de la vía.

### Frecuencia

- El número de campañas anuales se fijará en función del interés del tramo (Tabla 4.11.), estableciéndose un mínimo de 2 campañas por año. Los muestreos se deberán llevar a cabo preferentemente en primavera y otoño. No obstante, los periodos de prospección deberán adaptarse a otros parámetros, como la variación de la intensidad de tráfico estacional (p.ej. zonas litorales con elevada intensidad de tráfico en verano) o el ciclo vital de la especie de interés.
- En tramos de interés extraordinario podrá ser necesario incrementar el número de campañas de seguimiento, así como llevarlas a cabo en otros periodos en función del ciclo biológico y ritmos de actividad de las especies de interés.

Tabla 4.11. Intensidad del seguimiento anual, expresado como número de prospecciones a realizar en cada campaña de muestreo y el número anual de campañas, en función del valor del tramo considerado y aplicable a todos los tipos de vías, a excepción de los trenes de alta velocidad. Un muestreo equivale a un recorrido de prospección para el registro de atropellos.

Interés de conservación del tramo	Muestréos por tramo y campaña	Campañas anuales de prospección de atropellos
Bajo	5	2 (1 primavera/ 1 otoño)
Medio	5-10	2 (1 primavera/ 1 otoño)
Alto	5-10	4 (2 primavera/ 2 otoño)
Extraordinario	10	4 (2 primavera/ 2 otoño)

## Indicadores

– Las variables en las que se centrará el análisis estarán en función de dos aspectos: la frecuencia con la que se atropella cada especie y la localización de los impactos o atropellos. Sobre esta base, la evaluación se realizará a partir de:

- Número de atropellos de cada especie, o grupos taxonómicos, por unidad de longitud y tiempo. Normalmente se expresan en número de atropellos por km de vía y por 10 días de muestreo. También pueden aportarse estimas del número de individuos que resultarían afectados por cada año de funcionamiento de la vía. En animales de pequeño tamaño se aportarán los resultados integrados para todo el grupo taxonómico; por ejemplo número de micromamíferos atropellados/km.
- Número de individuos por especie, o grupo taxonómico, muertos en cada kilómetro concreto del tramo. El tratamiento de estos datos sobre la localización de los incidentes se presenta detalladamente en la Ficha 18.
- En todos los casos, los resultados deberán mostrar, por un lado, el valor central (media o mediana), y por otro, la dispersión de los mismos (rango, varianza, etc.), de modo que, permitan el análisis estadístico.

## Umbral de efectividad

– El seguimiento permitirá identificar tramos de la vía en los que se producen de forma reiterada atropellos y llegar a establecer los tramos de concentración de atropellos (vease Ficha 18). Una vez localizadas estas áreas, y en función de las especies registradas, se deberán poner en marcha acciones encaminadas a reducir el número de atropellos. Dichas acciones se emprenderán cuando se superen determinados umbrales que deben establecerse para cada especie

o grupo taxonómico en función de las condiciones locales y, en particular, del estado de las poblaciones en cada lugar en concreto.

- Especies de interés para la conservación (en particular especies amenazadas): para estas especies los estándares de exigencia serán máximos, impulsando la adopción de medidas de forma inmediata tras la detección de los primeros atropellos. En cuanto se detecte el problema se redactará un informe específico en el que se detallen las principales características de los sectores en los que se producen atropellos de estas especies, y se establecerán las medidas oportunas que mitiguen el problema detectado. Igualmente se podrían requerir estudios complementarios específicos.
- Otras especies: para estas especies los umbrales críticos a partir de los cuales se tomarán medidas para reducir los atropellos deberán definirse en función de la media de atropellos registrada en cada kilómetro de vía y la variabilidad que muestre el parámetro, así como las características biológicas de las especies afectadas. Así, las poblaciones que cuentan con altas productividades y tasas de renovación muy altas pueden soportar altas intensidades de atropellos sin resultar amenazadas, mientras que las especies menos prolíficas y con ciclos de vida más largos son más sensibles al efecto continuado de la mortalidad por atropello.

