

# **ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS DE LAS INFRAESTRUCTURAS LINEALES DEL TRANSPORTE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS INGENIERÍAS Y CONSTRUCTORAS**

**ROSA M<sup>a</sup> ARCE RUIZ, ADORACIÓN GÓMEZ SÁNCHEZ y NEREA AIZPURÚA GIRALDEZ**

Departamento de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente

E.T.S.I Caminos, Caminos, Canales y Puertos, U.P.M.

## **RESUMEN**

Esta comunicación está basada en el proyecto de investigación realizado por el Departamento de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente de la E.T.S.I., Caminos, Canales y Puertos, de la U.P.M., subvencionado por el Ministerio de Fomento, relativo a la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias de los impactos ambientales negativos de las infraestructuras lineales del transporte.

Como parte de la investigación, se realizaron encuestas a los diferentes sectores relacionados con el diseño y ejecución de este tipo de proyectos, como son las empresas de ingenierías y constructoras del país. Se elaboró un cuestionario que constaba de dos partes, la primera destinada a conocer la participación en el diseño, propuesta e implementación de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

En la segunda parte del cuestionario se presentaban las principales medidas preventivas y correctoras relativas a los siguientes elementos del medio; emisión de polvo, hidrología superficial y subterránea, ruido, suelo, fauna, vegetación y protección del patrimonio, para conocer la consideración respecto a la propuesta y aplicación real. También se recogen los resultados de la tendencia actual respecto a las medidas compensatorias relacionadas con la Red Natura 2000, así como la estimación del presupuesto que se destina a todas estas medidas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las ingenierías y las constructoras tienen un papel muy importante en el desarrollo del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de los proyectos de infraestructuras lineales del transporte como son los ferrocarriles y las carreteras, ya que este tipo de empresas son las encargadas de diseñarlos y construirlos.

En los proyectos de trazado y construcción de carreteras en su anejo de integración ecológica, estética y paisajística, es donde se incluyen todas las medidas preventivas, correctoras y compensatorias en caso de que el proyecto así lo exija.

Es bien sabido por todos que desde hace 18 años en que inició el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en España (1) todos los proyectos de infraestructuras del transporte son sometidos a evaluación de impacto ambiental, y, como consecuencia de ello, se han diseñado y ejecutado múltiples medidas preventivas, correctoras y compensatorias de los impactos en ese

tipo de proyectos. La gran interrogante es ¿Resultan eficaces realmente? Para poder contestar esta pregunta es necesario saber que piensan los creadores y ejecutores de dichas medidas, ¿Les resultan adecuadas y eficaces? ¿Quiénes participan en el diseño? ¿Quiénes en su propuesta e implantación? Para responder a estas cuestiones se realizaron dos cuestionarios, un destinado a las ingenierías y otro a las constructoras.

## **2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

Los cuestionarios remitidos a las ingenierías y constructoras tenían como objetivo conocer cuál era la implicación de éstas en el diseño y aplicación de las medidas, correctoras y compensatorias. El cuestionario se envió a ingenierías y constructoras de todo el país, además de que si una misma empresa contaba con varias oficinas en distintos lugares se le envió a cada una de ellas. En algunos casos sólo se recibió una respuesta aclarando que al ser una misma empresa se hacía lo mismo en cualquier oficina.

Se enviaron 396 cuestionarios a distintas ingenierías del país, y se obtuvo respuesta por parte de 38 de ellas. En el caso de las constructoras, se enviaron 136 cuestionarios, de los que se obtuvo respuesta por parte de 32 de ellas.

El cuestionario destinado a las ingenierías consta de 14 preguntas y el de las constructoras consta de 12. La estructura de ambos cuestionarios es muy similar, en los dos casos, algunas preguntas tenían como respuestas varias opciones, con lo cual sólo marcaban la que les parecía más adecuada, en otros casos, existía la opción de marcar más de una respuesta. Debido a la estructura del cuestionario fue posible realizar gráficos para presentar los resultados obtenidos y así hacer una comparación entre una empresa y otra.

## **3. RESULTADOS INGENIERÍAS VS CONSTRUCTORAS**

A continuación se presentan los resultados obtenidos sólo de las preguntas comunes para ambas empresas. Debido a lo extenso que puede resultar presentar todos los resultados, se ha decidido al final de este punto también hacer una recopilación de todas las medidas preventivas y correctoras por las que se les preguntó, presentando los resultados de manera resumida.

### **3.1 Recomendaciones de los organismos para el establecimiento de las medidas preventivas y correctoras**

A las ingenierías se les preguntó si recibían algún tipo de recomendación por parte de algún organismo para el establecimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, y el 41,18% dijo que sí, de los organismos ambientales, el 23,53% dijo que recibían de los órganos sustantivos, el 16,18% dijo que sí, de otras administraciones, como consejería de cultura, ayuntamientos, etc.. El 10,29% recibe recomendaciones de otros grupos (universidades, grupos ecologistas), el 2,94% no respondió a esta pregunta y, finalmente, el 5,88% dio otras respuestas como las siguientes:

- *La adopción de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias suele obedecer a criterios económicos dictados por la administración.*
- *Tanto en fase de Estudio de impacto ambiental como en el caso de proyectos en construcción realizamos consultas a organismos implicados para solicitar información.*

- *Son los organismos ambientales los que en última instancia emiten las recomendaciones pero previamente han solicitado informe a otros organismos, ayuntamientos, asociaciones, etc.*
- *Depende del proyecto, pero es frecuente considerar la orden de estudio, la declaración de impacto ambiental y las recomendaciones de cultura. Según el proyecto se pueden recabar otras recomendaciones.*

