



Asociación Técnica
de Carreteras
Comité nacional español de la
Asociación Mundial de la Carretera



RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Nº 169
OCTUBRE - DICIEMBRE
2016

ISSN 1130-7102
Revista Trimestral

RUTAS TÉCNICA

El Nudo Norte de la M-30: problemas y soluciones

Las autovías en régimen de concesión por peaje sombra en España

Más de 40 años del pavimento de hormigón armado continuo de la Y de Asturias

Situación actual de la gestión del ruido en la Red de Carreteras del Estado

CULTURA Y CARRETERA

Las casillas de peones camineros en Extremadura

ACTIVIDAD INTERNACIONAL

Obras de implantación del tramo norte Rodoanel Mario Covas



Innovar está en nuestros genes

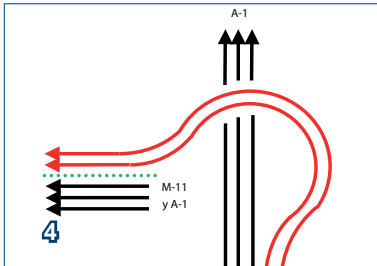
En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia. Por eso, en el Centro de Tecnología Repsol, dedicamos todo nuestro esfuerzo a la investigación y desarrollo de asfaltos que hacen nuestras carreteras más seguras, eficientes y sostenibles.



REPSOL

Inventemos el futuro

Repsol Lubricantes y Especialidades, S.A.
Más información en [repsol.com](https://www.repsol.com)



Tribuna Abierta

- 3** Las pequeñas cosas
María Martínez Nicolau

Rutas Técnica

- 4** El Nudo Norte de la M-30: problemas y soluciones
The Northern Interchange in the Madrid M-30 Ring Road: Problems and Solutions
Sandro Rocci

- 9** Las autovías en régimen de concesión por peaje sombra en España
Motorways Under Shadow-Toll Concession Agreements in Spain
Comité Técnico de Financiación. Asociación Técnica de Carreteras

- 26** Más de 40 años del pavimento de hormigón armado continuo de la Y de Asturias
More Than 40 Years of Continuous Reinforced Concrete Pavement of the Asturias Y
Jesús Díaz Minguela

- 34** Situación actual de la gestión del ruido en la Red de Carreteras del Estado
Current Situation of Noise Management in the State Road Network
Rosa M^a Izquierdo López



Cultura y Carretera

- 41** Las casillas de peones camineros en Extremadura
Cabins for Road Workers in Extremadura
Emilio M. Arévalo Hernández

Nota de Lectura

- 48** Caminos de Ingenieros



Actividad Internacional

- 50** Obras de implantación del tramo norte Rodoanel Mario Covas

PIARC / AIPCR

- 60** Reunión del Comité TC.D5 "Explotación de Túneles de Carretera" de PIARC

ATC

- 63** La ATC entrega su distinción como Socio de Mérito y el Premio Jóvenes Profesionales 2016

- 65** Composición de la Junta Directiva y Comités Técnicos de la Asociación Técnica de Carreteras

- 66** Socios de la Asociación Técnica de Carreteras





Asociación Técnica de Carreteras
Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera



La revista RUTAS se encuentra incluida en la siguiente lista de bases de datos científicas:

DIALNET · ICYT ·
LATINDEX (Catálogo y Directorio)

Edita:

ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS
Monte Esquinza, 24 4º Dcha. ♦ 28010 ♦ Madrid
Tel.: 913 082 318 ♦ Fax: 913 082 319
info@atc-piarc.com - www.atc-piarc.com

Comité Editorial:

Presidente:

Luis Alberto Solís Villa Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

Vicepresidente de estrategia:

Sandro Rocci Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid (España)

Vicepresidente ejecutivo:

Julio José Vaquero García Dirección General de Carreteras, M. Fomento (España)

Vocales:

José Alba García	Presidente de Arcs Estudios y Servicios Técnicos (España)
Ana Isabel Blanco Bergareche	Subdirectora Adjunta de Circulación, DGT, M. Interior (España)
María Luisa Delgado Medina	Subdirectora General de Transferencia de Tecnología, M. Economía y Competitividad (España)
Diana María Espinosa Bula	Presidenta de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, SCI (Colombia)
Alfredo García García	Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia (España)
Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez	Dirección General de Carreteras, M. Fomento (España)
Jaime Huerta Gómez de Merodio	Secretario del Foro de Nuevas Tecnologías en el Transporte, ITS España (España)
María Martínez Nicolau	Directora Técnica de Innovia-Coptalia (España)
Carlos Oteo Mazo	Catedrático de Ingeniería del Terreno de la Universidad de la Coruña (España)
Hernán Otoniel Fernández Ordóñez	Presidente HOF Consultores (Colombia)
Félix Pérez Jiménez	Catedrático de Caminos de la Universidad Politécnica de Barcelona (España)
Clemente Poon Hung	Director General de Servicios Técnicos, Subsecretaría de Infraestructura (México)
Manuel Romana García	Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid (España)
Jesús J. Rubio Alférez	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (España)

Comité de Revisores Técnico-Científicos. Presidentes de Comités Técnicos de la ATC:

Rafael López Guarga	Túneles de Carreteras
Vicente Vilanova Martínez-Falero	Conservación y Gestión
Luis Azcue Rodríguez	Vialidad Invernal
Gerardo Gavilanes Ginerés	Financiación
Álvaro Navareño Rojo	Puentes de Carreteras
Roberto Llamas Rubio	Seguridad Vial
Antonio Sánchez Trujillano	Carreteras y Medio Ambiente
Andrés Costa Hernández	Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico

Redacción:

Asociación Técnica de Carreteras

Publicidad:

Ediciones Técnicas PAUTA
Tel.: 915 537 220 ♦ publicidad@edicionespauta.com

Diseño, Maquetación, Producción, Gestión Publicitaria y Distribución:

Ediciones Técnicas PAUTA
direccion@edicionespauta.com

Arte Final e Impresión:

Gráficas ARIES

Fotografía de portada: Diseñado por Pressfoto - Freepik.com

Depósito Legal: M-7028-1986 - ISSN: 1130-7102

Todos los derechos reservados.

La revista Rutas publica trabajos originales de investigación, así como trabajos de síntesis, sobre cualquier campo relacionado con las infraestructuras lineales. Todos los trabajos son revisados de forma crítica al menos por dos especialistas y por el Comité de Redacción, los cuales decidirán sobre su publicación. **Solamente serán considerados los artículos que no hayan sido, total o parcialmente, publicados en otras revistas, españolas o extranjeras.** Las opiniones vertidas en las páginas de esta revista no coinciden necesariamente con las de la Asociación ni con las del Comité de Redacción de la revista.

Precio en España: 18 euros +IVA

© Asociación Técnica de Carreteras

REVISTA RUTAS

La Asociación Técnica de Carreteras (Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera) edita la revista Rutas desde el año de su creación (1986).

Las principales misiones de la Asociación, reflejadas en sus Estatutos son:

- Constituir un foro neutral, objetivo e independiente, en el que las administraciones de carreteras de los distintos ámbitos territoriales (el Estado, las comunidades autónomas, las provincias y los municipios), los organismos y entidades públicas y privadas, las empresas y los técnicos interesados a título individual en las carreteras en España, puedan discutir libremente todos los problemas técnicos, económicos y sociales relacionados con las carreteras y la circulación viaria, intercambiar información técnica y coordinar actuaciones, proponer normativas, etc.
- La promoción, estudio y patrocinio de aquellas iniciativas que conduzcan a la mejora de las carreteras y de la circulación viaria, así como a la mejora y extensión de las técnicas relacionadas con el planteamiento, proyecto, construcción, explotación, conservación y rehabilitación de las carreteras y vías de circulación.



RUTAS
REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Nº 169 OCTUBRE - DICIEMBRE 2016



Cesde muy joven tuve claro que quería ser Ingeniero de Caminos. ¿Por qué, si en mi familia no había antecedentes de ello, y a priori no era una opción muy demandada por mujeres?.

Lo segundo, ni me lo planteé: mis padres me educaron en el esfuerzo, en confiar en mis propias fuerzas, y yo estaba segura de ellas.

Por otro lado, me gustaba la naturaleza, la tierra me transmitía energía, las rocas contaban el pasado... cada vez estaba más segura, me dedicaría a las carreteras.

Así fue, entré en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, a partir de entonces sólo "la Escuela"; y en quinto, cogí la especialidad de carreteras. En esas clases, Manuel Romana y Miguel Angel del Val nos hablaron de "Conservación", lo que para mí fue un flechazo, una puerta abierta que, de manera natural, me indicaba el camino a seguir.

Eran los últimos años de construcción de las autovías, las llamadas de "primera generación", y el Ministerio empezaba a externalizar el servicio de conservación. Creo que fui la primera Ingeniera de Caminos Jefe Coex, no la primera mujer: M^a Angeles Basurto ya estaba en la A1, en Somosierra.

Siempre entendí y practiqué el concepto "vocación de servicio"; me gustaba curar las heridas que el tráfico producía en las carreteras, investigar (y en ocasiones averiguar) cómo el paso del tiempo y el comportamiento de los materiales influía en el nivel de servicio que se podía prestar en cada momento; comprendí la importancia que la señalización y las barreras tienen en el comportamiento de los conductores; y como un pequeño cambio podía alterar para bien o para mal nuestra seguridad.

También descubrí los accidentes. Eso fue muy duro. El primero (y más grave que he atendido en mi vida) fue como una bofetada, una gran llamada de atención para no descuidar nunca el trabajo, para no dejar flecos. Comprendí que, aunque sólo fuera por estadística, me iba a enfrentar a desastres, y no iba a permitir que cayeran sobre mi conciencia por no haber cumplido con mi deber con el mayor empeño.

Disfruté con el equipo, con los equipos de trabajo, y aprendí mucho con las direcciones facultativas. Practiqué la solidaridad, o la guerra abierta con la competencia, según las circunstancias, crecí por dentro, y me dejó huella en muchos sentidos.

A esas alturas de mi vida, poco me importaba el reconocimiento público, por otro lado no muy arraigado en los Ingenieros de Caminos; me sentía una profesional, en mis múltiples, pequeñas e importantes cosas.

Otro hecho que me marcó fue un comentario que Fernando, mi hijo mayor, me hizo siendo muy pequeño. Me dijo: "Mamá, ¿entonces tú te dedicas a tapar agujeros en las carreteras?"; así de simple, y así de escueto. Y pensé en cómo explicar mi trabajo a un niño de 5 años, sin aburrir-

le ni agobiarle. Reconozco que no fui muy imaginativa, porque me salvaron los Clicks de Famobil. Le regalé una caja con un equipo completo de reparación de baches. Era estupendo, operarios, herramientas, maquinaria, señales, trozo de carretera a reparar, adoquines... Y jugué con él. Luego vino el camión de vialidad invernal, el centro de conservación... Todo un mundo.

Afortunadamente sí hay profesionales más imaginativos que yo. Hace unos meses, el actual equipo de conservación del Contrato Integral Oeste de Barcelona preparó un cuento titulado "¿Quién cuida las carreteras?", para explicarlo en el colegio de los hijos de una de sus integrantes. Lo guardo con cariño, ahora que mis hijos son más mayores y me preguntan otras cosas.

También Carlos Casas está haciendo una labor divulgativa en este sentido en Teruel, envidiable. En el centro de conservación del Sector TE-01 explica a los niños, que van en grupos con el colegio, qué es una carretera desde el proyecto, construcción y conservación, todo por medio de maquetas, que pueden tocar, montar, desmontar... Desde lo más pequeño a lo más grande, sin olvidar ningún detalle, por pequeño que parezca.

Volviendo a mis pequeñas cosas... Hace tiempo que dejé de ser Jefe Coex, pero me sigo dedicando a Conservación, como Directora Técnica de Innovia Coptalia; y sigo disfrutando de los buenos momentos de esta profesión, ahora con el valor añadido que proporcionan los viajes y las singularidades de cada lugar.

Disfruto de la naturaleza ahora que, además de las rocas, conozco los árboles de cada terreno, distingo las águilas calzadas, los milanos y los buitres cuando viajo al norte, las grullas y los ciervos cuando estoy por el centro, las bandadas de flamencos volando, cuando viajo al sur. Y para una mujer de "tierra adentro" como yo, sigue siendo una sorpresa el mar, en cualquier época del año y bajo cualquier circunstancia.

Sigo bajando por los terraplenes cuando "se mueven" tras unas lluvias torrenciales, me monto sin previo aviso en los vehículos de trabajo, para que los lleven en perfecto estado de revista, inspecciono las galerías de los túneles, y sigo llamando por teléfono a los Jefes Coex cuando, al pasar por un tramo bajo nuestra responsabilidad, veo un incidente. Vigilo que los residuos se traten correctamente o que los centros de conservación sean seguros y ordenados sigo durmiendo con el teléfono al lado; miro diariamente la previsión meteorológica y lo paso francamente mal cuando en los medios de comunicación dan los listados de carreteras cortadas por nieve, o cuando hay noticias de accidentes graves y alguno me puede afectar.

No lo puedo evitar: las pequeñas cosas, ¿o no tan pequeñas?, son parte esencial de mi vida. ❖

El Nudo Norte de la M-30: problemas y soluciones

The Northern Interchange in the Madrid M-30 Ring Road: Problems and Solutions

Sandro Rocci

*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos,
Catedrático de Universidad (jubilado)
Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid
Vicepresidente de Estrategia del Comité Editorial de RUTAS*

Resumen

En este artículo se describen tanto el proceso histórico que llevó a configurar al tercer cinturón (M-30) de la Red Arterial de Madrid, y concretamente en lo relativo a su cierre por el Norte, como la situación actual de este congestionado tramo. Las principales disfunciones tienen que ver con la falta de continuidad de los tres carriles básicos de la M-30, y con la contigüidad de los enlaces de Manóteras, Nudo Norte y con la M-607, la cual origina varios difíciles movimientos de trenzado. Se analizan las consecuencias de esta situación, y se proponen algunas líneas de actuación a corto, medio y largo plazo, para remediarlas.

Abstract

In this paper the author analyzes both the historic process which led to the present configuration of the third Ring Road (M-30) of the Madrid Arterial Network, specifically its northern leg, and the situation in this congested section. Main problems are related to the lack of continuity of the three basic lanes of M-30, and to the immediate presence of three interchanges (Manóteras, Northern, M-607) within a short distance; giving rise to several difficult weaving sections. The consequences of this situation are analyzed, and several actions are proposed, short-, medium- and long-term, to redress them.

1. Medio siglo de historia

En los ya lejanos años 60 del pasado siglo, el Ministerio de Obras Públicas emprendió el estudio de lo que dio en llamar “Redes Arteriales” de las principales ciudades españolas, que iban a canalizar los crecientes flujos del tráfico motorizado (causados por la popularización del automóvil entre las clases medias), y a segregar del tráfico local los flujos de paso interurbanos. Basándose en encuestas origen/destino y el planeamiento y el tráfico que había en aquel momento, en esas redes se definieron los accesos desde las distintas carreteras a las ciudades, así como su interconexión a través de vías existentes (transformadas en “Arterias Principales”) y nuevas vías de circunvalación o penetración.