– En todo caso, el establecimiento de umbrales a partir de los cuales se plantearán actuaciones, no son generalizables y deben ser particularizados para cada tramo objeto de seguimiento a propuesta de los expertos encargados de las tareas del seguimiento de fauna en el desarrollo del PVA.

## Informes

– Los datos recogidos acerca del atropello de fauna en la infraestructura, así como las posibles causas (p.ej.

cerramiento perimetral mal anclado al suelo) y las medidas adoptadas (p.ej. anclaje del cerramiento) se incluirán en los informes ordinarios del PVA emitidos con carácter mensual (durante los meses en los que no se lleven a cabo labores de seguimiento, en los informes únicamente se dejará constancia de dicha situación). En cada uno de los informes se adjuntará una base de datos con todos los registros relativos al seguimiento de los atropellos. Además se

elaborarán informes de síntesis para evaluar todos los datos de forma conjunta, trimestrales o semestrales, y anuales.

- Si se detectan atropellos reiterados de especies prioritarias, se realizará de forma inmediata un informe extraordinario de carácter específico para que se adopten las medidas oportunas lo más prontamente posible.

## Modelo de ficha de toma de datos

### Seguimiento de atropellos de fauna en la vía

Vía	Tramo	PK inicio	PK final			
Coordenadas UTM inicio (X,Y)		Coordenadas UTM inicio (X,Y)				
Fecha inspección		Responsables de la inspección				
Tipo de recorrido <input type="checkbox"/> A pie <input type="checkbox"/> Con bicicleta <input type="checkbox"/> En coche		Hora inicio	Hora final			
Animales atropellados detectados						
Localización (PK o UTM)	Especie / Grupo	Sexo, edad, tamaño, etc.	Estado de conservación	Estado del vallado <sup>1</sup>	Vegetación cercana	Sección vía <sup>2</sup>
Observaciones						

<sup>1</sup> En vías con cerramiento perimetral (parcial o total).

<sup>2</sup> Plana, desmonte, terraplén, talud.



Figura 4.30. Conejo y culebra de esculapio muertos por atropello. Fotos: Eulàlia Perapoch, Marc Fernández Bou.



### Objetivo de la actuación

- Detectar áreas de la vía en las que se produzcan atropellos de anfibios.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Atropellos de anfibios.

### Método

- En áreas de interés para los anfibios se deberán realizar recorridos a escasa velocidad, preferentemente andando, para identificar y contabilizar las especies atropelladas en la vía. Mediante estos recorridos debería cubrirse el 100% de los tramos próximos a estas áreas de interés. Se recomiendan realizar recorridos de 5-10 km/día.
- Las tareas de control deberán realizarse bajo condiciones de máxima seguridad, con equipamiento especial tanto para las personas como para los vehículos.
- Es importante investigar las posibles características del entorno a las que aparecen asociadas las agregaciones de atropellos para el posterior establecimiento de medidas correctoras destinadas a reducir esta mortalidad (Figura 4.31).

### Fase de aplicación

- Funcionamiento de la vía.

### Frecuencia

- Se realizará un mínimo de 2 campañas anuales. En tramos de interés alto y extraordinario se realizarán 4 campañas, coincidiendo con los períodos de máxima movilidad de estas especies (Ficha 15, Tabla 4.11). En general, se recomienda realizar las campañas en primavera y otoño, coincidiendo con períodos de lluvias. No obstante, es necesario adecuar el período de muestreo en función de la especie, tratando en lo posible de realizarlos en períodos de migración pre- y postreproductivos (véase información complementaria en el capítulo 5).

### Indicadores

- Son válidas las prescripciones indicadas en la Ficha 15.

### Umbrales de efectividad

- Son válidas las prescripciones indicadas en la Ficha 5.

### Informes

- Informes ordinarios: mensuales.
- Informes de síntesis evaluando la información de manera conjunta: trimestrales o semestrales y con carácter anual.
- Ante la detección reiterada de atropellos de especies prioritarias, se realizará un informe extraordinario, para la adopción de medidas oportunas.



Figura 4.31. La proximidad de zonas húmedas a una autovía son potenciales áreas de interés para el estudio de atropellos de anfibios. Foto: TEG-UAM.