Una vez en la obra, las constructoras dicen recibir algún tipo de recomendación por parte de los órganos sustantivos, ambientales, administraciones, etc, en los siguientes porcentajes, el 17,14% dice recibir recomendaciones por parte de los órganos sustantivos, el 14,29% por parte de los órganos ambientales, el 25,7% por parte de otras administraciones como pueden ser la consejería de cultura, ayuntamientos, confederaciones, etc., el 25,71% no recibe recomendaciones por parte de ninguno de los organismos anteriores, sino que manifiestan que, raramente, dependiendo de la obra misma y de las Consejerías de Medio Ambiente. Otras, que sólo cuando existen comisiones de seguimiento ambiental, y entonces sí reciben algún tipo de recomendación por parte de los técnicos integrantes, también dicen que normalmente en obra con estudio ambiental, plan de vigilancia ambiental, hay un “coordinador de medio ambiente” que controla el cumplimiento y eficacia de las medidas, y, finalmente, hay constructoras que dicen que no, y no es habitual que ocurra que se les den recomendaciones, sólo en grandes obras de autovía.

Finalmente, el 17,14% de las constructoras no contestó a esta pregunta.

El análisis comparativo de los resultados entre ingenierías y constructoras, respecto a las recomendaciones por parte de algún organismo para el establecimiento durante la fase de proyecto (ingenierías) y la fase de obras (constructoras) muestra contestaciones muy distintas, ya que mientras las ingenierías dicen recibir, en su mayor parte, las recomendaciones, primero de los órganos ambientales, y luego de los órganos sustantivos, la mayor parte de las constructoras dicen que las reciben de otras administraciones, como las consejerías de cultura, ayuntamientos y confederaciones.

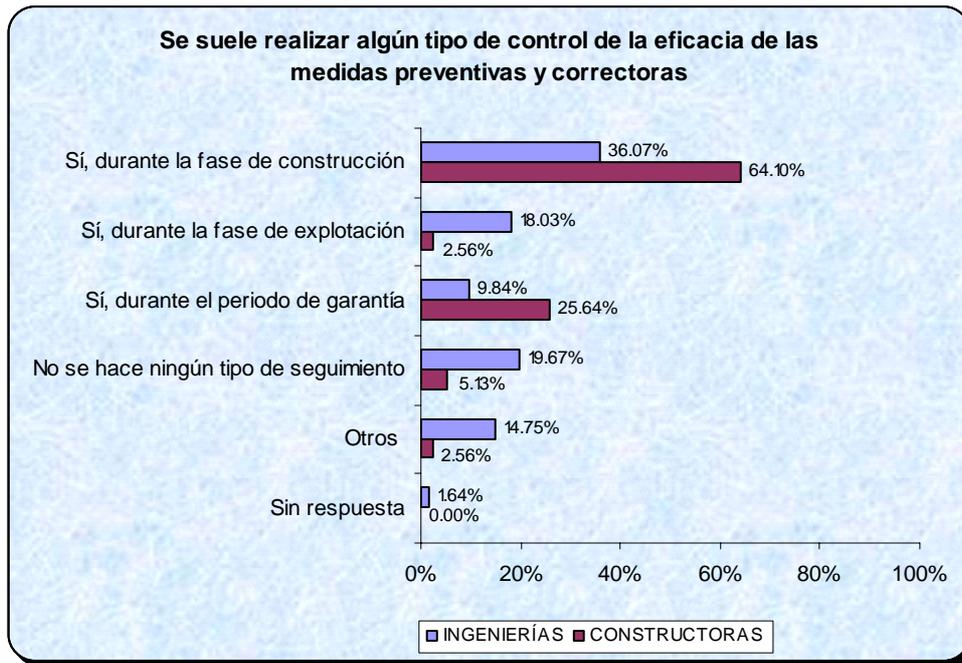
### **3.2 Control de la eficacia de las medidas preventivas y correctoras**

En cuanto al control de la eficacia de las medidas, el 36,07% de las ingenierías dice que sí se suele realizar en la fase de construcción, el 19,67% opina que no se hace ningún tipo de seguimiento, el 18,03%, sólo durante la fase de explotación, el 9,84% dice que sólo durante el período de garantía, el 1,64% no respondió a esta pregunta.

Finalmente el 14,75% da otras respuestas como las siguientes:

- *Siempre que el proyecto requiere declaración de impacto ambiental y en esta se contemple la necesidad de un seguimiento ambiental, éste se lleva a cabo. En los proyectos donde la Administración no lo solicita, no se hace.*
- *Se hace un seguimiento posterior.*
- *Dentro del plan de vigilancia se hace un control exhaustivo de la eficacia de las mismas únicamente en casos de contratación de control y vigilancia de la obra.*
- *Se realiza durante la fase de garantía conteo de marras y reposición de las mismas, riego a las plantaciones en los meses de verano (durante 2 años).*

- *Esta empresa hace sólo proyectos, por lo que no controla las obras, aunque se establece la necesidad de realizar controles en tres momentos: obra, explotación y periodo de garantía. Aunque por lo visto en las carreteras españolas parece que se hace poco control, y es ahí donde está uno de los mayores problemas.*
- *En el caso de que la empresa sea la asistencia técnica a la Dirección de obra, sí se realiza el seguimiento.*
- *Se utiliza la experiencia adquirida en el programa de vigilancia ambiental*