En Madrid, y acoplados al sistema radial adoptado desde el siglo XVIII, se definieron varios niveles de “cinturones” alrededor de la Puerta del Sol, origen de dicho sistema: inicialmente las existentes M-10, que comprendía los bulevares que rodeaban el casco antiguo, y M-20 que integraba las rondas del ensanche de Castro (1858). También se previeron entonces la M-30, que seguiría los cauces del río Manzanares y del arroyo del Abroñigal, y la M-40 que pretendía marcar el límite del desarrollo urbano madrileño. Se empezaron a construir en los años 70.

El cierre de la M-30 por el Norte se planteó a través de la plaza de Cuzco: eso explica que perduren unas potentes estructuras de conexión directa de las calzadas centrales de la rama oriental de la M-30 con la c/ Costa Rica. Pero la innegable dificultad de cruzar parte del populoso barrio de Tetuán llevó a abandonar ese planteamiento, y a prolongar esa rama oriental por la traza de la A-1 (la Carretera de Burgos) hasta donde estaba previsto el cierre de la M-40 por el Norte: el enlace de Manoteras con esa misma A-1, al que luego se conectó la M-11, penetración hacia los Recintos Feriales y el aeropuerto. Consiguientemente, también la M-40 se tuvo que desplazar hacia el Norte, a su emplazamiento actual.

Este nuevo cierre de la M-30 mantuvo el denominado Nudo Norte (la conexión por el Sur con el Paseo de la Castellana); y a partir de él aprovechó la parte inicial del proyecto “Las Rozas / Nudo Norte” (previsto en la Red Arterial), el cual conectaba con la Carretera de La Coruña (A-6) cruzando el Monte de El Pardo con un trazado pegado al ferrocarril Las Rozas – Chamartín (abierto en 1964 y que sigue funcionan-

do en la actualidad). Esa parte inicial terminó constituyendo la Avenida de la Ilustración que, a partir de su enlace con la Autovía de Colmenar (M-607) y en su tramo de La Vaguada, perdió el carácter de autopista urbana que hasta entonces había caracterizado a la M-30: se adoptó el denominado “cierre en malla”, más acorde con las políticas imperantes a partir de la victoria socialista de 1982.

Como parte de la espectacular modernización de la M-30 llevada a cabo en la primera década de este siglo, se llegó a proyectar un denominado “by-pass Norte” que habría conectado en túnel el enlace de La Paloma con la glorieta de Francisco José de la Isla (el extremo occidental del “cierre en malla”), alojando a la M-30 con su carácter de autopista urbana, y habría mejorado la conexión con la A-1; pero... quedó pendiente.

2. Qué es lo que esperan los usuarios

Al acercarse por el “tronco” de una vía a un enlace en el que pueda cambiar de itinerario, un conductor puede elegir entre tres opciones de maniobra:

- Si el diseño del enlace lo prevé (nudos de cuatro patas), puede seguir más o menos recto efectuando un movimiento de paso (seguir por el tronco). Se atraviesa el nudo por unos **carriles básicos** sin tener que cambiar de carril. En toda la M-30 hay un mínimo de tres carriles de paso; pero como se verá a continuación, en correspondencia con el actual Nudo Norte hay sitios en que este mínimo se reduce... ¡incluso a un solo carril!
- Girar a la derecha. Esta maniobra no suele presentar especiales dificultades.
- Girar a la izquierda. Esta maniobra sí que plantea problemas. Así, para evitar interferencias con el tráfico de paso que circula en sentido opuesto se requiere que el cruce se realice a desnivel. Además, al partir del carril utilizado por el tráfico más rápido las salidas por la izquierda resultan desaconsejables; consiguientemente se tiende a evitarlas, y las que se disponen resultan inesperadas. Una solución es plantearlas no como una salida, sino como una **bifurcación** del movimiento de paso; pero ésta requiere bastante espacio para desarrollarla. Otra solución es salir por la habitual derecha y cruzar luego el tráfico de paso a desnivel.



Antes de alcanzar las salidas o bifurcaciones por las que se efectúan los movimientos de giro es importante evitar o, al menos, reducir los movimientos de **trenzado**, en los que unos vehículos vienen por la derecha y pretenden salir por la izquierda, y otros vienen por la izquierda y pretenden salir por la derecha. Un trenzado requiere detectar un hueco suficiente entre los vehículos de un carril contiguo, ajustar la velocidad propia a la de ese hueco, y cambiarse de carril cuando el hueco llega a nuestra altura. Estas maniobras disminuyen la velocidad y reducen notablemente el nivel del servicio y la capacidad, y requieren bastante espacio para desarrollarse correctamente: tanto más, con cuantos más carriles haya que trenzarse.

3. Situación actual del Nudo Norte

3.1 ¿Enlace aislado o complejo?

Las vicisitudes descritas al relatar la historia de la M-30 han llevado a que el Nudo Norte, **en una distancia muy corta**, se encuentre encajado entre otros dos enlaces: el yado de Manoterías, donde se conectan la A-1 y la M-11, y el enlace con la M-607. Así que el funcionamiento de cada uno de estos tres enlaces no es aislado sino conjunto, a la manera de un superenlace.

Desde el punto de vista técnico, el Nudo Norte es un enlace direccional de tres patas con una sola obra de paso. Estas tres patas son:

- El Paseo de la Castellana, por el Sur.
- El tramo de la M-30 que conecta con el enlace de Manoterías, por el Este.
- El tramo de la M-30 que conecta con el enlace con la M-607, por el Oeste.

Es cierto que hay una salida por el Norte a la Av/ del Llano Castellano, seguida de una entrada desde ésta: pero se trata de una conexión local, sin movimiento de paso hacia o desde el Pº de La Castellana, y que complica algo más el funcionamiento de la M-30 al aumentar los trenzados. Pero esta conexión no convierte al Nudo Norte en un enlace de cuatro patas.

3.2 La continuidad de la M-30

Como consecuencia del relatado desplazamiento hacia el Norte del cierre original de la M-30, en los enlaces de Manoterías y con la M-607 la continuidad de la M-30 no se mantiene (como ocurre en el resto de la circunvalación) a través de carriles de paso, sino a través de carriles de giro: y así son percibidos por los usuarios, en detrimento de la claridad del enlace y de su funcionamiento:

- En el enlace de Manoterías, la M-30 se prolonga aparentemente por el tronco de la A-1 si se procede del Sur, y por el tronco de la M-11 si se procede del Oeste. La continuidad de la M-30 se resuelve:

- Para los carriles de paso procedentes del Sur, mediante un giro a la izquierda por un ramal en círculo. A continuación, esos carriles discurren un buen trecho contiguos a otros procedentes de la M-11 y de la A-1; pero una barrera los separa de ellos y, so pretexto de evitar trenzados, **jimpide que los vehículos procedentes de la M-30 (Sur) alcancen el Pº de La Castellana!** (Fig. 1)¹.

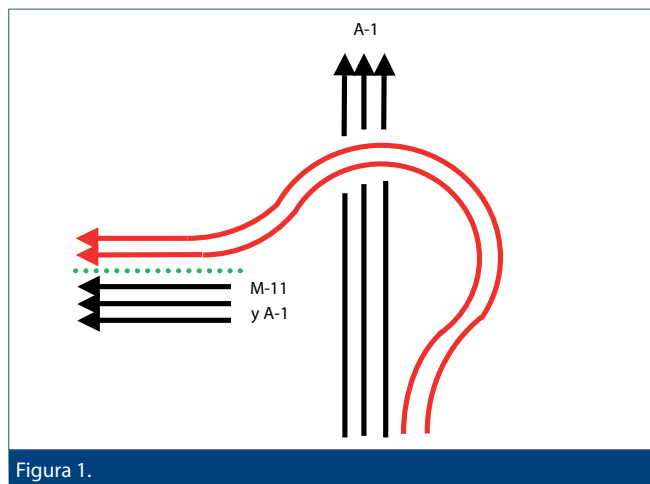


Figura 1.

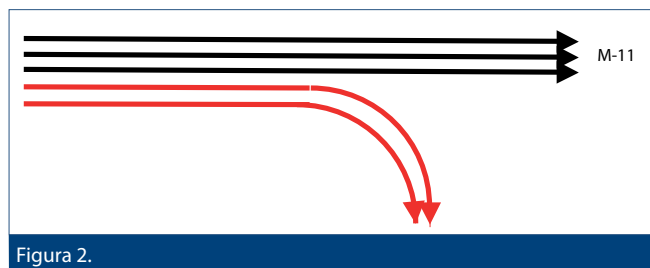
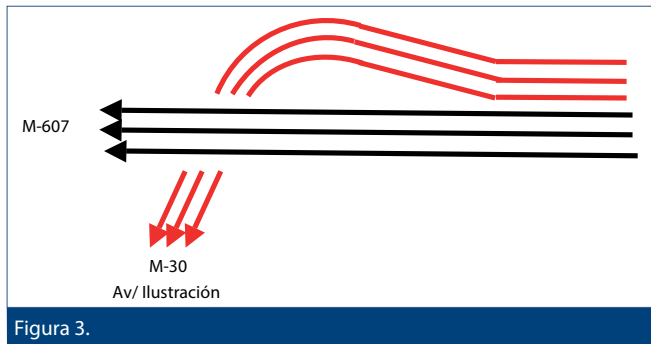


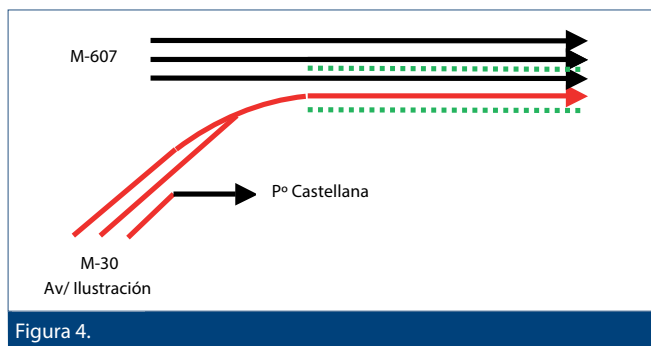
Figura 2.

- Para los carriles de paso procedentes del Oeste, mediante un giro a la derecha por un ramal directo (Fig. 2). En ambos casos, **se reduce a dos** el número de carriles de paso. Resulta notable que, en la obra de paso sobre la A-1, esto se logre cebrando con marcas viales parte de la plataforma, que fue prevista para tres carriles.
- En el enlace con la M-607, la M-30 procedente del Este se prolonga aparentemente por el tronco de la M-607, con tres carriles. La continuidad de la M-30 hacia la Av/ de la Ilustración se resuelve mediante una bifurcación por la derecha, que termina en un ramal directo con tres carriles que pasa bajo la M-607 (Fig. 3). Para el sentido opuesto (desde la Av/ de la Ilustración), tras la salida de un giro a la izquierda hacia la M-607 (por la derecha, a un ramal en círculo), la continuidad de la M-30 se resuelve **mediante un giro** a la derecha por un ramal directo: los dos carriles bifurcados por la izquierda del tercero (que prosigue hacia el Pº de la Castellana) confluyen en uno solo. Con ello la M30 de paso **queda con un solo carril!** Este único carril entra en una

¹ Se recomienda comparar los croquis de las figuras de este artículo, funcionales y forzosamente esquemáticas, con una buena cartografía o, mejor, con las imágenes de Google Earth. La posición del Nudo Norte es: 40°28'56,21"N; 03°41'06,88"W.



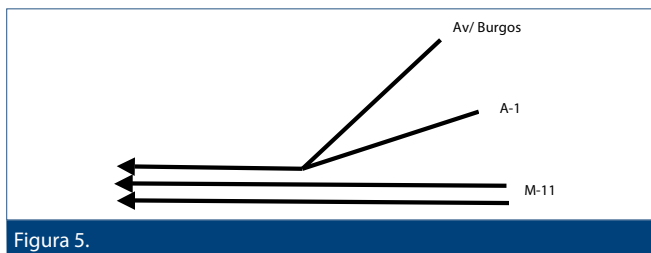
calzada entre barreras reservada a los movimientos de trenzado (M-30 / Nudo Norte y M-607 / Pº de La Castellana): una mejora que se introdujo en los años 90, por sugerencia del autor de este artículo... (Fig. 4).



3.3 Otras disfunciones

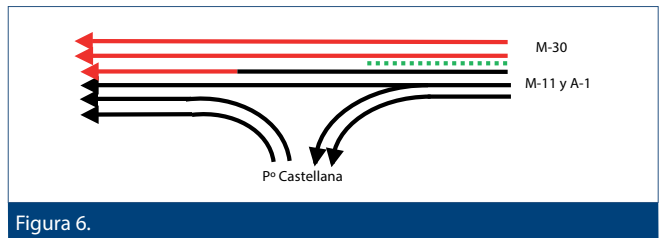
Además, los tramos de la M-30 que conectan el Nudo Norte con los dos enlaces contiguos estén plagados de disfunciones que dificultan un tráfico fluido y seguro:

- a. Desde el enlace de Manoterías hacia el Nudo Norte, dos carriles procedentes de la M-11 confluyen por la izquierda con un carril procedente de la A-1, que acaba de confluir con otro procedente de la Av/ de Burgos. El espacio para realizar esta última confluencia **es muy corto**, y el número de carriles resultante es de **sólo uno** (Fig. 5).



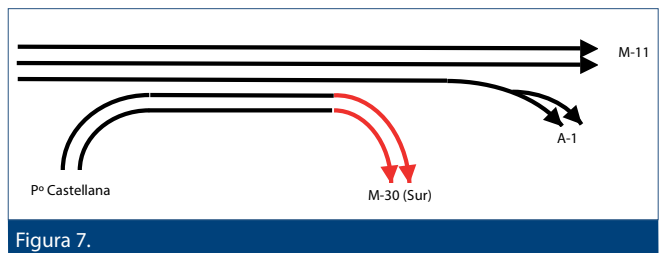
Los tres carriles obtenidos por la confluencia con la M-11 (y que no representan la continuidad de la M-30), a **no mucha distancia** de aquélla se bifurcan en cuatro (Fig. 6):

- Dos por la izquierda, hacia el Paseo de la Castellana.
- Otros dos por la derecha hacia el enlace con la M-607, los cuales confluyen inmediatamente con



otros dos carriles procedentes del enlace de Manoterías (y que sí representan la continuidad de la M-30). Los cuatro carriles así obtenidos confluyen luego por la derecha con otros dos procedentes del Pº de La Castellana. La maniobra Pº de La Castellana / Av/ de la Ilustración requiere un mínimo de **dos trenzados**.

