



Fundación Biodiversidad

# Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte

Bases científicas para soluciones técnicas

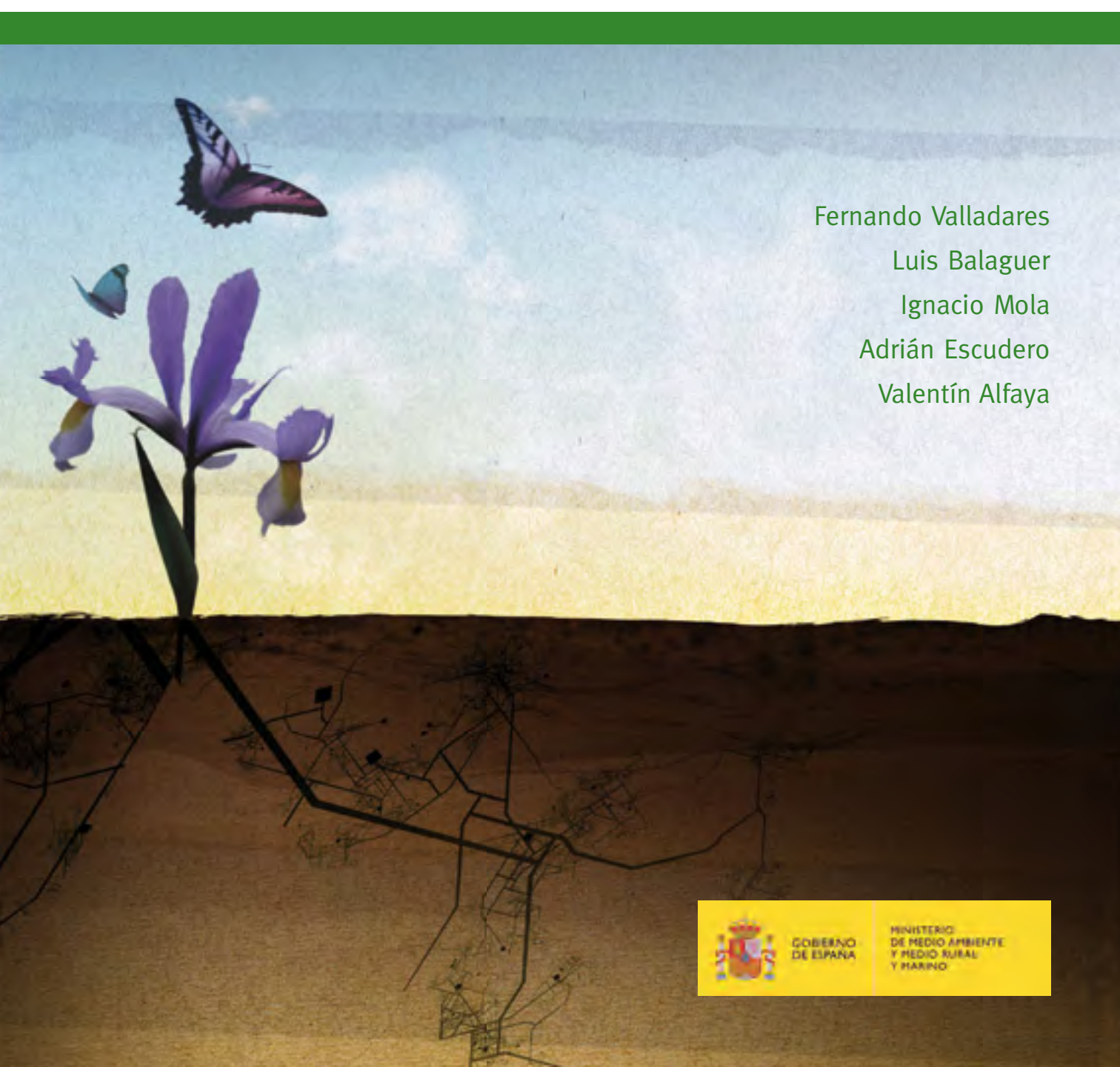
Fernando Valladares

Luis Balaguer

Ignacio Mola

Adrián Escudero

Valentín Alfaya



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL  
Y MARINO

# Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte

Bases científicas para soluciones técnicas

Fernando Valladares | Luis Balaguer | Ignacio Mola

Adrián Escudero | Valentín Alfaya



## Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas

### Publicado por:

Fundación Biodiversidad

### Editores:

Fernando Valladares, Luis Balaguer, Ignacio Mola, Adrián Escudero y Valentín Alfaya

### Esta publicación ha sido posible gracias a la colaboración de:

**Ferrovial, S. A.** Príncipe de Vergara 135 - 28002 Madrid (España).  
Tel.: (+34) 91 586 25 00 [www.ferrovial.com](http://www.ferrovial.com)



**Obrascón Huarte Laín, S. A.** Torre Espacio. Paseo de la Castellana,  
259D - 28046 Madrid (España). Tel.: (+34) 91 348 41 00 [www.ohl.es](http://www.ohl.es)



### Diseño, maquetación e impresión:

AGSM Artes Gráficas. [www.agsmartesgraficas.es](http://www.agsmartesgraficas.es)

Depósito Legal: AB-338-2011

**Fotografías:** las fotografías que aparecen en este libro son propiedad exclusiva de sus autores. En caso de no señalarse explícitamente su autoría, pertenecen a los autores del capítulo correspondiente.

### Cita recomendada:

Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., y Alfaya, V., eds. 2011. Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas. Fundación Biodiversidad, Madrid, España. ©Fundación Biodiversidad 2011.

Impreso en papel certificado FSC®



# ÍNDICE

Prólogos	7
Agradecimientos	11
<b>1 / Restauración ecológica e infraestructuras de transporte: definiciones, problemas y desafíos</b>	
Luis Balaguer, Fernando Valladares e Ignacio Mola	15
<b>2 / Consideraciones geomorfológicas e hidrológicas</b>	
José F. Martín Duque, Saturnino de Alba y Fernando Barbero Abolaño	43
<b>3 / Ecohidrología: erosión hídrica y dinámica de la vegetación en laderas artificiales</b>	
José Manuel Nicolau, Tiscar Espigares, Mariano Moreno de las Heras y Luis Merino-Martín	75
<b>4 / Importancia del suelo para la restauración de la cubierta vegetal</b>	
Pablo García-Palacios	85
<b>5 / Procesos ecológicos y restauración de la cubierta vegetal</b>	
Esther Bochet, Pablo García-Palacios, Begoña Peco, Jaume Tormo y Patricio García-Fayos	101
<b>6 / Introducción de especies leñosas</b>	
Pedro Villar-Salvador, Santiago Soliveres y José Luis Quero	143
<b>7 / Ecotecnología aplicada a la restauración de infraestructuras de transporte</b>	
Santiago Soliveres, Valentín Contreras, João Paulo Fernandes, Jordi Cortina, Pablo García-Palacios, Marisa Martínez y Jorge Fort	177
<b>8 / Actuaciones para minimizar los efectos sobre la fauna</b>	
Juan E. Malo y Cristina Mata	213

<b>9 / Seguimiento y vigilancia ambiental</b>	
Carlos Iglesias, Santiago Soliveres, Valentín Alfaya, Jesús Álvarez, Ignacio Mola, Javier Martínez de Castilla y Xavier Artigas	243
<b>10 / Legislación</b>	
Carlos Iglesias, Luis Balaguer, Ignacio Mola y Valentín Alfaya	275
<b>11 / Restauración ecológica e infraestructuras de transporte: perspectivas y recomendaciones</b>	
Luis Balaguer, Fernando Valladares, Adrián Escudero, Ignacio Mola y Valentín Alfaya	303
<b>Anexo 1 / Fuentes recomendadas de información adicional</b>	311
<b>Anexo 2 / Sobre los autores y revisores del libro</b>	317



# 9

## Seguimiento y vigilancia ambiental

Carlos Iglesias, Santiago Soliveres, Valentín Alfaya, Jesús Álvarez,  
Ignacio Mola, Javier Martínez de Castilla y Xavier Artigas





## CAPÍTULO 9

### Seguimiento y vigilancia ambiental

Carlos Iglesias, Santiago Soliveres, Valentín Alfaya, Jesús Álvarez, Ignacio Mola, Javier Martínez de Castilla y Xavier Artigas

#### I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

##### 1. Introducción y marco general

La vigilancia ambiental en proyectos de infraestructuras de transporte se enmarca, generalmente, en un escenario definido por la evaluación de impacto ambiental (EIA) de los mismos. Salvo en aquellos casos en los que la construcción de una infraestructura nueva no queda sometida a este procedimiento, bien porque no corresponda con los previstos en los anexos de la norma correspondiente o, más excepcionalmente aún, quede exenta por una ley del Estado o por un acuerdo del consejo de gobierno de una comunidad autónoma en las situaciones en las que la competencia corresponda a estas últimas.

En el actual marco legislativo, los programas de vigilancia ambiental (PVA) son documentos de carácter obligatorio dentro del procedimiento de EIA, y han de servir para establecer el sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras, correctoras y compensatorias, si proceden, contenidas en el estudio de impacto ambiental (EsIA), tanto en lo referente a su ejecución como a su eficacia.

El órgano ambiental evalúa el EsIA del proyecto (en el caso de las infraestructuras de transporte, suele coincidir con su fase de estudio informativo), tras haberse sometido a información pública, y formula la declaración de impacto ambiental (DIA). En caso de que la DIA sea positiva, fija las condiciones de carácter ambiental que deben incorporarse en la orden de aprobación del proyecto, trámite con el cual

concluye el procedimiento de EIA. Estas condiciones suelen establecer medidas adicionales a las previstas en el EsIA.

Tanto la DIA como el conjunto de documentación generada durante el procedimiento de EIA se convierten en piezas básicas para la redacción del proyecto constructivo, ya que debe contemplar lo que establecen e incluir un PVA que sirva para controlar la ejecución de las obras y, al menos, los primeros años de funcionamiento.

El seguimiento y vigilancia ambiental, sin diferenciar entre ambos conceptos, se trata en el Real Decreto Legislativo 1/2008 (BOE nº 23, de 26 de enero de 2008), modificado por la Ley 6/2010 (BOE nº 73, de 25 de marzo de 2010), como se reproduce en el Cuadro 1. En el Capítulo III, dedicado al control del cumplimiento de la DIA, se conciben como la herramienta que permite verificar la aplicación de las medidas preventivas, correctoras y, cuando proceda, compensatorias, durante la ejecución y fase de explotación de un proyecto sometido al procedimiento de EIA.

#### Cuadro 1. Seguimiento y Vigilancia en el RDL 1/2008.

Artículo. 18. Seguimiento y vigilancia del cumplimiento de la DIA.

1. Corresponde al órgano sustantivo o a los órganos que, en su caso, designen las comunidades autónomas respecto de los proyectos que no sean de competencia estatal, el seguimiento y vigilancia del cumplimiento de la declaración de impacto ambiental. Sin perjuicio de ello, el órgano ambiental podrá recabar información de aquel al respecto, así como efectuar las comprobaciones necesarias para verificar el cumplimiento del condicionado.
2. El órgano sustantivo comunicará al órgano ambiental el comienzo y el final de las obras, así como el comienzo de la fase de explotación.

En la actualidad, la legislación básica en materia de EIA sufre la paradoja de que el Reglamento que la desarrolla, el RD 1131/1988 (BOE nº 239, de 5 de octubre de 1988), es anterior al RDL 1/2008 y a la Ley 6/2010, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el citado RDL 1/2008.

La lectura del RD 1131/1988 permite observar que tampoco en este caso se diferencia entre las tareas de seguimiento y vigilancia, aunque los objetivos de esta última tratan de forma específica de:

1. Velar para que, en relación con el medio ambiente, la actividad se realice según el proyecto y según las condiciones en que se hubiere autorizado.
2. Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental contenidas en la declaración de impacto.
3. Verificar la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental realizada.

Debido a la organización administrativa del Estado, algunas comunidades autónomas han establecido en sus respectivas normas que el desarrollo de la vigilancia ambiental será responsabilidad de la consejería competente en materia de medio ambiente, como en los casos de Andalucía y Madrid. Circunstancia que ha obligado a matizar la redacción del artículo 18, punto 1, del RDL 1/2008 respecto a lo que se contemplaba en el artículo 25, punto 1, del RD 1131/1988 (Cuadro 2), aún vigente salvo en los aspectos que contradiga al primero y su posterior modificación. No obstante, en la mayoría de comunidades autónomas, como Canarias, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Galicia, etc., se ha trasladado el esquema básico de funcionamiento del Estado, siendo la verificación del cumplimiento de la DIA competencia del órgano sustantivo, sin perjuicio de la facultad del órgano ambiental para recabar la información que requiera para verificar dicho cumplimiento, aunque también el desarrollo legislativo ha dado lugar a la creación de diferentes procedimientos de autorización ambiental de proyectos y actividades en algunas autonomías que, en función de sus características o las del emplazamiento del proyecto, pueden ocasionar que dicha responsabilidad recaiga sobre el órgano sustantivo o sobre el órgano ambiental, como, por ejemplo, sucede en Aragón, en función del tipo de tramitación que corresponda.

Un caso más singular de funcionamiento es el de las Islas Baleares, donde su legislación establece que, en función del importe del presupuesto del proyecto o la concurrencia de circunstancias que lo justifiquen, dicha responsabilidad puede recaer directamente sobre una auditoría externa contratada por el propio promotor.

### Cuadro 2. Vigilancia y responsabilidad (RD 1131/1988).

Artículo 25. Órganos que deben hacerla.