Figura 4.32. Recogida de datos de un anfibio atropellado. Fotos: Ferran Navàs.



### Objetivo de la actuación

- Registrar la existencia de atropellos o colisiones de grandes mamíferos producidos en la vía e identificar los tramos de concentración de accidentes en los que se produzcan riesgos para la seguridad viaria y que, por ello, requerirán la aplicación de medidas urgentes para reducir el conflicto.

### Aspecto objeto de seguimiento

- Atropello o colisión de vehículos con grandes mamíferos. Este tipo de análisis está básicamente orientado a la detección de colisiones con ungulados (especialmente jabalí, corzo y otros cérvidos).

### Método

- Se recopilarán los partes procedentes de los atestados de la Guardia Civil, Policía Autonómica o Servicios de Agentes Rurales, además de los partes de empresas encargadas de la conservación de infraestructuras y los facilitados por los servicios de las administraciones que tienen a su cargo la gestión de la fauna cinegética, y que atienden las reclamaciones o solicitudes de información de las empresas aseguradoras de los vehículos implicados en los accidentes.
- Los datos a incluir en la ficha de registro de accidentes (véase modelo de ficha de toma de datos más adelante) serán como mínimo los siguientes:

Fecha/Hora.

Vía/PK (alternativamente localización geográfica concreta UTM).

Especie que se ha visto implicada en el accidente.

Datos complementarios sobre el animal (sexo, clase de edad, etc.).

Datos complementarios sobre los hábitats adyacentes y la vía (existencia o no de cerramiento perimetral, usos del suelo y régimen cinegético en terrenos colindantes, etc.).

Fuente de información.

Los detalles relativos al vehículo que se ha visto implicado en el accidente, o sobre sus ocupantes, pueden estar sometidos a la Ley de Protección de Datos y, por ello, no es recomendable incluirlos en las bases de datos, ya que dificultan el libre acceso a esta información y a su tratamiento por parte de los técnicos o investigadores que deban manejarlos.

- Los datos incluidos en las fichas de registro se incluirán en bases de datos que faciliten su mantenimiento a largo plazo y posterior tratamiento.

- El tratamiento de los datos se realizará cuando se haya reunido un volumen de datos suficiente, teniendo en cuenta que para la detección de Tramos de Concentración de Accidentes con Ungulados pueden ser necesarios un mínimo de 3 a 5 años de seguimiento para conseguir una correcta identificación.

### Fase de aplicación

- Funcionamiento de la vía.

### Frecuencia

- El registro de accidentes en los que se ve implicada fauna silvestre deberá mantenerse activo de manera continuada. Con periodicidad anual se integrarán los datos procedentes de las distintas fuentes en una única base de datos, y se analizarán cuáles son los tramos en los que se produce concentración de accidentes. En estos informes se identificarán también los tramos que requieran una intervención urgente y de carácter prioritario, en función de la gravedad del problema.

### Indicadores

- Número de accidentes en los que se han visto implicados grandes mamíferos por unidad de longitud de vía y de tiempo; normalmente se expresa como número de accidentes por kilómetro y año.

### Umbrales

- El seguimiento debe permitir identificar tramos de la vía en los que se produzcan colisiones con ungulados de manera reiterada y concentrados en un determinado tramo (véase propuesta de metodología de identificación en la Ficha 18). Una vez localizadas estas áreas y en función de las especies registradas se deberán poner en marcha acciones encaminadas a reducir el número de colisiones.
- El establecimiento de umbrales de amplia aplicación resulta inviable, por lo que éstos deberán establecerse a partir de la evaluación del caso concreto. A título orientativo, se facilitan los estándares aplicados en las evaluaciones llevadas a cabo en Castilla y León (a) y en Cataluña (b):
  - a) Tramos con accidentes en los que se han visto implicados ungulados como mínimo en el 30% de la duración del período de estudio (3 años), donde se haya producido como mínimo un accidente en el último año de estudio y con longitud inferior a 5 km.



