

# **Ecología de Infraestructuras: La experiencia de un reto multidisciplinar como base para una planificación sostenible**

**Autores: Carlos Iglesias Merchán<sup>1</sup> y Pedro M<sup>a</sup> Herrera Calvo<sup>2</sup>**

1. AEPO Ingenieros Consultores (ciglesias@aepo.es)

2. GAMA Alternativas Medioambientales (pmaria@alternativasgama.com)

## **índice**

1.	Introducción	3
2.	Conectividad y Fragmentación como Conceptos Clave en Planificación de Infraestructuras	3
3.	Marco General de Actuación	7
3.1.	El papel de la Administración Pública en Materia de Medio Ambiente e Infraestructuras de Transporte	7
3.2.	La Descoordinación en la Planificación de Infraestructuras	7
3.3.	Evaluación Ambiental	8
3.4.	El Desarrollo Sostenible y la Conservación de la Naturaleza en el Ámbito de la Planificación de Infraestructuras	9
3.4.1.	La Biodiversidad como Punto de Partida	9
3.4.2.	La Incorporación de la Conectividad a la Ley de la Biodiversidad	9
3.4.3.	La Utilidad Pública como Herramienta de Integración	11
4.	Una Nueva Perspectiva Territorial de las Infraestructuras	12
4.1.	La Perspectiva Ecológica en la Evaluación de Infraestructuras	12
4.2.	Las Redes Ecológicas como Modelo Territorial	14
4.3.	Las Infraestructuras, Germen de Nuevos Corredores Ecológicos	15
4.4.	La Ampliación de la Evaluación Ambiental de Infraestructuras a Escalas Territoriales y Paisajísticas	16
4.5.	Integración Ecológica de las Infraestructuras de Transporte	22
4.5.1.	De la Evaluación Interior a la Evaluación Territorial	22
4.5.2.	Caso 1: Autopista Radial 4 (Madrid-Ocaña)	24
4.5.3.	Caso 2: Autovía A-54 (Lugo – Santiago)	26
5.	Conclusiones	27
6.	Bibliografía	28

## **1. INTRODUCCIÓN**

La necesidad de transporte y comunicación es un imperativo termodinámico y económico común para las sociedades humanas y muchas poblaciones biológicas, aunque desigual en términos de eficiencia energética. Comparten la necesidad de dispersarse y colonizar nuevos territorios, poner en contacto recursos distintos, realizar intercambios con otras poblaciones, combinar ubicaciones mejores para actividades diferentes o aprovechar condiciones más benignas en lugares alejados entre sí, desplazándose de unos territorios a otros. La condición del territorio que permite este intercambio es lo que se denomina conectividad ecológica. La disponibilidad de vías de comunicación adecuadas es, por tanto, una garantía de futuro para esas poblaciones. Igualmente, las sociedades modernas han desarrollado redes de transporte de personas e intercambio de mercancías que, en las últimas décadas, se han multiplicado a un ritmo y a una escala nunca vistos con anterioridad, realizándose un esfuerzo titánico en la construcción de infraestructuras y asumiendo un impacto ambiental enorme.

Un funcionamiento óptimo de los ecosistemas requiere, también, un rendimiento adecuado de sus vías de intercambio, especialmente en un momento en el que los efectos globales de la acción humana aceleran la continua y progresiva desaparición de especies y formas de vida sobre la Tierra. Desde hace lustros, se identifican varias causas directamente relacionadas con esta pérdida de biodiversidad a escala global. Un deseo generalizado e irrefrenable por reducir las distancias y tiempos de recorrido se refleja claramente en los modelos de planificación y construcción de las vías de transporte, en los que se imponen como premisas que desafían el límite de lo permitido por el conocimiento y las tecnologías disponibles.

El coste ambiental de esto es muy elevado y, entre los efectos directos de las infraestructuras de transporte sobre la fauna suelen citarse: la pérdida de hábitat, el efecto barrera, la mortalidad por atropello, perturbaciones y efectos borde de las infraestructuras. Pero no deben olvidarse otros como la alteración de los ciclos hidrológicos, incremento de los fenómenos erosivos, ayuda a la dispersión de especies invasoras, contaminación del aire, suelo y aguas superficiales y subterráneas, molestias por ruido y luminosidad, etc.

La coincidencia de todos estos impactos a nivel local, por una sola infraestructura o por sinergia entre varias de un territorio, impide o dificulta la conectividad ecológica, fenómeno que se conoce con el nombre de fragmentación de hábitats. La progresiva división de los hábitats en fragmentos cada vez más pequeños y dispersos origina, entre otros efectos nocivos, la gradual disminución de superficie habitable que, a su vez, reduce la viabilidad de las poblaciones afectadas, incrementa sustancialmente sus necesidades de desplazamiento (Opdam 1991) y constituye una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad (MIMA 2006).

## **2. CONECTIVIDAD Y FRAGMENTACIÓN COMO CONCEPTOS CLAVE EN PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS**

La conectividad ecológica se aprecia a diferentes escalas y, siguiendo a Taylor (1993) es una componente fundamental de la arquitectura del paisaje. Los diferentes hábitats viables para una población deben mantenerse enlazados por vías que llamamos corredores ecológicos, presentando unas características y condiciones diferentes para cada especie viva que las utiliza, desde las esporas a los grandes mamíferos.

Tanto los corredores ecológicos como las vías de comunicación humanas utilizan itinerarios de mínimo coste energético, lo que no les impide atravesar obstáculos difíciles o recorrer grandes distancias. A pesar de las variadas necesidades de poblaciones y especies vivas, de los cinco reinos, en sus desplazamientos e intercambios, estos itinerarios suelen superponerse e interferir entre ellos. Los efectos de las carreteras sobre los ecosistemas han sido ampliamente estudiados (ver, por ejemplo, Smith 2004 y Forman et al. 2002), y suelen ser indeseables por su coste ecológico.

La evaluación ambiental, en su concepto más amplio, tiene por objeto la prevención, corrección y minimización y, en último término, la compensación de parte de los impactos ambientales. La integración de las redes ecológicas en el diseño y la funcionalidad de las infraestructuras de transporte podría suponer una reducción inmediata en los efectos nocivos de las carreteras y autovías sobre los ecosistemas de su entorno, mejorando sustancialmente algunos de los efectos nocivos.

La siniestralidad vial relacionada con los cruces de fauna, los atropellos de pequeños animales y el efecto barrera de las infraestructuras presentan claramente un patrón común que, curiosamente, tiene que ver con la propia función de las carreteras y con su papel territorial. Nos referimos, por supuesto, a la interferencia entre las vías de comunicación y la conectividad ecológica del territorio, relacionada con la fragmentación, con la interrupción de cauces y servidumbres, con el papel de las carreteras en la dispersión de poblaciones de fauna y flora y también con su aislamiento. Los resultados son efectos nocivos para el medio ambiente y también errores en el diseño y funcionalidad de las propias infraestructuras, que implica asumir riesgos y costes elevados. Estos efectos territoriales de las carreteras pueden calificarse entre los impactos ambientales más relevantes por su magnitud y extensión, por lo que resulta notable la descompensación existente entre el esfuerzo que se dedica a su análisis, prevención de daños y restauración frente a otros impactos menos relevantes pero más visibles. Se puede señalar que los procesos de fragmentación de los ecosistemas representan uno de los procesos de cambio ecológico de mayor impacto local, regional y global (Forman & Alexander 1998, Forman et al. 2002 y Heilmann et al. 2002) y que buena parte de este cambio procede de la proliferación de grandes vías de comunicación, que seccionan el territorio dividiéndolo en partes progresivamente más aisladas y de funcionalidad reducida (Figura 1).

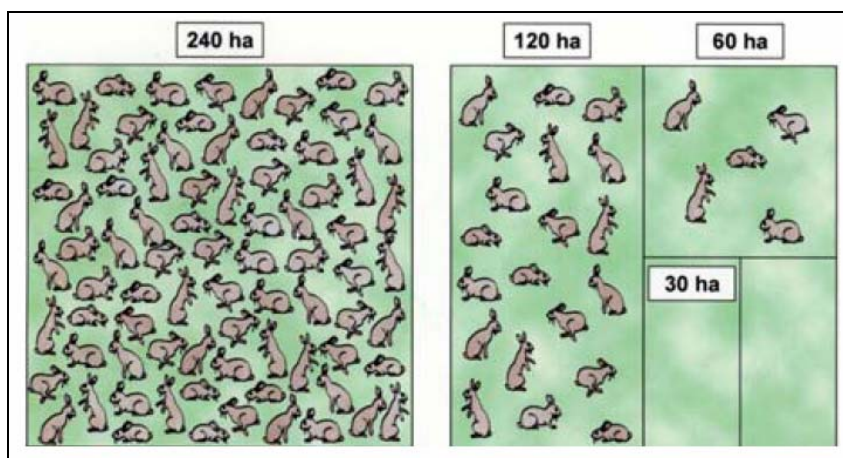


Figura 1. Área mínima de la liebre (extraído de Carsignol 2006).

Los diferentes niveles de impacto de las carreteras sobre la conectividad ecológica han sido evaluados por Pineda et al. (2006) sobre varias carreteras de Andalucía, utilizando como parámetros indicadores sus características de diseño y tráfico: anchura de las calzadas, cerramientos, diseño de taludes y terraplenes, velocidad media de circulación, radios de curvatura, tipologías de las cunetas, préstamos, vertederos, bermas, vías de servicio e intensidad media diaria de tráfico. Evidentemente, en la misma medida influyen factores ambientales del territorio, tanto elementos como procesos, en unos niveles que hoy somos apenas capaces de percibir.

El territorio en su conjunto puede percibirse como una gran lámina rugosa (sin perjuicio de los flujos aéreos y subterráneos que lo harían aparecer más como una matriz tridimensional) en la que se disponen diferentes redes con sus nodos y conexiones interactuando entre sí. Los nodos como elementos principales de cada red, ya sean ciudades, ecosistemas de interés o bienes culturales, las conexiones como nexos de transporte de materia, energía e información. La arquitectura y dinámica de algunas de esas redes, naturales y artificiales, resultan más o menos conocidas, como sucede con las redes de transporte o la red hidrológica, aunque muchas veces se nos escapa su significado ecológico y su funcionalidad real en los ecosistemas y en el paisaje. Otros flujos de las redes naturales que operan sobre el territorio apenas han sido tenidos en cuenta: los espacios naturales protegidos se gestionan sobre territorios cerrados sin contar con los procesos de movilidad, migración y dispersión de sus componentes. Otro ejemplo podrían ser los desplazamientos de nutrientes en el suelo, cuyos mecanismos son poco conocidos en la actualidad. La caracterización y estudio de estos flujos y conexiones en el nivel ecológico natural (y también en el socioeconómico y cultural), a distintas escalas, y su interferencia con las vías de comunicación son fundamentales para definir el efecto de las infraestructuras sobre las redes naturales y el territorio.