1. Corresponde a los órganos competentes por razón de la materia, facultados para el otorgamiento de la autorización del proyecto, el seguimiento y vigilancia del cumplimiento de lo establecido en la declaración de impacto ambiental. Sin perjuicio de ello, el órgano administrativo de medio ambiente podrá recabar información de aquellos al respecto, así como efectuar las comprobaciones necesarias para verificar dicho cumplimiento.

2. El seguimiento y vigilancia por los órganos que tengan competencia sustantiva deben hacer posible y eficaz los que ejerzan los órganos administrativos de medio ambiente, que podrán alegar en todo momento el necesario auxilio administrativo, tanto para recabar información, como para efectuar las comprobaciones que consideren necesarias.

Artículo 26. Objetivos de la vigilancia.

La vigilancia del cumplimiento de lo establecido en la declaración de impacto tendrá como objetivos:

- Velar para que, en relación con el medio ambiente, la actividad se realice según el proyecto y según las condiciones en que se hubiere autorizado.
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental contenidas en la declaración de impacto.
- Verificar la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental realizada.

Debido al uso frecuente de acrónimos en la materia tratada en este capítulo, antes de finalizar el apartado de introducción, se considera conveniente incluir el siguiente cuadro resumen.

### Cuadro 3. Resumen de siglas y acrónimos.

CMCC	Comisión Mixta de Concertación y Control
DAO	Dirección ambiental de obra
DIA	Declaración de impacto ambiental
EIA	Evaluación de impacto ambiental
EsIA	Estudio de impacto ambiental

I+D+i	Investigación + Desarrollo + innovación
PAC	Programa de aseguramiento de la calidad
PEM	Presupuesto de ejecución material
PPI	Programa de puntos de inspección
PS	Programa de seguimiento
PVA	Programa de vigilancia ambiental

### 2. Objeto y alcance del capítulo

El presente capítulo pretende no solo establecer las pautas 'técnicas' de seguimiento de las distintas variables y elementos ambientales, sino también proponer un marco más ambicioso para la articulación de los programas de vigilancia ambiental en proyectos de infraestructuras, a partir de las deficiencias habitualmente detectadas. Una articulación que, entre otros objetivos, permita aclarar las responsabilidades de los distintos agentes y facilitar que los responsables de cada fase doten los recursos necesarios para una aplicación eficiente de los programas de vigilancia, en obra, y seguimiento, a largo plazo.

Por un lado, se entiende que un factor clave para poder implementar un PVA en obra sería que este se iniciase con una revisión exhaustiva del proyecto y la constatación en campo de la idoneidad de las medidas previstas, siempre guiado por el objetivo de buscar los errores, defectos y omisiones que el proyecto pudiera tener. En este sentido, es necesario contemplar protocolos para la definición de nuevas medidas correctoras, ya que así se consigue mantener la idea de que el PVA no es un documento cerrado durante la ejecución de las obras, de la misma manera que el propio proyecto puede sufrir profundas modificaciones de aspectos tan relevantes como el trazado, enlaces, situación de estructuras, etc. De este modo, en el caso de detectarse alguna carencia en los estadíos iniciales, la dirección facultativa dispondría de un margen superior de tiempo para reconducir situaciones adversas y adoptar las medidas que se consideraran oportunas por la asistencia técnica (Gil Esteban 2006).

Por todo ello, el objetivo fundamental que tiene este capítulo es proponer un escenario, compatible con la legislación vigente, que permita potenciar el papel del seguimiento y la vigilancia ambiental de los proyectos y actividades sometidas a EIA, particularmente los de infraestructuras de transporte, así como resaltar su complementariedad con los procesos de aseguramiento de la calidad que realizan algunos actores que participan en distintas

fases de su ciclo de vida, con el fin último de fomentar la retroalimentación del sistema por medio de un protocolo de funcionamiento basado en la creación de comisiones multidisciplinares, que permita exponer y consolidar el conocimiento emanado de la experiencia acumulada por los años de implantación de la EIA en España, dado que en la actualidad, en todos los ámbitos afectados, se considera deficiente. Para lograrlo es necesario diferenciar el papel y el significado del seguimiento y la vigilancia contemplados en el actual Reglamento de EIA (RD 1131/988) y desarrollar los contenidos y actores intervinientes en cada fase, de acuerdo con la distinción básica que se presenta en el Cuadro 5.

### 3. Los PVA en el marco legal. Vinculación con la DIA y el proyecto

Los PVA habitualmente se incorporan al proyecto de construcción, en el caso de las infraestructuras de transporte, como un capítulo del anejo de Integración Ambiental (a veces denominado 'Ordenación ecológica, estética y paisajística' o similar) en el que se particularizan las medidas diseñadas atendiendo al condicionado de la DIA.

Esta disposición en el Proyecto hace que, en ocasiones, tanto el análisis del cumplimiento de la DIA como el diseño del PVA se perciban como un tema exclusivamente ambiental, reduciéndose la participación en su diseño, y en el de las medidas correctoras, de otros técnicos involucrados en la redacción de los proyectos, como podrían ser quienes elaboran los anejos de geología, geotecnia, hidrología y drenaje, etc. Por otro lado, la misma circunstancia hace que aspectos relevantes de estos apartados se diluyan entre los varios centenares de páginas que pueden ocupar los anejos de integración ambiental, dado el amplio espectro de variables que se tratan en ellos.

La aplicación de estos programas se realiza de manera más o menos exhaustiva durante la construcción de la obra, con notables diferencias de unos casos a otros, pero, en general, no trasciende al plazo de garantía de la misma (normalmente los dos años posteriores a la finalización de los trabajos). Por otro lado, la dispersión de la información entre administraciones, entre el órgano sustantivo y el ambiental, así como los dispares procedimientos de adjudicación de estos trabajos, no permiten el acceso a los resultados, consolidándose una situación de desconocimiento bastante generalizada sobre la consistencia de los PVA y su aplicación real.



**Figura 1.** Ejemplos contrapuestos sobre la protección de pies arbóreos en distintas obras. En la imagen superior se ilustra la ausencia de protecciones (Foto: Xavier Artigas) y en la inferior cada ejemplar arbóreo se encuentra protegido por un cerramiento rígido, a su vez recubierto por telas que incrementan su visibilidad.

En este sentido, llama poderosamente la atención los resultados de una investigación de Arce *et al.* (2006), basada en un cuestionario remitido a empresas constructoras y consultoras de Ingeniería, en el que un 64% de las primeras manifiesta que sí se realiza algún tipo de control de las medidas preventivas y correctoras, mientras que entre las empresas consultoras tan solo responde afirmativamente un

36% . Esto quiere decir que un aspecto fundamental del proyecto, desde el punto de vista de su aprobación ambiental, se ha ignorado sistemáticamente en fase de obras (según reconoce un tercio de las empresas constructoras y sospechan dos tercios de las empresas redactoras de proyectos).

Es decir, en general, durante mucho tiempo se ha venido consintiendo una situación irregular respecto a la disciplina ambiental, es decir, la vigilancia y el seguimiento, su cumplimiento y la imposición de sanciones cuando proceda. No obstante, con el tiempo también se van conociendo iniciativas realmente interesantes para la aplicación de estos PVA, que más adelante se comentarán.

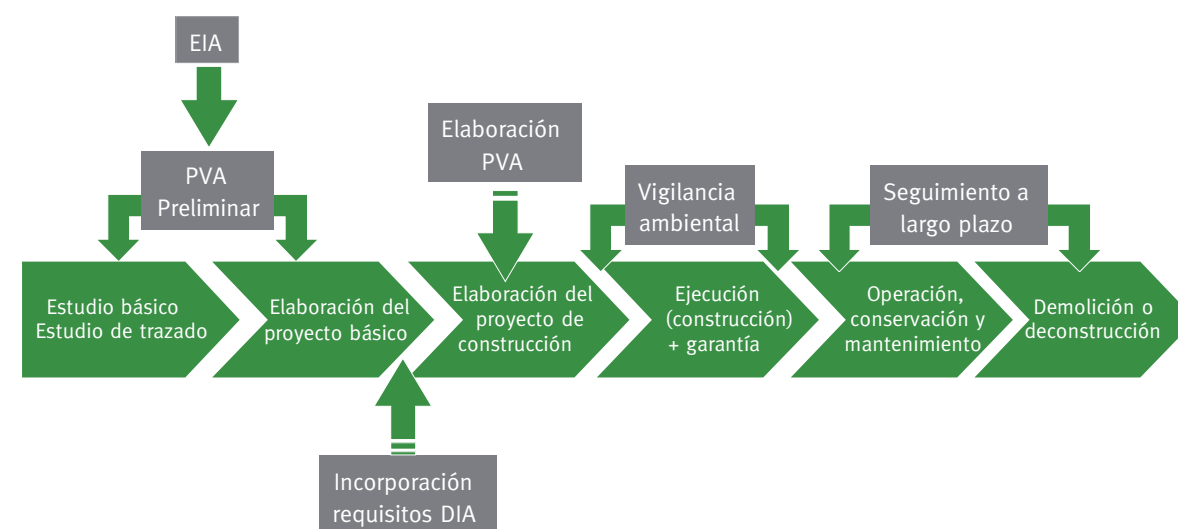
#### Cuadro 4. Principales problemas para la implementación de los PVA.

- Los recursos que se requieren para ejecutar con solvencia el PVA, en general, no se presupuestan con el detalle que correspondería a cualquier medida que se define en la fase de redacción de proyecto. En ocasiones, el contrastista principal de la obra acaba asumiendo una parte de estos costes.
- No existe un seguimiento a más largo plazo de las medidas aplicadas y los aspectos ambientales, que podría ser fundamental para recabar información valiosa sobre la verdadera efectividad de las medidas de revegetación, protección de la fauna, etc.
- En la práctica se diluyen las responsabilidades entre los agentes implicados (promotor, órgano sustantivo, órgano ambiental, asistencia técnica, dirección facultativa, contratista, operador o concesionario...), en relación con la aplicación de los programas de vigilancia y seguimiento.
- El dispar tratamiento de los PVA en fase de proyecto (unas veces incluidos en el presupuesto de ejecución material, otras en el de inversión, en ocasiones ausentes, etc.) no contribuye a clarificar las responsabilidades, menos aún cuando el esquema de participación se vuelve algo más complejo de lo habitual.



**Figura 2.** En la imagen superior, típico cartel que anuncia unas obras y pide disculpas a los usuarios por las molestias ocasionadas, durante las mismas que permanece por tiempo indefinido durante la fase de explotación. En la imagen inferior, unas pantallas acústicas, típica medida correctora de impacto ambiental cuya eficacia no podrá ser verificada hasta la puesta en servicio de la infraestructura (Foto: Carlos Iglesias).

Las principales etapas del ciclo de vida de una infraestructura lineal se resumen en la Figura 3.



**Figura 3.** Esquema habitual de la EIA en España, en relación con los proyectos de las infraestructuras de transporte.

Como es sabido, la DIA, cuando es positiva, constituye la autorización de la obra a los efectos ambientales, e incluye buena parte de los requisitos que en esta materia serán aplicables. Entre otros, las condiciones del trazado, las principales medidas preventivas y compensatorias, los criterios para el diseño de las medidas correctoras y, en particular, los objetivos y exigencias de la vigilancia ambiental.

Dichos aspectos, sin embargo, no siempre son fáciles de trasladar a los PVA, debido, entre otras cosas, a que la fase en que se evacua la DIA es aún muy temprana en el diseño del proyecto. En ese momento, es difícil tener una idea clara de cuáles van a ser las variables ambientales o las medidas correctoras que requerirán un mayor esfuerzo de monitorización en las fases de construcción y operación.

Para orientar la consecución de los objetivos expuestos en este capítulo hacia todas las fases del ciclo de vida de una infraestructura de transporte y, en general, de cualquier otro tipo de proyecto sometido a EIA, se parte inicialmente de la idea de incluir un anejo específico en el proyecto, por ejemplo, denominado 'Cumplimiento de la DIA y vigilancia y seguimiento ambiental', puesto que el cumplimiento del condicionado de la DIA empieza en fase de proyecto, afecta a todos sus anejos y se prolonga en obra y durante la fase de explotación.

Este anejo debería ser coordinado por el autor del proyecto y exclusivamente dedicado a justificar cómo

se cumple la DIA en los distintos documentos de un proyecto, dado que la definición de muchas de estas medidas es ajena al anejo de integración ambiental, y contribuiría a implicar al conjunto de los técnicos que participan en la redacción de un proyecto bajo la responsabilidad de quienes poseen la capacidad de firmarlo. Se favorecería así la coordinación de un escenario de trabajo efectivamente pluridisciplinar, en el que las posibles incoherencias del proyecto se pondrían de manifiesto y cada redactor de un anejo percibiría la influencia de su trabajo sobre otros apartados. Finalmente, cuando se iniciara la fase de obras, se facilitaría el conocimiento de los detalles concretos que afectan a los aspectos de la vigilancia y del seguimiento ambiental respecto a la situación actual, que obliga a indagar entre las decenas de anejos de un proyecto y los centenares de páginas de algunos de ellos.

Otro de los objetivos fundamentales de este capítulo del libro reside en la necesidad de homogeneizar y poner de relieve el valor de las tareas de seguimiento y vigilancia ambiental, en obra y durante la fase de explotación de las infraestructuras de transporte, poniendo de manifiesto el significado de ambos conceptos y la existencia, en ocasiones, de actividades duplicadas que se desarrollan de manera paralela por diferentes actores, sin que exista un flujo de información coherente que sirva al sistema para aclarar el estado de conocimiento en las materias en cuestión, ni mucho menos conocer los resultados correspondientes a experiencias anteriores.