- b) Tramos de carretera donde se hayan producido más de 5 colisiones/km de vía y con una separación máxima entre dos puntos de colisión sucesivos inferior a 500 m. Se considera que el Tramo de Concentración de Accidentes requiere atención prioritaria (y en consecuencia, la aplicación de actuaciones de manera inmediata) cuando se ha registrado más de una colisión por año de estudio y donde se haya producido como mínimo un accidente en los dos últimos años de estudio.

### Informes

- Se elaborarán informes anuales.
- Cada 5 años se elaborará un análisis más detallado que evalúe si en los tramos de concentración de accidentes se han aplicado medidas que hayan permitido reducir el problema, o si se han producido variaciones de los tramos debidas a otras causas, como cambios en los usos del suelo o en las prácticas cinegéticas en los hábitats adyacentes a la vía.

## Modelo de ficha de toma de datos

### Seguimiento de colisiones con grandes mamíferos

Vía	Tramo	PK	Localización
Coordenadas UTM (X,Y)			
Fecha colisión	Hora		
Tipo de vehículo implicado la colisión <input type="checkbox"/> Ciclomotor/motocicleta <input type="checkbox"/> Coche <input type="checkbox"/> Todo terreno <input type="checkbox"/> Camioneta <input type="checkbox"/> Camión <input type="checkbox"/> Otro:			
¿Hubo víctimas? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí, leves <input type="checkbox"/> Sí, graves <input type="checkbox"/> Mortales		¿Intervinieron agentes de tráfico? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí	
Procedencia de la información			
Datos de contacto de personas que puedan facilitar mayor información			
Características del animal implicado en la colisión			
Especie Doméstica: <input type="checkbox"/> Perro <input type="checkbox"/> Gato <input type="checkbox"/> Vaca <input type="checkbox"/> Caballo <input type="checkbox"/> Oveja <input type="checkbox"/> Cabra <input type="checkbox"/> Cerdo <input type="checkbox"/> Otra: Ungulado: <input type="checkbox"/> Jabalí <input type="checkbox"/> Corzo <input type="checkbox"/> Ciervo <input type="checkbox"/> Gamo <input type="checkbox"/> Muflón <input type="checkbox"/> Rebeco <input type="checkbox"/> Cabra salvaje <input type="checkbox"/> Otra: Otras especies: <input type="checkbox"/> Especie no identificada			
Peso aproximado (kg):	Sexo: <input type="checkbox"/> Macho <input type="checkbox"/> Hembra	Edad: <input type="checkbox"/> Cría <input type="checkbox"/> Joven <input type="checkbox"/> Adulto	
¿Iba con otros animales? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí; Cuantos:			
Otros datos (si se conocen)			
Observaciones			



Figura 4.33. Los servicios de conservación de vías son los encargados de la recogida de cadáveres, y pueden aportar datos de notable interés para la identificación de tramos en los que se concentran las colisiones con grandes mamíferos. Foto: Marc Fernández Bou.



Figura 4.34. Los agentes de control de tráfico y guardas forestales constituyen otra de las fuentes de información sobre esta problemática. Foto: Cos d'Agents Rurals, Departament de Medi Ambient i Habitatge.



### **Objetivo de la actuación**

- Evaluar los datos obtenidos de los transectos de recogida de cadáveres de animales, o los provenientes de registros de colisiones y/o atropellos de animales de gran tamaño, para detectar los puntos de agrupación de atropellos que requieren atención prioritaria.

### **Aspectos objeto de seguimiento**

- Datos de base con la localización (pk) de los atropellos de especies individuales o grupos de taxones (p.ej. anfibios)

### **Método**

- En primer lugar es necesario definir la escala de análisis ( $r$ ) relevante para la especie o grupo taxonómico evaluado, que dependerá de su tamaño y ámbito vital (p.ej. 50-100 m para anfibios y 500-1000 m para ungulados).
- Una vez definida la escala de análisis, calcular la media móvil de número de atropellos para cada punto del trazado como el número de ellos detectado a una distancia inferior a  $r/2$ .
- Representar el valor de esta variable (nº accidentes/longitud  $r$ ) para el trazado estudiado, pudiendo comprobarse dónde aparecen agregaciones de atropellos.

### **Fase de aplicación**

- Funcionamiento de la vía.