**Gráfico 1** Fases en las que se realizan controles de eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias

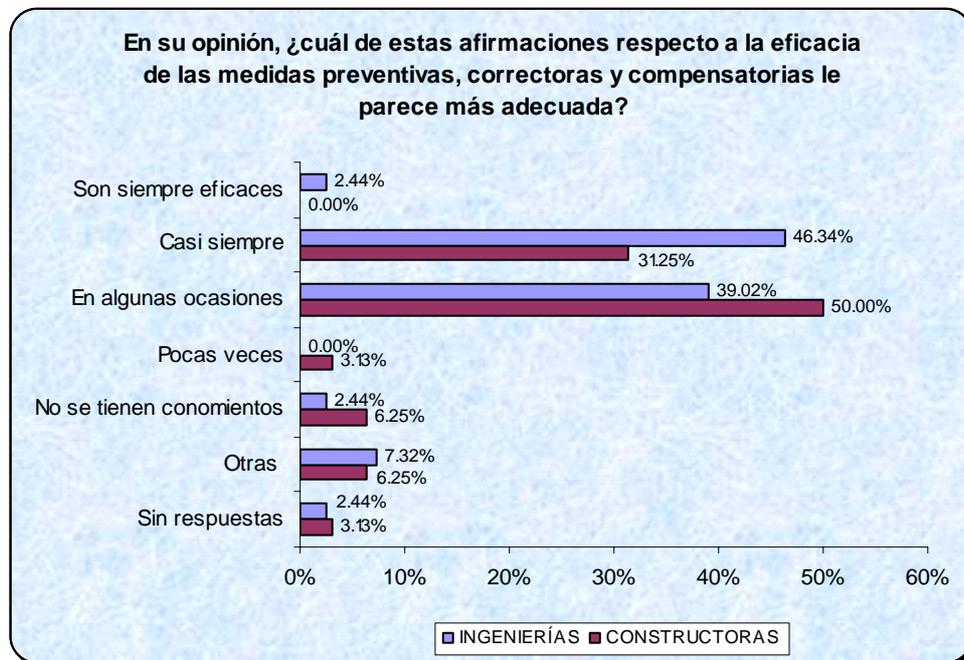
En cuanto a que si la empresa constructora realiza algún tipo de control de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, las respuestas fueron las siguientes: el 64,10% dijo que sí, durante la fase de construcción, el 25,64% opinó que sí, pero sólo durante el período de garantía, el 5,13% dijo que no hacía ningún tipo de seguimiento. Sólo el 2,56% dijo hacerlo durante la fase de explotación, y finalmente otro 2,56% dio otras respuestas, como que solo hacían seguimiento durante la fase de explotación si eran concesiones.

Hay una diferencia notable en cuanto a las fases en que se realiza el control de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, entre las ingenierías y las constructoras, porque si vemos los gráficos, vemos que las fases en que cada una realiza su control, difieren mucho en porcentaje y aunque ambas coinciden en que la mayor parte de este control lo hacen durante la fase de construcción, los porcentajes son bastante distintos, siendo para las ingenierías un 36,07% y para las constructoras un 64,10%, una diferencia muy marcada es que mientras las ingenierías se inclinan por la fase de explotación, las constructoras lo hacen por el período de garantía.

### 3.3 Opinión de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias

El 46,34% de las ingenierías dicen que la afirmación casi siempre (entre un 60-100% de las veces) es la que mejor define la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, el 39,02% dice que es “en algunas ocasiones” (entre un 60-40% de las veces), sólo el 2,44% cree que “son siempre eficaces”, un porcentaje igual no tiene conocimiento de ello, y un 2,44% no responde a esta pregunta. Finalmente el 7,32% da las siguientes respuestas:

- *Entre el 40% y 80% se asemeja más a la realidad.*
- *En alguna ocasión se han proyectado e instalado equipos que en la fase de explotación no se utilizan. No existe ningún seguimiento desde los organismos ambientales.*
- *Son siempre eficaces, porque es siempre mucho mejor hacer algo que no hacer nada, pero depende mucho de la ejecución, existen revegetaciones que dan pena.*



**Gráfico 2** Definición de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias por parte de las ingenierías

Ninguna constructora piensa que las medidas preventivas, correctoras y compensatorias son siempre eficaces (100% de las veces), el 31,25% opina que las medidas son eficaces casi siempre (entre el 60% -100% de las veces), el 50% piensa que sólo son eficaces en algunas ocasiones (40%-60%), el 3,13% afirma que sólo son eficaces pocas veces (menos del 40%), otro 3,13% no contestó la pregunta, 6,25% afirma que no tiene conocimientos si las medidas preventivas, correctoras y compensatorias son eficaces o no. Un 6,25% dice, entre otras cosas, que depende de varios factores, como son la comunidad autónoma, el proyecto, la dirección de obra, etc., y otros no se atreven a generalizar en ninguna de las afirmaciones anteriores, ya que todo dicen depende de la obra.

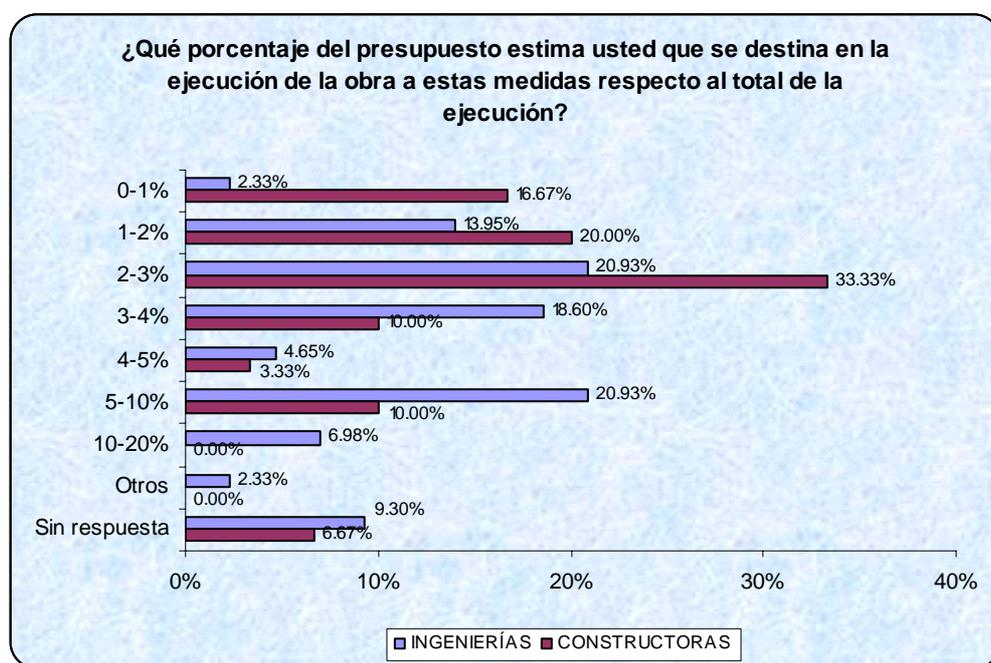
A la hora de definir cómo consideran la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, ingenierías y constructoras difieren un poco, ya que mientras el mayor porcentaje de las primeras dice que son efectivas casi siempre, el mayor porcentaje de las