### Cuadro 5. Distinción básica entre vigilancia ambiental y seguimiento ambiental y objetivos fundamentales.

**1. Vigilancia ambiental**, fundamentalmente de carácter técnico antes y durante la ejecución de las obras; estaría centrada en:

- Detectar y corregir posibles deficiencias del proyecto de construcción.
- Verificar la adecuación de las medidas proyectadas a la realidad final de la obra.
- Supervisar la correcta ejecución de las medidas ambientales (pantallas acústicas, revegetación, pasos de fauna, etc.).
- Controlar los aspectos ambientales relevantes de la obra (p.e., seguimiento de la calidad de las aguas superficiales, afecciones a los hábitats silvestres, emisiones atmosféricas, etc.) Y detección de impactos no previstos anteriormente.
- Determinar la posible supresión, modificación o introducción de nuevas medidas preventivas y correctoras, conforme al protocolo que contemple el propio pva en ausencia de normas específicas al respecto.

**2. Seguimiento ambiental**, a medio y largo plazo (orientativamente de 3 a 10 años) desde el momento de recepción de la obra y posteriormente; también adquiriría un sentido científico y se centraría en:

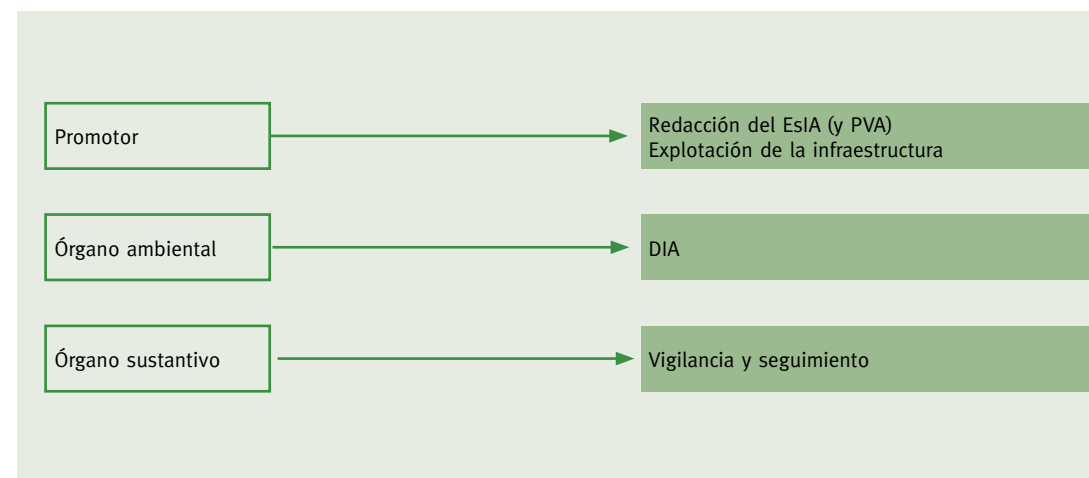
- Verificar la evolución de las medidas implantadas (p.e., Revegetación, uso de pasos de fauna, etc.) Para evaluar su eficacia a medio y largo plazo.
- Recabar información sobre los impactos de la infraestructura en el medio ambiente (p.e., Efecto barrera) y la posible aparición de otros no previstos.
- Informar y servir de *input* para futuros proyectos, en el marco de una continua mejora del procedimiento de eia y de la prevención y corrección de impactos ambientales en particular.

## II. CONTEXTO GENERAL DE LOS PVA: EXPECTATIVAS Y DEFICIENCIAS

### 1. Los PVA en el contexto del ciclo de vida de la infraestructura. Agentes implicados

El RDL 1/2008 establece que corresponde al órgano sustantivo (en el caso de infraestructuras de transporte puede ser el Estado, las autonomías o incluso algunas diputaciones) el seguimiento y vigilancia del cumplimiento de la DIA, o a los órganos que, en su caso, designen las comunidades autónomas respecto de los proyectos que sean de su competencia. Al situarse en un estatus cuanto menos confuso según las casuísticas posibilitadas por el tipo de proyecto y las administraciones competentes, en la práctica la vigilancia queda desligada en cierto modo de la evaluación, puesto que el PVA se redacta en fase de proyecto (dada la escasa definición posible en el EsIA), lo cual no significa que sea una medida más a ejecutar por el contratista de las obras, puesto que este no debería vigilarse a sí mismo. De estas

consideraciones deriva también la conveniencia de segregar del anejo de integración ambiental el PVA y el programa de seguimiento, que más adelante se trata, junto con la justificación de cómo el proyecto cumple las condiciones de la DIA, ya que las medidas preventivas y correctoras definidas en dicho anejo sí corresponde ejecutarlas al contratista. En la práctica, esta circunstancia se resuelve, la mayoría de las veces, mediante una asistencia técnica a la dirección de obra, frecuentemente asumida por la misma asistencia que verifica la ejecución del proyecto, lo cual no impide que la empresa constructora realice simultáneamente, en el marco de su propio programa de aseguramiento de la calidad (PAC), algunas actividades que, en ocasiones, se solapan con la propia vigilancia ambiental.



**Figura 4.** Esquema habitual del papel de los órganos ambiental y sustantivo en el modelo de EIA en España (diferente en algunas comunidades autónomas). En el caso de las infraestructuras de transporte, suele coincidir que el promotor es a la vez órgano sustantivo.

La legislación básica también establece claramente que el órgano ambiental podrá recabar información del órgano sustantivo, así como efectuar las comprobaciones necesarias para verificar el cumplimiento de la DIA, tanto en fase de obras como de explotación. A raíz de estos supuestos, algunas comunidades autónomas han otorgado mayores competencias al órgano ambiental, asignándoles las funciones de vigilancia ambiental, como en el ya citado caso de la Comunidad de Madrid (Ley 2/2002, BOCM nº 154, de 1 de julio de 2002).

Otro aspecto que indudablemente podría contribuir a la mejora del funcionamiento de los actuales modelos sería la clasificación, en función de sus capacidades, de las entidades y profesionales implicados en tareas de vigilancia y control ambiental de obras, y de seguimiento de la eficacia de las medidas correctoras.

En este sentido, destaca el caso de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, donde existe un Registro de Entidades y Profesionales Autorizados para el seguimiento y control de actividades sometidas a EIA, regulado por la Orden de 26-01-2005 de la Consejería de Medio Ambiente (DOCM nº 24, de 3 de febrero de 2005). De esta manera, se atribuye a estas entidades la responsabilidad sobre el contenido de los informes realizados, que deben presentarse tras cada actuación en la

delegación provincial correspondiente de la Consejería de Medio Ambiente. Las entidades y profesionales interesados se pueden acreditar hasta en ocho ámbitos funcionales (Cuadro 6), en función de sus recursos técnicos.

Se trata de una estructura organizativa bastante acertada para establecer las bases de una vigilancia y un seguimiento ambiental que deben evolucionar hacia la integración efectiva de especialistas en cada variable a controlar. Sin embargo, resulta ser un planteamiento inviable mientras los PVA no se presupuesten de manera detallada. Es lógico pensar que cualquier medida o actividad que represente un coste imprevisto no será asumida por ningún agente, por lo que los recursos humanos y materiales necesarios para cualquier tarea de seguimiento ambiental debería valorarse a la vez que se define el PVA, e incluirse en el presupuesto de inversión (antes denominado para conocimiento de la administración). En ningún caso debe incluirse en el presupuesto de ejecución material (PEM), puesto que no corresponde al contratista de la obra su ejecución y, posiblemente, su duración exceda a la de la obra y a la del período de garantía de la misma. La existencia de un cuadro de precios para cada actividad de vigilancia y seguimiento, así como su descomposición, permitiría conocer al promotor el presupuesto que debe disponer para realizar la vigilancia y el seguimiento ambiental.



### Cuadro 6.

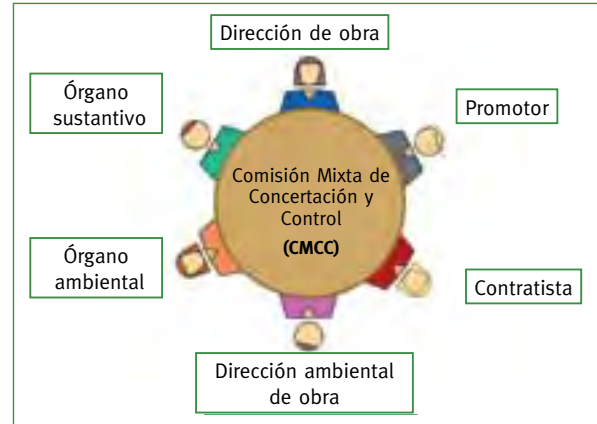
Grupo de actividad/es para el que se solicita acreditación en el Registro de Entidades y Profesionales autorizados para el seguimiento y control de actividades sometidas a EIA en Castilla-La Mancha.

- 1- Flora y vegetación
- 2- Fauna
- 3- Paisaje
- 4- Agua
- 5- Gea y suelo
- 6- Atmósfera
- 7- Patrimonio histórico artístico y arqueológico y paleontológico
- 8- Ser humano, relaciones sociales y condiciones de sosiego público

Por supuesto, teniendo en cuenta el modelo que más adelante se presenta, la valoración económica del PVA no debería incluirse en el presupuesto de ejecución material del proyecto, puesto que en ningún caso debería realizarlo el contratista constructor. Esta obviedad, debido al escaso desarrollo de algunos aspectos confusos de la legislación y, sobre todo, las particularidades propias de cada tipo de proyecto, lleva a poner de relieve la importancia de la disposición adicional segunda del RDL 1/2008. Dicha disposición adicional habilita al Gobierno, en el ámbito de sus competencias, para el desarrollo reglamentario de la Ley, en particular para aprobar normas básicas mediante real decreto sobre aquellos aspectos de carácter técnico o de naturaleza coyuntural y cambiante necesarios para asegurar el mínimo común denominador establecido en la Ley. Sin lugar a dudas, la vigilancia ambiental es un aspecto muy concreto de la evaluación ambiental que necesita un desarrollo particularizado para cada tipo de proyecto o actividad desde hace mucho tiempo.

### 2. Las comisiones mixtas como mecanismo de refuerzo y control

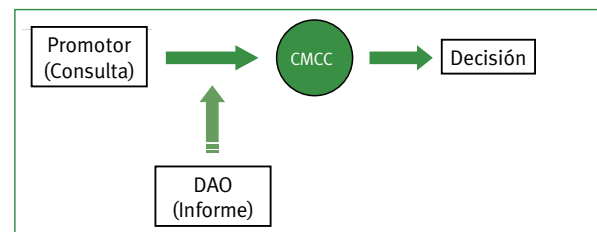
En el caso de Cataluña, en el texto de las propias DIA se establece, como una condición más al proyecto, la necesidad de formalizar una Comisión Mixta de Concertación y Control (CMCC) entre el órgano ambiental y el órgano sustantivo, con la finalidad de controlar el contenido, periodicidad, aplicación, época de realización de las medidas correctoras y de protección que señala la DIA.



**Figura 5.** La composición de la Comisión Mixta de Concertación y Control (CMCC) está formada como mínimo por el promotor, el órgano sustantivo y el órgano ambiental. Además suelen incorporarse las figuras del director de obra, jefe de obra de la empresa adjudicataria y la dirección ambiental de obra (DAO).

Esta CMCC permite al órgano ambiental realizar un seguimiento a pie de obra del desarrollo de la misma, de forma que contribuye a la correcta ejecución de las medidas contempladas, así como en su definición cuando resulta preciso hacerlo durante la fase de obras.

De la misma forma, cualquier modificación sustancial del proyecto que haya de someterse a valoración se dirime inicialmente en el seno de la CMCC. El promotor aporta los datos necesarios y justificativos del cambio solicitado, junto con una valoración ambiental y definición del grado de adecuación con la DIA realizada por la dirección ambiental de obra (DAO). La CMCC se pronuncia sobre la modificación y propone al órgano ambiental la tramitación a seguir, e informa sobre el cambio solicitado.



**Figura 6.** Esquema de funcionamiento de la CMCC ante la consulta del promotor sobre una modificación sustancial del proyecto.

Las funciones así están repartidas claramente de acuerdo con la legislación, el órgano ambiental realiza la evaluación ambiental y establece las medidas, el promotor del proyecto es el responsable de incorporar las medidas que establece la DIA, y el órgano sustantivo es el responsable tanto de hacerlas cumplir como de su seguimiento y

vigilancia. La CMCC únicamente supervisa su cumplimiento y facilita la relación entre los distintos actores.

En todo caso, en este esquema la DAO es responsable de la aplicación del PVA, desde las fases iniciales y previas a la ejecución del proyecto hasta la finalización, siendo sus funciones principales las habituales de la vigilancia ambiental. El único cambio reside en la existencia de un marco formal de funcionamiento que compensa la debilidad habitual de la DAO en escenarios en los que quedaría relegada a un segundo plano entre los actores implicados.

### Cuadro 7. Funciones habituales de la DAO.

- Verificar que se cumplen los condicionantes impuestos por la DIA y se ejecutan las medidas proyectadas.
- Supervisar la ejecución de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias previstas, así como el cumplimiento de aquellas medidas nuevas aprobadas por la CMCC.
- Planificar y verificar los sistemas de control propuestos en el PVA, y realizar los controles.
- Identificar y valorar impactos ambientales residuales o no previstos en el EIA, y proponer nuevas medidas para minimizar o corregir los impactos de forma adecuada.
- Valorar la eficacia de las medidas ejecutadas respecto a los objetivos ambientales y el grado de corrección en la valoración del impacto.
- Asesorar al contratista durante la ejecución de la obra para la correcta aplicación de las medidas establecidas, así como sobre la tramitación de los permisos necesarios.
- Redactar los informes de seguimiento para el órgano sustantivo y órgano ambiental.
- Redactar y asumir la dirección obra del proyecto de medidas correctoras.
- Mantener la coordinación con la dirección de obra.