Las interferencias entre redes de transporte y redes ecológicas están aún poco definidas, aunque se acepta en general que son de gran magnitud e importancia (Forman 2002 y Delgado 2004). Se pueden indicar dos vías principales en las que se manifiesta esta interferencia (Pineda et al. 2006): la alteración de los flujos naturales por parte de las infraestructuras (por ejemplo la desviación de cauces o el efecto de un talud sobre la dinámica de una ladera) y su interrupción (por ejemplo la disección de una población en dos subpoblaciones completamente separadas). La magnitud de estos efectos y su caracterización son un primer paso importante para conocer la incidencia real de estas infraestructuras sobre las redes ecológicas. Para visualizar mejor su efecto sobre los ecosistemas podemos visualizar las conexiones ecológicas como infraestructuras de comunicación propias de los ecosistemas (Herrera 2008). Cuando los criterios de conectividad ecológica no son tenidos en cuenta, los ecosistemas sufren el equivalente ecológico a la pérdida de las conducciones de agua, líneas eléctricas, redes de fibra óptica, gasoductos o antenas de comunicación que hubieran sido afectadas por el trazado de una nueva carretera.

Otro aspecto importante a reseñar es que las vías de comunicación no siempre son perjudiciales en términos de oportunidades de expansión de las poblaciones, como demuestra el hecho de que muchas especies invasoras utilicen precisamente las carreteras como vía de penetración en los territorios invadidos (Andreu 2007); si bien éste no es un efecto deseado y debe entenderse como un impacto negativo sobre la biodiversidad.

Un nuevo enfoque aplicado en diversas experiencias permite barruntar un posible apoyo de las vías de comunicación a la conectividad ecológica. Por ejemplo, las

propuestas planteadas por Viles y Rosier (2001) en Nueva Zelanda sobre el uso de áreas de reserva de las carreteras como medio para implementar corredores ecológicos o “greenways”, que contribuyan a la conservación de ecosistemas de interés. Nueva Zelanda y Australia son naciones pioneras en el uso de carreteras, caminos y autopistas como corredores ecológicos, para la conservación y mantenimiento de su biodiversidad a través de lo que denominan Road Reserves (Fotografía 1). La Agencia del tráfico neozelandesa aplica desde hace años criterios paisajísticos orientados a la protección de la conectividad ecológica utilizando los márgenes de las carreteras como corredores (NZ Transit 2006). Otras iniciativas, como la desarrollada por Austin et al (2003) van dirigidas a recuperar la conectividad mediante la implementación de un plan de permeabilidad transversal de las infraestructuras, un tema tan extenso que su tratamiento se escapa al alcance del presente trabajo. En definitiva, todos ellos comparten el mismo fin, mantener o restaurar la conectividad de los hábitats fragmentados por las infraestructuras.

Este modelo de restauración puede convertirse, salvando las distancias, en una herramienta útil para incorporar a la planificación de infraestructuras y ordenación del territorio (Noss 2006), preferiblemente antes de llegar a un grado de transformación territorial tan exagerado como en el caso de Australia donde, más que conectar hábitats fragmentados, las Road Reserves configuran el único hábitat disponible (Fotografía 1). Sin llegar al extremo de nuestros antípodas, en la península Ibérica se pueden detectar paralelismos, desde los paisajes esteparios transformados por usos seculares del suelo hasta los casos más extremos y contemporáneos, como los campos de plásticos del sureste peninsular.



Fotografía 1. Road Reserves, Australia (Fuente: Google earth ®).

### 3. MARCO GENERAL DE ACTUACIÓN

#### 3.1. El papel de la Administración Pública en Materia de Medio Ambiente e Infraestructuras de Transporte

El artículo 45 de la Constitución Española (CE) prevé la protección del medio ambiente como labor de los poderes públicos, velando por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, con el apoyo de la indispensable solidaridad colectiva. Responsabilidades públicas articuladas en el punto 148.1.9 de la CE que atribuye a las Comunidades Autónomas la competencia de gestión en materia de protección del medio ambiente, correspondiendo al Estado la competencia exclusiva para establecer la legislación básica en esta materia (art. 149.1.23).

Recientemente, la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE nº 299, del 14 diciembre 2007), definió el papel de la conectividad en la conservación de la Biodiversidad: *Las Administraciones Públicas preverán, en su planificación ambiental [...] mecanismos para lograr la conectividad ecológica del territorio, estableciendo o restableciendo corredores [...] Para ello se otorgará un papel prioritario a los cursos fluviales, las vías pecuarias, las áreas de montaña y otros elementos del territorio, lineales y continuos [...] con independencia de que tengan la condición de espacios naturales protegidos.*

Es decir, la importancia de la conectividad a través de los corredores ecológicos se reconoce en el territorio independientemente de su condición de espacios protegidos. Lo que significa que las Administraciones tienen que definir y desarrollar el papel que juegan las carreteras en la conservación de la biodiversidad, como elementos territoriales lineales y continuos y, evidentemente, no puede ser el papel desempeñado hasta la fecha, por ejemplo en la conservación del lince o del oso pardo.

Otro ejemplo para reflexionar hacia dónde hay que dirigir los esfuerzos lo protagoniza la autopista Cartagena-Vera. A pesar de cumplirse lo establecido en la oportuna declaración de impacto ambiental (DIA), su construcción ha fragmentado pequeñas poblaciones de alta densidad de tortuga mora que funcionaban como fuente de otras poblaciones. En consecuencia, se encuentran en riesgo de extinción no sólo poblaciones locales sino también sistemas metapoblacionales dependientes de las poblaciones fuente. Además, algunas de las pequeñas poblaciones actuaban como conectores entre grandes unidades poblacionales como las Sierras de Almagrera y Almagro. Probablemente un adecuado diagnóstico previo y un diseño estratégico del trazado y de la propia obra hubieran permitido prevenir dichos impactos (MARM 2008).

#### 3.2. La Descoordinación en la Planificación de Infraestructuras

La CE atribuye al Estado la competencia exclusiva para establecer la legislación básica, entre otros, sobre Ferrocarriles y transportes terrestres que transcurran por el territorio de más de una Comunidad Autónoma (art. 149.1.21) y, además, la competencia exclusiva en obras públicas de interés general o cuya realización afecte a más de una Comunidad Autónoma (art. 149.1.24).

Por circunstancias de la organización del Estado y los procesos de descentralización administrativa, nos encontramos con un marco legal, en este caso en

materia de carreteras, constituido por una Ley estatal de carreteras (Ley 25/88), un Reglamento de carreteras (RD 1812/94) que desarrolla la anterior y diecisiete normas autonómicas con rango de Ley, en algunos casos desarrolladas por sus propios Reglamentos y, en otros, complementadas con Decretos por los que se aprueban instrucciones técnicas como, por ejemplo, las referentes a los firmes. Además puede haber normas adicionales en las que se establezcan medidas que condicionen, sine die y en el espacio, el manejo de la vegetación en el entorno de las carreteras, como el Decreto 130/98 de prevención de incendios forestales en las áreas de influencia de las carreteras en Cataluña.

Finalmente, el artículo 40 del Reglamento General de Carreteras (RD 1812/94) establece que, sin perjuicio de los reglamentos técnicos de ámbito general que sean de aplicación, el Ministro de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (ahora M. de Fomento), a propuesta de la Dirección General de Carreteras, aprobará las normas e instrucciones técnicas a las que deban sujetarse los trabajos y obras de construcción de las carreteras estatales, las cuales deberán revisarse periódicamente para su actualización permanente. Debiéndose publicar estas normas e instrucciones en el Boletín Oficial del Estado. De este modo, la Administración competente dota de la fuerza necesaria al compendio de normas e instrucciones de carreteras que, periódicamente, se revisan y actualizan. Siendo su observancia obligatoria por Ley, prevalece fácilmente sobre otras normas o recomendaciones opuestas o incompatibles, de menor rango o susceptibles de una interpretación más flexible.

### **3.3. Evaluación Ambiental**

De acuerdo con marco el legislativo español, la Ley 9/2006 y el RDL 1/2008 (junto con el RD 1131/1988) constituyen las normas básicas en materia de evaluación ambiental de planes y programas (EAE), y evaluación de impacto ambiental (EIA) de proyectos respectivamente. La EIA tiene por objeto identificar, describir y evaluar de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la Ley, los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ecológicos, socioeconómicos y culturales, así como sus interacciones. Sin embargo su ineficacia en la toma de decisiones de las fases de planificación, ha llevado a crear una herramienta que permita actuar estratégicamente en tales fases, la Directiva 2001/42/CE, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, transpuesta al ordenamiento jurídico español por la Ley 9/2006, de igual denominación y fundamentada en el principio de cautela así como la necesaria integración del medio ambiente en las políticas y actividades sectoriales.

A semejanza de lo que sucede en materia de carreteras, la CE atribuye al Estado la competencia exclusiva para establecer la legislación básica pero, a estas alturas, cada Comunidad Autónoma cuenta con su propia normativa en materia de evaluación ambiental. Lo cual no resulta beneficioso cuando da lugar a la existencia de un repertorio variado y particular de procedimientos, ofreciendo un marco legislativo general que resulta, en no pocas ocasiones, complicado y confuso para muchos interesados y sobre todo para los promotores. Llegando a ser cuestionado por la opinión pública en sus fundamentos, plazos administrativos, etc.



### **3.4. El Desarrollo Sostenible y la Conservación de la Naturaleza en el Ámbito de la Planificación de Infraestructuras**

#### **3.4.1. La Biodiversidad como Punto de Partida**

La extracción y uso de los recursos naturales para el desarrollo de la Sociedad obliga a explotar los sistemas naturales con dicho fin. Sin embargo, cuando se actúa por encima de la capacidad de renovación del Medio, se pone en peligro la existencia de los propios recursos y, por extensión, del mundo natural. La conservación de la naturaleza se convierte entonces en una necesidad de supervivencia, además de una cuestión ética.

A finales del año 1993, el estado español ratificó la firma del Convenio sobre la Diversidad Biológica que tuvo lugar en la Conferencia de las Naciones Unidas de Medio Ambiente y Desarrollo (celebrada en Río de Janeiro en 1992). Entre las obligaciones más importantes que adquiere cada parte está la elaboración de estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, o que se adapten para este fin otros ya existentes. Así como integrar la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales e intersectoriales. Todo ello se desarrolla y formaliza en la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, aprobada en diciembre de 1998.

#### **3.4.2. La Incorporación de la Conectividad a la Ley de la Biodiversidad**

La necesaria actualización de las normas básicas del Estado en materia de conservación de la naturaleza se materializó recientemente en la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad cuyos principios inspiradores se centran en el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas vitales básicos, en la conservación de la diversidad biológica, genética, de poblaciones y de especies, y en la preservación de la variedad, singularidad y belleza de los ecosistemas naturales, de la diversidad geológica y del paisaje. Además, establece la obligación de que todos los poderes públicos, en sus respectivos ámbitos competenciales, velen por la conservación y la utilización racional del patrimonio natural. Y obliga a que la Administración General del Estado y las Comunidades autónomas se suministren mutuamente la información precisa para garantizar el cumplimiento de sus objetivos, disponiendo los mecanismos de coordinación y cooperación que lo permitan. Del mismo modo que la Ley 66/97, exige a los Planes y Programas de carreteras del Estado, de las Comunidades Autónomas y de las Entidades Locales que se coordinen entre sí, para garantizar la unidad del sistema de comunicaciones y armonizar los intereses públicos afectados.

Con la Ley 42/2007 los corredores ecológicos se incorporan a la planificación ambiental o a los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, recalando a las Comunidades Autónomas la posibilidad de utilizarlos con el fin de mejorar la coherencia ecológica, la funcionalidad y la conectividad de la Red Natura 2000.