constructoras piensa que sólo en algunas ocasiones, y las respuestas se invierten para su segunda mayor opción de definición.

### 3.4 Porcentaje del presupuesto destinado a las medidas compensatorias

En cuanto al porcentaje destinado a las medidas preventivas, correctoras y compensatorias respecto al presupuesto total de ejecución de la obra, el 20,93% de las ingenierías dice que entre un 2-3%, otro 20,93% dice que entre un 5-10%, el 18,60% entre un 3-4%. El 9,30% de las ingenierías no respondió a esta pregunta.

Un 6,98% dice que entre un 10-20% del presupuesto, un 4,65% que entre un 4-5%, sólo un 2,33% piensa que entre un 0-1%, y finalmente el 2,33% restante dice que normalmente se dedica a estas medidas un 1,5% del presupuesto de ejecución material.



**Gráfico 3** Porcentaje del presupuesto estimado por las ingenierías y constructoras que se destina a la ejecución de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias respecto al total de la ejecución

El porcentaje que las constructoras estiman que se destina a la ejecución de la obra de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, respecto al total de la ejecución es el siguiente: el 33,33% dice que es de un 2-3%, el 20% que sólo de un 1-2%, el 16,67% de ellas, de un 0-1%, el 10% que de un 3-4%, otro 10% más que se destina entre un 5-10%, el 6,67% no contestó esta pregunta, y finalmente el 3,33% restante dijo que de un 4-5%.

En la estimación de los porcentajes del presupuesto respecto al total de la ejecución, ingenierías y constructoras coinciden en opinar que ambas creen que el porcentaje que se destina a la ejecución de las medidas correctoras es de un 2-3%, ya que un 20,93% de las ingenierías dio esta respuesta, lo mismo que un 33,33% de las constructoras. Sin embargo, un porcentaje igual por parte de las ingenierías dijo que estimaban que este porcentaje era de un 5-10%, por lo que podemos apreciar en los gráficos 13 y 14, las ingenierías creen que se invierte mucho más en estas medidas que las constructoras, ya que la segunda opción de estas es de un 1-2%, y la siguiente de un 0-1%, así que las opiniones son totalmente distintas unas de otras.

Sólo hay que ver que un 6,98% de las ingenierías dicen que se llega a aplicar de un 10-20%, y ninguna constructora dice tal cosa, por lo que concluimos que las ingenierías tienen una visión más optimista, al decir que el presupuesto destinado es mucho mayor.

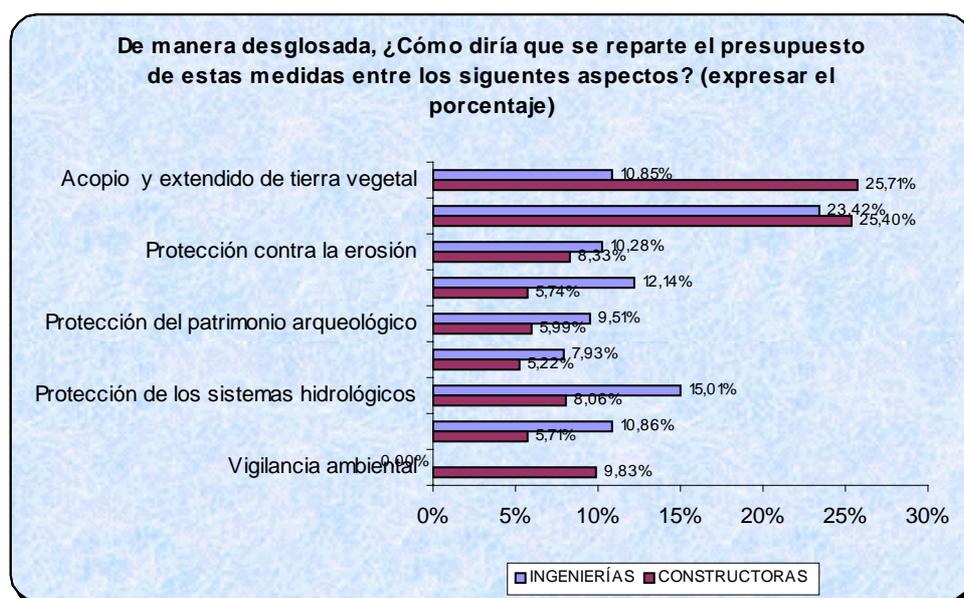
### 3.5 Porcentajes entre los que se reparte el presupuesto de las medidas correctoras

Las ingenierías creen que los porcentajes entre los que se reparte el presupuesto de las medidas correctoras es el siguiente:

El 23,42% del presupuesto es para hidrosiembras y plantaciones, el 15,01% para la protección de los sistemas hidrológicos, el 12,14% se le dedica a la protección contra el ruido, un 10,86% se lo dedican a las medidas compensatorias, el 10,85% se lo dedican al acopio y extendido de tierra vegetal, un 10,28% es para la protección contra la erosión.