### **Frecuencia**

- Realizar sobre la base de los datos de atropellos de todo el año, y sobre los números acumulados durante todo el período de seguimiento

### **Indicadores**

- Variable calculada  $n^\circ \text{atropellos}/\text{longitud } r$  (p.ej. anfibios encontrados/100 m de vía).

### **Umbrales**

- La detección de los umbrales que diferencian agregaciones casuales de aquéllas que se pueden considerar significativas puede hacerse mediante el desarrollo de un análisis de contigüidad derivado de la distribución de Poisson. Esta distribución modelizaría la situación de atropellos distribuidos al azar, que nos informa de la probabilidad  $p(x)$  de encontrar  $x$  atropellos en un tramo de longitud  $r$  a partir de la media general de la variable  $n^\circ \text{atropellos}/\text{longitud } r$  para el tramo, definida por  $\lambda$ . Así, en el caso de 480 anfibios encontrados en 23 km de carretera, tendríamos

$$\lambda = 480 / 230 = 2,09 \text{ anfibios}/100 \text{ m}$$

- A partir de este número, la probabilidad de que un tramo tenga  $x$  atropellos viene dada por la fórmula

$$p(x) = \lambda^x / (x! e^\lambda)$$

- Una vez calculado  $p(x)$  para los valores 0, 1, 2... el número de atropellos por unidad de análisis  $r$  a partir del cual se podría considerar que aparece una agregación significativa (el umbral  $u$ ) vendría definido por el menor valor para el que

$$\sum_{x=0}^{u-1} p(x) > 0,95$$

### **Informes**

- Estos análisis se integrarán en la evaluación de los datos de atropellos en los informes de síntesis trimestrales o semestrales y anuales.



### **Objetivo**

- Introducir en los pliegos técnicos de conservación integral de las vías aquellos elementos del seguimiento que sean de interés para conocer el efecto a largo plazo de la infraestructura sobre la fauna.

### **Objeto de seguimiento**

- Existen dos niveles de objetivos a cubrir, uno el correspondiente a elementos que sería fácil incluir por encontrarse ya en los pliegos de conservación integral de vías, o por similitud con los que ya aparecen en ellos. Un segundo nivel de dificultad se corresponde con tareas completamente nuevas y que requieren personal especializado:
  - Objetivos básicos aplicables a todas las vías: mantenimiento del cerramiento y los dispositivos de escape; conservación de las estructuras destinadas al paso de fauna y de sus accesos, incluyendo revegetaciones y otras adecuaciones; atropello de vertebrados de mediano y gran tamaño.
  - Objetivos avanzados aplicables a casos concretos: se establecerán tareas específicas de seguimiento cuando, al finalizar el período de controles previstos para la fase de funcionamiento en el marco del PVA, se determine la necesidad de continuar con el seguimiento de algún aspecto concreto. Un ejemplo podría ser el seguimiento de estructuras destinadas al paso de fauna que, después de haberse mostrado ineficaces, hayan sido modificados para fomentar su uso por parte de las especies o grupos de referencia a los que se destina la estructura.

### **Método**

- En cada caso los métodos de control se adaptarán a los descritos en las correspondientes Fichas. Básicamente se tratará de aplicar listas de chequeo que permitan una revisión sistemática de todos los aspectos relacionados con la conservación del cerramiento (Ficha 13) y de los pasos de fauna y sus accesos (Ficha 7), así como de incluir un registro sistemático de la recogida de cadáveres de animales localizados en la vía y sus márgenes, que incluya la identificación de la especie (véanse Fichas 15 a 18).
- Para facilitar la ejecución de esta tarea por parte de equipos no especializados será de utilidad incluir materiales que faciliten la identificación de la especie o de los grupos de fauna de referencia.

- Asimismo, es recomendable establecer la coordinación con centros de recuperación de fauna silvestre que puedan hacerse cargo de la recepción de animales heridos, así como de los cadáveres de los individuos pertenecientes a especies o grupos de fauna de especial interés. Esta práctica permite realizar estudios posteriores y aprovechar al máximo la información que pueda derivarse de la inspección de los cadáveres.