Indicar por último que, en el marco de una CMCC con encuentros regulares durante la ejecución de las obras, es más fácil motivar al contratista para la realización, en tiempo y forma, de los diferentes trámites de carácter ambiental que puedan precisarse.

### Cuadro 8.

Trámites, entre otros, a los que queda obligado el contratista para la correcta ejecución del PVA.

- Proporcionar la información sobre la forma de ejecución y materiales utilizados durante la ejecución de unidades de obra con posibles implicaciones ambientales.
- Facilitar las muestras, o el acceso a ellos, que se determinen en el PVA.
- Documentar la gestión de residuos.
- Aportar los certificados de calidad de los diferentes materiales utilizados en sus actuaciones (p.e., la restauración vegetal).
- Obtener cuantos permisos de carácter ambiental, vertederos, vertidos de aguas, préstamos, etc., precise.

### 3. Situación actual de la vigilancia ambiental en relación con el control de calidad

En la actualidad, la vigilancia ambiental queda enmarcada durante la ejecución de las obras en el control de calidad de las mismas, existiendo el riesgo de que se convierta en un formalismo a modo de repaso de una lista de comprobaciones y la supervisión de autorizaciones, dejando de lado la comprobación de la efectividad de las medidas.

Un aspecto importante que hay que considerar es la posibilidad de que la DAO esté desligada de la dirección de obra, lo cual no impide que sus funciones estén claras y coordinadas con ella. Este esquema, que, *a priori*, puede generar cierta inquietud, tendría mejor adaptación a los recursos realmente disponibles para dichas labores, permitiendo una mayor especialización de las funciones ambientales y un mayor grado de control para la correcta ejecución del PVA.

Un ejemplo eficaz de esta adaptación se encuentra reproducido en el modo en que el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) desarrolla la gestión ambiental de las obras de alta velocidad en España. Para ello, mediante un procedimiento interno de gestión y coordinación de actividades ambientales, atribuye a la Dirección de Medio Ambiente la responsabilidad del control y vigilancia ambiental de las obras. Esta Dirección es dependiente de la Dirección de Calidad y Medio Ambiente, dentro de la DG de Organización, Seguridad y Recursos Humanos de ADIF. Es

decir, la vigilancia y el seguimiento ambiental, y, por tanto, la responsabilidad de certificar el cumplimiento de la DIA en obra, recae en un área diferente de la que dirige la ejecución de las obras, con el objetivo de garantizar la independencia en el proceso (Matas 2008).

En este caso, la DAO suele recaer sobre una asistencia técnica que supervisa la ejecución de tres o cuatro tramos consecutivos, en coordinación con la dirección facultativa, a pie de obra. A su vez, las diferentes DAO de una línea completa están coordinadas por técnicos especialistas de la Dirección de Medio Ambiente de ADIF.

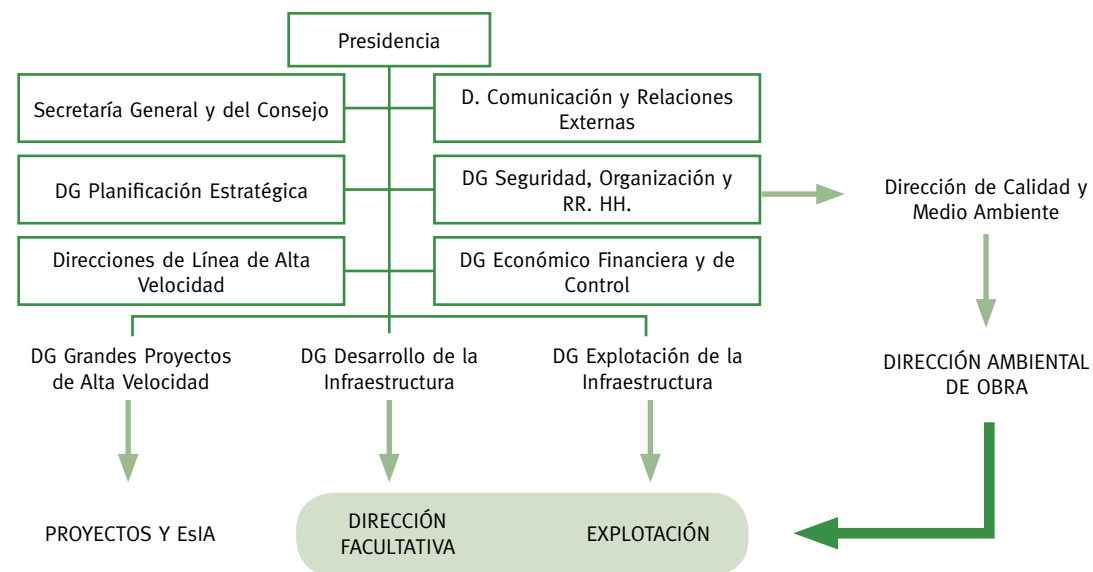


Figura 7. Esquema simplificado de la asignación de las responsabilidades de dirección facultativa y DAO en diferentes direcciones generales de ADIF.

El anterior esquema de funcionamiento interno constituye un enfoque ambicioso y novedoso en cuanto al compromiso por parte del promotor, y órgano sustantivo en este caso, se refiere, puesto que impide que una dirección general se certifique a sí misma el cumplimiento de la DIA. Por otro lado, las mejoras introducidas a partir de los resultados que con el tiempo se van obteniendo empiezan a ser reconocidas en el sector y a emplearse como referencias incluso para otros proyectos.

Sin embargo, volviendo sobre los austeros escenarios más habituales de la vigilancia ambiental en España, la ausencia de un programa de seguimiento durante la fase de explotación de las infraestructuras no permite obtener datos concluyentes del grado de eficiencia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias aplicadas durante la construcción. Esta deficiencia histórica provoca una carencia de

información para la elaboración de los EsIA, consolidando la redacción de medidas estándar cuya eficiencia es teórica, pero no universal.

El desarrollo de programas de seguimiento (PS) permitiría evaluar la eficacia de las medidas proyectadas, así como la posibilidad de modificarlas en caso de necesidad, o disponer la ejecución de medidas adicionales en caso de preverse o detectarse nuevos impactos durante los trabajos de mantenimiento de la infraestructura. Otro aspecto que se percibe de manera generalizada entre los distintos agentes implicados es que determinados trabajos de mantenimiento pueden impedir el correcto funcionamiento de alguna medida correctora, y viceversa. Sin embargo, la ausencia de evidencias documentadas resulta alarmante después de tantos años de desarrollo de nuestra red de infraestructuras de transporte.



Figura 8. Dispositivos de escape para fauna mal ejecutados como consecuencia de una vigilancia ambiental deficiente o a la que no se le reconoce autoridad. El primer dispositivo estaría constituido por un muro, inexistente, y una rampa de tierra inacabada (Foto: TEG-UAM). El segundo por un portillo abatible que, al estar su base enterrada, no se puede abrir (Foto: Carlos Iglesias).

Debe tenerse en cuenta que la fase de explotación puede ser administrativamente tan compleja, o más, que la fase de construcción, y que la aparición de nuevos actores mediante diferentes fórmulas de concesión puede generar una casuística sin fin. En todo

caso, conviene que los efectos de carácter ambiental se monitoricen por medio de un programa que cubra esta fase desde el momento en que se recibió la obra, cuya realidad diferirá por completo de la que se daba durante la construcción.

### III. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL Y PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

#### 1. Esquema director propuesto

Como ya se ha recogido con anterioridad, la legislación vigente no diferencia entre las funciones de la vigilancia y el seguimiento, refiriéndose indistintamente a ellas como si se tratara de la misma actividad. Sin embargo son referidas con la conjunción copulativa “y”, que coordina aditivamente elementos análogos. Es decir, consciente o inconscientemente, en la legislación básica vigente queda establecida una relación de semejanza entre dos conceptos análogos que tienen entre sí alguna coincidencia significativa.

#### Cuadro 9. Definiciones del Diccionario de la Lengua Española (RAE, 2001).

Vigilancia (Del lat. *vigilantĭa*): cuidado y atención exacta en las cosas que están a cargo de cada uno.  
 Seguimiento: acción y efecto de seguir.  
 Seguir (Del lat. *\*sequĭre*, de *sequi*, con la t. de *ire*): proseguir o continuar en lo empezado.

De acuerdo con las definiciones del diccionario de la lengua española (RAE, 2001), la vigilancia consiste en el cuidado y atención exacta en las cosas que están a cargo de cada uno, mientras que el seguimiento es la acción y efecto de seguir, encontrándose, entre las diversas acepciones de seguir, las que lo definen como la acción de proseguir o continuar lo empezado, así como observar el curso de algo (Cuadro 9). Por tanto, teniendo en cuenta estas matizaciones, la duración limitada de la obra de construcción de una infraestructura de transporte frente a su posterior vida útil, y la necesidad de vigilar y seguir distintos aspectos ambientales en ambas fases con la participación de diferentes agentes, se propone un esquema director que permita diferenciar las actividades a realizar en cada una de ellas.

Mientras que los objetivos de la vigilancia quedan claramente establecidos en el RD 1131/1988, la legislación básica vigente no los incluye entre los conceptos que define en su anexo 1. Paralelamente, el capítulo III del RDL 1/2008, referido al control del cumplimiento de las DIA, establece su marco básico de desarrollo alternando referencias al seguimiento y vigilancia, sin establecer diferencias, pese a que no

tienen el mismo significado vigilancia y seguimiento. Ante esta situación, y teniendo en cuenta los posibles agentes implicados en las distintas fases de proyecto, obra y explotación de una infraestructura

de transporte, se advierte la posibilidad de confeccionar un esquema director de mayor detalle, viable y realista, que permita la propuesta e implementación de un PVA y un PS, vigentes en distintas fases.

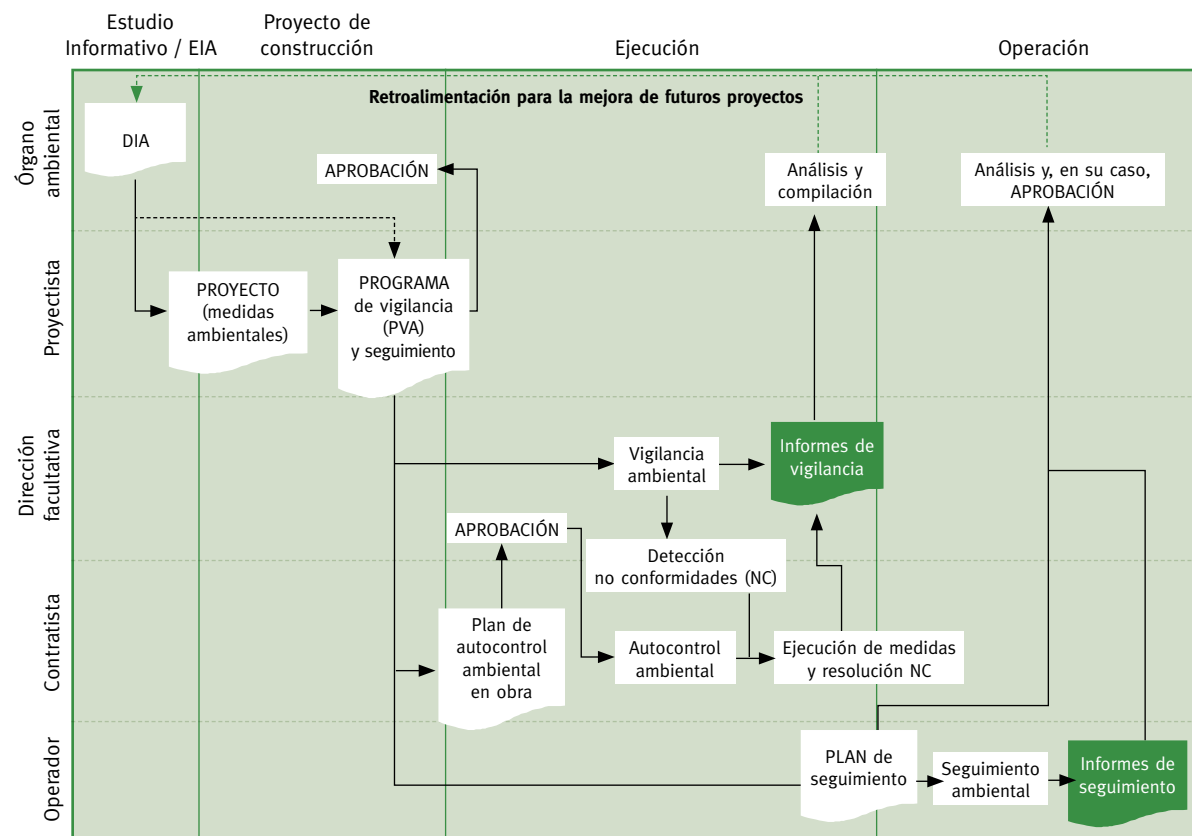


Figura 9. Diagrama de flujo que recoge las distintas fases de la vigilancia ambiental, por ejemplo, aplicada a las plantaciones en una infraestructura de transporte, los principales documentos que en cada caso se generan, así como los agentes implicados en su implementación.

La ejecución de un proyecto se puede esquematizar en cuatro etapas, según su secuencia cronológica:

- Fase 1 – Fase inicial: comienza con el replanteo de la obra, se inicia la implementación del PVA mediante la evaluación del contenido de la DIA, se revisa el proyecto y se definen las acciones de control ambiental a determinar durante la ejecución de las obras. Se configura el PVA ajustado a la obra en cuestión de acuerdo con lo establecido en la DIA.
- Fase 2 – Fase de obras: construcción de la infraestructura y límite de vigencia del PVA, como se concibe actualmente, con el informe final de recepción de la obra.