El 9,51% es para la protección del patrimonio arqueológico y el 7,93% se lo dedican a la fauna. Algunos comentarios respecto al porcentaje del presupuesto que se le asigna a cada elemento, fueron los siguientes:

- *Las medidas de protección contra la erosión están implícitas en algunas de las respuestas.*
- *A las medidas compensatorias no se les puede asignar un porcentaje medio, depende mucho de la afección. Asimismo en las labores de revegetación están incluidas la protección contra la erosión, protección contra el ruido, protección de la fauna y la protección de los sistemas hidrológicos.*
- *Es imposible desglosar ya que cada obra es absolutamente distinta.*
- *Varía mucho de un proyecto a otro, la protección del patrimonio incluye la prospección, vigilancia y posibles actuaciones. Si no se precisan pantallas desaparece ese porcentaje. Las medidas compensatorias son independiente de las correctoras.*



**Gráfico 4** Porcentajes del presupuesto de las medidas correctoras destinado a cada uno de los distintos elementos del medio

Las constructoras dicen que el presupuesto de las medidas correctoras se reparte de la siguiente forma:

El 25,71% para acopio y extendido de tierra vegetal, el 25,40% para hidrosiembras y plantaciones, el 9,83% es para la vigilancia ambiental, el 8,33% para la protección contra la erosión, un 8,06% para la protección de los sistemas hidrológicos, la protección del patrimonio arqueológico gasta un 5,99%, el 5,74% se destina a protección contra el ruido, un 5,71% a las medidas compensatorias, y sólo el 5,22% se destina a la protección de la fauna.

Es importante aclarar que estos datos son el resultado de promediar los porcentajes que cada constructora dijo que se empleaban para cada una de las medidas.

En cuanto a la comparación que existe entre ingenierías y consultoras respecto a la distribución desglosada del presupuesto de medidas correctoras entre los distintos elementos del medio, vemos que los resultados son distintos, ya que las constructoras dicen que el 25,71% del presupuesto es para el acopio y extendido de tierra vegetal, un 25,40% es para las hidrosiembras y plantaciones y entre estos dos aspectos es ya la mitad del presupuesto, quedando el restante 50% para el resto de actividades.

Por otro lado, las ingenierías dicen que el 23,42% es para las hidrosiembras y plantaciones, consideran que un 15,01% para la protección del sistema hidrológico y un 12,14% para la protección contra el ruido, por lo que vemos que sus puntos de vista difieren también mucho.

En este caso particular, las constructoras son optimistas al considerar que un 9,83% esta dedicado a la vigilancia ambiental, actividad para la cual las ingenierías no asignaron ningún porcentaje.

#### **4. EFICACIA DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS**

La eficacia de las medidas preventivas y correctoras realizadas en las infraestructuras del transporte para algunos elementos del medio aún se pone en duda, debido al poco seguimiento que se les ha dado.

Se han realizado algunos estudios a nivel internacional de medidas preventivas, correctoras (2, 3, 4, 9) y de medidas compensatorias (5, 6, 9). A nivel nacional, también se ha escrito sobre el tema (7, 8) se han hecho estudios y se ha escrito sobre algunas medidas correctoras relacionadas con la fauna (9, 10, 11, 12, 13) las revegetaciones (14, 15, 16, 17), la hidrología (18, 19), el ruido (20, 21, 22, 23, 24), pero aún no hay un seguimiento continuo de lo que pasa actualmente con otro tipo de medidas, como las que se realizan sólo de forma temporal, y que sólo por los informes del seguimiento ambiental de la obra se puede saber si se realizaron o no. En algunas ocasiones, ni siquiera se llega a dar seguimiento a los programas de vigilancia ambiental (25, 26).

En la tabla 1 se presentan todas las medidas preventivas y correctoras por las cuales se les preguntó a las ingenierías y constructoras.

**Tabla 1.** Medidas preventivas y correctoras empleadas en las obras de infraestructuras lineales del transporte

Elemento del medio	Medidas preventivas y correctoras
AIRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riegos periódicos con agua, estabilizantes químicos, sales higroscópicas o agentes creadores de costra superficial</li> <li>• Pavimentación de pistas</li> <li>• Utilización de telas plásticas o mallas para cubrición de los materiales transportados.</li> <li>• Control de los vientos dominantes</li> <li>• Retirar de la superficie todo el detritus de la perforación</li> <li>• Control de emisiones de los vehículos de las obras.</li> </ul>
RUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantallas acústicas</li> <li>• Aislamiento acústico de las viviendas y edificios cercanos</li> <li>• Diques de tierra</li> <li>• Pantallas vegetales</li> <li>• Deprimir la rasante</li> <li>• Pavimentos silenciosos</li> <li>• Tratamientos absorbentes</li> <li>• Mantenimiento del pavimento</li> <li>• Utilización de capas de asfalto poroso entre los dos carriles de la vía</li> <li>• Limitación de la velocidad</li> <li>• Propuesta de esteras elásticas bajo balasto y placas bajo traviesas</li> <li>• Mantenimiento regular de la maquinaria</li> <li>• Cerramientos para encapsular operaciones, equipos o parte de ellos</li> </ul>
FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerramiento perimetral de la infraestructura</li> <li>• Dispositivos de escape en el cerramiento</li> <li>• Adecuación de zonas potencialmente aptas como hábitats</li> <li>• Pasos inferiores a la calzada: mixtos drenaje-fauna</li> <li>• Pasos inferiores a la calzada: mixtos circulación de vehículos – fauna</li> <li>• Pasos inferiores a la calzada: exclusivo fauna</li> <li>• Pasos superiores a la calzada: mixtos circulación de vehículos – fauna</li> <li>• Pasos superiores a la calzada: exclusivos para fauna, ecoductos</li> <li>• Acondicionamiento de las arquetas</li> <li>• Acondicionamiento de las bajadas de drenaje</li> <li>• Rampas de escape en los drenajes</li> <li>• Evitar voladuras en época de cría o apareamiento</li> <li>• Colectores para guiar a los animales (anfibios normalmente)</li> <li>• Plantaciones en los pasos de fauna</li> <li>• Sistemas disuasores de fauna (feromonas, reflectores, sonidos, etc)</li> </ul>
VEGETACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de la ocupación del trazado (incluidas instalaciones auxiliares y accesos)</li> <li>• Establecimiento de zonas excluidas</li> <li>• Descompactación de terrenos</li> <li>• Siembras e hidrosiembras</li> <li>• Plantaciones arbóreas y arbustivas</li> </ul>