Un simple repaso general del modelo de desarrollo y la planificación del sistema de transportes nacional pone en evidencia la insostenibilidad del actual modelo de transporte. Por otro lado, la inercia y repetición en las propuestas de valoración de impactos y de medidas preventivas y correctoras, así como el distanciamiento de los análisis territoriales y paisajísticos profundos, están impulsando una serie de planes de restauración ambiental y prevención de impactos caros e injustificables desde el punto de vista de su eficacia y/o eficiencia, pudiendo agravar las consecuencias de la falta de planificación. Impera la práctica de aplicar soluciones repetitivas, que se saben efectivas

para superar los trámites administrativos, pero se ignoran los principios básicos de la Ecología del Paisaje e Infraestructuras, abocando al olvido los resultados y datos que se conocen por investigaciones y trabajos publicados.

La incorporación de los procedimientos y exigencias de la planificación territorial y de infraestructuras, deben enriquecerse y dar un giro completo a la actual visión minimalista de la evaluación ambiental, considerando su relación e interferencia con los procesos ecológicos y sociales. Para ello, la dotación de equipos profesionales multidisciplinares debe contar ineludiblemente con técnicos formados en ciencias o ingenierías relacionadas con los recursos naturales, cuya carrera profesional se desarrolle cerca de la Ingeniería Civil y de la Ordenación del Territorio.

En este sentido es destacable la insistente preocupación que diferentes actores demuestran de manera reiterada, habiendo quedado sintetizadas entre las conclusiones de los dos últimos congresos nacionales de EIA, el III y IV CONEIA (en 2005 y 2007 respectivamente). A continuación se comentan:

### ADMINISTRACIÓN

*Los órganos competentes de la Administración deben dotarse de más recursos materiales y humanos para mejorar la calidad técnica de las evaluaciones y posibilitar el cumplimiento de los plazos legales establecidos.*

Esta carencia obstruye la coordinación y comunicación entre administraciones y otros agentes implicados.

### PARTICIPACIÓN PÚBLICA

*La mejora de la participación pública, cuantitativa y cualitativamente, es una prioridad para que los responsables de decisiones puedan ofrecer fiabilidad y confianza a los interesados.*

Varios requisitos ineludibles de cualquier proceso efectivamente participativo deben ser: el ofrecimiento de información accesible y comprensible, en tiempo y forma, así como la posterior publicación o comunicación directa del tratamiento otorgado a las alegaciones u opiniones recabadas durante el proceso. Máxime si como objetivos de un proyecto se consideran, entre otros, la mejora de la cohesión social.

### METODOLOGÍAS

*Los planes y programas deben analizarse desde una perspectiva ambiental global, estratégica, diferenciando sus metodologías de las de evaluación de proyectos.*

Para ello se necesita una planificación estratégica territorial y sectorial que fije las bases del desarrollo ulterior, la evaluación ambiental estratégica (EAE) de infraestructuras debe diferenciarse nítidamente de la EIA. No se deben trasladar los indicadores y métodos de la EIA de proyectos, en constante evolución, directamente al ámbito de la EAE de los planes de infraestructuras, es un error conceptual.

## VIGILANCIA

*La vigilancia y el seguimiento ambiental de los proyectos en sus fases de obra y explotación siguen siendo uno de los puntos débiles. Es preciso potenciar el control de las administraciones públicas, dotando al órgano ambiental de más competencias.*

Según pasa el tiempo pesan más las evidencias de la práctica, extendiéndose una corriente de opinión en la que coinciden investigadores y técnicos que reclaman, periódicamente y con insistencia, la asunción exclusiva de las competencias de vigilancia y seguimiento por el órgano ambiental. Medida que debería acompañarse de un sustancioso aumento de los actuales recursos materiales y humanos, lo que no debería considerarse inviable, una vez que se adquiere conciencia de la magnitud del presupuesto invertido en medidas correctoras que, en este capítulo, pasaría a gestionarse por el órgano competente en materia de medio ambiente, cuya solvencia técnica y eficiencia económica se demuestra con la gestión de sus presupuestos anuales.

En el ámbito de las competencias, conviene abandonar la asumida idea por la que la vigilancia y seguimiento ambiental se hace recaer en el órgano sustantivo, promotor las más de las veces. No es comparable con su responsabilidad para elaborar o contratar la redacción de los anejos de integración ambiental y los estudios de impacto ambiental, como parte que son de la documentación técnica de un estudio informativo o un proyecto.

La eficacia de la labor de inspección y vigilancia ambiental queda comprometida si no la lleva a cabo el órgano ambiental, con personal formado y capacidad para interpretar las señales de cualquier indicador ambiental y, sobre todo, reforzado por la potestad inspectora de las Administraciones. En este sentido, se han promulgado normas recientes que atribuyen el carácter de agentes de la autoridad a los funcionarios competentes que realicen determinadas labores de inspección. Por ejemplo, así se indica en el artículo 27 de la Ley 37/2003, del ruido, o en el artículo 26 de la Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera. Hasta el punto que, a los efectos previstos en la Ley 30/1992, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, y en el ejercicio de su función en la materia correspondiente podrán acceder a cualquier lugar, instalación o dependencia, de titularidad pública o privada. Y sólo en el supuesto de entradas domiciliarias se requerirá el previo consentimiento del titular o resolución judicial.

Teniendo en cuenta la sensibilidad ambiental recogida en los generosos principios y considerandos de las políticas sectoriales, quien los leyera podría extraer la errónea impresión de que la planificación de infraestructuras y la ordenación del territorio, en el conjunto del Estado, superan con holgura la calificación de aprobado en términos de sostenibilidad y compatibilidad con la conservación de la naturaleza. Sin embargo, un simple análisis de la realidad, a través de casos prácticos, permite entender las nefastas consecuencias de aplicar indiscriminadamente normas y prescripciones contradictorias. Sin el asesoramiento, la interpretación, participación o consideración de criterios técnicos más adecuados a las ciencias emergentes en el ámbito de la interacción entre el medio natural y, en este caso, las infraestructuras de transporte.

### **3.4.3. La Utilidad Pública como Herramienta de Integración**

Llegados a este punto conviene recordar que la Constitución Española establece en su artículo 132.1 que la Ley regulará el régimen jurídico de los bienes de dominio público y de los comunales, inspirándose en los principios de inalienabilidad,

imprescriptibilidad e inembargabilidad, así como su desafectación y, en el mismo artículo, añade que son bienes de dominio público estatal los que determine la Ley.

De acuerdo con el Reglamento General de Carreteras, la aprobación definitiva de un estudio o proyecto, implica la declaración de utilidad pública y la necesidad de ocupación de los bienes y adquisición de derechos a los efectos de expropiación forzosa, de ocupación temporal o de imposición o modificación de servidumbres. Incluso se consideran los bienes y derechos comprendidos en el replanteo del proyecto y en las modificaciones de obras que puedan aprobarse posteriormente, así como los terrenos, construcciones u otros bienes o derechos que se estime preciso ocupar o adquirir para la construcción, defensa o servicio de aquéllas y la seguridad de la circulación.

Uno de los aspectos de mayor conflictividad social, entre afectados y promotores, suele manifestarse en la fase de expropiación de los bienes afectados por una infraestructura. Muchas veces consecuencia de la falta de transparencia y publicidad en los procedimientos administrativos. Si bien en el ámbito de la planificación de las infraestructuras o del urbanismo, normalmente estos conflictos no derivan en actos contra la integridad material de las infraestructuras, en el ámbito de las políticas ambientales es indispensable actuar sobre las personas. Puesto que el entorno socioeconómico condiciona en gran medida el éxito de los proyectos relacionados con la conservación de la naturaleza. Un ejemplo evidente son los incendios forestales, donde la prevención no debe descuidar las causas y motivaciones de no pocos incendios provocados (Álamo 2007).

El éxito de las medidas de integración ecológica de las infraestructuras de transporte depende, en gran medida, de la complicidad e implicación del público. Este apoyo resulta obligado cuando la infraestructura debe ser soporte de nuevas estrategias de conservación de la biodiversidad. Es necesario evitar que las medidas correctoras que se desarrollen en el exterior de la infraestructura queden inservibles por despecho de quienes se sintiesen perjudicados por procedimientos administrativos opacos, de proyectos que invaden o destruyen sus propiedades o por la ejecución de medidas de restauración ecológica, que podrán ser declaradas de utilidad pública o interés social a todos los efectos, en particular los expropiatorios. Puesto que la propia Ley resalta la relevante función social que el patrimonio natural y la biodiversidad desempeñan por su estrecha vinculación con la salud y el bienestar de las personas, así como por su aportación al desarrollo social y económico.

## **4. UNA NUEVA PERSPECTIVA TERRITORIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS**

### **4.1. La Perspectiva Ecológica en la Evaluación de Infraestructuras**

La Ecología del Paisaje hibrida geografía y ecología, tratando de analizar los cambios y alteraciones en el paisaje y medir su efecto sobre los procesos ecológicos. Su campo fundamental se ubica en los cambios, las tendencias y la evolución del paisaje, y en el efecto que este cambio tiene sobre la estructura y dinámica de los sistemas ecológicos. La ecología del paisaje nos provee de conceptos como conectividad, fragmentación de hábitats o efectos de borde, imprescindibles para describir a esta escala las interferencias entre la acción humana y el funcionamiento “natural” de los ecosistemas. La Ecología del Paisaje considera el diseño de infraestructuras como

procesos paisajísticos de gran magnitud, tratando de evaluar sus efectos sobre la viabilidad de las poblaciones y ecosistemas de su entorno.

Desde hace décadas, el mundo científico se esfuerza por entender, a escala del paisaje, los procesos de los ecosistemas interrumpidos por las vías de comunicación y el tráfico de vehículos. La investigación se centra en los efectos y consecuencias demográficas sobre las poblaciones silvestres de flora y fauna. Otras prioridades son los flujos y conexiones de materia, energía e información y su relación con el transporte de materiales, analizando causas y efectos sobre la conservación de la biodiversidad. Tomando como definición de Ecología la ciencia que estudia las interacciones entre los organismos y el medio que les rodea (Smith 1996), las interacciones de los organismos y sus flujos con las carreteras, su tráfico y los procesos que inducen en su entorno, describen la esencia de un campo científico denominado Roads Ecology (Ecología de Carreteras), en inglés. Las carreteras se analizan así desde una perspectiva ecológica como hábitats que soportan los flujos urbanos de energía y materiales, cuya visión ecosistémica permite acercarse en pie de igualdad a los flujos ecológicos naturales. Su estudio no se enfoca únicamente desde el punto de vista de la reducción de los impactos ambientales, sino también como punto de partida para la mejora en la eficiencia del transporte en términos ecológicos y territoriales, generando redes multifuncionales con un efecto ambiental mucho más reducido que el actual.

La extrapolación de estos conceptos al ámbito de otras infraestructuras lineales de transporte (ferrocarril, canales, acequias, oleoductos, gasoductos, etc.), permite identificar afecciones e interacciones similares, según la fase y escala consideradas, cuyo ámbito conforma la Ecología de Infraestructuras, como referencia a un campo mucho más amplio que el referido por el término Roads Ecology (Iglesias M. 2008). Este enfoque de la perspectiva paisajística sobre la dinámica y los efectos de las infraestructuras marca el origen de la Ecología de Infraestructuras como una disciplina emergente, en cuyo origen se sitúa la Ecología del Paisaje.