- b. Desde el Nudo Norte hacia el enlace de Manoterías, los tres carriles procedentes del enlace con la M-607 confluyen por la izquierda con dos carriles procedentes del Paseo de la Castellana. La llegada de estos cinco carriles al enlace de Manoterías presenta dos bifurcaciones **muy seguidas** (Fig. 7):



- En la primera se desprenden por la derecha dos carriles que mantienen la continuidad de la M-30, **en vez de los tres básicos** que deberían ser. Además, los vehículos que pretenden mantenerse en la M-30 **se deben trenzar** al menos con un carril.
- En la segunda, los tres carriles procedentes de la primera se dividen a su vez en uno (por la derecha, y que **inmediatamente** se abre a dos) hacia un ramal en círculo para alcanzar la A-1, y otros dos (por la izquierda, y aparentemente de paso) hacia la M-11. La maniobra Pº de La Castellana / M-11 requiere un mínimo de **dos trenzados**².

- c. Desde el Nudo Norte hacia el enlace con la M-607, **es muy corta** la distancia entre la confluencia descrita en la Fig. 6 y la bifurcación descrita en la Fig. 3. Consiguientemente, el trenzado entre el movimiento Pº de la Castellana / M-30 y el movimiento M-30 (Este) / M-607 se ve perturbado; máxime teniendo en cuenta que un vehículo que pretenda realizarlo tiene, al menos, que **trenzarse con al menos dos carriles**.

- d. Desde la M-607 hacia el Nudo Norte, de los tres carriles procedentes de aquélla el derecho confluye con otro (**¡único!**) procedente de la Avenida de la Ilustración,

² Véase el apartado a) de este mismo epígrafe.

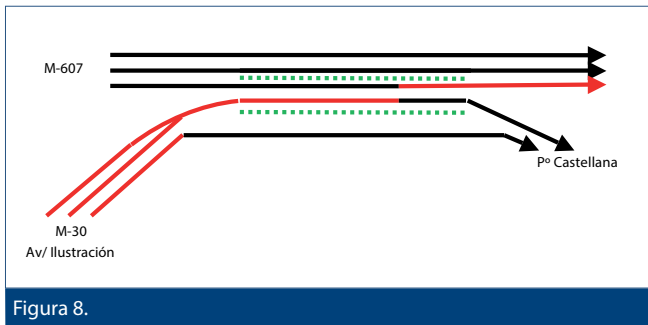


Figura 8.

dentro del tramo entre barreras donde se efectúan los trenzados, descrito en el apartado b) del epígrafe anterior. Al finalizar dicho tramo (Fig. 8):

- El carril de la izquierda (que representa la continuidad de la M-30, la cual **debería tener tres carriles** y no uno) vuelve a confluir con los dos procedentes de la M-607, para dirigirse los tres juntos hacia el enlace de Manoteras.
- El carril de la derecha confluye con otro procedente de la Av/ de la Ilustración, y los dos juntos se dirigen hacia el Paseo de la Castellana.

4. Las consecuencias de lo anterior

Actualmente el Nudo Norte funciona bajo una elevada carga de tráfico: a principios de 2016 circulaban por él unos 270 000 vehículos al día, de los que unos 20 000 se concentraban en la hora punta. Teniendo en cuenta las disfunciones que se han señalado en los epígrafes anteriores, esto trae consigo tres efectos perniciosos sobre la circulación:

1. Una congestión causada porque la demanda rebasa la capacidad de la infraestructura. Esta congestión no sólo se desborda sobre la parte de la red contigua al nudo, sino que también tarda tiempo en despejarse. Ello perjudica a la calidad del servicio prestado, y obliga a los usuarios a anticipar sus desplazamientos en detrimento de su calidad de vida. En los estudios económicos se suele barajar un coste de unos 15 € por hora de desplazamiento de una persona: asumiendo dos horas punta diarias de unas 3 h de duración, dicho coste representa unos 180 000 € por día laborable.
2. Un aumento de la contaminación atmosférica causado por arranques y paradas, y por el funcionamiento del motor con el vehículo detenido.
3. Un aumento de la siniestralidad relacionado las maniobras poco claras que los conductores, sobre todo los no familiarizados con el nudo, tienen que realizar. Afortunadamente, las bajas velocidades propias de una autovía urbana hacen que la mayoría de los siniestros no sean con víctimas, sino que únicamente causen daños materiales... los cuales tienen, sin embargo, una notable incidencia económica.

5. Conclusiones

Las consecuencias causadas por la situación actual del Nudo Norte, descritas en los epígrafes anteriores, son probablemente extensibles a otros tramos y nudos de la red viaria de Madrid. Pero ciñéndonos exclusivamente al Nudo Norte, es evidente que la situación actual dista mucho de ser satisfactoria.

El Ayuntamiento de Madrid, actual titular de la M-30 (ya rebautizada como Calle 30), con independencia de quién sea en última instancia el responsable de que se hayan originado, ostenta la responsabilidad de paliar esas consecuencias, las cuales son actuales y graves. Para ello puede llevar a cabo varios tipos de actuación sobre el triple enlace (Manoteras, Nudo Norte y M-607):

1. A corto plazo, acudir a medidas de muy bajo coste tendientes a mejorar el funcionamiento de ese triple enlace, paliando o eliminando alguna de las disfunciones que se han relatado sobre las que resulte más fácil actuar sin necesidad de construir nuevas obras de paso ni de ampliar la plataforma más de una manera muy limitada: redistribución y estrechamiento de carriles y arcones, desagües y barreras más estrechos, etc. Hay que considerar que más se actuaría sobre algunos síntomas que sobre la enfermedad, por lo que el efecto de esas medidas sería también limitado.
2. A medio plazo, efectuar una remodelación más profunda, siempre que lo permitan los condicionantes externos y las disponibilidades presupuestarias. Además de las medidas de bajo coste relacionadas en el punto anterior, esta remodelación debería:
 - Mantener la continuidad de los tres carriles de paso de la M-30. Esto puede requerir el ensanche de alguna obra de paso.
 - Resolver a desnivel algunos movimientos de trenzado, planteando como bifurcaciones o confluencias respectivamente, las salidas o entradas por la izquierda.
3. A más largo plazo, puede resultar inevitable intentar disminuir la demanda (del orden de un 40 %) sobre esta infraestructura, restituyendo la continuidad de la M-30 por un trazado que no implique al Nudo Norte: para ello habría que volver a la solución del "by-pass Norte" mencionado en el epígrafe 1. Se afectaría al funcionamiento de buena parte de la red viaria municipal (y aun a la de otras titularidades, como la M-40, la A-1 y la M-607). Para conectar con la zona situada al Norte de la M-30 (tanto en su situación actual como en las futuras operaciones urbanísticas), es necesario contar:
 - Con las posibilidades que ofrecen las obras de paso existentes: el puente de Virgen de Begoña y el de la c/ Mauricio Legendre (bajo el cual se ubican importantes conducciones de agua potable).
 - Con las modificaciones de la demanda que se deriven de la presencia y eventual desarrollo de dicha zona.

Las autovías en régimen de concesión por peaje sombra en España



Motorways Under Shadow-Toll Concession Agreements in Spain

Han participado:

Gerardo Gavilanes
Carlos Millán
Bruno de la Fuente
Joaquín Prior

José M^a Morera
Pablo Pérez Villar
Juan Zabía
José Sánchez Brazal

Comité Técnico de Financiación¹
Asociación Técnica de Carreteras

Resumen

España es un país de referencia en materia de concesiones de carreteras, entre las que se encuentran las gestionadas a través de peaje sombra. Con el empleo de este sistema, a partir del año 1998 se han puesto en servicio o modernizado unos 2200 km de autovías, de las cuales el 50% pertenece a la Administración del Estado y el otro 50% a las Administraciones Autonómicas. Sin embargo, la coyuntura económica ha afectado profundamente a la licitación, financiación y explotación de estas carreteras, hasta el punto de cuestionarse su procedencia y viabilidad.

En este artículo, se analizan los motivos que justifican la utilización de concesiones como alternativa al modelo tradicional de provisión de infraestructuras. Se recogen las principales ventajas e inconvenientes de las mismas y se describe el sistema concesional de peaje sombra en España. Asimismo en este artículo se apunta cómo se ha visto superada la metodología mediante el pago por disponibilidad.

Abstract

Spain is a reference country in terms of road concessions, among which are those managed under a shadow toll agreement. By the use of this system since 1998, some 2,200 km of motorways have been put into service or modernized, of which 50% belongs to the State Administration and the other 50% to the Autonomous Administrations. However, the economic situation has profoundly affected the tendering, financing and operation process of these roads, to such an extent that their origin and viability are questioned.

In this article, we analyze the reasons that justify the use of concessions as an alternative to the traditional model of provision of structures. The main advantages and disadvantages of these as well as the concessional system of shadow tolls in Spain are described. In the same way this article states how the methodology has been overcome by the availability payment.

¹ Nota de los autores: Este artículo se ha preparado por los miembros del Comité de Financiación indicados a lo largo del periodo comprendido entre los Congresos Mundiales de Carreteras celebrados en México (2011) y Seúl (2015). Los datos presentados se han recogido a través de una ficha tipo preparada por el Comité y facilitada por los concesionarios o las Administraciones concedentes y corresponden a los ejercicios 2013 y 2014. Agradecemos a todos ellos la colaboración prestada.

1. Introducción

Durante los últimos años del siglo XX, la financiación privada de infraestructuras públicas cobró una especial relevancia como consecuencia de las restricciones impuestas por la entrada en vigor del Tratado de la Unión Europea (Maastricht 1991) y del Pacto de Estabilidad y Crecimiento de 1997, al déficit y al endeudamiento de las Administraciones Públicas.

Estos criterios de convergencia demandados por la Unión Europea a sus Estados miembros originaron una profunda alteración en los modos de financiación de las infraestructuras públicas en toda Europa, y en España en particular. La necesidad de mantener el déficit público por debajo del 3% del Producto Interior Bruto y un endeudamiento inferior al 60%, dada la rigidez de los gastos fijos y de los gastos corrientes de los presupuestos de las Administraciones Públicas, obligaron a la reducción de la inversión pública en términos monetarios.

Las diferentes Administraciones debían compatibilizar esta necesidad con la de ofrecer y mejorar la movilidad y la calidad del servicio, así como la actividad económica nacional.

Como solución, surgieron varios sistemas de financiación privada o público-privada para la financiación de infraestructuras de carreteras, como fueron el llamado "método alemán" (pago total diferido a la finalización de la obra), los nuevos tratamientos contables de los fondos de pensiones de empresas públicas y, entre otros más, el peaje sombra que, finalmente, ha sido uno de los sistemas más empleados en España hasta la fecha.

El peaje sombra, consiste en la gestión indirecta de una infraestructura –en el caso de España materializada generalmente sobre la base de un contrato de concesión de obra pública– por la que se transfiere a un consorcio privado el proyecto, construcción, conservación y explotación de una infraestructura durante un plazo fijado contractualmente, de modo que la remuneración del concesionario no provenga de los usuarios sino de la administración correspondiente que subvenciona a los usuarios (Vassallo J.M. y Pérez de Villar, P)..

De esta forma el impacto sobre el déficit y el endeudamiento de la Administración es mucho más moderado que en el sistema tradicional, de manera que, cumpliendo estas condiciones, se pueden acometer obras que de otra forma habría que demorar significativamente en el tiempo o no podrían llevarse a cabo por las restricciones presupuestarias.

Como contrapartida se adquieren unas obligaciones que comprometen los presupuestos futuros, afectando a la sostenibilidad de las finanzas públicas, y se traslada el coste de construcción y el financiero de las inversiones de hoy a generaciones futuras, lo cual en sí mismo no es negativo, pero afecta al margen de maniobra y a la capacidad de ac-

ción de los próximos responsables de las infraestructuras: por lo que estos sistemas de financiación deben ser regulados y utilizados de tal manera que se muevan en unos límites razonables y compatibles con los presupuestos actuales.

Así mismo, para que estos contratos puedan diferir la imputación al déficit de la inversión en la contabilidad de la Administración, es requisito indispensable que se transfieran al concesionario tanto el riesgo de construcción, como el de demanda o el de disponibilidad.

Así, en un contrato de concesión de obra pública se le impone al concesionario la obligación de construir o reformar un determinado bien a cambio del derecho a explotarlo y recibir una contraprestación; todo ello a riesgo y ventura del concesionario.

Este principio de riesgo y ventura se prescribe en el artículo 277 del texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (TRLCSF):

"La contratación de la gestión de los servicios públicos podrá adoptar las siguientes modalidades: a) Concesión, por la que el empresario gestionará el servicio a su propio riesgo y ventura."

En el artículo 246 del TRLCSF (Obligaciones del concesionario) específicamente se indica como obligación del concesionario la de: *"b) Explotar la obra pública, asumiendo el riesgo económico de su gestión con la continuidad y en los términos establecidos en el contrato u ordenados posteriormente por el órgano de contratación."*

Entre los principales elementos de riesgo y ventura, debemos indicar los asociados a la calidad y coste de la construcción, la obtención y condiciones de la financiación; y los vinculados a la propia explotación como lo son los costes de la misma y la demanda y disponibilidad del bien concesionado.

La transmisión de estos riesgos es compatible con el mantenimiento del equilibrio económico del contrato, según se establece en los artículos 258 y 282 del TRLCSF. Los casos en los que la Administración debe restablecer el equilibrio económico del contrato en beneficio de la parte que corresponda están ligados a modificaciones introducidas por la Administración por razones de interés público y a causas de fuerza mayor pautadas, además de circunstancias específicas que pudieran haberse recogido en el pliego de cláusulas particulares de cada contrato.

2. Características del sistema

La principal característica del peaje sombra es que el peaje no es pagado por el usuario que utiliza la vía, sino por la Administración Pública con cargo a sus consignaciones presupuestarias a lo largo de la vida de la concesión. El coste de la explotación y, en su caso, de la construcción de la infraestructura recae, en definitiva, sobre todos los contribuyentes a través de los presupuestos públicos. Es, en de-



Autovía A-4 Madrid

finitiva, un “falso peaje”, y este debería haber sido el nombre en castellano de no haberse realizado y generalizado una traducción “literal” del inglés.

La primera consecuencia clara de la licitación de una concesión en régimen de peaje sombra es el escalonamiento en el tiempo de los pagos de la Administración. Se traslada así al campo de la economía pública lo que a nivel de la economía privada se venía utilizando desde hace mucho tiempo para la adquisición de activos reales (un piso, por ejemplo).

El sistema de peaje sombra puede aplicarse a infraestructuras no rentables por sí mismas en la modalidad de peaje directo. Esto se pone de manifiesto al comprobar que existen concesiones de peaje sombra con IMD inferiores a 10 000 vehículos, lo que pone en evidencia que algunos de estos contratos han podido ponerse en práctica gracias al peaje sombra, ya que por su baja IMD no hubieran podido ser acometidos desde el punto de vista de un peaje convencional.