**Tabla 1.** Medidas preventivas y correctoras empleadas en las obras de infraestructuras lineales del transporte

Elemento del medio	Medidas preventivas y correctoras
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantación en coronación de desmontes</li> <li>• Plantación en medianas</li> <li>• Tratamiento de embocaduras y túneles</li> <li>• Plantaciones en riberas</li> <li>• Plantaciones en pasos de fauna</li> <li>•</li> </ul>
<p>HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impermeabilización de plataformas con sistemas de recogida (revisiones periódicas)</li> <li>• Gestión de residuos según la normativa</li> <li>• Numerosos puntos de descarga sobre los cauces de agua, evitando concentraciones elevadas</li> <li>• Balsas de decantación para recoger las primeras aguas de escorrentía, vertidos accidentales, etc.</li> <li>• Balsas de decantación y tratamiento (controles periódicos) durante la ejecución</li> <li>• Fosas sépticas o sistemas de depuración por gestores autorizados</li> <li>• Restauración de sistemas fluviales</li> <li>• Drenajes subterráneos transversales o laterales fuera de la zona de captación</li> <li>• Evitar la colocación de pilas en el cauce. Estribos alejados del cauce</li> <li>• Luces que permiten la evacuación de caudales</li> <li>• Habilitación de zonas para el lavado de maquinaria</li> <li>• Seguimiento analítico de las aguas</li> </ul>
<p>SUELOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de trazado o instalaciones en suelos sin especial valor</li> <li>• Jalonado de las zonas con especial valor (bandas plásticas, estacas, varillas)</li> <li>• Minimizar la apertura de nuevos caminos</li> <li>• Evitar sobredimensionar los caminos</li> <li>• Jalonamiento de vías de tránsito</li> <li>• Zonificar y señalizar las zonas de lavado de maquinaria</li> <li>• Plataformas de ubicación de maquinaria impermeabilizadas</li> <li>• Gestión de residuos (habituales y accidentales)</li> <li>• Aprovisionamiento para restauración</li> <li>• Almacenamiento y mantenimiento de los suelos retirados</li> <li>• Circulación de maquinaria y personal de obra quedan restringidas a la zona acotada</li> <li>• Limpieza de residuos de obra</li> </ul>
<p>PATRIMONIO HISTÓRICO-ARTÍSTICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios (arqueológicos, etnográficos, paleontológicos)</li> <li>• Prospección arqueológica</li> <li>• Jalonamiento</li> <li>• Seguimiento arqueológico integral</li> <li>• Traslado del patrimonio afectado</li> <li>• Reposiciones de cañada real, coladas, etc.</li> <li>• Control arqueológico a pie de obra</li> <li>• Protección específica</li> </ul>

## 5. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, se puede concluir que aunque se ha avanzado en la propuesta y construcción de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, un claro ejemplo de ello es la A-381 “la autovía ecológica”, aún se siguen teniendo carencias en cuanto a su construcción y mantenimiento.

De las encuestas realizadas de cómo consideran las ingenierías y constructoras la eficacia de las medidas preventivas se puede concluir lo siguiente:

En lo referente a las medidas relacionadas con la **calidad del aire**, los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a ingenierías y constructoras reflejan que tanto las ingenierías, que son las encargadas de realizar los proyectos, como las constructoras, que los ejecutan, concuerdan en sus respuestas, coincidiendo en que las medidas que más se llevan a cabo para la prevención de la atmósfera son: el riego periódico con agua, la utilización de las telas plásticas o mallas para cubrición de los materiales transportados, control de las emisiones de los vehículos de la obra (ITV), y entre las medidas que no suelen proponer en sus diseños las ingenierías y tampoco ejecutan con frecuencia las constructoras son la pavimentación de pistas, el control de vientos dominantes y en un número menor de casos la retirada de la superficie el detritus de la perforación.

Respecto a las medidas para el control del **ruido**, según los resultados obtenidos en las encuestas a las ingenierías y a las constructoras, se deduce que las medidas más propuestas y ejecutadas son: la limitación de la velocidad, pantallas acústicas, mantenimiento regular de la maquinaria de obra (ITV), aunque, según los resultados, las constructoras dicen ejecutarla mucho más de lo que las ingenierías suelen proponerla como medida correctora. Entre las medidas que dicen no proponerse ni ejecutarse casi nunca están: Aislamiento acústico en las viviendas o edificios cercanos, capas de asfalto poroso entre los dos carriles de la vía, limitación de la velocidad entre los dos carriles de la vía, carril embebido, sistema bloque sin riostra, placas elásticas bajo las traviesas, todas ellas relacionadas con los proyectos de ferrocarriles. Generalmente, la medida más recurrente durante la fase de obras es la utilización de maquinaria de bajo nivel sónico, aunque no hay que olvidar que quizás esto se debe más a una cuestión de obligado cumplimiento por parte de la ITV.