Fruto de la intensa labor divulgativa de los investigadores se dispone de una amplia base de conocimiento científico en la materia, incluso se conocen casos prácticos, más o menos cercanos que, en buena lógica, deberían permitir la adaptación de su diseño y características a nuestra realidad local. Sin embargo, el feedback del sistema requiere la coordinación de diferentes organismos, con intereses variados y, muchas veces, difícilmente compatibles con las crecientes demandas del transporte. Las dificultades comunicativas entre los actores de los procedimientos de evaluación ambiental y planificación de infraestructuras, en todas sus etapas, hace extremadamente difícil que el sistema sea capaz de mejorar y autocorregir las deficiencias conocidas en cada fase.

Por otro lado, las administraciones competentes en materia de infraestructuras incorporan con facilidad conceptos ambientalistas y de sostenibilidad entre los objetivos de sus planes, programas y proyectos. La consecución de dichos objetivos demanda, no obstante, actitudes y comportamientos sociales muy avanzados, una evaluación más profunda de las alternativas disponibles, la educación ambiental de la ciudadanía y su participación en la toma de decisiones. La complicidad y la necesaria responsabilidad social en la demanda de servicios debe forzar a la Administración a orientar el desarrollo y la gestión de los recursos hacia modelos sostenibles y más amigables con la naturaleza. En particular los modelos de planificación de los sistemas de transporte, cuya influencia sobre la salud y conservación de la naturaleza tiene, en muchos aspectos, efectos irreversibles.

## 4.2. Las Redes Ecológicas como Modelo Territorial

Según el Consejo de Europa, el origen del concepto de “redes ecológicas” surge como reacción a la fragmentación de los hábitats causada por el desarrollo. El concepto de redes ecológicas, tal y como lo plantean actualmente los principales agentes implicados, como el European Center of Nature Conservation (ECNC), o los proyectos de EcoNet en Europa, es un modelo de protección territorial que optimiza las relaciones entre hábitats, especies y poblaciones con el objetivo de garantizar la conservación de la biodiversidad (entendida ésta como el complejo de diferentes factores como diversidad de especies, de hábitats, paisajística, etc.).

Las redes ecológicas son implantaciones fundamentalmente territoriales consistentes en atribuir funciones específicas a diferentes espacios de un territorio según su valor ecológico, potencialidad, recursos y características (Bennett 2004). Una vez constatadas las limitaciones de las políticas de conservación basadas en la protección de espacios y especies concretas, se atribuye cada vez mayor importancia al mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales en el conjunto del territorio (Gurrutxaga 2005). El modelo básico para el diseño del sistema de protección de espacios se ha desarrollado sobre el formulado por la iniciativa ECONET (European Ecological Network), que propone una estructura de protección en red fundamentada en tres elementos: zonas núcleo o nodos, zonas de amortiguación y zonas de conexión (corredores). Este modelo ha sido asumido por la comunidad científica y por las diferentes administraciones con competencias, como demuestra su consideración en los borradores del Plan de Acción para los Espacios Naturales Protegidos del Estado Español o su incorporación progresiva a la Legislación autonómica o implementación en el territorio de algunas comunidades autónomas, como es el caso de la Red de Corredores Ecológicos de la Comunidad Autónoma de Euskadi. A nivel internacional, la Red Ecológica Nacional (REN) de Suiza constituye un referente de primer nivel, cuya validación por etapas considera siempre el sector ecológico como la escala de referencia habitual para el análisis de proyectos locales o regionales, remarcando la importancia de la planificación territorial a largo plazo en la creación o restablecimiento de los corredores ecológicos de importancia nacional o supra-regional (Berthoud et al. 2004).

El modelo de zonificación básico, siguiendo el criterio de Opdam, contiene los siguientes elementos principales:

- Zonas núcleo o nodos de conservación, que son las zonas que mantienen un valor ecológico mayor. Espacios caracterizados por una alta diversidad y por concentrar biotopos de interés.
- Zonas de amortiguación, buffer o tampón, que son espacios de transición orientados a atenuar las perturbaciones y amenazas que puedan sufrir las zonas núcleo. Estas zonas se sitúan alrededor de las zonas nucleares y, a veces, de los elementos conectivos principales para protegerlos y garantizar su integridad.
- Corredores, que son espacios que enlazan entre sí los diferentes núcleos. Constituyen las piezas clave de la conectividad ecológica, relacionando unos espacios con otros. En su trazado, en ocasiones interceptan áreas de menores dimensiones y funcionalidad que las zonas núcleos, que se denominan áreas de enlace.

- Barreras ecológicas, que son los puntos en los que se rompe la continuidad de la red, disminuyéndose su funcionalidad, por la presencia de infraestructuras, áreas densamente pobladas u otros obstáculos o resistencias al movimiento de las especies objetivo.

### **4.3. Las Infraestructuras, Germen de Nuevos Corredores Ecológicos**

El concepto de corredor ecológico es uno de los más comunes y también de los más esquivos en Ecología del Paisaje. En principio, se puede definir un corredor como una parte del territorio que conecta parcelas diferentes separadas entre sí. Los corredores ecológicos diseñados artificialmente se utilizan para enlazar fragmentos de hábitats separados, aunque constituyen hábitats en sí mismos. Y en función de su diseño pueden cumplir además otras funciones: mejorar la calidad paisajística, prevenir la erosión, evitar la escorrentía, mejorar la calidad del agua, incrementar el potencial cultural, turístico o recreativo, favorecer la recolonización de espacios facilitando su restauración, etc.

Los corredores ecológicos varían morfológica y funcionalmente desde muchos puntos de vista, una alcantarilla será un corredor ecológico para una larva acuática de insecto y un sumidero para algunas especies de anfibios y reptiles, un lindero vegetal será una vía de dispersión para los alcaudones y una barrera para las semillas anemócoras. Una carretera, sin ir más lejos, puede convertirse en un estupendo corredor para hormigas y plantas invasoras, o en la barrera que seccione la población del oso pardo ibérico.

Los corredores, de acuerdo con el enfoque de Forman y Godron (1986), forman estructuras de conexión que difieren de la matriz que les rodea, y unen entre sí varios nodos de la red. El concepto de conectividad alude a la estructura, al funcionamiento y al número de conexiones existentes entre las distintas manchas de un paisaje. La conectividad es más elevada cuanto mejor conectados estén los elementos nucleares, para ello sirven corredores de diversas tipologías: lineales ('line corridors'), tales como los setos vivos, los corredores en banda ('strip corridors'), de mayor anchura y con presencia de especies de interior, y los márgenes de los cursos de agua ('stream corridors'), que regulan el flujo de elementos entre los medios terrestre y fluvial (Dajoz, 2001).

Incluso el diseño de corredores multipropósito presenta multitud de variaciones morfológicas y funcionales. Desde los corredores discontinuos pensados para facilitar refugio durante el tránsito de un lugar a otro, a través de entornos poco amigables a los corredores lineales e incluso los Greenways, diseñados para combinar la conectividad ecológica con otros valores culturales, como el senderismo o el cicloturismo. Las interacciones entre corredores también generan variedad y ofrecen situaciones más y más complejas, cuyos efectos estamos aún lejos de percibir.

Su diseño e implementación deben ser extremadamente cuidadosos, para evitar riesgos evidentes en su funcionamiento que puedan suponer daños a las poblaciones que se pretende conservar. Muchos corredores se pueden transformar en sumideros de poblaciones si, como consecuencia de un mal funcionamiento el destino final se convierte en una trampa que permite el acceso a predadores, desembocan en un hábitat sin recursos o, incluso, en un medio hostil. También, los corredores pueden funcionar de forma diferente a lo previsto, facilitando la transmisión de enfermedades y especies invasoras o permitiendo el acceso de depredadores o competidores a hábitats libres de ellos. Incluso, el corredor puede no funcionar en absoluto para nuestros propósitos,

suponiendo un despilfarro y una pérdida de tiempo y recursos. Varios autores (Zonneveld 1995, por ejemplo) argumentan contra los corredores multipropósito, indicando que es necesario diseñar corredores singulares para cada una de las especies objetivo, al menos en el caso de especies amenazadas.

En cuanto a su marco legal, la Ley 42/2007 define “corredor ecológico” como el territorio, de extensión y configuración variables, que, debido a su disposición y a su estado de conservación, conecta funcionalmente espacios naturales de singular relevancia para la flora o la fauna silvestres, separados entre sí, permitiendo, entre otros procesos ecológicos, el intercambio genético entre poblaciones de especies silvestres o la migración de especímenes de esas especies. Y obliga a las Administraciones Públicas a prever, en su planificación ambiental o en los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, mecanismos para lograr la conectividad ecológica del territorio, estableciendo o restableciendo corredores, en particular entre los espacios protegidos Red Natura 2000 y entre aquellos espacios naturales de singular relevancia para la biodiversidad.

Para ello se otorga un papel prioritario a los cursos fluviales, las vías pecuarias, las áreas de montaña y otros elementos del territorio, lineales y continuos, o que actúan como puntos de enlace, con independencia de que tengan la condición de espacios naturales protegidos. Entendiendo por Patrimonio Natural el conjunto de bienes y recursos de la naturaleza, fuente de diversidad biológica y geológica, de relevante valor medioambiental, paisajístico, científico o cultural, cuyo uso sostenible implica la utilización de sus componentes de un modo y a un ritmo que no los reduzca a largo plazo, manteniendo las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras.

#### **4.4. La Ampliación de la Evaluación Ambiental de Infraestructuras a Escalas Territoriales y Paisajísticas**

El desarrollo de la evaluación ambiental de las vías de comunicación es una prioridad de cara a reducir el impacto ecológico y territorial de las vías de comunicación. No obstante, el enfoque actual de las evaluaciones estratégicas de los corredores y, sobre todo, las evaluaciones de impacto ambiental de los proyectos concretos de carreteras y ferrocarriles está, en muchas ocasiones, centrado en la propia infraestructura y no en su afección a las redes ecológicas con las que interfiere. De esta percepción simplista resultan propuestas de integración ambiental en las que predomina la aplicación de criterios básicos de jardinería, que no resuelven el problema de insertar las infraestructuras en el territorio sin interrumpir ni alterar, en la medida de lo posible, los flujos ecológicos de poblaciones, materia, energía e información.

La particular organización administrativa del Estado, conlleva un grado de dispersión normativa, cuyo ritmo de crecimiento se vincula más al desarrollo de infraestructuras que a la capacidad y los tiempos de respuesta del medio natural. Lo cual nos conduce a cuestionar las tendencias en materia de integración ambiental de las infraestructuras de transporte, para proponer cambios en sus planteamientos, orientados a una mejor integración ambiental, buscando la mayor funcionalidad posible de las medidas que se apliquen. La solución a estos conflictos no es única, requiere reflexionar desde el papel y el objeto de los instrumentos de evaluación ambiental hasta la definición detallada de cada caso particular.

Las infraestructuras de transporte, muchas de ellas fuertes barreras para la conectividad ecológica, precisamente por su enorme capacidad de invasión constituyen



una clara oportunidad para desarrollar proyectos de conectividad ecológica. La linealidad de sus áreas de policía, de enorme potencial funcional como corredores ecológicos, habitualmente se desaprovechan en beneficio de tratamientos de revegetación de taludes por lo general sobredimensionados, respecto a su utilidad ecológica real. El presente trabajo pretende, desde esta perspectiva, ofrecer una nueva visión de las infraestructuras como nexos potenciales de conectividad territorial y no como bisturís del tejido ecológico únicamente.