### **Fase de realización**

- Funcionamiento de la vía.

### **Frecuencia**

- En relación a los objetivos básicos, las frecuencias exigidas para la mayoría de las tareas presentes en el mantenimiento son apropiadas para los objetivos perseguidos en el contexto de un PVA para la fauna: vigilancia diaria y respuesta inmediata para situaciones que pueden afectar a la seguridad vial (animales atropellados, grandes desperfectos en el cerramiento perimetral), inspecciones trimestrales o anuales de elementos estructurales y de los accesos (revegetaciones, puentes, taludes...)

### **Indicadores**

- Se aplicarán, para cada caso, los mismos indicadores definidos para las tareas de control realizadas en el marco del PVA.

### **Umbrales**

- Se establecerán de acuerdo con los resultados del seguimiento aplicado en el marco del PVA durante la fase de funcionamiento.

### **Informes**

- La práctica habitual actualmente es la emisión de informes mensuales de recopilación de resultados globales, así como de informes anuales que sintetizan los resultados obtenidos a lo largo de un año. La evaluación mensual de los datos es la más adecuada para poder aplicar medidas inmediatas de reparación de desperfectos o en caso de que se presenten situaciones como el atropello de especies de especial interés de conservación.



## **Objetivo**

- Disponer, para cada proyecto objeto de seguimiento, de una base de datos que sintetice la información más relevante sobre las medidas aplicadas para reducir los efectos de la fragmentación de hábitats que hayan sido objeto de seguimiento y evaluación de su efectividad, así como de los resultados de la evaluación y los datos recopilados respecto a los hábitats adyacentes a la vía y la abundancia de las especies de fauna silvestre en estas zonas.
- La finalidad de estas bases será la de permitir la integración y/o comparación de resultados de distintos proyectos, de manera que pueda facilitarse su consulta y además, permitirá posteriores valoraciones globales sobre el resultado de medidas concretas. El análisis comparativo de los resultados de medidas aplicadas en distintos proyectos puede orientar la necesidad de llevar a cabo investigaciones futuras en relación con las medidas de efectividad no contrastada y favorecer la mejora continuada de las prescripciones técnicas que se han establecido para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales

## **Características de las bases de datos**

- La base de datos se elaborará con programas de uso común que permitan su posterior integración y tratamiento por parte de los organismos que centralicen el archivo de las bases de datos de los proyectos objeto de seguimiento. En caso de que estos organismos elaboren pliegos de condiciones específicos respecto a los contenidos de las bases de datos, se seguirán las prescripciones contenidas en los mismos.

## **Contenidos de las bases de datos**

- A continuación se proponen los contenidos básicos a integrar en la Base, aunque de acuerdo con las particularidades de cada proyecto, podrán establecerse contenidos adicionales que se consideren de utilidad.

### **I. Características del proyecto**

- Vía y tramo objeto del seguimiento (con indicación de los PK de inicio y final y las localidades en las que se ubican).

- Para cada una de las fases de desarrollo del PVA (previa al inicio de obras, construcción y funcionamiento) se aportarán los siguientes datos:
  - a) Año de inicio y de finalización de los controles.
  - b) Entidad responsable del desarrollo de los trabajos (órgano promotor).
  - c) Relación de informes de síntesis que integran los detalles de los trabajos llevados a cabo indicando el lugar donde se han archivado para facilitar el acceso a los datos en caso de que sea necesaria su consulta.

## **II. Características de las medidas objeto de seguimiento**

Los aspectos mínimos que deben figurar en la base de datos son los que se indican a continuación, aunque la relación podría ampliarse con otras medidas que se consideren de interés para cada proyecto.