En lo que a los **suelos** se refiere, los resultados de las encuestas hechas a las ingenierías y constructoras que como principales agentes en el diseño, propuesta y ejecución de estas medidas resulta que las medidas preventivas y correctoras se llevan a cabo casi siempre. Se puede decir que el suelo es uno de los elementos del medio que más éxito tiene a la hora de protegerlo, debido a que la mayoría de las medidas propuestas pueden ser consideradas lo que se llaman “buenas prácticas ambientales” durante y después de la construcción. Además, por ejemplo, la gestión de residuos está debidamente legislada y regulada, razón por la cual resulta mucho más fácil de llevar a cabo. Por otra parte, la limpieza final de la obra, es una práctica que propuesta o no como medida correctora, se lleva (o por lo menos así debería ser) a cabo siempre.

Respecto a la **hidrología**, de los resultados obtenidos en la encuesta realizada a ingenierías y empresas constructoras, se deduce que la medida que mayoritariamente se propone por las ingenierías y se ejecuta por las constructoras es la gestión de residuos según la normativa, seguida de medidas como la habilitación de zonas para el lavado de maquinaria durante las obras y la construcción de luces en las obras de drenaje que permitan la evacuación de caudales.

Las medidas que tanto ingenierías y constructoras dicen proponer y ejecutar en la misma medida para la **vegetación** se encuentran: la señalización de la ocupación del trazado, el establecimiento de zonas excluidas como medida correctora.

Las medidas que se proponen y ejecutan con más frecuencia destacan: la descompactación de terrenos, siembras e hidrosiembras, la realización de plantaciones arbóreas y arbustivas, plantación en medianas.

En cuanto a la medida de plantación en terraplenes, parece haber una disparidad entre lo que se propone y lo que se ejecuta, ya que mientras un 64,10% de las ingenierías dicen proponerla entre un 75-100% de las veces, sólo un 30% de las constructoras dice realizarla en esta misma proporción, estando ubicado en el caso de las constructoras el porcentaje más alto entre un 50-75% (sólo un 36,67%) de las ocasiones, pero en nada se le parece a las respuestas dadas por las ingenierías.

Otras medidas en las que parece que no existe mucha similitud entre las respuestas obtenidas de las ingenierías y constructoras están la plantación de coronación de desmontes o las plantaciones de ribera.

La comparación entre la propuesta por parte de las ingenierías y la realización de las constructoras de tratamientos de embocaduras de túneles suele ser positiva, ya que como se puede apreciar en los gráficos 17 y 18, ambas coinciden. En su porcentaje más alto se encuentra ubicado entre un 75-100% de las ocasiones, aunque en el caso de las constructoras es un poco menor, y además también se dan otro tipo de respuestas.

Finalmente, en la medida de plantaciones de pasos de fauna vemos que tampoco hay coherencia entre lo que las ingenierías dicen proponer y las constructoras llevar a cabo, ya que mientras sólo el 2,56% de las ingenierías dice no proponerla nunca, es un 20% de las constructoras las que admiten que nunca realizan esta medida, por lo que existe una diferencia notable. Por otro lado, si comparamos la respuesta de 75-100% vemos que mientras un 43,59% de las ingenierías dice que la propone en estas ocasiones, sólo un 20% de las constructoras dice realizarla en la misma proporción, lo cual abre dos interrogantes: ¿las ingenierías realmente proyectan este tipo de medidas?, o ¿las constructoras no construyen siempre lo que las ingenierías proyectan?

Las medidas relacionadas con la **fauna** que más se suelen ejecutar son la propuesta y construcción de cerramientos perimetrales de la infraestructura, adecuación de zonas potenciales aptas como hábitats, pasos superiores a la calzada mixtos circulación de vehículos y fauna, pasos superiores a la calzada exclusivos para fauna, ecoductos,

La propuesta de dispositivos de escape en el cerramiento de la vía es una medida en que las respuestas dadas por ambas empresas no parecen coincidir demasiado, pareciera que se propone más de lo que suele ejecutarse. Otras medidas que están en una situación similar a esta son: la propuesta y construcción de pasos inferiores a la calzada: mixtos drenaje-fauna, pasos inferiores mixtos circulación de vehículos-fauna, acondicionamiento de arquetas, acondicionamiento de bajadas de drenaje, rampas de escape en los drenajes,

Los pasos inferiores a la calzada exclusivo para la fauna parece que se construyen más de lo que suelen proponerse,

La medida correctora de evitar voladuras en época de cría o apareamiento no parece ser que se cumpla por parte de las constructoras en las mismas ocasiones que las ingenierías dicen proponerla.

La propuesta y construcción de colectores para guiar a los animales no parece ser una medida que tenga mucha popularidad entre las ingenierías a la hora de hacer propuesta de medidas de protección a la fauna, y ni por las constructoras cuando ejecutan el proyecto.

Las plantaciones en los pasos de fauna no parece ser una actividad que hagan habitualmente las constructoras, ya que mientras un 43,59% de las ingenierías dicen proponerla entre un 75-100% de las veces, sólo un 16,67% de las constructoras dicen que la llevan a cabo en la misma proporción. Por otro lado, sólo un 2,56% de las ingenierías dicen que no la proponen nunca y un 23,33% de las constructoras reconocen no llevarla nunca a cabo, con lo que existe una gran diferencia entre ambas respuestas, un 20% más o menos, así que se puede decir que esta es una medida a la que las constructoras no prestan demasiada atención.

Para finalizar con las medidas preventivas y correctoras propuestas para la fauna, vemos que los sistemas disuasores es otra medida que tampoco suele proponerse ni llevarse a cabo.