3. Motivos que justifican la utilización del sistema concesional sin pago directo por parte del usuario. Ventajas e inconvenientes

Como se ha adelantado anteriormente en este artículo, las restricciones presupuestarias (especialmente en cuanto al nivel de endeudamiento) constituyen el principal motivo por el que se recurre al sistema concesional para la provisión y mantenimiento de carreteras.

Las claves para decidir que una carretera se financie a través de una concesión sin pago directo por el usuario deben ser, en primer lugar, que el proyecto esté justificado desde una perspectiva de rentabilidad social, y que el pago de las contraprestaciones sea sostenible en los presu-

puestos públicos futuros de la Administración concedente. En otras palabras, este modelo no debería utilizarse como medio para “construir sin dinero” carreteras que no estén justificadas desde una perspectiva económico-social. En línea con lo anterior, sería conveniente que en España se extendiera la exigencia de llevar a cabo análisis de “value for money” para determinar cuándo la aplicación de estos modelos es más adecuada que el sistema tradicional.

En cualquier caso, la utilización de este sistema presenta ventajas e inconvenientes que deben conocerse, como en todas las decisiones que tienen un elevado componente político, con el objetivo de buscar un punto de equilibrio que, bajo la forma de óptimos de Pareto, permita maximizar las primeras y minimizar las segundas (GAVILANES, G. 2014).

De forma sintética, las principales ventajas que puede tener el sistema concesional frente al modelo tradicional, son las siguientes (PÉREZ DE VILLAR, P. 2015):

- permiten anticipar actuaciones que no podrían llevarse a cabo por limitaciones presupuestarias, y con ello adelantar en el tiempo los beneficios sociales derivados de ellas;
- aumentan la integración de las fases de diseño, construcción y explotación, lo que finalmente redundará en una mayor calidad del servicio prestado;
- reducen las desviaciones en plazos y presupuestos; los plazos porque el concesionario no percibe contraprestaciones hasta que no está puesta en servicio la infraestructura; los presupuestos porque el riesgo de construcción es transferido al concesionario;
- facilitan el sostenimiento de una inversión estable para la conservación de la vía, con independencia de las disponibilidades presupuestarias: lo que contribuye a la preservación del patrimonio redundando positivamente también en la seguridad vial y el confort;

- posibilitan la incorporación de incentivos para el aumento de la calidad y eficiencia en la construcción y explotación de infraestructuras, lo que fomenta la mejora en la gestión de las mismas;
- promueven el intercambio de experiencias y conocimientos entre el sector público y el privado relacionados con disciplinas y habilidades de mercado; esto también coadyuva en la mejora de la gestión, y;
- suponen, en cierta medida, una mayor equidad intergeneracional, ya que los pagos están vinculados al uso y a la calidad del servicio prestado en cada momento, por lo que los contribuyentes del presente no soportan la carga del servicio en el futuro.

El primero de estos puntos es al que suele aludirse políticamente para defender la decisión de poner en servicio una carretera a través de una concesión; y es que no en vano, (como explicó E. San Vicente, 2002), una autovía, desde el momento de su construcción empieza a generar lo que los economistas denominan “efecto multiplicador de la inversión”. En el caso de las concesiones de Autovías de Primera Generación del Ministerio de Fomento esta virtud es especialmente flagrante debido al momento en que se licitaron. De hecho, poco después de que esos contratos se pusieran en marcha comenzó la crisis económica que redujo significativamente los presupuestos para construcción y mantenimiento de carreteras. Por consiguiente, cabe creer que las prestaciones de los corredores atendidos por ellas actualmente se encontrarían en condiciones deficientes y que todavía no se habrían alcanzado mediante el sistema tradicional las inversiones realizadas a través de este modelo concesional.

En cualquier caso, estos argumentos no deben ser los únicos para decidir si un proyecto debe ejecutarse a través de una concesión o no. De hecho, en primer lugar debe confirmarse que el proyecto esté justificado desde una perspectiva de rentabilidad social, y que el pago de las contraprestaciones sea sostenible en los presupuestos públicos futuros de la Administración concedente.

Al margen de lo anterior, la puesta en marcha de una concesión sin pago directo por el usuario tiene también sus pegas. Por una parte, implica el compromiso futuro de recursos presupuestarios públicos. Este hecho puede llegar a suponer un importante problema a medio-largo plazo, pues limita la capacidad de inversión en otros campos más prioritarios en el futuro para la sociedad. El “peligro” del impulso de carreteras a través de este tipo de concesiones es que incentiva al político a invertir en el momento contemporáneo por encima de las necesidades reales, ya que las concesiones le permiten inaugurar obras bien acogidas por la sociedad, sin que a corto plazo las inversiones afecten al déficit público de su Administración. Dichas cargas recaerán, no obstante, sobre las generaciones posteriores, que tendrán probablemente un responsable político diferente para gestionarlas. En definitiva, este tipo de concesiones

pueden ser fácilmente utilizadas por los decisores de una forma errónea, conduciendo a ejecutar inversiones no socialmente rentables que además comprometen notablemente los presupuestos futuros.

Un posible ejemplo de esto ha sido el caso de Portugal, donde se adjudicaron 10 autovías en régimen de peaje sombra conocidas como SCUTS (Sem Custo para o Utilizador sin coste para el usuario) con una longitud total de 917 km. La factura a pagar por el gobierno portugués en concepto de peajes sombra se estimó en cerca de 700 millones de euros anuales de media hasta el año 2050, lo que supondría un total de 15 000 millones de euros para las arcas públicas. En el marco del pacto de estabilidad y crecimiento se evidenció de que dicha factura era inasumible, por lo que se decidió implantar en estas carreteras un peaje explícito mediante un sistema de pódicos multivía, lo que implicó la modificación de los correspondientes contratos concesionales ya que la implantación del peaje explícito tendría un efecto negativo en los tráficos registrados.

Otro aspecto a destacar es que la gestión a través de concesiones dificulta la capacidad para satisfacer el Interés General ante situaciones imprevistas, pues la ejecución de medidas no contempladas en la contratación conlleva la tramitación de un nuevo equilibrio económico-financiero. Incluso llegándose a un acuerdo, no procede ejecutar las medidas hasta que no se culmina el correspondiente procedimiento administrativo que, aparte de largo y prolijo, abre las puertas a nuevas negociaciones que no se producen en las mismas condiciones que en la licitación. .

Por otro lado, en principio también es una desventaja el que el empleo de capital privado conlleve mayores costes financieros que la emisión de deuda pública utilizada en el modelo tradicional para sufragar grandes inversiones. No obstante, ese coste es reflejo de que los riesgos del proyecto son transferidos de la Administración al concesionario, por lo que un mayor coste financiero no tiene por qué implicar necesariamente un mayor coste social (VASSALLO, J.M. y PÉREZ DE VILLAR, P. 2010).

En cuanto a los costes de transacción, frente al sistema tradicional el modelo concesional presenta en algunos aspectos desventajas, pero en otros no. Por un lado, cualquier concesión requiere una especial preparación y control del contrato. Esto es debido a los largos plazos que deben contemplarse, que obligan a efectuar estudios y predicciones de mucho mayor alcance a las realizadas para los contratos tradicionales. Además, dado que los pagos están vinculados a variables que exigen especialización y dispositivos de medición permanentes, en algún caso poco convencionales, es necesario establecer sistemas de monitorización y control más costosos. Sin embargo, también debido a la extensa duración de estos contratos, existe el ahorro correspondiente a los frecuentes procesos de licitación que deben llevarse a cabo en el sistema tradicional para dar continuidad a la prestación del servicio y acometer obras de reparación.

4. Régimen Jurídico

En la legislación española en materia de carreteras y de su concesión, en régimen de construcción y explotación mediante peaje, no existía norma general que autorizase el sistema de peaje sombra hasta la aprobación en el año 2003 de la Ley 13/2003, de 24 de mayo, Reguladora del Contrato de Concesión de Obra Pública.

Con anterioridad a tal fecha, diversas Comunidades Autónomas sintieron la necesidad de utilizar el modelo de contratación del peaje sombra, y para ello modificaron su legislación de carreteras, introduciendo la novedad de que su peaje no sólo podría ser abonado por el usuario, sino también por la Comunidad concedente a través de la oportuna subvención.

Sirva como ejemplo la redacción dada al art. 25 de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid con la modificación introducida en 1997, en la que expresamente se hizo constar que la Comunidad de Madrid podrá subvencionar, en todo o en parte, la tarifa que corresponde satisfacer a los usuarios cuando el servicio debe prestarse gratuitamente por razones de interés público.

Al amparo de esta nueva previsión legal se convocaron diversos concursos para la construcción, conservación y explotación de carreteras en la modalidad de peaje sombra.

Con tal escasa apoyatura legal propia, fue necesario en los años finales de la década de los noventa acudir a la legislación general aprobada hasta el momento para las autopistas en régimen de concesión, para concursar los nuevos contratos de peaje sombra.

Así y a título ejemplar, debe destacarse que para la contratación de la M-45, la Comunidad de Madrid entendió que su nuevo contrato se regiría por su peculiar Pliego de Cláusulas Administrativas, por el Pliego de las Condiciones Particulares Técnicas y Económicas y por la Ley 3/1991 de Carreteras de la Comunidad de Madrid, modificada por la ley 11/1997 y de modo general por la Ley 8/1972 de Construcción, Conservación y Explotación de Autopistas en Régimen de Concesión, por el Decreto de 25 de Enero de 1973 que aprobó el Pliego de Cláusulas Generales de estas Autopistas y con carácter supletorio por la Ley 13/1995 de Contratos de las Administraciones Públicas.

Así se declaraban aplicables normas dictadas para un régimen jurídico en el que la subvención de las tarifas por la Administración concedente no estaba prevista, y lo que es más significativo, era contrario a la finalidad de la Ley en la que se contemplaba tan solo que las tarifas fuesen satisfechas por los usuarios de las infraestructuras.

Cabe citar también la introducción, mediante la Ley de acompañamiento de los Presupuestos Generales del Estado de 1999, art. 60, del *Contrato de Servicios de Gestión de Autovías*. Este contrato avanzaba hacia un modelo de mantenimiento basado en el concepto de vida útil de la infraestructura, con las siguientes características: Plazo máximo de 20 años, orientado a la conservación, adecuación

reforma y modernización, y que incluyera reposición y gran reparación.

No obstante, pese a estar en vigor, esta figura jurídica pierde interés ya que con ocasión de la Ley 13/2003 Reguladora del Contrato de Concesión de Obra Pública, el peaje sombra se introduce por primera vez en la legislación estatal. Así, el artículo 255 de dicha ley dispone que: *“El Concesionario tendrá derecho a percibir de los usuarios o de la Administración una retribución por la utilización de la obra...”*.

Más recientemente, el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, aprobó el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, que incorpora tal norma, lo que ha permitido una total cobertura legal de los contratos del peaje sombra que se rigen por la legislación general en materia de contratación pública y por las normas específicas dictadas en materia de autopista de peaje.

De esta manera se unifica y se da coherencia al tratamiento legislativo del peaje tradicional con el del peaje sombra, lo que permite la aplicación de los preceptos de la Ley de Autopistas de Peaje de 1972, entre los que cabe destacar los que se refieren al equilibrio económico-financiero de la concesión.

Finalmente, la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras, prescribe expresamente que las carreteras *“podrán ser explotadas por cualquiera de los sistemas de gestión indirecta de los servicios públicos que establece la Ley de Contratos del Sector Público”* y aunque recoge algunas disposiciones al respecto (por ejemplo, en cuanto al deber de facilitar información a la Administración por parte de las sociedades concesionarias), en general, deriva a lo dispuesto en la legislación y normativa específica en cuanto a la gestión indirecta por concesión.

5. Sistema de abono al concesionario

Como ya se ha indicado, en el peaje sombra la compensación al concesionario por los gastos incurridos en las fases de redacción del proyecto, construcción, financiación y explotación de la infraestructura se realiza mediante el pago periódico por la Administración de una factura al concesionario bajo la forma de subvención al usuario de la carretera.

En la mayoría de estos contratos el importe de estas subvenciones se calcula aplicando al número de vehículos por km y año, unas tarifas que son decrecientes en función de distintas bandas de tráfico y según se trate de vehículos ligeros o pesados, de manera que a partir del límite máximo de la banda superior no se paga. Estas tarifas se actualizan, en la mayor parte de estos contratos, en función de un porcentaje del IPC.

Surge así la necesidad de realizar un conteo de forma continua de los vehículos que circulan por los distintos tramos, que se determinan en función de las posibles entradas y salidas de la infraestructura.

La adquisición de estos datos se puede realizar, fundamentalmente, mediante la detección por bucles electromagnéticos separados una distancia conocida que permite



Autovía A-31 en Albacete adjudicada a la sociedad concesionaria AULLASA

distinguir entre vehículos ligeros y pesados, y cuya tecnología está totalmente desarrollada. Se pueden utilizar, también, otros sistemas mediante sensores de haces de rayos láser o mediante cámaras.

Estos contratos de concesión no están exentos de la incorporación en el mecanismo de pago de medidas correctoras o penalizaciones por incumplimiento tanto de la calidad como de la disponibilidad, a través del cumplimiento de una serie de indicadores que ejercen correcciones de los pagos a modo de deducciones o bonificaciones.

6. Las primeras licitaciones en España

En 1998 se desarrollaron los primeros contratos de concesión en régimen de peaje sombra para la construcción de nuevas autovías en dos Comunidades Autónomas:

- Autovía del Noroeste RM-15. Región de Murcia.
 - Autovías M-45 y M-501. Comunidad de Madrid.
- A partir de 2002-2003, la utilización del peaje-sombra cobra un nuevo impulso y más Comunidades ponen en marcha los procesos de licitación y adjudicación de nuevas concesiones de autovías bajo este sistema:
- Autovía del Camino A-12. Comunidad Foral de Navarra.
 - Autovía de los Viñedos CM-42. Junta de Castilla-La Mancha.
 - Desdoblamiento Ma-15 Palma – Manacor. Consell de Mallorca.
- Y es a partir de 2005 cuando se suman más Comunidades Autónomas y se consolida este sistema para financiar la construcción de carreteras. En el cuadro y gráfico puede verse la evolución de los kilómetros concedidos a lo largo de los años en estas Administraciones.

Cuadro 1. Evolución de la longitud de las autovías de peaje sombra concedidas en las Comunidades Autónomas

Año	Total Anual Concedido	Total Acum. Concedido
1998	36,860	36,9
1999	84,300	121,2
2000	0,000	121,2
2001	0,000	121,2
2002	115,513	236,7
2003	126,700	363,4
2004	0,000	363,4
2005	273,618	637,0
2006	181,095	818,1
2007	151,000	969,1
2008	0,000	969,1
2009	129,865	1099,0
2010	0,000	1099,0
2011	27,370	1126,3
Total	1126,321	



7. Situación actual de las concesiones en España

En la actualidad, como vemos, el número de km concedidos por las Administraciones Autonómicas asciende a 1126,3, a los que hay que sumar los 1042 km de las Autovías de Primera Generación del Ministerio de Fomento más la autovía Benavente-Zamora, lo que hace un total de 2168,3 km.