- Fase 3 – Periodo de garantía: primera parte de la fase de explotación de la infraestructura, hasta que finaliza el período habitual de garantía. A partir de este momento ya no rige el proyecto de construcción, y las tareas de seguimiento deben orientarse a evaluar la eficacia y evolución de las medidas correctoras que acompañarán a la infraestructura durante su vida útil. Por ello se propone como momento de inicio del PS, a modo de extensión del PVA durante la fase de funcionamiento. En este caso, teniendo en cuenta un escenario realista de actores y presupuesto, se debería considerar la capacidad del operador para desempeñar las tareas que, por otro lado, actualmente ya realiza en muchos casos.

- Fase 4 -Fase de explotación: período variable de aplicación del PS, en función de las variables objeto del mismo. Durante esta etapa se supone una incesante obtención de resultados fruto de los años de seguimiento sobre el grado de eficacia de las medidas proyectadas. Todo ello constituye información básica para futuros proyectos

en función de los objetivos inicialmente fijados, que debería centralizarse mediante sistemas de información de fácil acceso en el órgano ambiental, como único agente conocedor de los procedimientos de EIA desarrollados en relación con cualquier tipología de proyectos en el ámbito de sus competencias.

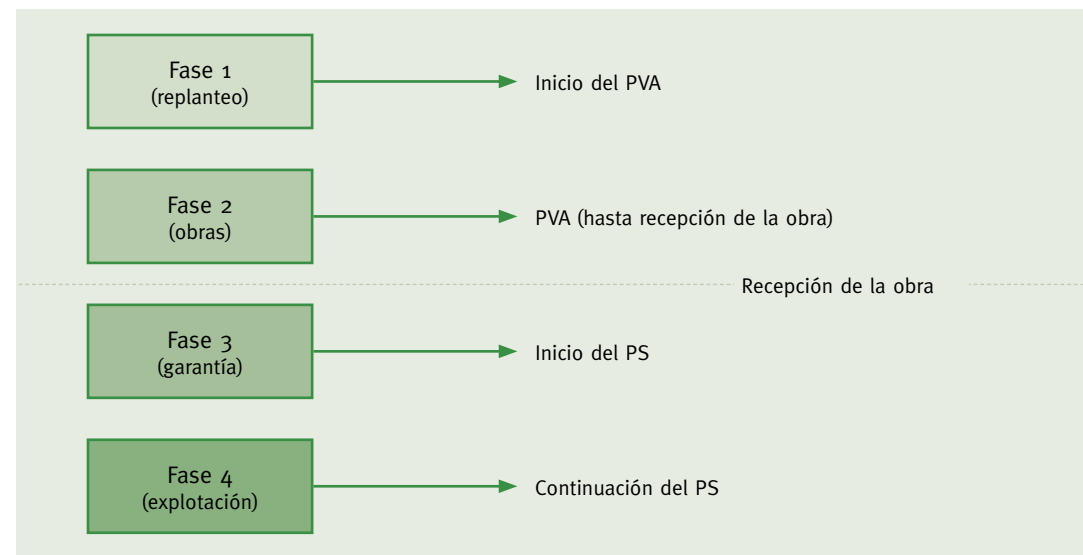


Figura 10. Etapas de un proyecto en relación con el PVA y el PS.

La duración del PS (fases 3 y 4) debería ser lo suficientemente extensa como para garantizar unas conclusiones válidas que permitan retroalimentar el sistema y la evolución en el diseño de las medidas proyectadas en función de los resultados obtenidos y los objetivos inicialmente establecidos. Dependiendo de las variables a seguir, se podría recomendar una duración del PS de entre 3 y 10 años.

## 2. Responsabilidades y participación de los distintos agentes

Según el diagrama anterior, el proyecto de construcción debería recoger no solo el PVA que regirá durante la ejecución de las obras, sino también los criterios básicos para el seguimiento ambiental a medio y largo plazo, durante la fase de explotación, lo que constituiría el denominado PS.

El PVA sería de aplicación directa durante la construcción (hasta la finalización del plazo de

garantía de la obra) y correspondería, según el caso, a la dirección facultativa (actuando directamente o a través de una asistencia técnica) o, por ejemplo, al órgano ambiental en el caso de la Comunidad de Madrid. En todo caso, quedaría integrado en el marco de una CMCC si se extendiese el modelo de funcionamiento de comisiones mixtas aplicado en Cataluña. El contratista principal podría utilizar el programa para redactar su propio plan de autocontrol, integrado en el sistema de aseguramiento de calidad de la obra. Evidentemente, el plan de autocontrol del contratista, complementario del PVA, debería gozar del visto bueno por parte de la dirección facultativa. Se supone que a lo largo de la ejecución de los trabajos, ambos, dirección y contratista, identificarán no conformidades que serán resueltas por el contratista (incluyendo también aquellas vinculadas a las medidas medioambientales ejecutadas, marras, etc.). Durante la fase de construcción, las pautas y los resultados de la vigilancia ambiental deberían recogerse en informes de vigilancia redactados por la dirección

facultativa, según la legislación básica. De alguna forma, estos informes deberían acabar en manos del órgano ambiental, para lo que el modelo de las mencionadas comisiones mixtas se revela, nuevamente, como un esquema eficaz.

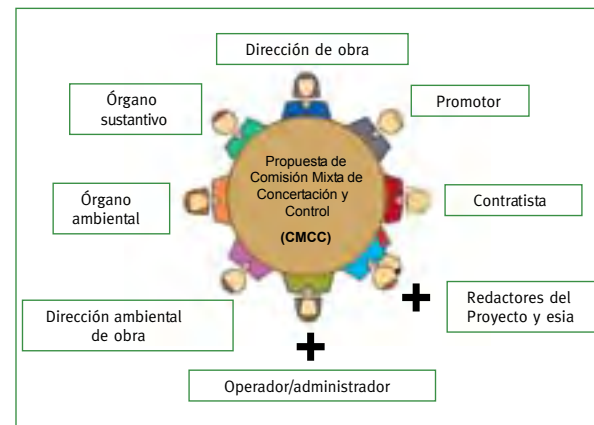
Por último, durante la explotación de la infraestructura, el operador, en el caso de carreteras, o el administrador de la infraestructura, en el caso de los ferrocarriles, estaría en disposición de asumir el seguimiento ambiental a medio y largo plazo, puesto que en algunas ocasiones ya realiza actividades equivalentes como consecuencia de la implantación de sus sistemas de control de la calidad. Ello permitiría optimizar los recursos disponibles en labores de seguimiento que actualmente no se realizan, involucrar a los administradores y operadores responsables de las infraestructuras en la elaboración de documentos e informes de interés para la redacción de nuevos proyectos, poner en valor los documentos que actualmente se generan en dichos procedimientos, que en el actual esquema no son accesibles y, sobre todo, permitir el encuentro e intercambio de información con actores que, de otra manera, no coincidirían.

Como se ha ilustrado en otros apartados de este capítulo, el seguimiento a largo plazo tendría por objeto, fundamentalmente, generar información útil sobre la evolución del entorno afectado por la infraestructura, así como evaluar la eficacia de las medidas correctoras implantadas (incluyendo la revegetación). Si se quiere, este programa de seguimiento tendría un objeto menos técnico y más científico (al menos en lo que se refiere a la utilidad de las variables objeto de la monitorización). Al igual que se apuntaba con los informes de vigilancia, los informes de seguimiento a medio y largo plazo deberían acabar en el órgano ambiental. Toda esta información, adecuadamente procesada, tendrá una indudable utilidad práctica para la redacción de proyectos en el futuro, así como para la definición de las medidas impuestas por las DIA.

El modelo propuesto sería compatible con las distintas normas en materia de evaluación ambiental, tanto la legislación básica como con la de aquellas comunidades autónomas que de acuerdo con sus competencias han desarrollado esta, quedado facultado el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para dictar cuantas disposiciones sean necesarias para el desarrollo de lo establecido

en la legislación vigente, en particular en el actual Reglamento.

Por último, en el diseño de este esquema, sobre la base de las experiencias conocidas, particularmente el modelo de la CMCC, y con el objeto de lograr un flujo de información lo más eficaz posible en el sistema, sería conveniente incorporar la figura de los redactores de los proyectos y de los EsIA a las citadas comisiones. De este modo se situarían todos los actores implicados en las distintas fases del proyecto, tal como se representa en la Figura 11.



**Figura 11.** La incorporación de los autores del proyecto y del EsIA y, posteriormente, de las entidades operadoras o administradoras de infraestructuras a las CMCC agilizaría la retroalimentación del sistema, independientemente de que la responsabilidad en materia de vigilancia y seguimiento fuera competencia del órgano ambiental o del órgano sustantivo, y es compatible con la realidad del Estado y de las distintas comunidades autónomas.

### 3. El seguimiento ambiental en el contexto del aseguramiento de la calidad

De todos es sabido que la implantación de sistemas y planes que garanticen y controlen la calidad es práctica habitual en el ámbito de la construcción y explotación de las infraestructuras de transporte; sin embargo, con frecuencia se omite esta circunstancia por los actores que habitualmente intervienen en los procedimientos de EIA, ignorándose las posibilidades que en materia de seguimiento ambiental ofrece al sistema.

En la documentación de calidad se incluyen, o deberían incluirse, las especificaciones de seguimiento y vigilancia ambiental como uno más de los requisitos a cumplir (requisito legal de obligado cumplimiento cuando es consecuencia de la existencia de una DIA,

o voluntario si es derivado de la normativa interna de la compañía).

Por tanto, como parte de la documentación de calidad, en los informes de aseguramiento y control de calidad se deberían relacionar todas las medidas ambientales y sus no conformidades (si las hubiera), así como su resolución. En resumen, como se ha tratado en otros apartados de este libro, las condiciones ambientales deben ser tenidas en cuenta durante la elaboración del proyecto, en la ejecución de las obras y durante la explotación de la infraestructura.

Los requisitos ambientales durante la fase de elaboración del proyecto deben ser considerados elementos de entrada al diseño (en sus diferentes fases, desde el proyecto básico hasta el diseño detallado en los proyectos de construcción) y, por tanto, identificados desde el principio. Los controles de revisión del diseño para garantizar la calidad del mismo deberán asegurar que los requisitos ambientales han sido tenidos en cuenta y, durante las fases de ejecución y explotación, se deberá obtener información que verifique la eficacia de dichas medidas si no han podido ser validadas anteriormente. En cualquier caso, se recomienda la validación de dichas medidas a lo largo de la vida de la infraestructura para determinar la idoneidad de las mismas, y que estos conocimientos puedan ser tenidos en cuenta en la redacción de futuros proyectos.

Durante la ejecución de la obra, con el fin de optimizar recursos y hacer más eficiente los procesos asociados a la ejecución, la empresa constructora deberá integrar los requisitos ambientales como un elemento más en la gestión de la obra. Así, si dispone de un plan de aseguramiento de la calidad (PAC) para garantizar que la obra se ejecuta conforme al proyecto, se deberán incluir como parte del PAC los procedimientos específicos de medio ambiente y con ellos los de control, seguimiento y vigilancia, de forma integrada o no con los de calidad. Con esto quedarían desarrollados, particularizados e integrados en el PAC los requisitos de seguimiento y vigilancia para la fase de construcción.

Es práctica habitual identificar las unidades de obra con aspectos ambientales asociados para que se ejecuten conforme a lo establecido en los procedimientos de control operacional y se controlen, normalmente siguiendo un programa de puntos de

inspección (PPI). Los controles a ejecutar durante la vigilancia y seguimiento ambiental en construcción deberán generar sus propios PPI.

Como complemento a los autocontroles del contratista responsable de la ejecución de la obra hasta finalizado el período de garantía, el órgano sustantivo (según la legislación básica), a través de la dirección facultativa, asistencia técnica o cualquier otra figura independiente respecto de quien ha ejecutado las medidas ambientales establecidas en la DIA, hará el seguimiento y la vigilancia de dichas medidas con el fin de garantizar su eficacia. Como ya se ha comentado anteriormente, esta responsabilidad en algunas autonomías recae, por ley, en el órgano ambiental. Igualmente, el órgano ambiental se puede apoyar en una asistencia técnica independiente de quien ejecute las medidas ambientales.

Una vez que la infraestructura entra en funcionamiento, el responsable de la operación sería quien, como parte de la gestión de la infraestructura, desarrollara un PS en explotación que daría respuesta, por un lado, al cumplimiento de las obligaciones ambientales recogidas en la DIA para esta fase y, por otro lado, definiría aquellos parámetros ambientales que deberá monitorizar. Dicha monitorización servirá para verificar, a medio y largo plazo, el comportamiento ambiental de las medidas de restauración acometidas durante la construcción, así como su respuesta ante las labores de mantenimiento que se estén llevando a cabo. Estos trabajos de seguimiento ambiental de la empresa que opera y mantiene la infraestructura deberán estar documentados y registrados como un elemento más de su sistema de gestión, optimizando recursos e integrando estos con otros controles de calidad de la infraestructura que pueden estar soportados en el sistema de calidad de la empresa responsable de estos trabajos.

Finalmente, la participación de esta entidad en la CMCC, creada antes de que se iniciara la obra de la infraestructura en cuestión (Figura 11), permitiría completar el flujo de información y la vocación de servicio público que se presupone a cualquier comisión de estas características. De este modo se pondrían en común los resultados de la vigilancia y seguimiento ambiental en cada fase, así como la posible necesidad de plantear nuevas medidas correctoras, disponiendo para la discusión las soluciones más apropiadas en función del criterio de todos los especialistas implicados en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto.