En las medidas relacionadas con el **patrimonio histórico-artístico** las encuestas reflejan que tanto constructoras e ingenierías suelen proponer y realizar las siguientes medidas de manera frecuente: prospección arqueológica, jalonamiento, seguimiento arqueológico integral, control arqueológico, entre las que destacan por proponerse más de lo que realmente se llevan a cabo están, la realización de estudios, el traslado del patrimonio afectado, la reposición de cañadas y coladas y la protección específica.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) PIZARRO CAMACHO, D., SOCA OLAZÁBAL, N., (2005): Situación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental en España. *Tecno-ambiente*, no. 151, año XV, p. 5-9.
- (2) SPELLERBERG, IAN F. (2002): *Ecological Effects of Roads*. Series Editor: Martín J. Haigh.
- (3) THE LANDSCAPE INSTITUTE. INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL MANGEMENT & ASSESSEMENT (2002): *Guidelines for landscape and visual impact assessment*. Second Edition.
- (4) TSUNOKAWA, K., HOBAN, CH. (1997): *Roads and the Environment. A Handbook. World Bank Technical Paper No. 376*. The World Bank Washington, D.C.
- (5) CUPERUS, R., CANTERS, K.J., UDO DE HAES, H.A., FRIEDMAN, D.S. (1999): Guidelines for ecological compensation associated with highways. *Biological Conservation* 90, 41-51.
- (6) CUPERUS, R., CANTERS, K.J., PIEPERS, A.A.G. (1996): Ecological compensation of the impacts of a road. Preliminary method for the A50 road link (Eindhoven-Oss, The Netherlands). *Ecological Engineering* 7, 327-349.
- (7) SEGURA, R. (2002): Impacto ambiental de las líneas de Alta Velocidad. Medidas preventivas, correctoras y compensatorias. Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- (8) ARCE RUIZ, R. (2004): "Los proyectos de infraestructuras de transporte y la integración de medidas preventivas, correctoras y compensatorias de daños al medio ambiente en los últimos diez años en España. Perspectivas del futuro". *Carreteras*, 131, 26-35.
- (9) ROSELL, C., ÁLVAREZ, G., CAHIL, SEÁN, CAMPENY, R., RODRÍGUEZ, A., SÉILER, A. (2003): COST 341. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras del transporte en España. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 317 pp. Madrid.
- (10) HERVÁS BENGOCHEA, I., MATA ESTACIO, C. (2004): Pasos de fauna en infraestructuras lineales. En: Curso sobre medidas correctoras y reutilización de materiales en infraestructuras lineales. CEDEX.
- (11) JIMÉNEZ DORTE, G. (2004): Medidas de restauración del medio natural en obras lineales que atraviesan parques naturales: Autovía Jerez-Los Barrios. En: VII CONAMA. Cumbre del Desarrollo Sostenible. Madrid, del 22 al 26 de noviembre de 2004.
- (12) LÓPEZ GARCÍA, C. (2002): Los reflectores luminosos como instrumentos para prevenir el atropello en carreteras de ungulados y otros mamíferos. *Rutas*, 93, p. 25-31.

- (13) LÓPEZ GARCÍA, C. (2001): El impacto de las carreteras en las poblaciones de anfibios. *Quercus*, 183, 14-18.
- (14) JOVER FERNÁNDEZ DE BOBADILLA, F., (1997): Revegetación de taludes de autovías y autopistas. En: PEINADO LORCA, M., SOBRINI SAGASETA DE ILÚRDOZ, I., (Coord.) *Avances en evaluación de impacto ambiental y ecoauditoría* (p. 513-527) Editorial Trotta. Serie Medio Ambiente.
- (15) MALLOL CASALS, P. (1998): Técnicas de ejecución de las medidas correctoras del impacto ambiental en áreas degradadas. Polémica: Hidrosiembra de especies autóctonas versus plantación. *Equipamiento y servicios municipales*, 79, 25-27.
- (16) PROJAR, S.A. Dpto. de Medio Ambiente (2004): "Restauración paisajística y estabilización de taludes". *Rutas noviembre-diciembre 2004*, p.30-31.
- (17) VALLE ÁLVAREZ, A., DE LA PUENTE, A., DEL JESÚS, M. (2004b): "Integración de los aspectos ambientales en la gestión de las obras viales en la restauración de taludes en Cantabria". *Carreteras*, 131, 53-71.
- (18) JAÉN DIEGO, P. (2004): Diseño de obras de drenaje transversal. *Revista Carreteras*, núm. Extraordinario, p. 32-50.
- (19) RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, J.J. (2004): Medidas correctoras del impacto sobre la calidad de las aguas: Balsas de decantación y dispositivos de retención de contaminantes. En: Curso sobre medidas correctoras y reutilización de materiales en infraestructuras lineales. CEDEX.
- (20) ALEGRE MARRADES, D.M. (2005a): Medidas correctoras de impacto acústico en infraestructuras. Pantallas acústicas y otros dispositivos reductores de ruido para carreteras. En: X JORNADAS DE CARRETERAS "LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA". Las Palmas de Gran Canaria 14 y 15 de abril de 2005.
- (21) ÁLVAREZ LORANCA, R., ALBRECHET ARQUER G. (1993): Estudio comparativo del ruido de rodadura en diversos firmes de carretera. *Tecno-ambiente 29 (junio)* 51-53.
- (22) KNÖRR DE LAS HERAS, A (2005): Las medidas correctoras como estrategia de prevención, p.217-224. *I Congreso sobre ruido urbano. "El ruido urbano y su gestor natural: El ayuntamiento"* 9-10 marzo de 2005, Vitoria-Gasteiz,
- (23) SEGUÉS ECHAZARRETA, F. (2002): Evaluación y gestión del ruido ambiental. *Ingeniería Civil*. No. 128, p.47-54.
- (24) PEROY, M.C., ALCÁZAR, J. (1999): Seguimiento del programa de vigilancia ambiental de la variante de Lleida a la CN-II. *Tecno-ambiente 89*, 31-35.
- (25) ARCE RUIZ, R. (2003): La Evaluación de impacto ambiental en la encrucijada. Los retos del futuro.
- (26) VALLE ÁLVAREZ, A. (2004): La vigilancia ambiental de las obras civiles. Uso de Programas de Vigilancia Ambiental y sistemas de Índices de Calidad Ambiental. *Tecno-ambiente 138*, 25-30.