En el cuadro siguiente se recogen por orden de fecha de adjudicación el total de los tramos concedidos por las Comunidades Autónomas, que asciende a 30. Se incluye en el mismo la longitud de cada tramo, la fecha de adjudicación y los años de concesión. Todos los tramos salvo el último indicado están en servicio.

En el cuadro siguiente se recogen el número de concesiones de cada Comunidad Autónoma, así como el total de tramos concedidos, siendo actualmente, la Generalitat de Cataluña y la Xunta de Galicia quienes más contratos en régimen de peaje sombra tienen concedidos.

No es hasta el año 2007 que el gobierno central incorpora este método de financiación para sus actuaciones en carreteras, concretamente para la conservación y explotación de autovías de primera generación.

Las primeras autovías gestionadas y financiadas por el Estado y libres de peaje al usuario comenzaron a construirse a principios de los años 80 en el marco del primer Plan General de Carreteras. Una de sus características fue apro-

Cuadro 2. Datos generales de las Autovías de peaje sombra de las Comunidades Autónomas (ordenadas por fecha de concesión)

Nº	Ente concedente	Denominación Autovía	Tramo Concedido	Longitud del Tramo (Km)	Fecha de Adjudicación	Años de Concesión
1	C.A. Madrid	M-45	M- 45 tramo II: Eje O'Donnell a N-IV	14,460	24-sep.-98	31
2	C.A. Madrid	M-45	M- 45 tramo III: N-IV a M-40	8,300	29-oct.-98	29
3	C.A. Madrid	M-45	M- 45 tramo I: N-II a Eje O'Donnell	14,100	29-oct.-98	31
4	C.A. de Murcia	RM-15	Autovía del Noroeste a Rio Mula	62,500	6-jul.-99	27
5	C.A. Madrid	M-501	Ruta de los pantanos: M-40 a Quijorna (M-522)	21,800	23-nov.-99	25
6	Comunidad Foral de Navarra	A-12	Autovía del Camino: Pamplona a Logroño	70,313	2-jul.-02	30
7	C.A. de les Illes Balears	Ma-15	Palma a Manacor	45,200	3-may.-04	38
8	Junta de Castilla la Mancha	CM-42	Toledo (PK 0+000) a Consuegra (PK 52+248)	74,452	17-ene.-03	30
9	Junta de Castilla la Mancha	CM-42	Consuegra (PK 25+248) a Tomelloso (PK 126+700)	52,248	8-abr.-03	30
10	Generalitat de Cataluña	C-16	C-16 tramo Sant Fruitós a Berga	39,800	21-oct.-03	30
11	C.A. de les Illes Balears	C-731	Ibiza a San Antonio	25,000	1-ene.-05	25
12	Xunta de Galicia	AG-53/54	Alto de Santo Domingo - O Carballiño	36,670	24-abr.-03	54
13	C.A. de les Illes Balears		Acceso al Aeropuerto de Ibiza	7,053	10-jun.-05	25
14	Xunta de Galicia	AG-56	Autovía de Santiago a Brión	12,580	13-jun.-05	30
15	Generalitat de Valencia	CV-35/CV-50	Valencia a Ademuz	53,195	22-jun.-05	37
16	Principado de Asturias	AS-II/AS-17	Oviedo a Porceyo (AS-II) Y Lugones a Bobes (AS-17)	23,790	9-ago.-05	30
17	Xunta de Galicia	AG-41	Autovía do Salnés: Curro a Sanxenxo	18,950	16-sep.-05	30
18	C.A. Madrid	M-407	Fuenlabrada (M-506) a Griñon (M-404)	11,580	3-oct.-05	30
19	Generalitat de Cataluña	C-35	Maçanet a Platja d'Aro	27,700	7-oct.-05	30
20	Generalitat de Cataluña	C-14	Reus a Alcover	10,200	23-dic.-05	33
21	C.A. de Aragón	ARA-A1	Villafranca a El Burgo de Ebro	7,100	31-dic.-05	30
22	Generalitat de Cataluña	C-17	C-17 tramo Centelles a Ripoll	48,800	9-feb.-06	33
23	Xunta de Galicia	AG-11	Padrón a Ribeira	40,005	13-may.-06	30
24	Junta de Castilla y León	A-601	Intersección con CL-600 a Acceso sur de Cuéllar (SG-205)	43,500	28-jun.-06	35
25	Junta de Castilla y León	A-601	Acceso sur de Cuéllar (SG-205) a intersección con CL-603	48,790	23-mar.-06	35
26	Generalitat de Cataluña	C-25	C-25 tramo Cervera a Caldes de Malavella	151,000	22-jun.-07	33
27	Generalitat de Cataluña	C-15/C-37	Eix Diagonal	65,700	28-ene.-09	33
28	Xunta de Galicia	AG-31	Autovía Ourense a Celanova	18,744	19-may.-09	31
29	Comunidad Foral de Navarra	A-21	Autovía del Pirineo: Yesa a límite de la provincia Zaragoza	45,421	1-ago.-09	30
30	Xunta de Galicia	AG-55	Enlace Carballo a Enlace Santa Irene	27,370	10-jun.-11	27
TOTAL KILÓMETROS DE AUTOVÍAS CONCEDIDAS				1126,321		

Cuadro 3. Datos agregados por Comunidades Autónomas		
Nº	Ente concedente	km de Concesión
6	Generalitat de Cataluña	343,200
6	Xunta de Galicia	154,319
5	C.A. Madrid	70,240
3	C.A. de les Illes Balears	77,253
2	Comunidad Foral de Navarra	115,734
2	Junta de Castilla la Mancha	126,700
2	Junta de Castilla y León	92,290
1	C.A. de Aragón	7,100
1	C.A. de Murcia	62,500
1	Generalitat de Valencia	53,195
1	Principado de Asturias	23,790
km de Concesión		1126,321

vechar las carreteras existentes como una de las calzadas de las nuevas autovías. Así, estas autovías denominadas de “primera generación” se construyeron, en su mayor parte, por duplicación de trazados ya existentes.

Debido al aumento en el tráfico, velocidades de circulación, y número de accidentes en ellas, a mediados de la primera década del 2000 se impuso la necesidad de acometer una serie de actuaciones de acondicionamiento, modernización y mejora con el objeto de adecuarlas a los estándares de calidad y seguridad del momento. Es más, se pretendía que las autovías de primera generación pudieran ofrecer en todo su recorrido unos niveles de seguridad y servicio asimilables a los que prestan las autovías y autopistas de reciente construcción².

El Consejo de ministros en su reunión de 15 de julio de 2005 aprobó el Plan Estratégico de Infraestructuras y

Transportes (PEIT) que definía las directrices básicas de la actuación en infraestructuras y transporte de competencia estatal con un horizonte a medio y largo plazo (2005-2020). En el capítulo 6 del mismo, “Prioridades y ámbitos de actuación sectoriales”, apartado 6.3.2.4, “Seguridad, conservación y explotación”, se establecían diversos programas de actuación entre los que figuraba la adecuación, reforma y conservación de las autovías de primera generación. En el Programa se establecía la necesidad de buscar una fórmula que permitiera adelantar en lo posible las actuaciones necesarias, dado el alto coste de las mismas.

Atendiendo a criterios presupuestarios y a la conveniencia de ejecutar las actuaciones en un plazo corto³, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento optó, de entre las diferentes posibilidades, por el modelo concesional (VILANOVA-FALERO, V. 2007) a través de un programa de adecuación en dos fases de actuación. La primera contemplaba los corredores de Madrid a: Burgos (A-1), Zaragoza (A-2), Alicante (A-3 y A-31) y Sevilla (A-4), mientras que la segunda fase iba dirigida a los corredores de la A-5, A-6 y de la A-2 entre Igalada y Martorell.

Así, durante 2007 se adjudicaron 10 de los 16 tramos de la primera fase del programa en la modalidad de peaje sombra a través de sendas concesiones de obra pública, que incluían la reforma y conservación de los tramos por un plazo de 19 años. El resto de tramos y fases no pudieron licitarse tras la crisis económica. De hecho, al revisar las actuaciones que iban a servir de base para la licitación con los criterios de la “Orden de Eficiencia”⁴, el presupuesto de las mismas se reducía de tal forma que suponían menos de la mitad del precio en cada contrato, lo cual transgredía uno de los principios fundamentales para la utilización de un contrato de concesión de obra pública.



Autovía A-31 en Albacete adjudicada a la sociedad concesionaria AULLASA

² Según se recoge en el ANEJO 6 “Justificación de la necesidad del contrato” del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de las Autovías de Primera Generación.

³ De acuerdo con lo recogido en el apartado 6.3.2.4 del PEIT, el objetivo era acometer todas las actuaciones en menos de ocho años.

⁴ Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

Las concesiones de Autovías de Primera Generación adjudicadas abarcan 933 km y copan más del 14% del tráfico que circula por el conjunto de autovías de la Red de Carreteras del Estado. El presupuesto anual conjunto ronda los 300 millones de Euros, que representa un tercio del total de la partida para conservación y explotación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, lo que pone de manifiesto la importancia de estos contratos en la contabilidad nacional.

Como características diferenciadoras de las Autovías de Primera Generación con respecto a otras concesiones de peaje sombra, pueden citarse las siguientes:

- **Pagos mensuales.** Cada mes se suscribe un acta de tráfico y se van abonando las cantidades certificadas. Por otro lado, anualmente se revisan los conceptos y cantidades abonadas en el ejercicio anterior y se firma un acta de liquidación para cerrarlo.
- **Tarifas.** Sólo hay dos tipos de tarifas: una para ligeros y otra para pesados. Esta última equivale a 1,4 veces la de ligeros. Además, únicamente existe un límite de tráfico anual, superado el cual ya no se paga.
- **Indicadores de calidad.** Los pliegos recogen 41 indicadores de estado y calidad del servicio más exigentes que los estándares medios que se dan en la red en servicio. Su incumplimiento da lugar a correcciones a la baja en las certificaciones mensuales e incluso a expedientes sancionadores. No obstante, también se contemplan correcciones al alza si se mejoran ciertos umbrales.
- **Composición de las sociedades concesionarias.** Para licitar se exigió acreditar experiencia en 4 campos: conservación, construcción, redacción de proyectos y control de obras. Se consideró que las sociedades concesionarias de autopistas de peaje de la Red de Carreteras del Estado, con más de cinco años de experiencia en explotación de autopistas de dicha Red, cumplieran los requisitos mencionados. Para el resto los pliegos imponían una participación mínima en la composición de las

empresas con una representación significativa de las actividades de construcción y conservación (del 25% cada una) y pequeña pero obligatoria para redacción de proyectos y control de obras (del 2,5% en ambas).

La experiencia con estos contratos, como en cualquier plan de gran envergadura, arroja luces y sombras. Los detractores aducen mayores costes globales frente al modelo tradicional, así como las dificultades de gestión por parte de la Administración, especialmente para exigir ciertos requerimientos. Por el contrario, a través de estos contratos ha tenido lugar una notable mejora del trazado y equipamiento de 10 importantes tramos de autovías que de otra forma, muy probablemente, todavía no se hubiera llevado a cabo.

Cabe señalar que el Ministerio de Fomento volvió a recurrir al sistema concesional sin pago directo por parte del usuario con posterioridad a la licitación de las Autovías de Primera Generación. Concretamente, en septiembre de 2012 se adjudicó la concesión para la construcción y explotación del tramo Benavente-Zamora, de 49 km, de la A-66 (Autovía de la Plata), que se puso en servicio en mayo de 2015. En este caso, el contrato de concesión contempla la ejecución de la nueva autovía, además de su conservación, por un plazo de 30 años. Los pliegos que rigen este contrato son muy similares a los de las Autovías de Primera Generación pero con una diferencia importante: la retribución a la sociedad concesionaria se realiza mediante pago por disponibilidad. Concretamente, cada mes se abona un canon fijo que no depende del tráfico circulante pero que puede verse significativamente afectado a la baja por el resultado de los indicadores de estado y calidad del servicio.

En el cuadro siguiente se recogen los aspectos básicos de estas concesiones.

Finalmente, en el mapa de carreteras adjunto se han señalado con simbología diferente las autopistas de peaje explícito estatales y autonómicas, así como también, con distintos colores, las autopistas de peaje sombra estatales y autonómicas.

Cuadro 4. Datos generales de las Concesiones de Autovías de la Red de Carreteras del Estado (M^o de Fomento)

Nº	Ente concedente	Denominación Autovía	Sociedad Concesionaria	Tramo Concedido	Longitud del Tramo (Km)	Fecha de Adjudicación	Fecha de Finalización	Años de Concesión
1	M. Fomento	A-1	Autovía del Arlanzón, S.A.	Santo Tomé del Puerto - Burgos (PK 101,0 a PK 247,0)	146,00	15-nov-07	26-dic-26	19
2	M. Fomento	A-2	Autovía de Aragón-Tramo 1, S.A.	Madrid - Conexión R-2 (PK 5,9 A PK 62,0)	56,10	6-nov-07	26-dic-26	19
3	M. Fomento	A-2	Sociedad Concesionaria A2, Tramo 2, S.A.	Conexión R-2 - L.Prov. Soria/Guadalajara (PK 62,0 a PK 139,5)	77,50	7-nov-07	26-dic-26	19
4	M. Fomento	A-2	Autovía de Medinaceli-Calatayud, S.C.E.S.A.	L.Prov. Soria/Guadalajara - Calatayud (PK 139,5 a PK 232,8)	93,30	19-oct-07	20-dic-26	19
5	M. Fomento	A-2	Autovía de Aragón, S.C.S.A.	Calatayud - Alfajarín (PK 232,8 a PK 340,0)	107,20	19-oct-07	3-dic-26	19
6	M. Fomento	A-3 y A-31	Autovía Conquense, S.A.	I.Prov Madrid/Cuenca - I.Prov Cuenca/Albacete	136,60	15-nov-07	26-dic-26	19
7	M. Fomento	A-4	S.C. Autovía A-4 Madrid, S.A.	Madrid - Conexión R-4 (PK 3,78 a PK 67,5)	63,70	15-nov-07	27-dic-26	19
8	M. Fomento	A-4	Autopista de la Mancha, C.E.S.A.	Puerto Lápice - L.Prov ciudad Real/Jaén (PK 138,0 a PK 245,0)	107,00	15-nov-07	27-dic-26	19
9	M. Fomento	A-31	Autovía de los Llanos, S.A.	L.Prov Cuenca/Albacete - Bonete (PK 29,8 a PK 124,0)	94,20	7-nov-07	20-dic-26	19
10	M. Fomento	A-31	Viarío A-31, S.A.	Bonete - Alicante (PK 124,0 a PK 235,4)	111,40	6-nov-07	27-dic-26	19
11	M. Fomento	A-66	Autovía de la Plata, S.A.	Benavente-Zamora	49,00	18-sep-12	14-dic-42	40
TOTAL KILÓMETROS DE AUTOVÍAS CONCEDIDAS					1042,00			



Cuadro 5. Mapa de España de las autovías de peaje sombra

8. Empresas concesionarias y accionistas

Para la presentación en las licitaciones de los contratos de concesión, se han formado grupos empresariales, normalmente liderados por alguna de las grandes empresas constructoras españolas. El grupo que gana el concurso constituye a posteriori una empresa concesionaria sobre la que recaen los derechos y obligaciones que dimanán de la adjudicación del concurso. Para cada concesión se suele constituir una empresa.