La evaluación ambiental de las infraestructuras debe hacerse desde una perspectiva territorial. Resulta casi imposible controlar el impacto de una gran infraestructura si el ámbito territorial de la misma se reduce a los corredores por los que discurren sus alternativas de trazado. Pongamos un caso práctico: el ámbito de planificación de la futura autovía A-12 Burgos-Logroño, en su tramo Santo Domingo de la Calzada – Burgos, cuyo estudio informativo se redactó en el año 2006 y fue complementado con nuevos informes durante el año 2007 y cuya DIA acaba de publicarse en el BOE del 8 de noviembre de 2008. Está previsto comunicar las ciudades de Burgos y Logroño mediante esta autovía A-12, cumpliendo así las actuaciones planificadas por el Gobierno Central. Actualmente se encuentran en obras algunos de los tramos pertenecientes a la comunidad riojana, a pesar de que el tramo Burgos-Santo Domingo de la Calzada aún no se encuentra en fase de Proyecto. La información disponible se basa en el citado Estudio Informativo, en el que se plantean dos alternativas de trazado en el ámbito donde se emplaza el alfoz de Burgos. La DIA considera ambientalmente viable la propuesta por el promotor, aún reflejando que éste no ha atendido otras alternativas sugeridas durante el procedimiento porque implicaban mayores complicaciones administrativas (en los regímenes de concesión de peajes).

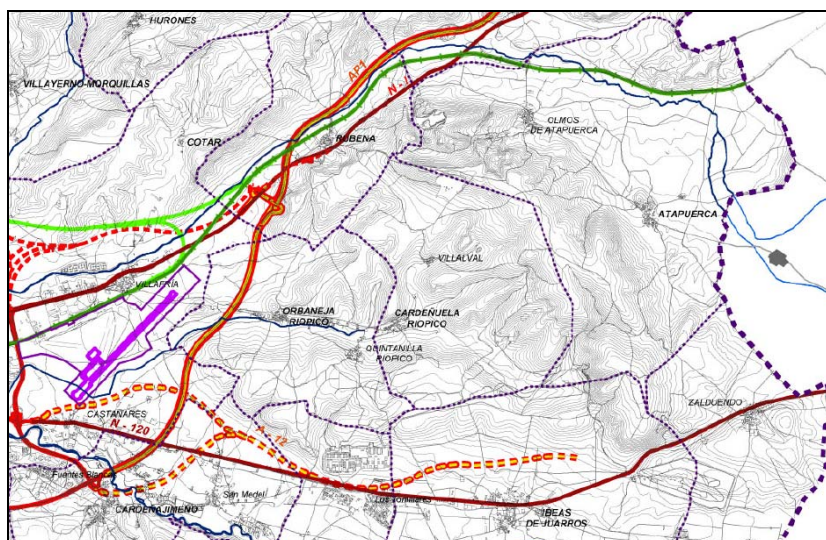


Figura 2. Encrucijada de caminos, Burgos.

Desde la variante de Burgos (A-1), saliendo en dirección a Logroño, la autovía utiliza el corredor del camino de Santiago. El análisis de los efectos de la autovía como parte de los trabajos para la elaboración de las bases del Plan de Adecuación y Uso Público de la Sierra de Atapuerca, promovido por una administración autonómica y un organismo distinto del competente en materia de transporte, nos aproxima a un enfoque integrador del impacto de la carretera desde los puntos de vista territorial y paisajístico, en relación con un área metropolitana de gran dinamismo socioeconómico que además

mantiene un significado ecológico muy relevante, especialmente en su posición como encrucijada de muchos circuitos ecológicos, culturales y de transporte (ver figura 2).

El Estudio de Impacto Ambiental de la infraestructura ha sido redactado en la fase de Estudio Informativo, como es habitual en este tipo de proyectos. Es un trabajo técnicamente correcto, extenso y detallado hasta donde permite la caracterización del medio y el análisis de afecciones en un ámbito de estudio de unos 80 km de longitud, en el que se proponen varias alternativas de trazado. No obstante, la misma caracterización del ámbito de análisis como una banda estrecha por la que discurrirá la infraestructura, lastra fuertemente el nivel de comprensión y profundización en las redes ecológicas y el territorio afectado. Tampoco la DIA hace mención a estas cuestiones. Un ejemplo claro lo podemos recoger de la DIA en referencia a la Sierra de Atapuerca:

*“A pesar de no afectar físicamente al bien de interés cultural de la Sierra de Atapuerca, el proyecto incluirá las pantallas vegetales, y en su caso acústicas, y demás actuaciones de integración paisajística necesarias para garantizar también la preservación del medio perceptual en dicho lugar, de conformidad con su administración gestora”*

Uno de los principales valores de Atapuerca, su posición como hito en uno de los grandes corredores ecológicos peninsulares queda completamente soslayada en la DIA. La integración paisajística se plantea con pantallas vegetales, como si el problema fuera la visión de la carretera y no la continuidad entre La Bureba y la Cuenca del Arlanzón, sobre la que se alza el refugio de los primeros europeos. La evaluación ambiental pasa por encima de los aspectos territoriales y se centra en el propio ombligo de la infraestructura. La cuestión no sólo debería ser si se altera el paisaje de Atapuerca, sino también si se limita su funcionalidad ecológica, la misma que le dio el inmenso valor cultural que ahora tiene.

La dinámica territorial y ecológica en este tramo resulta ser extremadamente compleja, por la superposición de diversos enlaces naturales, culturales y de transporte, como resultado de la confluencia en el mismo territorio de varios factores clave:

- El nudo de comunicaciones de Burgos enlaza las comunicaciones centro-norte y este-oeste peninsular y utiliza los mismos corredores que...
- ...Los caminos históricos, tanto el Camino de Santiago en sus diversas variantes como la Vía Aquitana, de enorme valor histórico, artístico y cultural, que utilizan los mismos corredores que...
- ...La encrucijada ecológica que supone la intersección entre el “Corredor de La Bureba”, que enlaza la Cuenca del Duero con la Cuenca del Ebro y el norte de la Península por un punto de mínimo esfuerzo (el Puerto de La Brújula), y el “Corredor del Arlanzón” que enlaza el Sistema Ibérico con la Meseta del Duero (ver figura 3). Cuyo sentido ecológico lo demuestra la presencia de un hito singular como la Sierra de Atapuerca, enclave estratégico en esta encrucijada.
- La gran actividad socioeconómica del alfoz burgalés, impulsada por la dinámica económica y cultural de la ciudad de Burgos, que estrecha los corredores y reduce sustancialmente el espacio disponible para formular alternativas.



Figura 3. Divisoria de aguas Ebro-Duero y los pasillos naturales de Burgos: Puertos de La Brújula y La Pedraja.

En estas condiciones correspondería, en primer lugar a la EAE y después a la EIA, integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos, la primera, y en el procedimiento de autorización administrativa por el órgano sustantivo de los proyectos de que se trate, la segunda. Situados en el ámbito de la EIA, el trazado y construcción de la futura autovía A-12 requiere un esfuerzo suplementario para su integración en un entorno territorial complejo y extremadamente valioso, con el menor coste posible en términos de su impacto ambiental. Una vez llegados a esta etapa, no pueden considerarse modificaciones profundas de las infraestructuras propuestas, es decir no se planteará la renuncia a las actuaciones contempladas en un plan o programa, salvo en situaciones excepcionales.

Aquí se pone de manifiesto la importancia relativa de cada etapa en la evaluación del impacto ambiental. Se revela la necesidad de diferenciar las exigencias y contenidos de cada caso y en cada etapa, en función de la actividad evaluada y del medio receptor. La trascendencia y significado procedimental de las fases previas de 'screening' y 'scoping' deben ejercer un papel encauzador de esfuerzos ulteriores, y optimización de medios e información disponible. Deben actuar como etapas iniciales de análisis y enfoque temprano de las principales cuestiones ambientales en las que, a priori, deberían concentrarse los medios disponibles. En este caso, durante la fase de estudio informativo. Debe huirse de los enfoques que presentan extensos listados de variables ambientales cuyo impacto global tiende a compensarse con la longitud de trazado de las distintas alternativas, relegándose a un segundo plano la importancia cualitativa de algunos impactos frente a la relativización de las evaluaciones cuantitativas. Resulta imprescindible integrar la complejidad del territorio y, sobre todo, sus conexiones naturales (y en este caso también culturales e históricas) de tal manera que los efectos

negativos de la nueva autovía pudieran evaluarse en su magnitud real, y acorde con el esfuerzo inversor de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

La EAE, como fase previa a la identificación de impactos y diseño de medidas correctas concretas, debe valorar la integración de las infraestructuras en el territorio que atraviesan y su posible interferencia con los procesos y conexiones naturales, y artificiales, que ya tienen lugar en dicho escenario. Las vías de comunicación no deben seguir imponiendo una lógica funcional destructora del territorio que atraviesan ( aunque sea con el fin de conectar nodos urbanos de interés económico y social) sino que el papel de estas infraestructuras como auténticos ejes de articulación territorial, debe servir también para apoyar la dinámica ecológica y cultural de su entorno.

La EIA debe centrarse fundamentalmente en identificar la solución o soluciones de trazado (junto a sus otras actividades asociadas) de menor coste ambiental, en los términos establecidos por la Legislación vigente. Y en caso de considerarse viable la actuación desde este punto de vista, establecer las medidas preventivas y correctoras de impacto ambiental que el proyecto de construcción, necesariamente, deberá desarrollar con suficiente detalle para garantizar la conservación de la funcionalidad y minimización de los impactos sobre los elementos clave para la dinámica ecológica y territorial (corredores, caminos históricos, vegas...), tanto en la fase de construcción como en la de explotación. En este caso, habría que hablar de la unión de los Corredores de La Bureba y el del Arlanzón, los enlaces entre la Sierra de Atapuerca y el Río Arlanzón (imprescindibles para comprender el papel histórico y paleontológico de la sierra de Atapuerca en el destino de la sociedad europea), la continuidad, funcionalidad y paisaje de los caminos históricos y su entorno o el tratamiento paisajístico en un entorno eminentemente histórico, cultural y ecológico en contacto estrecho con un área metropolitana.

La propuesta de medidas correctoras tiende a orientarse hacia la protección de los elementos del medio afectados directamente por la implantación de la autovía (suelo, vegetación, hidrografía, servidumbres e incluso el medio perceptual), sin que aparezcan soluciones globales para el efecto real sobre el territorio y sus flujos ecológicos, derivado de la presencia de una nueva banda continua que lo atravesará de este a oeste. La disposición de los viaductos sobre las riberas atravesadas por la infraestructura es percibida como una vía para evitar su división, aunque se deba más a exigencias de las normas de trazado que a consideraciones ambientales pero, el enlace entre la Sierra de Atapuerca y el Río Arlanzón, por ejemplo, son obviados de las propuestas de medidas preventivas, correctoras y compensatorias. El enfoque tradicional de estas medidas se dirige a la reposición individualizada de elementos afectados por la traza, revegetación de taludes, sobredimensionando de los drenajes y otras estructuras como potenciales pasos de fauna, actuando sobre sus emboquilles e incluso proponiendo la inclusión de algún paso específico, siendo este aspecto el único que se aproxima y recoge la necesidad de mantener el continuo de la matriz territorial que subyace a la infraestructura.