- **Estructuras transversales específicas o adaptadas para el paso de fauna**
  - Código de la estructura, vía y PK en el que se ubica.
  - Características básicas de la estructura: tipología (siguiendo la relación de tipologías descrita en el documento 1 de esta serie, sobre Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (MMA 2006). en el que se establecen 11 tipos básicos de pasos de fauna), dimensiones, material de construcción y otros aspectos de interés.
  - Características básicas del acondicionamiento de sus accesos: revegetaciones, construcción de rampas de acceso al paso, adaptaciones de las bajantes escalonadas si se trata de salidas de drenajes, etc.
  - Características básicas de los hábitats adyacentes a la estructura: tipo de hábitat y otras características teniendo en cuenta la descripción de estos hábitats establecida en la Ficha 1. Se destaca el interés de incluir aspectos relacionados con usos o actividades inicialmente no previstas que puedan haber afectado a la efectividad del paso, ya que el establecimiento de usos o actividades incompatibles con el paso de fauna en el entorno de la estructura puede tener como consecuencia que una estructura de características adecuadas no alcance la efectividad prevista o resulte completamente ineficaz.
  - Métodos de seguimiento aplicado y períodos de aplicación.



- Listado de especies identificadas en el entorno de la estructura y abundancias estimadas en cada fase del desarrollo del PVA sobre la base de los métodos establecidos en las Fichas 2, 6 y 14.
- Listado de especies que han utilizado la estructura durante los seguimientos realizados en fase de funcionamiento de la vía, y frecuencia de uso de cada una de ellas. Se recomienda aportar, como mínimo, los datos recopilados durante el último año de seguimiento, ya que durante los primeros años las especies más reticentes al uso de los pasos puede que no se hayan habituado todavía al uso de la estructura o que aparezcan con frecuencias muy bajas. No obstante, puede ser útil la incorporación de listados que reunieran las especies detectadas en cada uno de los años de seguimiento.
- Valoración global de la efectividad de la estructura, en relación con si la han utilizado las especies o grupos de referencia a la que va destinada y se han alcanzado frecuencias de paso acordes con la abundancia de la especie en los hábitats adyacentes a la estructura.
- Factores a los que se atribuye la falta de efectividad de la medida en caso de que no se alcancen los objetivos establecidos.
- Otros aspectos relevantes en relación con los controles aplicados o a la efectividad de la estructura.
- **Cerramientos perimetrales y prevención de la mortalidad de fauna por atropello o colisión con vehículos**
  - Vía y puntos kilométricos de inicio y final de tramos vallados.
  - Características del cerramiento: tipo de malla (material, densidad, etc.), distancia entre postes de sujeción, método de anclaje al suelo, o profundidad a la que se ha enterrado si se ha optado por este sistema, sistemas adicionales incorporados para contener el paso de cérvidos o de pequeños vertebrados.
  - Características de los dispositivos de salida si se han incorporado: tipo de dispositivo, ubicación concreta de los mismos (PK).
  - Incidencias relevantes en relación con el mantenimiento del vallado o de los dispositivos de escape.
  - Listado de tramos en los que se haya detectado una incidencia de atropellos de fauna o de accidentes causados por colisiones con grandes mamíferos superiores a las establecidas en los umbrales de efectividad definidos para cada proyecto.
  - Valoración global de la efectividad de las medidas aplicadas para reducir los atropellos de fauna e incrementar la seguridad vial.
  - Factores a los que se atribuye la falta de efectividad del cerramiento en caso de que hayan aparecido incidencias o tramos de concentración de mortalidad de fauna por atropello. Entre las posibles causas se destacará si se trata de roturas de la malla, caída de postes de sujeción, entrada de animales por los dispositivos de salida, apertura de vías de entrada en la base de la malla, salto del cerramiento, etc.
  - Otros aspectos relevantes en relación con los controles aplicados o a la efectividad del cerramiento.

### Fase de realización

- La base de datos se completará durante la fase de funcionamiento, puesto que es en esta fase en la que se podrán extraer los resultados relativos a la evaluación de la efectividad de las medidas a partir de los informes periódicos de desarrollo del PVA y, especialmente, a partir del informe final.

### Frecuencia de actualización

- Es recomendable diseñar la base de datos al iniciar la aplicación del PVA y actualizarla periódicamente, como mínimo coincidiendo con la finalización de cada una de las etapas básicas de su desarrollo: fases previas al inicio de las obras, período de construcción y seguimiento en fase de funcionamiento de la vía.