En las concesiones de peaje sombra, en la mayoría de los casos, las grandes empresas constructoras son los accionistas mayoritarios. En general, también, pequeñas empresas locales, normalmente constructoras medianas o pequeñas, completan el accionariado. Su porcentaje de capital se suele situar entre el 20%-25%.

Son excepciones a esta regla:

- Trados-45, S.A. cuyos accionistas al 50% son la concesionaria Abertis y la aseguradora AXA
- Autovía del Camino, S.A. Donde los fondos de inversiones del Deutsche Bank (80%) y la Caixa (10,91%) son los mayoritarios, acompañados por la concesionaria Globalvía (9,09%), actualmente en manos de los fondos USS, OPTrust y PGM.

- Alto de Santo Domingo-O'Carballino donde la Xunta de Galicia es la titular de la concesión a través de la Sociedad Pública de Inversiones de Galicia S.A. propietaria del 100% de las acciones. Los principales grupos concesionarios son
- El grupo Sacyr es accionista mayoritario en cinco concesiones
- Iridium (Concesionaria del grupo ACS) es también accionista mayoritario en cinco concesiones
- El grupo Cedinsa formado por FCC (34%), Comsa (22%), Copisa (22%) y Copcisa (22%) es titular de de cuatro concesiones en Cataluña.
- De este grupo, Globalvía es titular de Concesiones de Madrid S.A.U. y de la Ruta de los pantanos S.A.U. y del 50% de Madrid 407, Sociedad Concesionaria
- Finalmente, Obras y Servicios Copasa, S.A. es accionista mayoritario de tres concesiones en Galicia

En el cuadro siguiente se recogen para las concesiones autonómicas el nombre de la sociedad concesionaria de cada tramo concedido, así como sus accionistas y su participación accionarial.

En las concesiones estatales de las "autovías de primera generación" las concesionarias son más homogéneas en cuanto a la composición del accionariado dado que, como

Cuadro 6. Accionariado de las Sociedades Concesionarias			
Nº	Denominación Autovía	Sociedad Concesionaria	Accionista Principal
1	M-45	Trados-45, S.A.	Abertis (50%) y Finavías, Grupo AXA (50%)
2	M-45	Euroglosa 45, Concesionaria de la Comunidad de Madrid, S.A.	Euroconcesiones SL (Grupo OHL)
3	M-45	Concesiones de Madrid S.A.U.	Globalvía Inversiones S.A.U. (Grupo FCC)
4	RM-15	Autovía del Noroeste concesionaria de la C.A. de la Región de Murcia, S.A.	Autovías de peaje sombra, S.A. (Grupo Sacyr)
5	M-501	Ruta de los Pantanos S.A.U.	Globalvía Inversiones S.A.U. (Grupo FCC)
6	A-12	Autovía del Camino, S.A.	Infraestructure Panther BV 1, (Fondo de infraestructuras del Deutsche Bank) (80%), Hiscan Patrimonio (Criteria Caixa) (10,91), Globalvia Inversiones SAU (9,09)
7	Ma-15	Ctra Palma-Manacor Concesionaria del Consell Insular de Mallorca, S.A.	Sacyr Concesiones, S.L. (40%), Melchor Mascaró, S.A. (35%), Matís Arrom Babiloni, S.L. (10%), Aglomerados Mallorca, S.A. (10%), Obras y Pavimentos Man, S.A. (5%)
8	CM-42	Autovía de los Viñedos S.A.	Acciona, Esconcessions Spain Holding B.V.
9	CM-42	Autovía de la Mancha, S.A.	Iridium-(Cyopsa-Sisocia)
10	C-16	Cedinsa Eix Llobregat Concessionària	FCC (34%), Comsa (22%), Copisa (22%), Copcisa (22%)
11	C-731	Ibisan Sociedad Concesionaria S.A.	Enrique Ortiz e Hijos Contratistas de Obras S.A. (50%), FCC Construcción S.A. (50%)
12	AG-53/54	Alto de Santo Domingo - O Carballiño	Xunta de Galicia
13		Accesos a Ibiza S.A.	Ortiz Construcciones y Proyectos S.A. (50%), Matias Arrom Babiloni S.L. (50%)
14	AG-56	Conceionaria Santiago Brión S.A.	Iridium (70%), Extraco (15%), Francisco Gómez (15%)
15	CV-35/CV-50	Autovía del Turia Concesionaria de la Generalitat Valenciana S.A.	Autovías de peaje sombra, S.A. (Grupo Sacyr) (89%), Secopsa Construcción S.A. (10%), Construcciones Nagares S.L. (1%)
16	AS-II/AS-17	Viastrur Concesionaria del Principado de Asturias, S.A.	Sacyr Concesiones S.L. (70%), Sanchez y Lago S.L. (30%)
17	AG-41	Autoestrada do Salnés, Sociedad Concesionaria da Xunta de Galicia S.A.	Obras y Servicios Copasa (40%), Puentes y Calzadas Grupo de Empresas S.A. (30%), NCG Corporación Industrial, S.L. (30%)
18	M-407	Madrid 407, Sociedad Concesionaria, S.A.	Globalvía Inversiones S.A.U. (Grupo FCC) (50%), Construcciones Sarrión (50%)
19	C-35	Cedinsa d'Aro Concessionària	FCC (34%), Comsa (22%), Copisa (22%), Copcisa (22%)
20	C-14	Reus Alcover Concessionària de la Generalitat de Catalunya S.A.	CAT (100%)
21	ARA-A1	Puente del Ebro S.A.	Acciona S.A. (50%), Arascón Vías y Obras S.A. (25%), Bruesa Construcción S.A. (25%)
22	C-17	Cedinsa Ter Concessionària	FCC (34%), Comsa (22%), Copisa (22%), Copcisa (22%)
23	AG-11	Autovía de Barbanza, Concesionaria de la Xunta de Galia, S.A.	Sacyr Concesiones S.L. (90%), NGC Corporación Industrial S.L.U. (10%)
24	A-601	Autovía de los Pinares, S.A.	Iridium, Cyopsa-Sisocia, Caja España
25	A-601	Autovía del Eresma, S.A.	Sacyr Concesiones S.L. (80%), Río de los Ausines S.L. (20%)FCC (34%), Comsa (22%), Copisa (22%), Copcisa (22%)
26	C-25	Cedinsa Eix Transversal Concessionària	FCC (34%), Comsa (22%), Copisa (22%), Copcisa (22%)
27	C-15/C-37	Eix Diagonal Concessionària de la Generalitat de Catalunya S.A.	Iridium (70%), CAT (30%)
28	AG-31	Autoestrada Ourense Celanova Sociedad Concesionaria da Xunta de Galicia S.A.	Obras y Servicios Copasa (70%), Extraco Construcciones e Proyectos S.A. (30%)
29	A-21	Autovía del Pirineo, S.A.	Iridium Concesiones de infraestructuras S.A. (72%), Construcciones Mariezcurrena S.L. (20%), Construcciones Luciano Elcarte S.L. (8%)
30	AG-55	Autoestrada Costa da Morte, Concesionaria da Xunta de Galicia S.A.	Obras y Servicios Copasa (40%), Construcciones Taboada y Ramos S.L. (20%), Construcciones, Obras y Viales S.A. (20%), CRC Obras y Servicios S.L. (20%)

Cuadro 7. Accionariado de las Sociedades Concesionarias del Estado en peaje sombra

Nº	Denominación Autovía	Sociedad Concesionaria	Accionista Principal
1	A-1	Autovía del Arlanzón, S.A.	EUROPISTAS (95%) (actualmente SACYR VALLEHERMOSO (50%) Y MARGUERITE SILVER, B.V. (45%)), VALORIZA (5%)
2	A-2	Autovía de Aragón-Tramo 1, S.A.	GRUPO ACCIONA, S.A. (100%) OHL CONCESIONES, S.L. (45%), OHL, S.A. (25%) ELSAN-PACSA, S.A. (25%), TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPESA) (5%)
3	A-2	Sociedad Concesionaria A2, Tramo 2, S.A.	IRIDIUM CONCESIONES DE INFRAESTRUCTURAS, S.A. (35%), DRAGADOS, S.A. (30%), IMESAPI, S.A. (30%), INTECSA-INARSA, S.A. (5%)
4	A-2	Autovía de Medinaceli-Calatayud, S.C.E.S.A.	GRUPO FERROVIAL, S.A. (15%), GRUPISA INFRAESTRUCTURAS, S.A. (60%), FERROVIAL AGROMÁN, S.A. (25%)
5	A-2	Autovía de Aragón, S.C.S.A.	FCC CONSTRUCCIÓN, S.A. (70%), MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A. (MATINSA) (25%), PROYECTOS Y SERVICIOS, S.A. (PROSER) (5%)
6	A-3 y A-31	Autovía Conquense, S.A.S.C.	ISOLUX CORSÁN CONCESIONES, S.A. (48,75%)*, ELSAMEX, S.A. (46,25%), ESTUDIOS Y SERVICIOS, S.A. (EYSER) (2,5%), GRUSAMAR INGENIERÍA Y CONSULTING, S.L. (2,5%)
7	A-4	Autovía A-4 Madrid, S.A.	ALDESA CONSTRUCCIONES, S.A. (23,5%), AZVI, S.A. (23,5%), SANDO CONCESIONES, S.A. (23,5%), ALVAC, S.A. (23,5%), INFORMES Y PROYECTOS, S.A. (INYPESA) (6%)
8	A-4	Autopista de la Mancha, C.E.S.A.	CONSTRUCCIONES SARRIÓN, S.A. (40%), CYOPSA-SISOCIA, S.A. (40%), GETINSA INGENIERÍA, S.L. (12,5%), VISEVER, S.L. (7,5%)
9	A-31	Autovía de los Llanos, S.A.	ORTIZ CONSTRUCCIONES Y PROYECTOS, S.A. (21%), INFRAESTRUCTURAS TERRESTRES, S.A. (INTERSA), 21%), CONSTRUCCIONES RUBAU, S.A. (19%), ARASCÓN VÍAS Y OBRAS, S.A. (17%), VELASCO OBRAS Y SERVICIOS, S.A. (17%), INOCSA INGENIERÍA, S.L. (5%)
10	A-31	Viarío A-31, S.A.	MERIDIAM INFRASTRUCTURE FINANCE S.A.R.L. (50%) CINTRA INFRAESTRUCTURAS, S.A. (25%) ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A. (25%)
11	A-66*	Autovía de la Plata, S.A.	ENRIQUE ORTIZ E HIJOS CONTRATISTAS DE OBRAS S.A. (50%), FCC CONSTRUCCIÓN S.A. (50%)

*El grupo Isolux se encontraban en 2015 en un proceso de venta de ISOLUX INFRASTRUCTURE al fondo de pensiones canadiense PSP

se ha precisado anteriormente, se exigía una composición concreta. Además por el hecho de convocarse y adjudicarse los concursos prácticamente a la vez, las 10 adjudicaciones recayeron sobre grupos distintos: siete de los concursos se adjudicaron a las grandes empresas constructoras y tres a grupos de empresas constructoras medianas. Las empresas consultoras acompañaron en el concurso con una participación de alrededor del 5% del capital social de las concesionarias.

En el cuadro siguiente se recogen para las concesiones autonómicas el nombre de la sociedad concesionaria de cada tramo concedido, así como sus accionistas y su participación accionarial.

9. Inversión y Recursos movilizados

Para la construcción de estas autovías las empresas concesionarias han constituido empresas con el capital necesario para movilizar los recursos precisos para el cumplimiento de sus obligaciones contractuales. Así, el capital social de estas empresas debe cumplir las exigencias contractuales, fijadas entre un 10% y un 20% de la inversión.

El resto de los recursos suelen obtenerse mediante préstamos a largo plazo concedidos por entidades financieras. Los contratos para obtener estos préstamos, a veces, exigen una proporción de capital mayor o de recursos propios superior a la requerida por contrato.

En la tabla siguiente se recogen las inversiones realizadas por las distintas sociedades concesionarias en el desarrollo de las concesiones de peaje sombra autonómicas, la situación actual de amortización contable de esas inversiones, los recursos ajenos movilizados y el porcentaje que representan sobre la inversión. (Datos a 31 de diciembre de 2014).

Del análisis de los datos se pueden sacar las siguientes conclusiones:

La inversión media por concesión es de 5.01 M€ (5643,7 M€/1126,3 km=)

La amortización media es del 12,6% de la inversión. Suponiendo un punto medio de adjudicación en el año 2004, una concesión media de 33 años y contamos 3 años gastados en la construcción, al finalizar el año 2014 se habría consumido 7/30 un 23% del periodo útil de amortización. Si la amortización fuera lineal se estaría claramente por debajo, pero parte de esta amortización se efectúa en función del tráfico que se supone creciente con el tiempo.