Valga como dato relevante de la importancia económica de las medidas de integración ambiental, en un proyecto de estas características, que habitualmente oscilan entre un 3% y un 5% del presupuesto total de la infraestructura. En el caso del tramo de autovía entre Santo Domingo de la Calzada y Burgos, el importe medio del presupuesto de licitación de las alternativas completas del estudio informativo es aproximadamente de 310 millones de euros, un 5% de esta cantidad son 15,5 millones de euros. Para comprender su magnitud conviene comparar esta cifra, por ejemplo, con el presupuesto que la Comunidad Autónoma de La Rioja dedica al Plan Estratégico de Protección del

Medio Natural-PEPMAN (años 2004-2023), cuyo importe total ascendía a 16,5 millones de euros para el año 2004, con el propósito de desarrollar los proyectos de la tabla 1.

Conservación de espacios naturales protegidos.	Gestión pastoral.
Conservación de flora y fauna silvestres.	Gestión cinegética, piscícola.
Conservación de hábitats interés.	Producción de hongos y plantas silvestres.
Ordenación de montes.	Fomento del sector forestal privado.
Selvicultura y gestión forestal.	Sensibilización social y educación ambiental.
Restauración de la cubierta vegetal.	Uso recreativo del medio natural.
Incendios forestales.	Formación y capacitación forestal.
Sanidad forestal	Investigación.
Defensa propiedad forestal y vías pecuarias.	Banco de datos del medio natural.

Tabla 1. Resumen Plan Estratégico de Protección del Medio Natural de La Rioja

En este contexto, la evaluación ambiental ha de plantearse no sólo reducir el enorme impacto de las vías de comunicación sobre las conexiones ecológicas y territoriales, sino aprovechar el potencial de estas infraestructuras (lineales, continuas, socialmente aceptadas y demandadas) para mejorar o, al menos, mantener un nivel de funcionamiento adecuado de los corredores ecológicos, que conserve la dinámica ecológica y la conservación de la biodiversidad.

Un paso previo es la integración de las infraestructuras en la planificación territorial de su entorno. Muchas herramientas de ordenación del territorio, por ejemplo las Directrices de Ordenación Territorial de varias áreas metropolitanas de Castilla y León (DOTVAENT en Valladolid, DOTSE en Segovia, DOPPA en Palencia...) ya incorporan criterios de redes ecológicas y conectividad en sus propuestas de protección de suelos (Herrera 2005 y de las Rivas 2006). Los nuevos trazados deben ir asumiendo los criterios de los instrumentos de ordenación territorial como un condicionante más de su propia planificación, especialmente en su relación con las redes ecológicas básicas.

En segundo lugar, resulta prioritario cambiar el enfoque de las prioridades en los objetivos y diseño de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias. Los impactos indirectos y sus posibles interacciones continúan representando una asignatura pendiente, en particular al caracterizar y evaluar los impactos sobre los flujos dinámicos, que a veces no son tan evidentes como las intersecciones con la red de drenaje. Los cambios de enfoque no deben dirigirse a la restauración de las superficies ocupadas, y sus zonas adyacentes, sino a la integración ecológica de la infraestructura, mediante la restauración de la conectividad y mantenimiento adecuado de su zona de influencia, hasta un nivel de funcionamiento que garantice plenamente la conservación de los ecosistemas afectados. La escala de un análisis de afecciones, o de un proyecto de integración ecológica, debe alcanzar una extensión territorial que supere el ancho de la autovía y de las zonas expropiadas, para transformarse a la escala de los procesos de intercambio entre las redes ecológicas y los factores que condicionan las características de cada variable ambiental, de manera aislada y en conjunto, con otras variables e infraestructuras o actividades con las que existan interacciones.

La relación entre EAE y EIA debe potenciarse y afinarse, hasta conseguir una realimentación en positivo entre ambas. La evaluación estratégica debe definir los flujos ecológicos, territoriales y culturales que se manifiestan en el ámbito de planificación de las infraestructuras de transporte, y los riesgos que existen entre las diferentes alternativas y opciones disponibles. La integración ambiental de las infraestructuras en su territorio circundante depende, en gran medida, de la profundidad de los análisis y de la detección de los procesos susceptibles de ser afectados. Las herramientas de planificación territorial son una ayuda inestimable en este sentido, y la propia planificación de infraestructuras debería integrarse en los grandes estudios territoriales, a pesar de las competencias diferenciadas. La evaluación de impacto, por su parte, debe asegurar la menor incidencia posible en los flujos existentes e incluso la potenciación de aquellos más importantes mediante la adopción de nuevos diseños de conexión y permeabilidad.

## **4.5. Integración Ecológica de las Infraestructuras de Transporte**

### **4.5.1. De la Evaluación Interior a la Evaluación Territorial**

Los proyectos de integración ambiental de las infraestructuras de transporte consisten habitualmente en un conjunto de prácticas de restauración ambiental y paisajística enfocadas a evitar la erosión de las superficies de nueva creación, y la integración estética de la infraestructura en el medio perceptual, mediante la naturalización de taludes y superficies y ocultación de los elementos más agresivos sobre el paisaje, generalmente desde el punto de vista de un observador externo.

La restauración de los taludes y otras superficies alteradas se ha convertido en una tarea repetitiva, cuyo diseño responde sistemáticamente al mismo esquema, según se trate de los taludes de terraplén o desmontes, difiriendo de unos proyectos a otros, si acaso, en las especies seleccionadas.

El diseño más habitual de los terraplenes restaurados consiste en la extensión de una capa de tierra vegetal, a ser posible procedente de las mismas superficies ocupadas por la infraestructura en cuestión. Se revegeta mediante una hidrosiembra que incorpora mezclas comerciales de semillas de gramíneas y leguminosas y, finalmente, se propone la plantación de especies arbustivas y arbóreas, tratando que las especies seleccionadas respondan a las características de la vegetación espontánea de la zona de estudio.

Por su parte, en los taludes de desmonte el esquema suele simplificarse aún más, dado que los espesores de tierra vegetal son menores y no siempre se emplean en este tipo de taludes. La hidrosiembra suele ser similar, pero por lo general no se contempla plantar árboles ni arbustos, salvo en las bermas de grandes taludes.

Este patrón se repite por sistema en los proyectos de autovías y otras infraestructuras de transporte (Figura 3), y se suelen indicar explícitamente parámetros como el espesor mínimo que debe tener la primera capa de tierra vegetal que se extiende sobre las superficies a restaurar. En principio, este proceder no sería objeto de discusión, su intención es a todas luces la mejora paisajística de obras lineales cuyas exigencias de trazado transforman severamente el paisaje. Se trata de una medida correctora de impacto ambiental con gran aceptación, y eficaz en algunos casos. Sin embargo, el transcurso de los años y el seguimiento de los resultados de algunas obras, desvela que, en términos generales, tanto su eficacia como su eficiencia correctora de impactos ambientales son insatisfactorias o, cuanto menos cuestionables. En general el éxito de



las especies hidrosebradas es bajo en desmontes (variando según zonas y climatología) y satisfactorio en terraplenes (Valladares et al. 2006).

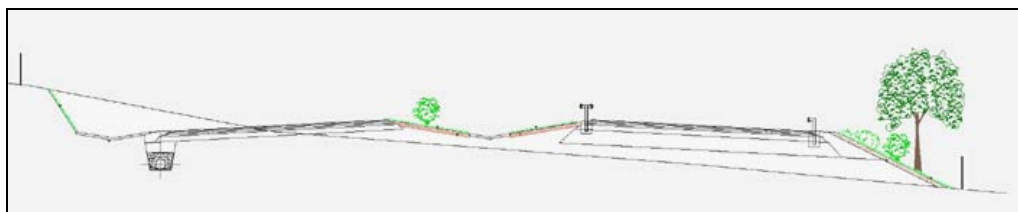


Figura 3. Disposición habitual de plantaciones en una autovía

Por otra parte, el presupuesto invertido en la restauración de estos taludes, como medida complementaria para su estabilización, resulta exagerado en sus diseños actuales, además de ineficaz. El papel de los árboles y arbustos que se plantan para reducir la erosión hídrica de los taludes resulta inapreciable frente al establecimiento de una cubierta herbácea. Además, la hidrosiembra comercial incluso puede resultar contraproducente. Por la experiencia práctica se sabe que el banco de semillas existentes en el suelo constituye un recurso óptimo, y las especies de la zona progresivamente sustituyen a las introducidas mediante hidrosiembra, sin mostrar diferencias de cobertura con respecto a las colonizadas de forma natural una vez transcurrido un tiempo tras la germinación. A veces, el simple extendido de tierra vegetal, correctamente almacenada, puede llegar a considerarse más eficiente que la propia hidrosiembra (Valladares et al. 2006). Se conocen situaciones en las que las especies comerciales de crecimiento rápido sofocan a las especies autóctonas de crecimiento más lento y luego sucumben ante la sequía estival, obteniéndose así un resultado indeseado. La gestión adecuada de la tierra vegetal y su pronta reextensión sobre los taludes resulta así, mucho más importante que las propias hidrosiembras, tanto desde un punto de vista ambiental como económico.

Desde una perspectiva forestal, la caracterización ecológica de taludes de terraplenes y desmontes y sus condicionantes intrínsecos (pendiente, composición, granulometría...) permiten su correlación con las comunidades vegetales objetivo para su recolonización, pudiéndose determinar y describir la idoneidad de las especies a utilizar (Elena R. 2004). Las condiciones ecológicas y morfológicas de estos taludes limitan y enmarcan la supervivencia y crecimiento de su cubierta vegetal (Serrada et al. 2004). Teniendo en cuenta lo anterior, no es difícil comprender la limitada capacidad de los taludes. Ni resulta disparatado, o atrevido, afirmar que es imposible reproducir en ellos los estadios más avanzados de las correspondientes sucesiones de la vegetación potencial de un área, o de los hábitats naturales que rodean una infraestructura.

Por otro lado, las primeras experiencias sobre utilización de neumáticos fuera de uso (NFU) como relleno de terraplenes, ofrecen resultados satisfactorios técnica y ambientalmente. Porque se valoriza un residuo que hasta la fecha se acumulaba en vertederos y da lugar a un elevado consumo del mismo (Botello et al. 2008). Sin embargo, el éxito de esta medida podría reducir por completo el potencial de los terraplenes para soportar vegetación.

En cuanto a la reiterativa exigencia de dotar a la capa de tierra vegetal de un espesor mínimo de 30 cm, en muchos casos resulta ser contraproducente. Hay obras que no disponen del volumen necesario, simplemente porque el propio suelo no posee dicho espesor. En otras ocasiones, la disponibilidad de material que implica esta medida

incrementa sustancialmente el impacto producido por ocupación temporal de superficies adicionales para su acopio y conservación. Además, se ignoran los mecanismos reproductivos de muchas plantas, cuya dispersión de frutos y semillas se produce sobre la superficie del suelo, perdiendo la capacidad de germinar, enraizar y crecer cuando se hunden en él. La aplicación de gruesos espesores de suelo vegetal puede reducir la viabilidad de muchas de las semillas contenidas en esa tierra al sepultarlas, desaprovechándose parte de sus interesantes características físico-químicas y del potencial de su banco de semillas.