**5**

Información complementaria

---



Presentación



El Programa de Vigilancia Ambiental: Contexto administrativo y procedimiento de aplicación



Recomendaciones básicas para el diseño de un Programa de Vigilancia Ambiental



Estructura y contenidos del Programa de Vigilancia Ambiental



Información complementaria



## 5.1 Bibliografía

### Documentos de carácter general

- Forman, R.; Sperling, D.; Bissonette, J.A.; Clevenger, A.P.; Cutshall, C.D.; Dale, V.H.; Fahrig, L.; France, R.; Goldman, C.R.; Heanue, K.; Jones, J.A.; Swanson, F.J.; Turrentine, T. & Winter T.C. 2003. *Road Ecology. Science and Solutions*. Island Press, Washington, DC. 479 pp.
- Gosset, C., Larinier, M. Porcher, J.P. & Travade, F. 1994. *Passes à poissons: expertise conception des ouvrages de franchissement*. Conseil supérieur de la pêche.
- Hervás, I.; Suárez, F.; Mata, C.; Herranz, J. & Malo, J.E. 2006. *Pasos de fauna para vertebrados. Minimización y seguimiento del efecto barrera de las vías de comunicación*. CEDEX, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento. Madrid.
- Iuell, B., Bekker, H.G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., Rosell, C., Sangwine, T., Torslow, N. & Wandall B. 2005. *Fauna y Tráfico. Manual europeo para identificar conflictos y diseñar soluciones. COST 341. Fragmentación del hábitat causada por las infraestructuras de transporte*. Ministerio de Medio Ambiente. 166 pp. Madrid. (Edición en inglés publicada en 2003 por KNNV Publishers).
- Marmulla, G. & Welcomme, R. (eds.) 2002. *Fish passes: design, dimensions and monitoring*. FAO and DVWK. Roma. 118 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2006. *Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales*. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 1. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 108 pp Madrid.
- Rosell, C., Alvarez, G., Cahill, S., Campeny, R., Rodríguez, A. & Séiler, A. 2003. *COST 341. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España*. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 349 pp. Madrid
- Corn, P. S. & R. B. Bury. 1990. *Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-256. USDA Forest Service, PNW Research Station, Portland, Oregon. 34 pp.
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L. & Foster M.S. (eds). 1994. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution, Washington. 364 pp.
- Lobón-Cerviá, J. 1991. *Estudio de poblaciones de peces en ríos. Pesca eléctrica y métodos de estima de la abundancia*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid. 156 pp.
- Manzanilla, J. & Péfaur, J.E. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnica de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Rev. Ecol. Lat. Am.*, 7 (1-2): 17-30.
- Soriguer, R.; Pérez, J.M. & Fandós, P. 1997. Teoría de censos: aplicación al caso de los mamíferos. *Galemys*, 9 (1): 15-37.
- Sutherland, W.J. 1996. *Ecological census techniques: a handbook*. Cambridge University Press, Reino Unido. 354 pp.
- Tellería, J.L. 1986. *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Raíces, Madrid.

### Identificación de huellas, rastros y señales de vertebrados terrestres

- Bang, P., & P. Dahlstrom, 2001. *Huellas y señales de los animales de Europa*. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.
- Blanco, J.C., 1998. *Mamíferos de España (2 Vols.)*. Editorial Planeta, S.A., Barcelona.
- Sanz, B., Balmori, A. & Turón, J.V. 2005. *Huellas y rastros de los mamíferos ibéricos*. Azara ed. Zaragoza, 286 pp.

## 5.2 Sitios web

- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Sección Desarrollo Rural y Paisaje  
[http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/desarrollo\\_rural\\_paisaje/fragmentacion\\_rural/](http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/desarrollo_rural_paisaje/fragmentacion_rural/)
- Infra Eco Network Europe (distribución de los productos elaborados durante el desarrollo de la Acción 341)  
[www.iene.info](http://www.iene.info)
- International Conference on Ecology and Transportation  
<http://www.icoet.net/index.asp>
- Road Ecology Center de la Universidad de Davis, California (EEUU):  
<http://roadecology.ucdavis.edu/>
- Wildlife Crossings Toolkit:  
<http://www.wildlifecrossings.info>