La deuda viva actual es elevada y supone todavía un 67,7% de la inversión; si suponemos que el 20% de la inversión se ha financiado con fondos propios, la deuda actual-

Cuadro 8. Datos de inversión de cada Sociedad Concesionaria (a 31 de diciembre de 2013)

Nº	Denominación Autovía	Sociedad Concesionaria	Longitud del Tramo (km)	Fecha de Adjudicación	Años de Concesión	Inversión en Autovía (M€)	Amortización acumulada	% s/inversión	Deuda Viva	% s/inversión
1	M-45	Trados-45, S.A.	14,460	24-sep.-98	31	238,9	73,8	30,9%	134,1	56,1%
2	M-45	Euroglosa 45, Concesionaria de la Comunidad de Madrid, S.A.	8,300	29-oct.-98	29	95,8	37,6	39,3%	99,8	104,2%
3	M-45	Concesiones de Madrid S.A.U.	14,100	29-oct.-98	31	244,4	53,5	21,9%	172,7	70,7%
4	RM-15	Autovía del Noroeste concesionaria de la C.A. de la Región de Murcia, S.A.	62,500	6-jul.-99	27	71,2	18,4	25,9%	40,6	57,1%
5	M-501	Ruta de los Pantanos S.A.U.	21,800	23-nov.-99	25	110,8	46,8	42,2%	60,1	54,2%
6	A-12	Autovía del Camino, S.A.	70,313	2-jul.-02	de 15 a 30	400,0	12,5	3,1%	331,3	82,8%
7	Ma-15	Ctra Palma-Manacor Concesionaria del Consell Insular de Mallorca, S.A.	45,200	3-may.-04	38	127,1	30,8	24,2%	73,8	58,1%
8	CM-42	Autovía de los Viñedos S.A.	74,452	17-ene.-03	30	205,6	49,6	24,1%	170,7	83,0%
9	CM-42	Autovía de la Mancha, S.A.	52,248	8-abr.-03	30	153,2	32,6	21,3%	110,0	71,8%
10	C-16	Cedinsa Eix Llobregat Concessionària	39,800	21-oct.-03	30	310,5	53,1	17,1%	200,5	64,6%
11	C-731	Ibisan Sociedad Concesionaria S.A.	25,000	1-ene.-05	25	106,6	30,9	29,0%	71,3	66,9%
12	AG-53/54	Alto de Santo Domingo - O Carballiño	36,670	24-abr.-03	54	199,3	13,2	6,6%	141,3	70,9%
13		Accesos a Ibiza S.A.	7,053	10-jun.-05	25	90,1	25,6	28,4%	57,4	63,7%
14	AG-56	Conceionaria Santiago Brión S.A.	12,580	13-jun.-05	30	59,0	14,8	25,0%	38,4	65,0%
15	CV-35/CV-50	Autovía del Turia Concesionaria de la Generalitat Valenciana S.A.	53,195	22-jun.-05	37	224,8	25,7	11,4%	159,5	70,9%
16	AS-II/AS-17	Viastrur Concesionaria del Principado de Asturias, S.A.	23,790	9-ago.-05	30	144,8	26,4	18,2%	112,8	77,9%
17	AG-41	Autoestrada do Salnés, Sociedad Concesionaria da Xunta de Galicia S.A.	18,950	16-sep.-05	30	43,3	4,5	10,3%	26,2	60,5%
18	M-407	Madrid 407, Sociedad Concesionaria, S.A.	11,580	3-oct.-05	30	91,1	10,9	12,0%	65,1	71,4%
19	C-35	Cedinsa d'Aro Concessionària	27,700	7-oct.-05	30	79,1	11,9	15,0%	41,3	52,2%
20	C-14	Reus Alcover Concessionària de la Generalitat de Catalunya S.A.	10,200	23-dic.-05	33	69,3	9,4	13,6%	33,8	48,8%
21	ARA-A1	Puente del Ebro S.A.	7,100	31-dic.-05	30	58,2	9,6	16,5%	58,1	99,8%
22	C-17	Cedinsa Ter Concessionària	48,800	9-feb.-06	33	333,0	14,4	4,3%	221,8	66,6%
23	AG-11	Autovía de Barbanza, Concesionaria de la Xunta de Galia, S.A.	40,005	13-may.-06	30	109,5	13,4	12,2%	93,2	85,1%
24	A-601	Autovía de los Pinares, S.A.	43,500	28-jun.-06	35	79,0	11,0	13,9%	83,9	106,2%
25	A-601	Autovía del Eresma, S.A.	48,790	23-mar.-06	35	89,1	6,3	7,1%	88,9	99,8%
26	C-25	Cedinsa Eix Transversal Concessionària	151,000	22-jun.-07	33	874,2	14,4	1,6%	436,2	49,9%
27	C-15/C-37	Eix Diagonal Concessionària de la Generalitat de Catalunya S.A.	65,700	28-ene.-09	33	405,3	19,2	4,7%	239,8	59,2%
28	AG-31	Autoestrada Ourense Celanova Sociedad Concesionaria da Xunta de Galicia S.A.	18,744	19-may.-09	31	88,9	4,5	5,1%	48,4	54,4%
29	A-21	Autovía del Pirineo, S.A.	45,421	1-ago.-09	30	405,3	8,5	4,0%	148,0	69,5%
30	AG-55	Autoestrada Costa da Morte, Concesionaria da Xunta de Galicia S.A.	27,370	10-jun.-11	27	136,5	0,0	0,0%	0,0	0,0%
			1126,321			5643,7	683,1	12,8%	3559,0	66,6%
			Coste medio por km			5,01				

Cuadro 9. Datos de inversión de cada Sociedad Concesionaria (a 31 de diciembre de 2013)

Nº	Denominación Autovía	Sociedad Concesionaria	Longitud del Tramo (km)	Fecha de Adjudicación	Años de Concesión	Inversión en Autovía (M€)	Capital Social	% s/inversión
1	A-1	Autovía del Arlanzón, S.A.	146,000	15-nov.-07	19	207,52	23,7	11,4%
2	A-2	Autovía de Aragón-Tramo 1, S.A.	56,100	6-nov.-07	19	159,49	42,6	26,7%
3	A-2	Sociedad Concesionaria A2, Tramo 2, S.A.	77,500	7-nov.-07	19	140,02	14,8	10,6%
4	A-2	Autovía de Medinaceli-Calatayud, S.C.E.S.A	93,300	19-oct.-07	19	164,61	18,3	11,1%
5	A-2	Autovía de Aragón, S.C.S.A.	107,200	19-oct.-07	19	195,73	18,9	9,7%
6	A-3 y A-31	Autovía Conquense, S.A.	136,600	15-nov.-07	19	120,62	12,2	10,1%
7	A-4	S.C. Autovía A-4 Madrid, S.A.	63,700	15-nov.-07	19	87,58	9,4	10,7%
8	A-4	Autopista de la Mancha, C.E.S.A.	107,000	15-nov.-07	19	173,16	30,1	17,4%
9	A-31	Autovía de los Llanos, S.A.	94,200	7-nov.-07	19	107,06	10	9,3%
10	A-31	Viario A-31, S.A.	111,400	6-nov.-07	19	97,58	10	10,2%
11	A-66	Autovía de la Plata, S.A.	49,000	18-sep.-12	40	179,00	38,5	21,5%
			1042,000			1632,4	228,5	0,0%

NOTA: Excepto la A-66, el resto de concesiones de autovías del Ministerio de Fomento son del tipo "Brownfield", por lo que la inversión inicial no se dedicó a nueva construcción, sino a obras de acondicionamiento y reforma.

mente amortizada sería del 12,3% similar a su amortización contable.

En lo que se refiere a las autopistas de concesión estatal, en el cuadro siguiente se recogen las inversiones realizadas por las distintas sociedades concesionarias en el desarrollo de las concesiones de peaje, los capitales sociales desembolsados y el porcentaje que representan sobre la inversión. (Datos a 31 de diciembre de 2014).

10. Datos de explotación

Los datos del tráfico soportado por las autovías de las comunidades autónomas para el ejercicio 2013 se recogen en el cuadro siguiente. Como puede verse las diferencias son importantes entre los más de 70 000 veh/día en la M-45 a valores inferiores a 10 000 veh/día en seis de las autovías. El valor medio se sitúa en 16 315 Veh/día.

Cuadro 10. Datos de tráfico de las autovías de peaje sombra (a 31 de diciembre de 2013)

Nº	Denominación Autovía	Tramo Concedido	Tráfico (I.M.D.)		
			Ligero	Pesado	Total
1	M-45	M- 45 tramo II: Eje O'Donnell a N-IV	52 394	6600	58 994
2	M-45	M- 45 tramo III: N-IV a M-40	68 950	6709	75 659
3	M-45	M- 45 tramo I: N-II a Eje O'Donnell	60 208	12 795	73 003
4	RM-15	Autovía del Noroeste a Rio Mula	8870	1397	10 267
5	M-501	Ruta de los pantanos: M-40 a Quijorna (M-522)	35 289	1432	36 721
6	A-12	Autovía del Camino: Pamplona a Logroño	11 420	1350	12 770
7	Ma-15	Palma a Manacor	18 833	1455	20 288
8	CM-42	Toledo (PK 0+000) a Consuegra (PK 52+248)	4741	1008	5749
9	CM-42	Consuegra (PK 25+248) a Tomelloso (PK 126+700)	7726	1139	8865
10	C-16	C-16 tramo Sant Fruitós a Berga	17 674	1073	18 747
11	C-731	Ibiza a San Antonio	31 025	1499	32 524
12	AG-53/54	Alto de Santo Domingo - O Carballiño	7187	508	7695
13		Acceso al Aeropuerto de Ibiza	Sin Datos de tráfico		
14	AG-56	Autovía de Santiago a Brión	Sin Datos de tráfico		
15	CV-35/CV-50	Valencia a Ademuz	32 905	1647	34 552
16	AS-II/AS-17	Oviedo a Porceyo (AS-II) Y Lugones a Bobes (AS-17)	19 436	1764	21 200
17	AG-41	Autovía do Salnés: Curro a Sanxenxo	12 804	754	13 558
18	M-407	Fuenlabrada (M-506) a Griñon (M-404)	28 047	1293	29 340
19	C-35	Maçanet a Platja d'Aro	23 606	1159	24 765
20	C-14	Reus a Alcover	20 690	2862	23 552

Nº	Denominación Autovía	Tramo Concedido	Tráfico (I.M.D.)		
			Ligero	Pesado	Total
21	ARA-A1	Villafranca a El Burgo de Ebro	2161	875	3036
22	C-17	C-17 tramo Centelles a Ripoll	21 197	2041	23 238
23	AG-11	Padrón a Ribeira	11 261	790	12 051
24	A-601	Intersección con CL-600 a Acceso sur de Cuéllar (SG-205)	6915	644	7559
25	A-601	Acceso sur de Cuéllar (SG-205) a intersección con CL-603	5730	830	6560
26	C-25	C-25 tramo Cervera a Caldes de Malavella	9074	2869	11 943
27	C-15/C-37	Eix Diagonal	11 596	1235	12 831
28	AG-31	Autovía Ourense a Celanova	3756	175	3931
29	A-21	Autovía del Pirineo: Yesa a límite de la provincia Zaragoza	6823	371	7194
30	AG-55	Enlace Carballo a Enlace Santa Irene	En construcción		
IMD del conjunto de las autovías			15 618	1773	17 391

En el cuadro siguiente se dan los tráficos de las autovías del Estado de los años 2013 y 2014. Las Autovías A-2 y A-4 en las cercanías de Madrid son las que soportan el tráfico mas elevado. El valor medio en estas autovías se sitúa alrededor de 30 000 veh/día, el doble aproximadamente que en las autovías de las Comunidades Autónomas.

Existen un total de 41 concesiones, de las que 11 corresponden al Estado y 30 a diversas Comunidades Autonómicas. En su conjunto tienen una longitud de 2162,65 kilómetros. Una cantidad muy significativa dentro de las vías de alta capacidad existentes en España.

En primer lugar, debe de comentarse que estas conclusiones se van a referir a los datos correspondientes al 31 de diciembre del año 2013 para poder unificar los obtenidos. Viendo los datos referidos al tráfico existente en dichas vías, se puede establecer una división en tres grupos.

- Grupo I: Más de 50.000 vehículos de IMD.
- Grupo II: Entre 20.000 y 50.000 vehículos de IMD.
- Grupo III: Menos de 20.000 vehículos de IMD.

Grupo I: Más de 50 000 vehículos de IMD.

1. Estado: Tramo I de la A-2 102 876
2. Estado: Tramo I de la A-4 76 322
3. CM: Tramo III de la M-45 75 659
4. CM: Tramo I de la M-45 73 003
5. CM: Tramo II de la M-45 58 994

Todas ellas en la zona de influencia de la capital. Tres corresponden a un anillo a la Capital y las otras a dos de las salidas que cuentan con más tráfico, y con mucha zona industrial. Con un tráfico tan elevado, se hacen difícil las labores de mantenimiento, que se deberán de realizar en horarios nocturnos, excepto las urgentes, y en meses de verano las de mayor duración.

Grupo II: Entre 20 000 y 50 000 vehículos de IMD.

6. CM: M-501, Ruta de los Pantanos 36 721
7. CV: CV-35/CV-50 Valencia a Ademuz 34 552
8. CM: M-407, Fuenlabrada a Griñón 29 340
9. Estado: Tramo de la A-2 27 755
10. Estado: Viario de la A-31 26 735
11. C: Maçanet a Platja d'Aro 24 765

Nº	Denominación Autovía	Sociedad Concesionaria	Tráfico ligero (I.M.D.)			Tráfico Pesado (I.M.D.)			Tráfico Total (I.M.D.)		
			2014	2013	% Variac.	2014	2013	% Variac.	2014	2013	% Variac.
1	A-1	Autovía del Arlanzón, S.A.	16 937	18 360	-7,7	4256	4431	-4,0	21 193	22 791	-7,0
2	A-2	Autovía de Aragón-Tramo 1, S.A.	93 052	92 383	0,7	11 369	10 493	8,4	104 421	102 876	1,5
3	A-2	Sociedad Concesionaria A2, Tramo 2, S.A.	13 888	13 618	2,0	5596	5218	7,2	19 484	18 836	3,4
4	A-2	Autovía de Medinaceli-Calatayud, S.C.E.S.A.	8784	8545	2,8	4319	3999	8,0	13 103	12 544	4,5
5	A-2	Autovía de Aragón, S.C.S.A.	22 464	21 973	2,2	6097	5782	5,5	28 561	27 755	2,9
6	A-3 y A-31	Autovía Conquense, S.A.	17 782	17 426	2,0	2940	2 817	4,4	20 722	20 243	2,4
7	A-4	S.C. Autovía A-4 Madrid, S.A.	67 745	66 998	1,1	9593	9323	2,9	77 338	76 322	1,3
8	A-4	Autopista de la Mancha, C.E.S.A.	15 936	15 588	2,2	5298	5134	3,2	21 233	20 722	2,5
9	A-31	Autovía de los Llanos, S.A.	19 238	19 211	0,1	3264	3170	2,9	22 502	22 382	0,5
10	A-31	Viario A-31, S.A.	22 727	22 498	1,0	4217	4237	-0,5	26 944	26 735	0,8
11	A-66	Autovía de la Plata, S.A.	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			25 016	24 928	6,5	5153	4976	38,0	30 168	29 904	12,8

12. C: Reus a Alcover	23 552
13. C: C-17, Centelles a Ripoll	23 238
14. Estado: Autovía del Arlanzón	22 791
15. Estado: Autovía de los Llanos	22 382
16. AS: AS11/AS17	21 200
17. Estado: Autovía de la Mancha	20 722
18. PM: Palma a Manacor	20 288
19. Estado: Autovía Conquense	20 243

En este grupo, seis concesiones pertenecen al Estado y ocho a CCAA. Unen vías principales en ciudades importantes, donde se tiene tráfico para poder llegar a esas cifras de IMD. Con el volumen que soportan es relativamente más fácil llevar a cabo su explotación que en el grupo anterior.