Por otra parte, hay que tener presente que el efecto barrera de las infraestructuras de transporte se debe fundamentalmente al establecimiento de un cerramiento perimetral, que impide o dificulta el paso de muchas especies animales de un lado a otro de las infraestructuras. Además, el cerramiento perimetral suele situarse por fuera de los taludes, lo que reduce al mínimo las interacciones y procesos que tienen lugar en su entorno y, por lo tanto, impide el funcionamiento ecológico completo de la vegetación instaurada.

Esta serie de razones nos refuerzan en la idea de dirigir los mayores esfuerzos de la restauración ecológica desde el cerramiento de las infraestructuras hacia el exterior, aprovechando el potencial de sus zonas de policía. Reduciendo los tratamientos del interior de la infraestructura al acondicionamiento estético que el promotor quiera ofrecer a los usuarios.

Con el tiempo se van conociendo ejemplos reales que se aproximan a los nuevos enfoques en la restauración de las infraestructuras de transporte, en pos de mejorar su funcionalidad ecológica. A continuación se presentan los casos de una autopista de peaje de reciente construcción, en la Comunidad de Madrid, y el de un proyecto de un tramo de autovía en Galicia, cuyas obras han sido licitadas en octubre de 2008. En ambos ejemplos, se introducen novedosos criterios de restauración ambiental, con la intención de crear corredores ecológicos continuos y paralelos a ambas infraestructuras, conectando hábitats y ecosistemas fragmentados como consecuencia de la construcción de las propias autovías. Sin embargo, los dos casos se enfrentan a la amenaza de otras políticas, las consecuencias de la descoordinación administrativa o de la aplicación estricta e indiscriminada de normas incompatibles con su conservación, dificultando o impidiendo su función.

#### **4.5.2. Caso 1: Autopista Radial 4 (Madrid-Ocaña)**

La autopista de peaje Radial 4 de Madrid (inaugurada en 2004), conecta las localidades de Madrid (desde la autopista de circunvalación M-50) y Ocaña (Toledo). Su trazado afecta a espacios pertenecientes a Red Natura 2000 y, como consecuencia de su sometimiento al procedimiento de EIA, el órgano ambiental incluyó en el condicionado de la declaración de impacto ambiental (DIA), publicada en el BOE nº 208 de 31 de agosto de 1999, la realización de diferentes medidas compensatorias que garantizaran la protección de la coherencia global de la Red Natura 2000.

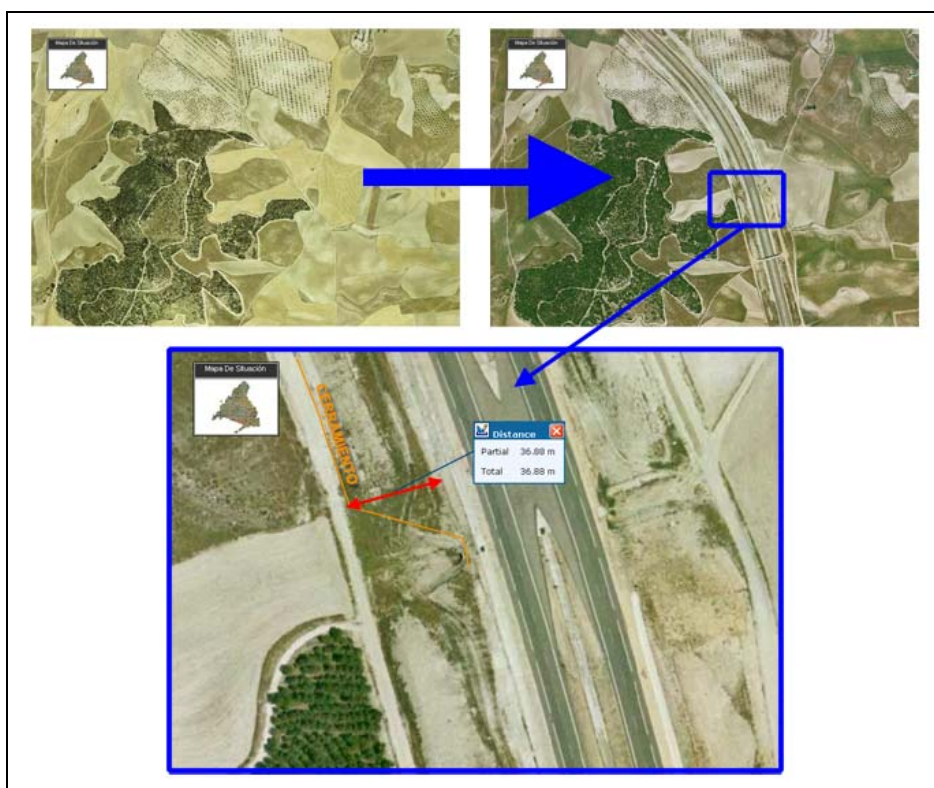
En este sentido, conviene explicar que, entre las medidas correctoras de impacto ambiental y, más frecuentemente cuando se exigen medidas compensatorias, a veces se proponen proyectos o actuaciones sobre terrenos o bienes propiedad de terceros, públicos o no. La complejidad de los procedimientos de expropiación en estos casos, o de autorización cuando no se requiere expropiar, cuyas razones de interés público ya difieren y se alejan de las empleadas para justificar la construcción de las



infraestructuras, hacen realmente difícil el cumplimiento efectivo de este tipo de medidas incluidas en algunas DIAs.

No obstante, en el caso de la autopista Radial 4, resulta llamativo observar que a cada lado de la explanación se han creado sendos corredores, cada uno de ellos con igual anchura que la explanación. Se trata de un caso inédito en España, que se repite en otras autopistas radiales de la Comunidad de Madrid. De este modo se ofrece la posibilidad de compensar la superficie de los hábitats afectados por la construcción de la autopista y conectarlos a lo largo de la misma.

Sin embargo, la disposición del cerramiento perimetral de la autopista se ha situado en el límite de los terrenos expropiados, en lugar de en los límites de la explanación (base de los terraplenes y cabecera de los desmontes). Es decir, los corredores son inaccesibles desde los terrenos adyacentes a la autopista, lo que impide su completa interacción con la fauna y flora del entorno (Fotografía 2). Si además se tiene en cuenta que, por ello, en esta obra se ha expropiado el triple de la superficie estrictamente necesaria para construir la autopista, y el dinero que esto supone, la situación actual es incomprensible. Tampoco se niega que limitar el acceso a estos corredores podría ser beneficioso durante el desarrollo de sus fases tempranas, pero no es el caso. Si se siguiera esta recomendación como medida preventiva, lo más apropiado sería un cerramiento de tipo ganadero, con 3 o 4 alambres horizontales a lo sumo, que impidan el acceso de vehículos pero en ningún caso el de la fauna silvestre y, en el límite de la zona de explanación se situaría el cerramiento perimetral habitual de las autovías y autopistas, con otra función.



Fotografía 2. Fragmentación territorial de la autopista Radial 4 y detalle de disposición del cerramiento actual (distancia > 35 m del pie de terraplén). Fuente: geomadrid ©

#### 4.5.3. Caso 2: Autovía A-54 (Lugo – Santiago)

A continuación se presenta un novedoso enfoque de restauración ecológica del dominio público, de las infraestructuras de transporte, llevado a cabo en el proyecto de construcción de un tramo de aproximadamente 10 km de longitud de la autovía A-54 a su paso por el concejo de Guntín, en la provincia de Lugo.

Al tratarse de una autovía se limitan los accesos mediante un cerramiento perimetral, cuyas características de altura, distancia entre hilos y la conveniencia de enterrar su base unos 40 cm en el suelo se definieron en función de la fauna de la zona. El cerramiento normalmente se dispone junto a la base de los terraplenes y unos metros separado de la coronación de los desmontes, quedando parte del ancho de la franja del dominio público (hasta 8,00 m de la línea de explanación del tronco de autovías y hasta 3,00 m en los ramales de enlaces y vías de servicio) por fuera del cerramiento, y suele ser objeto de ocupaciones ilegales o usos no autorizados, como sucede con frecuencia con las vías pecuarias, el dominio público hidráulico, etc.

En esta ocasión, con el objetivo de conectar distintos rodales o masas forestales fragmentadas, y ofrecer complemento a las medidas específicamente planteadas para mejorar la permeabilidad faunística del tramo, se ha aprovechado la zona de dominio público, cuya anchura es variable a lo largo de los 10 km por distintas circunstancias, para diseñar un corredor mediante la plantación de más de 20.000 arbustos de 7 especies características de la zona, previa preparación del terreno e hidrosiembra (Figura 4). Una apuesta por la restauración ecológica, del entorno de la infraestructura, entendiendo por restauración ecológica el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido, en este caso por la construcción de una autovía.

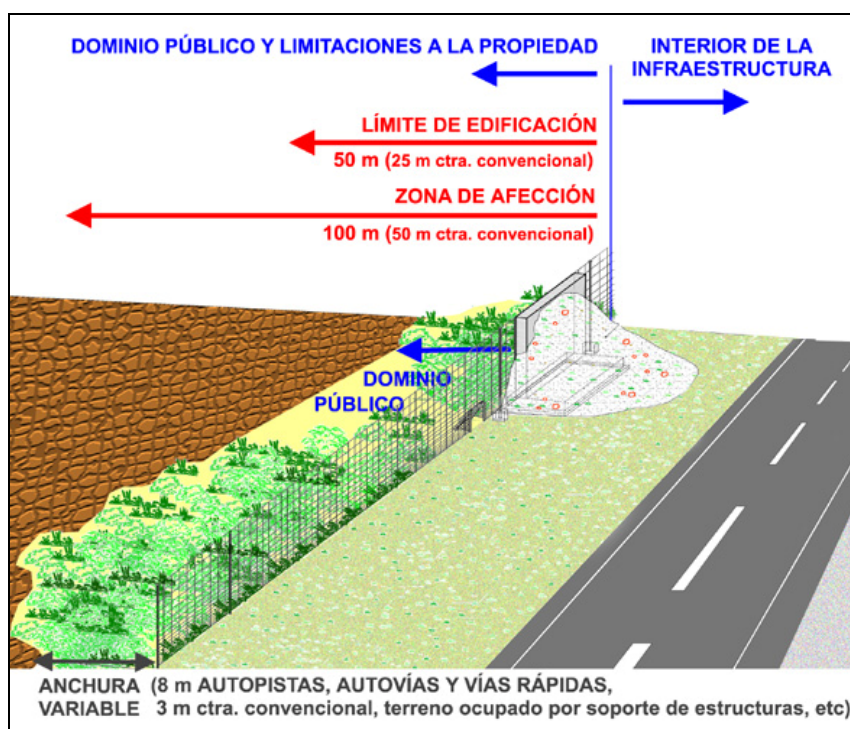


Figura 4. Diseño de corredor ecológico para la integración ambiental de una autovía

Si bien queda mucho tiempo hasta que se puedan realizar los primeros estudios sobre el funcionamiento de este tipo de corredores ecológicos en autovías españolas, antes de que se puedan llevar a cabo, habrá que considerar un éxito de la restauración ecológica en este país si los corredores ecológicos asociados a infraestructuras de transporte llegan a ser una realidad, puesto que están amenazados por nuestro propio funcionamiento administrativo. No es una novedad la difícil relación de la naturaleza con la división administrativa y las competencias en distintas materias, no sólo en España, produciéndose lamentables conflictos de intereses en muchas ocasiones, o incomprensibles actos consecutivos que se contradicen mutuamente y producen desconcierto y, a veces, incredulidad.