**Figura 12.** El estudio de la eficacia de algunas medidas correctoras durante la fase de explotación, como los diferentes diseños de dispositivos de escape para la fauna incluidos en estas dos imágenes, serían tareas propias del PS (Foto: Carlos Iglesias).



#### IV. ALCANCE Y CONTENIDO GENERAL DE LOS PVA Y DE LOS PS

La realización del seguimiento se basa en la formulación de parámetros que proporcionan la forma de estimar, de manera cuantificada y simple en la medida de lo posible, la realización de las medidas previstas y sus resultados; pueden existir, por tanto, dos tipos de parámetros indicadores, si bien no siempre los dos tienen sentido para todas las medidas, por lo que se propone la redacción de PVA y PS, cuya diferencia fundamental reside en:

- PVA: se establecerán indicadores de realización, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas correctoras.
- PS: se establecerán indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida correctora correspondiente.

##### 1. Contenido del PVA en el proyecto de construcción

El PVA se trata de un documento de carácter abierto que, durante el transcurso de la obra, debe permitir la detección de nuevas afecciones o impactos no previstos anteriormente, para los que debe prever alguna respuesta en forma de adopción de nuevas medidas preventivas o correctoras. Además, el PVA ha de concretar todas las operaciones de control y vigilancia del proyecto, tanto espacial como temporalmente, y se tendrá que adaptar continuamente

a los requerimientos del proyecto para alcanzar la máxima eficacia.

##### Cuadro 10. Exigencia legal (art. 11 del RD 1131/1988).

... El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental.

El principal objetivo del PVA, en el esquema director propuesto, se ajusta a las metodologías habitualmente desarrolladas para garantizar que el proyecto sometido a control se desarrolle cumpliendo con los condicionantes ambientales emanados de la DIA y, por lo general, los sistemas establecidos en el proyecto permiten detectar cualquier desviación en obra o incluso impactos no previstos con anterioridad. Sin embargo, el modo en que se implementa el PVA y cierta desautorización práctica de los técnicos implicados en vigilancia ambiental, como consecuencia de su posición en el esquema de los actores que habitualmente intervienen en obra, constituyen la principal debilidad del actual modelo. Por este motivo, sería deseable la existencia de una comisión mixta en la que se verifique cada hito y queden de manifiesto las responsabilidades e informes de cada parte implicada.



**Figura 13.** La limpieza final y durante la obra en el entorno de las obras de drenaje es un punto de particular atención del PVA (izquierda). Acopios de tierra vegetal dispuestos en el perímetro de la ocupación de la obra (derecha) (Foto: Carlos Iglesias).



##### Cuadro 11. Objetivos habitualmente incluidos en el PVA de un proyecto de construcción.

- Controlar la correcta ejecución de las medidas de integración ambiental proyectadas y su adecuación a los criterios establecidos en la DIA.
- Detectar impactos no previstos en el EsIA y plantear las oportunas medidas protectoras, correctoras, etc.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales (tierra, plantas, agua, etc.) y medios propuestos en el proyecto de construcción.
- Comprobar la efectividad de las medidas ejecutadas y, en caso de ineficacia, determinar las posibles causas y propuesta de soluciones.
- Valorar y proporcionar información acerca de la calidad y oportunidad de las medidas protectoras y/o correctoras y/o compensatorias ejecutadas.
- Informar al órgano competente (y a la CMCC cuando proceda) sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
- Establecer el tipo de informes, su frecuencia y el procedimiento de remisión al órgano competente y, cuando proceda, a la CMCC.
- Establecer un protocolo de funcionamiento, válido con el papel previsto para cada actor, que permita adoptar nuevas medidas no contempladas en el proyecto o modificar sustancialmente las proyectadas.



**Figura 14.** La imagen de la izquierda muestra el hueco existente en la base del cerramiento de una infraestructura, lo que incrementa el riesgo de atropello de fauna en la fase de explotación (Foto: Carlos Iglesias). La imagen de la derecha ilustra una solución al anterior inconveniente (Foto: Xavier Artigas).

En el PVA deben quedar organizados los diferentes ámbitos de control, lo que podría realizarse agrupando la información por variables ambientales (agua, aire, vegetación, fauna, etc.) y las medidas dedicadas a cada una de ellas, o según su incidencia sobre diferentes acciones de la obra (excavaciones, instalaciones, rutas, etc.).

Para cada acción de control que se defina, se habrá de definir, como mínimo:

- Metodología y sistemas de control (visual, muestreos, etc.), así como el personal y los materiales a utilizar en cada caso.
- Frecuencia y momento de aplicación: se definirá el momento de inicio, así como el periodo en el que se realizará el control y su periodicidad.
- Alcance: se debe indicar en qué circunstancias se tiene que realizar el control y definirse la unidad de referencia.
- Indicadores ambientales y niveles de referencia: en los casos en que se definan, se deben establecer los parámetros de referencia y los valores umbrales, con indicación expresa de la normativa vigente cuando proceda.

Para implementar lo anterior, lo más habitual es que la DAO se dote de una asistencia técnica. En

cualquier caso, con recursos propios o mediante asistencia técnica, en obra se necesita estimar de algún modo la realización de las medidas previstas en proyecto y, en ocasiones, los resultados de las que en ese momento se puedan valorar. Para ello suelen establecerse dos tipos de parámetros indicadores, si bien no siempre los dos tienen sentido para todas las medidas a vigilar.

- Indicadores de realización en obra: permiten medir o estimar la aplicación y/o ejecución de una medida protectora y/o correctora y/o compensatoria.
- Indicadores de eficacia: permiten medir o estimar cualitativamente la funcionalidad de las medidas protectoras y/o correctoras y/o compensatorias.

De los valores de estos indicadores, el sistema de vigilancia debe permitir la adopción de nuevas medidas correctoras o la repetición de las aplicadas. Por este motivo, los indicadores van acompañados de umbrales de alerta que advierten de la existencia de una no conformidad o de ineficacias reales o potenciales.

Si el modelo en el que se desarrolla la vigilancia ambiental no permite lo anterior, la vigilancia será ineficaz en sí misma, independientemente del contenido del propio PVA, la calidad del proyecto y el procedimiento de EIA precedentes.

## Cuadro 12.

Cronología habitual de los informes que se deben realizar en la obra de una infraestructura de transporte.

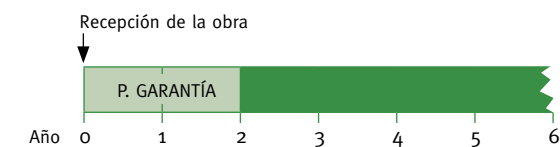
- **Antes del inicio de las obras**  
Sirve para verificar la adecuación del proyecto de construcción a la DIA, extraer el PVA del proyecto y adecuarlo a la realidad del momento, y suele tener la pretensión de incorporar el PAC del contratista para crear un documento de referencia con todos ellos.
- **Paralelo al acta de comprobación del replanteo**  
Sirve para constatar la delimitación definitiva de todas las áreas afectadas por la obra y sus elementos auxiliares, verificar la situación de los principales valores de los indicadores sobre jalonamiento de las obras para su revisión por exceso o defecto de los valores umbral, etc. Momento en el que también suele tenerse la pretensión de que el contratista presente un 'manual de buenas prácticas ambientales en obra'.
- **Informes periódicos durante la fase de obras**  
En función del promotor suele establecerse una frecuencia variable para la remisión de una serie de informes periódicos ordinarios, cuya principal finalidad es documentar y recopilar las incidencias acontecidas durante ese tiempo.
- **Informes especiales**  
Con independencia de los anteriores se suele contemplar la emisión de informes especiales cuando se presenten situaciones o circunstancias que justifiquen su comunicación urgente a los distintos responsables de la obra. Lo normal es que en el propio PVA se indiquen los asuntos que puedan requerir una atención particular.
- **Antes del acta de recepción de la obra**  
Lo ideal sería que el informe anterior al acta de recepción de la obra se compusiera de una serie de informes específicos sobre cada variable ambiental y las medidas preventivas y/o correctoras y/o compensatorias establecidas en cada caso, incluyendo su valoración hasta la fecha.

## 2. Contenido del PS a medio y largo plazo

El programa de seguimiento (PS) se define como aquel que permite extender el control de la eficacia de las medidas ambientales con posterioridad a la recepción de la obra, durante un plazo inicialmente estimado de 3 a 10 años, para estudiar la evolución de su eficacia y funcionalidad, así como el seguimiento y detección de nuevos impactos no previstos en fases previas. Como se ha señalado con anterioridad, el seguimiento a medio y largo plazo busca recopilar datos y generar información útil sobre la evolución de las medidas correctoras, así como su incidencia sobre el entorno de la infraestructura.

El programa de seguimiento tendría un componente más científico que técnico (al menos en lo que se refiere al estudio de las variables monitorizadas) y, en el escenario propuesto, permitiría estrechar el contacto con el mundo académico, así como impulsar las divisiones de I+D+i (Investigación + Desarrollo + innovación) del sector privado. En coherencia con los apartados anteriores de este capítulo, el PS

debería incluirse en un anejo específico del proyecto, junto con la justificación del cumplimiento de la DIA y el PVA, y su presupuesto debería quedar detallado en el presupuesto de inversión.



**Figura 15.** El PS se empezaría a aplicar en el mismo momento de recepción de la obra y su duración puede exceder ampliamente el periodo de garantía de la misma. Además, el seguimiento de cada medida correctora o variable ambiental que se debe monitorizar puede tener diferente duración.

La primera parte de la fase de funcionamiento se solapa con el periodo de garantía de la obra, por lo que la detección rápida de cualquier desviación de las medidas correctoras sobre lo previsto inicialmente aún podría ser teóricamente rectificadas. No obstante, en este momento ya no rige el proyecto de construcción, por lo que se propone la necesidad de implementar

un PS, como extensión del PVA durante la fase de funcionamiento, con nuevos responsables y márgenes de actuación. Por ello, teniendo en cuenta la realidad de las Administraciones y de las empresas implicadas en el ámbito de las infraestructuras de transporte, se propone el esquema desarrollado en este capítulo, aprovechando la capacidad del operador para desempeñar tareas de seguimiento que, en muchos casos, ya realizan como parte de su propio PAC.

Sin embargo, teniendo en cuenta la composición de la CMCC, que también se propone en este

capítulo (Figura 11), en lo que concierne a las medidas relacionadas con el procedimiento de EIA, dichas tareas de seguimiento estarían sometidas al control público de las administraciones responsables y al control técnico de las empresas constructoras y de ingeniería participantes en las fases anteriores. De esta manera, toda la información quedaría inmediatamente recopilada por el órgano competente en materia de vigilancia y seguimiento y, por otro lado, los resultados obtenidos tendrían una aplicabilidad directa sobre las medidas que había que considerar en futuros proyectos.

### Cuadro 13.

Debido a las características de la fase de explotación, cronología posible de informes de seguimiento en infraestructuras de transporte.

- **Posterior a la recepción de la obra**

Establece el estado de recepción de la obra en lo concerniente a las medidas preventivas y/o correctoras y/o compensatorias ejecutadas.

- **Informes periódicos durante el período de garantía**

En función de la variable a seguir, o de la medida analizada, se establecerá la frecuencia de remisión de informes periódicos ordinarios cuyos resultados puedan dar lugar a reclamaciones a los contratistas con motivo de la garantía de obra.

- **Informes semestrales y/o anuales**

En función de la variable a seguir, o de la medida analizada, se establecerá la frecuencia de remisión de informes periódicos ordinarios, cuyo período de emisión más habitual sería semestral o anual.

- **Informes especiales**

Con independencia de los anteriores, se contempla la emisión de informes especiales cuando se presenten situaciones o circunstancias que justifiquen su comunicación urgente a los distintos responsables de la obra.

- **Informe final de seguimiento ambiental**

En función de la duración del seguimiento de cada variable ambiental, o de la medida analizada, se elaborará un informe final de seguimiento en el que se incluyan las principales conclusiones, aprendizajes y/o recomendaciones que se podrían extraer de cara a su consideración en futuros proyectos y procedimientos de EIA.



Figura 16. El seguimiento de los pasos de fauna específicos (autovía A-52 a la izquierda y autovía M-501 a la derecha) en fase de explotación combinaría, al menos, el estudio de su eficacia sobre la permeabilidad faunística de la infraestructura y la evolución de la cubierta vegetal en su superficie (Foto: TEG-UAM).

## V. CONTENIDO TÉCNICO DE LOS PVA Y PS

### 1. Hacia la actualización de los PVA y PS

Como se ha podido comprobar en los capítulos precedentes, la información volcada en este libro es muy reciente a la par que novedosa. Gran parte de esta información la componen resultados y conclusiones de artículos científicos publicados recientemente en prestigiosas revistas internacionales; además, se ha adelantado información todavía no publicada que formará parte de artículos científicos, bien porque están en proceso de publicación (artículos en prensa), bien porque se trata de resultados todavía no publicados (inéditos). Este esfuerzo de revisión y actualización se debe en gran medida a que la mayoría de los/as autores/as del libro son miembros de los equipos de investigación que están dirigiendo y/o participando en distintos proyectos de investigación en este ámbito. Por lo tanto, se puede afirmar que la línea de investigación en nuestro país progresa a buen ritmo y a un gran nivel, reconocido internacionalmente.

Para que estos resultados de investigación se integren en los procesos productivos de los distintos actores que participan del ciclo de vida de las infraestructuras de transporte lineales, es necesario abordar el desarrollo e innovación de nuevos productos y procesos a partir de estos resultados, tal y como marca el proceso habitual de la I+D+i. En este sentido, y dado que es un proceso necesariamente posterior a la investigación, todavía estamos en un estadio temprano como para proponer los suficientes indicadores, valores umbral de los mismos, así como medidas complementarias que permitan garantizar y optimizar los resultados de las medidas correctoras propuestas. El contenido técnico de los PVA y PS que se avanzan a continuación se plantean como ejemplos de toda una batería de innovaciones que deben producirse a corto y medio plazo en este ámbito.

### 2. Contenido técnico del PVA: indicadores de realización en obra

A continuación se incluye un ejemplo de la incorporación progresiva de nuevos conocimientos para la definición de los parámetros más importantes que podrían ser controlados por un PVA durante la ejecución de las obras de una infraestructura de transporte.

#### Ejemplo: calidad del suelo para la restauración de la cubierta vegetal

La mayoría de los factores relacionados con los aspectos cualitativos del suelo para la restauración de la cubierta vegetal poseen en común que el momento idóneo para su control coincide con la construcción del talud. Puesto que una vez finalizada la obra es difícil corregir cualquier aspecto del suelo que perjudique la restauración del talud, a excepción de la fertilización (véase capítulo 7), no se incluyen indicadores de eficacia para el PS, recogiendo como principales indicadores de realización los siguientes:

#### Identificación de la medida correctora: evaluación previa de los factores edáficos que limitan el desarrollo de la vegetación

- **Factor: agua disponible para las plantas**

Objetivo: analizar la relación entre los aportes y las pérdidas de agua, el balance final determinará la cantidad de agua disponible para la vegetación.

Indicador: balance entre aportes (precipitaciones y surgencias), pérdidas (escorrentía en el talud) y capacidad de retención por parte del talud (pendiente, compactación y textura del suelo, microtopografía, contenido en materia orgánica).

Frecuencia de la medida: una sola vez durante la construcción del talud.

Valor umbral: aunque este valor umbral dependerá del nivel de compactación y la textura del suelo, en suelos más compactados y arcillosos las pendientes tendrán que ser menores que en suelos arenosos y menos compactados (véase Capítulo 2).

Momento/s de análisis del valor umbral: al finalizar la construcción del talud.

- **Factor: reciclado de nutrientes**

Objetivo: crear sistemas autosuficientes a largo plazo, evitar los tratamientos periódicos de fertilización.

Indicador: existencia de tierra vegetal, relación carbono/nitrógeno (C:N), actividad biológica del suelo.

Frecuencia de la medida: una sola vez durante la construcción del talud.

Valor umbral: no existe valor umbral para la tierra vegetal, se debe potenciar su conservación en la mayor parte de la superficie del talud.

Momento/s de análisis del valor umbral: al finalizar la construcción del talud.

#### • Factor: pH

Objetivo: evitar pH y valores de salinidad demasiado alejados de los que se pueden encontrar en el entorno no afectado por movimiento de tierras, o en espacios con vegetación natural próximos.

Indicador: análisis del pH y la salinidad del suelo.

Frecuencia de la medida: una sola vez durante la construcción del talud.

Valor umbral: normalmente, el pH se debería encontrar entre 4,5 y 8,5; aunque esto va a depender del tipo de suelo del entorno no afectado y de la existencia de flora singular que sea de interés introducir en el talud, como especialistas edáficas o de suelos salinos.

Momento/s de análisis del valor umbral: al finalizar la construcción del talud.

### 3. Contenido técnico del PS: indicadores de seguimiento en fase de explotación

A continuación se incluye un ejemplo aplicable al seguimiento del recubrimiento vegetal después de ejecutada la obra, durante las labores de conservación y mantenimiento de la infraestructura, y de la estabilidad de la superficie de un talud mediante el funcionamiento ecosistémico del mismo en su fase de explotación.

#### a. Identificación de la medida correctora: recubrimiento vegetal

- Objetivo: asegurar suficiente cobertura vegetal para evitar procesos erosivos. Integración

paisajística. Mejora del funcionamiento ecosistémico del talud.

- Indicador: cobertura vegetal.
- Frecuencia de la medida: 2 veces al año, durante los primeros 5 años. En abril/mayo (según la zona), momento de máximo desarrollo vegetal, y en julio, momento de mínima cobertura anual.
- Valor umbral: 55% de cobertura mediante método de punto-contacto (Andrés y Jorba, 2000. El método se explica más adelante).
- Momento/s de análisis del valor umbral: abril/mayo. Aunque depende del tipo de talud y la bioclimatología, normalmente si esta cobertura baja de un mínimo del 50% durante el verano, habría que tomar medidas.
- Medida complementarias: porcentaje de especies perennes, riqueza de especies y dominancia (índice de Berger-Parker).
- Observaciones: el método del punto-contacto es un método que permite muestrear cobertura y diversidad de especies de una forma rápida y fácil. Se establecerán entre 3 y 5 transectos por cada zona de seguimiento (tres zonas de seguimiento por cada tipo de talud, desmonte o terraplén, y cada tipo de suelo y clima). Estos transectos se realizan con la ayuda de una cinta métrica, la cual se colocará a partir de 5 m desde la cabecera del talud, y hasta 5 m del final del mismo (zona tampón. Figura 17). Una vez colocadas las cintas, se trata de anotar, cada 10 cm de esta cinta, qué tipo de vegetación contacta con la cinta (suelo desnudo, vegetación muerta o la especie vegetal en concreto). Para ello nos podemos ayudar de una barra rígida, la cual colocaremos de forma vertical a la cinta métrica; aquello que toque con la barra, será lo que anotemos. Una vez finalizados los transectos, se trata de calcular mediante sencillas reglas de tres el porcentaje de cobertura vegetal (viva y muerta) y el porcentaje de cobertura ocupado por cada especie. Con estos datos también podremos calcular índices de diversidad (recomendamos el índice de Hulbert, 1971: probabilidad de un encuentro interespecífico (del inglés PIE, *probability of interspecific encounter*), porcentaje de especies perennes (mediante las mismas reglas de tres, una vez identificadas cuáles de

estas especies son perennes y calculando el porcentaje basándose en aquellos contactos con especies vegetales, eliminando suelo

desnudo) y el índice de dominancia (recomendamos el índice de Berger-Parker, explicado más adelante).

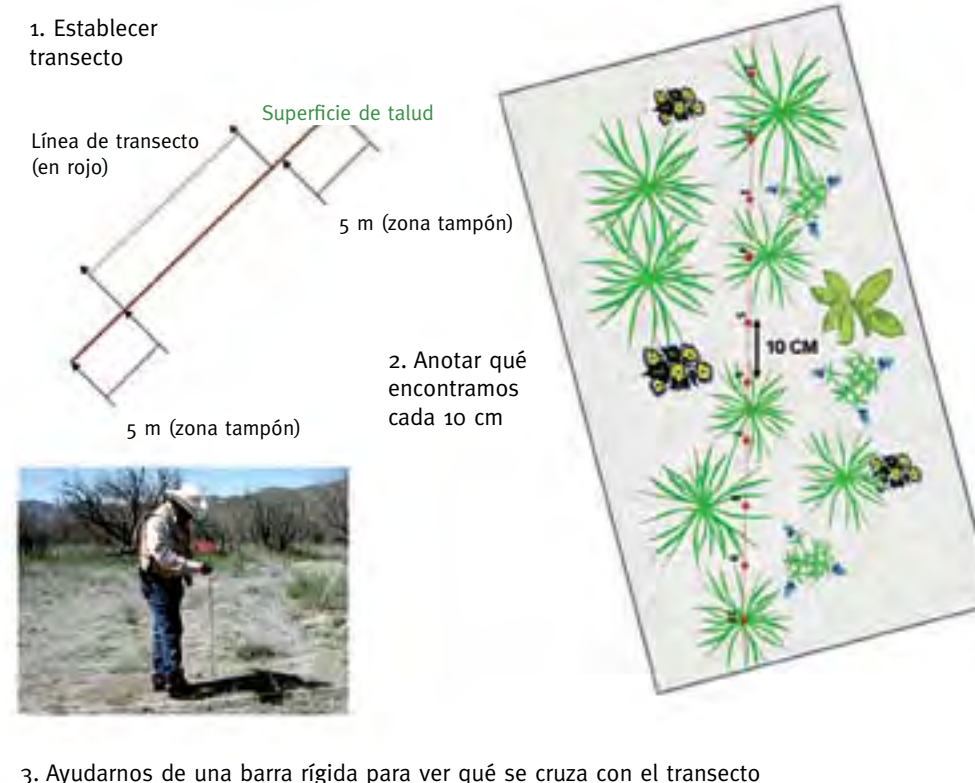


Figura 17. Descripción del método punto-contacto.

- Observaciones:

La probabilidad de un encuentro inter-específico (PIE, Hulbert 1971) es igual a

$$PIE = \left( \frac{N}{N-1} \right) \left[ 1 - \sum_{i=1}^S (p_i^2) \right]$$

donde N es el número total de contactos de especies vegetales vivas encontrados, S es el número de especies encontradas y  $p_i$  es la proporción del total de individuos representados por cada especie en concreto. Si este índice es muy bajo (<0,2), se deberán tomar medidas para aumentar la diversidad (p.e., plantación de leñosas, herbicidas selectivos o fertilización con C, dependiendo del caso. Véanse Capítulos 6 y 7 de este libro).

El índice de Berger-Parker es un método de fácil cálculo, complementario al PIE descrito anteriormente, que nos permitirá conocer la existencia de especies extremadamente dominantes que puedan comprometer el desarrollo del proceso sucesional del talud, y el éxito de otras medidas correctoras (García-Palacios *et al.*, 2010). Aprovechando los datos del método punto-contacto, anteriormente descrito, podemos calcularlo sin ningún esfuerzo extra.

El índice de Berger-Parker es igual a  $N_{max}/N$ , siendo  $N_{max}$  el número de contactos de la especie más abundante, y N el número total de contactos (aquí solo contaremos aquellos contactos de especies vivas, eliminando aquellos de suelo desnudo o vegetación muerta) localizados en el transecto. Si este índice es mayor de 0,5, deberíamos aplicar



medidas correctoras (uso de herbicidas específicos, fertilización con C (véase Capítulo 7)).

**b, Identificación de la medida correctora: funcionamiento ecosistémico/estabilidad del talud**

- Objetivo: identificar el grado de éxito del proceso de restauración.
- Indicador: método LFA (*landscape functional analysis*).
- Frecuencia de la medida: dos veces por año.
- Valor umbral: el método genera tres índices de funcionamiento. No existen valores umbral concretos, el gestor deberá tratar de que estos índices sean lo más altos posibles, y, sobre todo, de que aumenten cada año. Esta es una medida integrativa muy buena del éxito del proceso de restauración.
- Momento/s de análisis del valor umbral: abril/mayo.
- Medida/s complementarias: dependiendo de dónde identifiquemos el fallo, aplicaremos diferentes medidas correctoras (véase bibliografía recomendada y Capítulo 7).
- Observaciones: la descripción detallada de esta metodología se encuentra en <http://www.csiro.au/services/EcosystemFunctionAnalysis.html> o en [http://www.revistaecosistemas.net/revista\\_frame.asp?pagina=%2Farticulo.asp%3FId%3D88%26Id\\_Categoria%3D1%26tipo%3Dportada](http://www.revistaecosistemas.net/revista_frame.asp?pagina=%2Farticulo.asp%3FId%3D88%26Id_Categoria%3D1%26tipo%3Dportada) (para una breve descripción en español). No obstante, se ofrece en este libro un pequeño resumen introductorio.

Esta metodología se basa en la existencia de fuentes y sumideros de recursos. Las fuentes en este caso son los espacios libres de vegetación (suelo desnudo), los cuales generan escorrentía cuando llueve, permitiendo el transporte de agua y nutrientes (y la pérdida de suelo asociada) hasta zonas donde se retiene este flujo de sedimentos (los sumideros). Estos sumideros están formados bien por la vegetación existente, o por estructuras inertes (restos de ramas, rocas, relieves del terreno) que retienen parte del flujo de agua y nutrientes procedentes de las áreas de suelo desnudo cercanas (Figura 18).



**Figura 18.** Ilustración de zonas fuente y aportación de sedimentos (flechas azules) y zonas sumidero y retención de sedimentos (en rojo).