Como ejemplo preocupante traído al caso de los corredores ecológicos diseñados en el proyecto de esta autovía, en coherencia con los actuales criterios de conservación de la naturaleza, se puede citar un reciente anuncio de licitación pública de la Dirección General de Carreteras del Estado, por un importe de 293.887 euros, para la redacción del proyecto de desbroce y tala de árboles en zona de dominio público y taludes en Lugo, en cumplimiento de la Ley de prevención y defensa contra los incendios forestales de Galicia (BOE nº 104, de 30 de abril de 2008).

Sin olvidar la dramática historia de los incendios forestales en Galicia, sin embargo, no se puede entender que una administración dedique a las medidas correctoras de impacto ambiental de una autovía de 80 km casi el mismo presupuesto que dispone una Consejería de Medio Ambiente durante todo un año para desarrollar todo un plan estratégico de conservación del medio natural y un plan forestal. Y que esa misma administración vuelva a incurrir en un gasto presupuestario de casi 300.000 euros para eliminar parte de esas medidas correctoras, en un futuro, en la misma autovía.

No es comprensible que una administración ambiental, por un lado, requiera medidas de restauración paisajística en las autovías y carreteras y, a la vez, obligue a realizar desbroces y talas sistemáticos en el entorno de las carreteras, por parte de sus titulares. Cuando a la vez se está advirtiendo, desde otros estamentos, sobre de la necesidad de revisar y actualizar la actual clasificación de causas de incendios forestales, para reflejar mejor la realidad del problema (WWF/Adena 2006). Pues se afirma que la relación entre los usos del suelo y sus cambios a lo largo del tiempo influyen de manera decisiva en el régimen de incendios (ESPELTA et al. 2004). Además, según los datos del Ministerio de Medio Ambiente (MIMA 2006b), correspondientes al decenio 1996-2005, un 82 % de los incendios en la provincia de Lugo tuvieron un origen intencionado. Y aunque se recogen datos de líneas de ferrocarril, no se incluye ninguna referencia a los posibles incendios iniciados accidentalmente en las márgenes de las carreteras.

## **5. CONCLUSIONES**

La compensación de los impactos más relevantes de una infraestructura de transporte exige el feedback de las herramientas de evaluación ambiental, y la adaptación de las medidas correctoras en coherencia con el avance del conocimiento científico.

Los flujos ecológicos, socioeconómicos y culturales comparten con las infraestructuras de transporte funciones y dinámicas, el reto es integrarlos en una planificación territorial común que garantice la continuidad de las conexiones de materia, energía e información de los ecosistemas urbanos, industriales y naturales, con el menor coste posible en cada uno de ellos, evitando los efectos que se saben irreversibles.

Se propone un nuevo enfoque para la integración ecológica de las infraestructuras de transporte, basado en una visión ecosistémica que ayude a frenar la pérdida de biodiversidad, restaurando o conservando los flujos ecológicos. Para ello, es indispensable que en la práctica se reconozca el interés público de determinadas actuaciones de restauración, como las que se precisan en el exterior de las infraestructuras. Una voluntad con frecuencia expresada en los preámbulos y considerandos de toda norma que se precie, cuyo reflejo sobre el territorio es más complicado de observar.

Las infraestructuras de transporte deben jugar un papel muy diferente en los ecosistemas de su entorno para restaurar la conectividad ecológica en un sentido completamente nuevo, invirtiendo el balance actual en términos de sostenibilidad y credibilidad mediante: una mayor coordinación en un marco general basado en la transparencia de los procedimientos administrativos y la participación pública efectiva, divulgando los argumentos y consideraciones correspondientes a la toma de decisiones, reforzando la multidisciplinaridad en igualdad de condiciones y revisando la jerarquía o desarrollo de normas contrarias en función de sus efectos e implicaciones, que en la práctica impiden cumplir compromisos de mayor rango.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ÁLAMO, C. DEL & SÁNCHEZ GASCÓN, A. 2007. Los Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid. Causas, efectos, prevención, sanción... Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental (FIDA) y Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Comunidad de Madrid.
- ANDREU, J. 2007. Análisis de la gestión de las plantas exóticas en los espacios naturales españoles. *Ecosistemas* 16 (3): 109-124.
- AUSTIN, J.M.; FERGUSON, M.; GINGRAS, G. & BAKOS, G. 2003. Strategies for restoring ecological connectivity and establishing wildlife passage for the upgrade of Route 78 in Swanton, Vermont: an overview. Road Ecology Center eScholarship Repository. John Muir Institute of the Environment. University of California, Davis, USA.
- BERTHOUD, G.; LEBEAU, R.P. & RIGHETTI, A. 2004. Réseau écologique national REN. Rapport Final. Cahier de l'environnement n° 373. Office Fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Berne.
- CARSIGNOL, J. 2006. Routes et passages à faune, 40 ans d'évolution. Collection les rapports. Sétra. Bagneux Cedex. France.
- DELGADO J.A., ARÉVALO J.R. & FERNÁNDEZ J.M. 2004. Consecuencias de la fragmentación viaria: efectos de borde de las carreteras en la laurisilva y el pinar de Tenerife. En FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. & MORICI, C. (EDS.). 2004. *Ecología Insular / Island Ecology*. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)-Cabildo Insular de La Palma.
- BOTELLO J., R.; GUDELLA B., E.; DOMINGO A., A. & AMO S., E. DEL. 2008. Empleo de neumáticos fuera de uso (NFU) triturados como relleno de terraplén: Aplicación en la obra "Duplicación de la carretera M-111 y Variante de Fuente el Saz". Rutas nº127. Asociación Técnica de Carreteras, Madrid.
- DAJOZ, R. 2001. *Tratado de Ecología*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- DÍAZ PINEDA, F.; SCHMITZ, M.; ARANZÁBAL, I & ÁLVAREZ, C. 2006. Conectividad territorial, procesos horizontales del paisaje e interferencias del transporte humano. Carreteras Vol XX. Asociación Española de la Carretera.
- DONALDSON, A. & BENNETT, A. 2004. Ecological Effects of Roads: Implications for the Internal Fragmentation of Australian Parks and Reserves. Parks Victoria Technical Series No. 12, pp. 1-65, Parks Victoria, Australia [A6]
- ELENA R., R. 2004. Las clasificaciones biogeoclimáticas: modelos territoriales necesarios para los estudios ecológicos forestales. Invest Agrar: Sist Recur For Fuera de serie: 63-74
- ESPELTA, J.M.; LLORET, F.; DIAZ D., R; PONS, X.; CALVO, E. & RETANA, J. 2004. Interacció entre estructura del paisatge, usos del sòl i regim d'incendis. En Incendis forests, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa ALINFO SCT 2001-00061. Ed. Plana.
- FORMAN, R.T.T. & GORDON, M. 1986. Landscape Ecology. Wiley & Sons, New York, USA.
- FORMAN, R.T.T. 1998. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- FORMAN, R.T.T. & ALEXANDER, L. E. 1998. Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics 29: 207-231.
- FORMAN, R.T.T.; BISSONETTE, J.; CLEVINGER, A.; CUTSHALL, C.; DALE, V.; FAHRIG, L.; GOLDMAN, C.; HEANUE, K.; JONES, J.; SPERLING, D.; SWANSON, F.; TURRENTINE, T. & WINTER, T. 2002. Road ecology: Science and solutions. Island Press, Washington, DC, USA.
- GURRUTXAGA, M. 2004. Conectividad ecológica del territorio y conservación de la biodiversidad. Nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- GURRUTXAGA, M. 2005. Red de Corredores Ecológicos de la Comunidad Autónoma de Euskadi. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental. Gobierno Vasco.
- HERRERA, P. et al. 2005. Un modelo de protección del sistema ecológico local para aplicar en las directrices de ordenación territorial de ámbito subregional. En FERNÁNDEZ MANSO et al. 2005. Nuevos retos de la Ordenación del Medio Natural. Universidad de León. Orense. pp 104-116.
- HERRERA, P. 2008. Infraestructuras de soporte de la biodiversidad. Ciudades 11. Pp 167-188. Instituto de urbanística de la Universidad de Valladolid.
- IGLESIAS M., C. 2008. Engineering Approaches and Concepts to Mitigate Habitat Fragmentation in Spain. In Habitat Fragmentation and Cultural Landscapes: The Role of Ecological Connectivity and Biological Corridors. Environment Workshops 2008. Universidad Internacional de Andalucía.
- JONGMAN, R. & PUNGETTI, G. 2004. Ecological Networks and Greenways. Concept, design, implementation. Cambridge studies in landscape ecology. Cambridge University press.
- MARM. 2008. Fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. Boletín número 6, mayo 2008. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.

- MIMA. 2006a. Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 1. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- MIMA. 2006b. Los Incendios Forestales en España: Decenio 1996-2005. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- NOSS, R.F. 2006. Greenways as Wildlife Corridors. En CAWOOD, P. & SMITH, D.S. (Eds). 2006. Designing Greenways. Sustainable Landscapes for Nature and People. Island Press, Washington, DC, USA.
- OPDAM, P. 1991. Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holartic breeding bird studies. *Landscape Ecology*, 5: 93-106.
- PEPMAN. 2004. Plan Estratégico de Conservación del Medio Natural - Plan Forestal de La Rioja. Documento operativo. Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial. Gobierno de La Rioja. Logroño
- RIVAS, J.L. DE LAS (Dir). 2006. DOTSE. Directrices de Ordenación Territorial de Segovia y su Entorno. Junta de Castilla y León.
- SERRADA H., R.; NAVARRO C., R.M. & PEMÁN G., J. 2004. La calidad de las repoblaciones forestales: una aproximación desde la selvicultura y la ecofisiología. *Invest Agrar: Sist Recur For* 14 (3): 462-481.
- SMITH, D. J. 2004. Impacts of roads on Ecological networks and integration of conservation and transportation planning: Florida as a case of study. in Jongman R. & Pungetti G. 2004. Ecological networks and Greenways. Cambridge University Press.
- SMITH, R.L. 1996. Ecology and Field Biology. New York: HarperCollins.
- TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN K. & MERRIAM, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571-573
- TRANSIT NZ. 2006. Guidelines for highway landscaping. Available at [http://www.transit.govt.nz/technical/view\\_manual.jsp?content\\_type=manual&=edit&primary\\_key=31&action=edit#download](http://www.transit.govt.nz/technical/view_manual.jsp?content_type=manual&=edit&primary_key=31&action=edit#download). New Zealand Agency of Transport. Wellington, New Zealand.
- VALLADARES, F.; ALFAYA, V.; OLINA-NIÑIROLA, P.; MATESANZ, S.; TENA, D.; GARCÍA-FAYOS, P.; BOCHET, E.; COSTA, M.; BALAGUER, L.; ROSADO, J.J. & MARTÍNEZ, J. 2006. Recomendaciones para la restauración de taludes artificiales en ambientes mediterráneos. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Cumbre del Desarrollo Sostenible. CONAMA 8. Madrid.
- VILES, R.L. & ROSIER, D.J. 2001. How to use roads in the creation of greenways. Three cases studies in New Zealand. *Landscape and urban Planning* Vol 55.
- WWF/ADENA. 2006. Grandes Incendios Forestales. Causas y efectos de una ineficaz gestión del territorio. WWF/Adena. Madrid.
- ZONNEVELD, I. 1995. Land Ecology, an introduction to Landscape Ecology as a base for Land Evaluation, Land Management and Conservation, SPB, Amsterdam