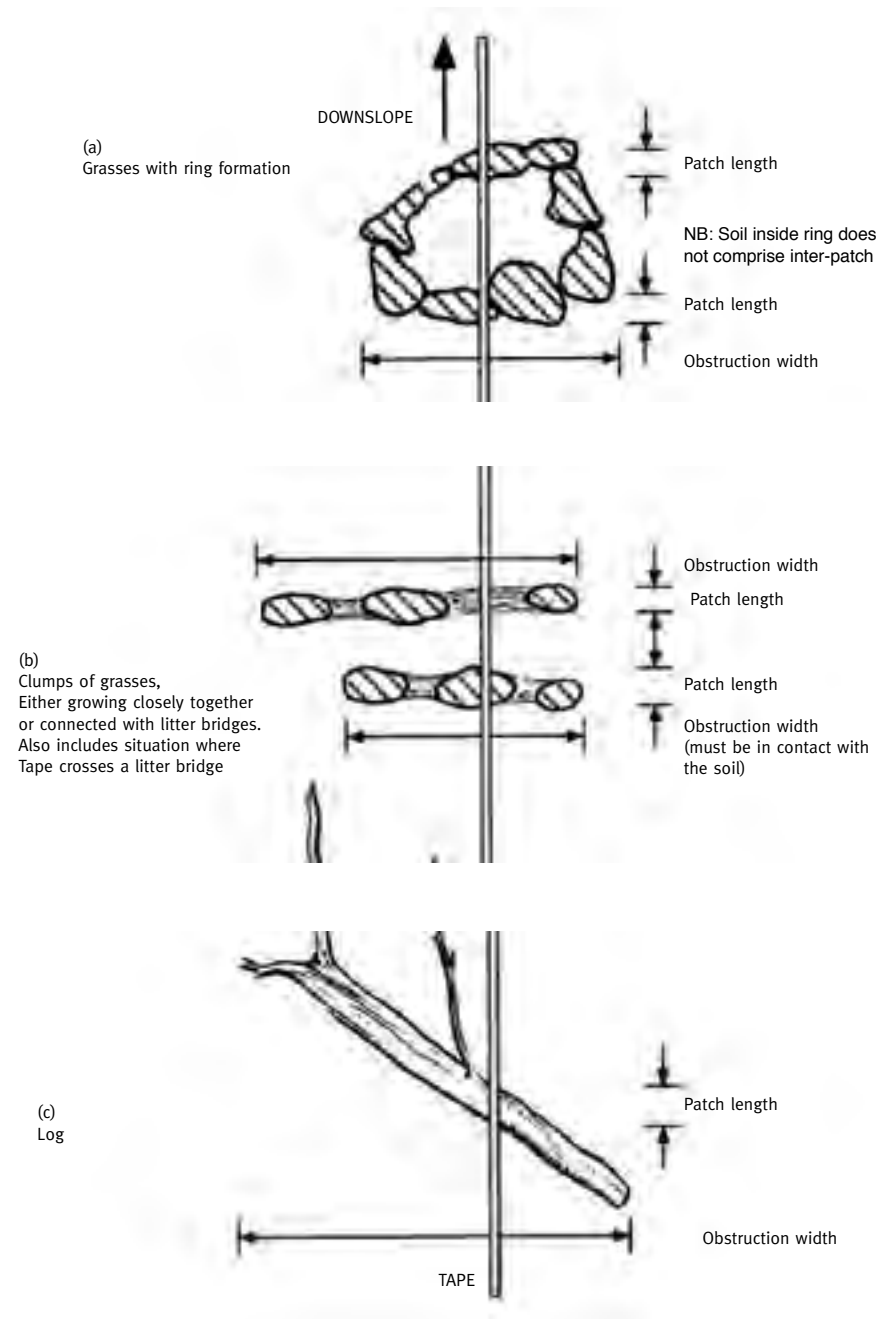
Esta metodología se basa en dos partes principales: la realización de transectos, donde se identifican las clases de parches (o sumideros) que tenemos, y la caracterización de cada uno de estos parches (incluyendo las zonas fuente).

**TRANSECTOS:**

En estos transectos cuantificamos, mediante un método muy similar al punto-contacto (descrito anteriormente), dónde se encuentran estos parches, la distancia entre ellos, y su tamaño. Para ello, el inventor de este método (David Tongway) nos facilita en su página web una hoja de cálculo de Excel que nos calculará automáticamente estas variables una vez introducidos los datos del transecto (Figura 19).

**CARACTERIZACIÓN:**

En esta parte nos encargaremos de cuantificar las características principales de estos parches mediante 11 variables de rápida medición. Estas variables nos permiten calcular los tres índices de funcionamiento que nos da este método (se calculan con la misma hoja de cálculo Excel descrita anteriormente), dándonos un valor de funcionamiento para el talud muestreado. Realizando este método en tres taludes de cada tipo (desmonte o terraplén) por cada zona compartiendo el mismo tipo de suelo y clima, obtendremos una medida muy buena del éxito de las diferentes medidas de restauración realizadas y su éxito en cada tipo concreto de talud al que nos enfrentamos en la infraestructura vial completa. La Tabla 1 resume las medidas que tendremos que hacer y para qué índices se utilizan.



**Figura 19.** Representación de transecto donde se identifican distintos tipos de parches sumidero, así como su anchura. Véase la metodología detallada en <http://www.csiro.au/services/EcosystemFunctionAnalysis.html>.

**Tabla 1.**

Resumen de las variables que hay que medir en cada tipo de parche, la lectura biológica que obtenemos de ellas y para cuál de los tres índices que nos da la metodología LFA se utiliza.

VARIABLE	SIGNIFICADO	ÍNDICE EN EL QUE SE UTILIZA
Cobertura total	Vulnerabilidad a la erosión y pérdida de suelo por el impacto de gotas de lluvia	Estabilidad
Cobertura basal de especies herbáceas y arbustivas	Evalúa la contribución de la biomasa de raíces a los procesos de reciclaje de nutrientes	Infiltración Reciclaje de nutrientes
Cobertura de hojarasca, origen y grado de descomposición	Indica la cantidad y calidad de la materia orgánica	Infiltración Reciclaje de nutrientes
Cobertura de costra biológica (formada por cianobacterias, musgos y líquenes)	Indicador de la estabilidad de la superficie del suelo, de su resistencia a la erosión y de la disponibilidad de nutrientes	Reciclaje de nutrientes
Grado de fragmentación de la costra	Mide la cantidad de costra superficial disponible para la erosión hídrica o eólica	Estabilidad
Tipo y grado de erosión	Estima la naturaleza y gravedad de los procesos erosivos actuales	Estabilidad
Materiales depositados	Evalúa la cantidad de depósitos aluviales	Estabilidad
Microtopografía	Indicador de la rugosidad de la superficie del suelo basada en su capacidad para retener agua, sedimentos y semillas	Infiltración Reciclaje de nutrientes
Resistencia a la perturbación	Estima la probabilidad de perder suelo por una perturbación mecánica	Estabilidad
Test de humectación	Evalúa la estabilidad/dispersión de los agregados del suelo cuando está húmedo	Estabilidad Infiltración
Textura	Indicador de la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua	Estabilidad

Modificado de Tongway *et al.* 2004. Véase metodología detallada en <http://www.csiro.au/services/EcosystemFunctionAnalysis.html>.

## VI. PREGUNTAS CLAVE

### *¿Es lo mismo seguimiento y vigilancia ambiental?*

Aunque la legislación actual no los diferencia, conceptualmente no es lo mismo seguimiento que vigilancia ambiental. La existencia de diferentes actores en las fases de construcción y explotación de infraestructuras de transporte hace recomendable desarrollar ambas actividades en la legislación básica, no solo desde la perspectiva de la disciplina y responsabilidad ambiental, sino por su potencial implícito para actualizar y consolidar el conocimiento técnico y científico de cada momento.

### *¿Puede el contratista vigilarse a sí mismo?*

Con independencia del órgano competente en materia de seguimiento y vigilancia ambiental, el contratista no debe asumir la vigilancia ambiental de su propia obra en ningún caso.

### *¿Debe incluirse el presupuesto del PVA en el presupuesto de ejecución material (PEM) del proyecto?*

En ningún caso el PVA debe formar parte del PEM del proyecto, puesto que no es una actividad que deba realizar el contratista, sino el órgano responsable con personal propio o mediante asistente técnica. El lugar adecuado para valorar su coste económico es el presupuesto de inversión, antes denominado presupuesto para conocimiento de la Administración.

### *¿Puede un operador/administrador implementar el PS de su propia infraestructura?*

Teniendo en cuenta la limitación de recursos de la Administración, como demuestra la experiencia de estos 25 años de evaluación ambiental, es recomendable aprovechar el PAC del operador/administrador por su complementariedad y duplicación en ocasiones, con las tareas propias del seguimiento ambiental en fase de explotación. Debido a la componente científica de esta fase y la necesidad de reportar a una CMCC, ya fuera con recursos propios o ajenos, previsiblemente respaldaría el desarrollo de la I+D+i en las empresas y/o potenciaría la colaboración con instituciones académicas y de investigación.

### *¿Debe incluirse el presupuesto del PS en el PEM del proyecto?*

En ningún caso, el PS debe formar parte del PEM del proyecto, puesto que no es una actividad que deba realizar el contratista de la obra, sino el órgano responsable con personal propio o mediante asistente técnica. Quizás en el futuro pueda ser desarrollado por el operador/administrador de la infraestructura, reportando a la CMCC de acuerdo con la propuesta elaborada en este libro. El lugar adecuado para la valoración de su coste económico es el presupuesto de inversión.

### *¿Por qué el seguimiento arqueológico en ocasiones se incluye en el PEM del proyecto?*

No deben confundirse los procedimientos administrativos en relación con el patrimonio cultural, que, en ocasiones, por la operativa de las obras obliga a que el propio contratista gestione las autorizaciones con las consejerías correspondientes, y se ve obligado a realizar una serie de trabajos previos (prospecciones arqueológicas, sondeos, etc.), con personal propio o contratado, con la cualificación exigida por las administraciones competentes. Estas otras actividades relacionadas con la obtención de algunos permisos administrativos por parte del promotor y/o contratista suponen un coste con elevada probabilidad de ser asumido por este último y, por inercia, con frecuencia suele incluirse el seguimiento arqueológico de las obras como una más de estas actividades en el PEM. Sin embargo, no es lógico que la vigilancia en obra, arqueológica o de cualquier otra naturaleza, sea dirigida por el contratista ni que se incluya como una unidad del PEM. Aunque es una materia específica no tratada en este libro, a semejanza de cualquier otro factor ambiental, el seguimiento arqueológico podría formar parte del PVA y valorarse en el presupuesto de inversión.

### *¿Puede intervenir en el PS el mismo equipo que en el PVA?*

Tanto el PS como el PVA deben llevarlo a cabo especialistas en cada variable ambiental o medida correctora, y la participación en una de las fases no tiene por qué inhabilitar a un equipo para poder participar en la otra si su cualificación es adecuada.

## VII. CONCLUSIONES

La vigilancia y el seguimiento de las actividades y proyectos sometidos a EIA forman parte del procedimiento, por tanto, no es bueno que el órgano ambiental se desligue en ninguna fase del mismo, como la práctica demuestra que viene sucediendo en determinados proyectos y Administraciones.

A pesar del trascurso de los años, sigue existiendo mucha distancia entre la teoría de los modelos multidisciplinares y participativos y su aplicación práctica, y deberían aprovecharse las mejores experiencias conocidas para introducir mejoras en los protocolos de funcionamiento.

El elevado nivel de detalle de las medidas correctoras de impacto ambiental y de los PVA incluidos en los proyectos de construcción carece de eficacia si no se implementan con el mismo nivel de exigencias y supervisión que la redacción de los proyectos.

La dispersión de la información y documentos emanados de la fase de seguimiento y vigilancia ambiental es una debilidad del sistema que requiere

corregirse. La creación de comisiones mixtas en dicha fase permitiría el acceso ágil a los resultados, facilitando que el procedimiento se nutra de datos reales y verificados.

La consideración de principios de economía ambiental, aplicados a la optimización de los recursos públicos y privados, hace recomendable promover la interrelación entre los procesos de calidad de las empresas con la EIA, poniendo en valor los que resulten complementarios.

La retroalimentación de los procesos permitiría introducir mejoras funcionales en el diseño de las medidas correctoras de impacto ambiental, reforzando directamente la utilidad del procedimiento de EIA. Para solventar la actual falta de acceso por parte de los propios actores a los datos, teóricamente existentes por casi 25 años de vigilancia y seguimiento ambiental en España, se percibe que la creación de comisiones multidisciplinares resultaría una herramienta ágil y eficaz.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Andrés, P., y M. Jorba. 2000. Mitigation strategies in some motorway embankments (Catalonia, Spain)

Arce Ruiz, R.M., A. Gómez Sánchez, A. y N. Aizpurúa Giráldez, N. 2006. Análisis de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias de las infraestructuras lineales del transporte desde el punto de vista de las ingenierías y constructoras. III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente 'Agua, Biodiversidad e Ingeniería'. Zaragoza, 25-27 de octubre de 2006.

BOCM. 2002. Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid nº 154, del lunes 1 de julio de 2002:6-27.

BOE. 1988. Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental. Boletín Oficial del Estado nº 239, del miércoles 5 de octubre de 1988:28.911-28.916.

BOE. 2008. 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. Boletín Oficial del Estado nº 23, del sábado 26 enero 2008:4.986-5.000.

BOE 2010. Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero. Boletín Oficial del Estado nº 73, del jueves 25 de marzo de 2010:28.590-28.597.

DOCM. 2005. Orden de 26-01-2005 de la Consejería de Medio Ambiente, por la que se regula la autorización a entidades y profesionales para el seguimiento y control de actividades sometidas a evaluación de impacto ambiental. Diario Oficial de Castilla-La Mancha nº 24, del 3 de febrero de 2005:1.922-1.926.

García-Palacios P, S. Soliveres, F.T. Maestre, A. Escudero, F. Valladares y A.P. Castillo-Monroy. 2010. Dominant plant species modulates responses to hydroseeding, irrigation and fertilization during the restoration of semiarid motorway slope. Ecological Engineering 36:1290-1298.

Gil Esteban, L.M. 2006. Experiencias en programas de vigilancia ambiental en obras lineales. Fase de ejecución. III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente 'Agua, Biodiversidad e Ingeniería'. Zaragoza, 25-27 de octubre de 2006.

Hulbert, S.M. 1971. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. Ecology 52:557-586.

Matas, R.M. 2008. Línea de Alta Velocidad Madrid - Castilla-La Mancha - Comunidad Valenciana - Región

de Murcia. CONAMA 9. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Cumbre del Desarrollo Sostenible. Madrid, 1-5 de diciembre de 2008.

RAE. 2001. Diccionario de la Lengua Española. 22ª edición. Espasa Calpe. Madrid.

Tongway D.J., J. Cortina y F.T. Maestre. 2004. Heterogeneidad espacial y gestión de medios semiáridos. Ecosistemas 13:2-19.