Grupo III: Menos de 20 000 vehículos de IMD.

20. Estado: A-2 otro tramo	18 836
21. C: C-16, Sant Fruitos a Berga	18 747
22. G: Autovía de Salnés	13 558
23. C: C-15/C-37 Eix Diagonal	12 831
24. N: Autovía del Camino	12 770
25. Estado: A-2 Madinaceli a Calatayud	12 544
26. G: Padrón a Ribeira	12 051
27. C: C-25, Cervera a Caldes de Malavella	11 943
28. RM: RM-45, Autovía del Noroeste a Mula	10 267
29. CM: Consuegra a Tomelloso	8865
30. CL: CL-600 a Cuellar	7559
31. A: Yesa a límite de Huesca	7194
32. CL: A-601	6560
33. CM: Toledo a Consuegra	5749
34. G: Ourense a Celanova	3931
35. A: Villafranca a El Burgo de Ebro	3036

Aquí ya nos encontramos con solo dos concesiones del Estado y catorce de CCAA. Nueve tienen aún tráficos acordes al dimensionamiento de la vía, más de 10 000 de IMD, pero las siete últimas se encuentran en corredores con poco tráfico que, de momento, no justifican por sí solos la existencia de la autovía.

Merece destacarse que, en lo referente a las concesiones del Estado, disponemos de datos diferenciados de tráficos de ligeros y de pesados. Asimismo, es muy interesante ver que más del 20% del tráfico corresponde a vehículos pesados, en concreto el 20,0% en el año 2013 y el 20,6 en el 2014.

Esas vías necesitan mucho trabajo de mantenimiento, al soportar ese número de vehículos pesados; aunque como se ha señalado anteriormente, se compensa con una tarifa que equivale a 1,4 veces la de ligeros.

11. Evolución económica - financiera de las Sociedades Concesionarias de autovías de peaje en sombra.

La problemática económico financiera de las concesionarias de peaje en sombra es parecida a las de peaje explícito, si bien hay diferencias derivadas de que las primeras cobran el peaje directamente a los usuarios; de que las in-

versiones de peaje en sombra son, en muchos casos, más bajas, especialmente cuando se trata de remodelaciones de las autovías ya existentes; y de que las previsiones de tráfico tienen menos incertidumbre, al no tener que plantearse la distribución del tráfico con la vía de peaje y alternativa libre, etc.

PRIOR, J. (2007), detalló los factores que condicionan la rentabilidad de las autopistas de peaje, y que también es perfectamente aplicable a las concesiones de peaje en sombra, de la siguiente manera.

- Inversión Inicial en proyecto, construcción, expropiaciones, equipos.
- Tráfico inicial y su variación a lo largo del tiempo.
- Tarifas iniciales y sistemas de revisión.
- Gastos financieros, deuda y tipos de interés.
- Plazo de concesión.
- Porcentaje de capital exigido.
- Sistema contable.

En el caso de las sociedades concesionarias de peaje en sombra la inversión inicial ha oscilado entre algo menos de 1 millón de euros por km y 17 millones de euros por km, dependiendo si se trata de simples remodelaciones de autovías existentes o nueva vías, y también del número de carriles y enlaces, de las características del terreno etc. En cualquier caso son inversiones importantes y en algunos casos muy elevadas.

Estas inversiones se han financiado, como siempre, con recursos propios y recursos ajenos. Los porcentajes de capital sobre las inversiones, exigidos en cada caso, oscilan entre el 10 y el 20%, salvo alguna excepción. Quiere esto decir que la parte financiada con deuda alcanza el 80-90% de la inversión. Se trata, de sociedades fuertemente endeudadas y por tanto, con elevados costes financieros y en consecuencia muy sensibles a la evolución de los mercados financieros.

La magnitud de las inversiones de cada sociedad depende, principalmente, del coste del proyecto, del coste de la construcción, incluidos los intereses intercalarios, y de las expropiaciones.

En muchas concesiones, las inversiones iniciales previstas en los pliegos de los concursos han sido superadas al final ampliamente como consecuencia de las modificaciones en los proyectos impuestas por las Administraciones, por el incremento de los valores fijados para las expropiaciones por los jurados y tribunales, y también por otras razones. El resultado ha sido que se han producido desequilibrios concesionales, que afectan al futuro de las sociedades, al exigir mayor cantidad de recursos propios y deuda. En algunos casos se han aprobado modificaciones concesionales, de plazos, tarifas, etc., que, en principio, han debido restablecer este equilibrio.

Por otra parte, muchas de estas concesiones fueron planteadas y licitadas antes de la crisis de 2008, con previsiones de tráfico acordes con el optimismo de unos años

de mucho crecimiento, previendo tráficos iniciales e incrementos anuales futuros muy elevados, que no se han cumplido en los años siguientes, afectándoles de lleno la crisis. Además, las bajas inflaciones han hecho las revisiones de tarifas hayan sido pequeñas. Como consecuencia los ingresos han sido inferiores a los previstos (supuestamente también los gastos). Así ha sucedido en general de 2008 a 2013. Afortunadamente en 2014 y 2015 se ha vuelto a incrementos importantes. De todas formas, el impacto de la crisis en los tráficos ha sido menor en las autovías de peaje en sombra que en las autopistas de peaje, porque en estas últimas se ha producido un desplazamiento hacia la vía alternativa gratuita para los usuarios.

Con respecto a los gastos, sabemos que los financieros son fundamentales en los resultados de las sociedades concesionarias, y también que dependen del volumen de deuda y de las condiciones de la misma.

Estos costes financieros son excepcionalmente cuantiosos en los primeros años de la concesión, cuando la deuda es máxima y los ingresos mínimos, como se detalla en el citado art. de J.Prior. Ya hemos visto que estas sociedades tienen importantes volúmenes de deuda, derivadas de las inversiones iniciales y también a veces de la financiación de las pérdidas de los primeros años. La crisis ha afectado duramente a las condiciones de financiación, ya que la bajada de tipos de interés se ha visto ampliamente compensada por los incrementos de los diferenciales de los préstamos, que han pasado de 50-100 puntos básicos a más de 300 en bastantes casos. Pero sobre todo lo que se ha endurecido enormemente ha sido las condiciones de refinanciación de la deuda, que venía siendo habitual anteriormente y en esos años pasados se ha dificultado mucho.

Resumiendo, la crisis ha afectado mucho a la mayor parte de estas concesiones, tanto por la parte de los ingresos como por los gastos financieros, como también ha ocurrido a las concesiones nuevas de peaje explícito y a muchas otras empresas. En cambio, no ha sucedido así, o el efecto ha sido mucho más suave, en las concesiones maduras, que ya habían superado los periodos negativos iniciales, típicos de las concesiones, descrito detalladamente en el ya varias veces citado artículo.

Todo ello ha llevado a algunas sociedades concesionarias a una situación financiera complicada, que sería muy deseable que se corrigiese en los próximos años.

12. La superación del peaje sombra a través del pago por disponibilidad

Basar la remuneración sólo en el tráfico presenta como importante pega que es una variable apenas controlable por el concesionario. Concretamente, el tráfico puede acusar variaciones muy significativas difícilmente predecibles y,

además, la gestión de la carretera tiene poquísima influencia en ella. Esto transgrede el principio del adecuado reparto de riesgos que debe primar en cualquier concesión, por el que cada parte (sector público y privado) debe asumir los riesgos de aquello que mejor capacidad tenga de gestionar.

Precisamente en los últimos años se han puesto de manifiesto los problemas que acarrea para el sector de las concesiones en España basar el pago en el tráfico. En el caso de las Autovías de Primera Generación del Ministerio de Fomento, varias sociedades concesionarias presentan deterioros en sus balances de cuentas y no disponen de liquidez para acometer mejoras en las carreteras que gestionan.

A este respecto debe advertirse que no hay obligación de que el pago en futuras concesiones se base en el tráfico. De hecho, la Ley de Contratos del Sector Público⁵, simplemente dispone que *“el concesionario tiene como obligación explotar la obra pública, asumiendo el riesgo económico de su gestión con la continuidad y en los términos establecidos en el contrato u ordenados posteriormente.”* *“La retribución por la utilización de la obra podrá ser abonada por la Administración teniendo en cuenta su utilización y en la forma prevista en el pliego de cláusulas administrativas particulares.”* Es decir, en los pliegos de cláusulas administrativas particulares puede fijarse una modalidad basada en la utilización que no dependa del tráfico.

Una forma de hacerlo es acordar un canon fijo que puede verse afectado significativamente por indicadores de calidad del servicio. En esto consiste el denominado *“pago por disponibilidad”*. Este sistema comenzó a utilizarse en el Reino Unido en el año 2000 y actualmente la remuneración de algunas concesiones allí se hace en función de la relación entre la velocidad media y el flujo de tráfico como porcentaje de la capacidad. En España se ha empezado ya a utilizar, tanto por el Ministerio de Fomento en la Concesión de la Autovía de la Plata, como distintas administraciones en Andalucía y el País Vasco (GARCÍA, J. y VASSALLO, J.M. 2012).

No obstante, al parecer, hay inversores que de manera expresa prefieren el riesgo de demanda (asociado naturalmente a una mayor expectativa de rentabilidad). También hay otras formas de mitigar o compartir el riesgo de demanda, distintas a su separación del mecanismo de retribución, como son los ingresos mínimos, o la demanda mínima garantizada (REBOLLO, A. 2013) o el método del mínimo valor presente de los ingresos (DE RUS, ET AL. 2000). Asimismo, subyace la idea de que la retribución en las concesiones debe incentivar la maximización de la utilización de la carretera. Sin embargo, este argumento colisiona con la política general de transporte hacia un reparto modal más sostenible.

En cualquier caso, las claves del éxito en la consolidación del sistema de pago por disponibilidad pasan por puntos similares a los del peaje sombra: adecuado reparto de

⁵ Artículos 246 y 255.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre.

riesgos y adopción de mecanismos para atender al Interés General a lo largo de toda la concesión. En este sentido es fundamental que la formulación de los indicadores calidad se haga sobre la base de variables estimables y gestionables y que los incentivos asociados a ellos tengan repercusiones proporcionadas pero significativas.

Cabe destacar tres principios teóricos que deberían seguirse en la definición de indicadores e incentivos:

1. Los aspectos de la calidad que se evalúen deben estar lo más directamente relacionados que sea posible con el beneficio social.
2. Los incentivos que se introduzcan deben vincularse a los resultados gestionables por la concesionaria, graduándolos en función del beneficio social derivado de ellos.
3. La formulación de los incentivos debe estar orientada a obtener la calidad más eficiente desde el punto de vista económico-social.

Para ello, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones (PÉREZ DE VILLAR, P. 2015):

- Sencillez. Tanto en el número de indicadores como en su formulación. Los indicadores de estado no deben concebirse como una sustitución de la inspección por parte de la Administración o de la gestión sobre la cual debe tener libertad el concesionario. En este sentido, parece razonable que haya sólo entre 5 y 10 indicadores de calidad bien dirigidos.
- Objetividad. Deben basarse en datos indubitados, precisando las fuentes y detallándose la forma de resolver discrepancias.
- Continuidad. La monitorización debe ser frecuente (por lo menos anual) para incentivar la ejecución de medidas.
- Significación estadística. La formulación de los indicadores debe contemplar las incertidumbres de medición y las variaciones aleatorias. Una forma de hacerlo consiste en establecer umbrales de activación de los indicadores en función del universo estadístico.
- Proporcionalidad. Debe evitarse que las correcciones al alza o la baja impliquen detracciones o bonificaciones desmesuradas, que pongan en riesgo la viabilidad económica de la concesión o su improcedencia desde el punto de vista presupuestario (ligado al coste de oportunidad). Una forma de hacerlo consiste en definir un tope económico a cada indicador como proporción del canon abonado; de esa forma queda limitado el riesgo que asumen los concesionarios.

13. Conclusiones

Parece claro que el sistema de financiación a través de concesiones sin pago directo por parte del usuario sigue siendo una herramienta al servicio de la Administración que puede ser positiva si se estructura adecuadamente, pero muy perjudicial si el diseño es incorrecto. A este respecto es fundamental aprovechar lo mejor posible las

ventajas que presenta y adoptar medidas para limitar los posibles inconvenientes.

En este sentido, parecería conveniente establecer un límite a los compromisos presupuestarios destinados al diferido de estas inversiones. Los fondos destinados a este fin por el Ministerio de Fomento suponen alrededor de un tercio del presupuesto de la Dirección General de Carreteras.

Por otro lado, el tráfico no resulta ser una variable idónea para basar el pago en función de ella. El motivo es que puede presentar variaciones significativas difícilmente predecibles sin que la sociedad concesionaria tenga apenas influencia en ello. Como alternativa, existe la posibilidad de fijar el pago en función de determinados aspectos de calidad. Esta es la modalidad denominada "pago por disponibilidad" ya se está aplicando en varios países y también en España. La clave del éxito radica en formular adecuadamente los indicadores de calidad.

14. Referencias

DE RUS, G., ROMERO, M., TRUJILLO, L. "Participación Público Privada en la Construcción y Explotación de Carreteras de Peaje" Informe para la Fundación Fondo para la Investigación Económica y Social. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

GARCÍA, J. y VASSALLO, J.M. (2012) "Nuevo modelo de participación público-privada para las carreteras de España (Proyecto Oasis)". Ponencia presentada en el VI Congreso Nacional de Ingeniería Civil.

GAVILANES, G. (2014) "El futuro de la financiación de carreteras. Una decisión difícil". RUTAS Monográfico N°2-2014 pp. 42-44.

MORERA, J.M. y PRIOR J. (2012) "Las autopistas de peaje en España" ASETA. ISBN: 978-84-615-6082-0.

PRIOR, J. (2013) miembro del Comité de Financiación de la ATC, publicado en la revista Rutas, número 157.

PÉREZ DE VILLAR, P. (2015) "Formulación de incentivos óptimos y viables para la mejora de la seguridad vial en concesiones de carreteras" Tesis Doctoral. U.P.M.

REBOLLO, A. (2013) "PITVI: consideraciones en torno a su financiación (privada) y aplicabilidad de fórmulas CPP" Revista Infra-estructura: actualidad y tendencias de la financiación de infraestructuras, APP y transporte. Número 5. Mayo de 2013. Deloitte.

SAN VICENTE, E. (2002) "El Usuario y la Participación de la Iniciativa Privada," Actas de la XXIV Semana de la Carretera organizadas en Pamplona por la Asociación Española de la Carretera.

VASSALLO, J. M. y PÉREZ DE VILLAR, P. (2010) "Diez años de peaje sombra en España" Revista de obras públicas, 157.

VILANOVA-FALERO, V. "Nuevos modelos de gestión en la conservación de carreteras". Actas de la Jornada de Reflexión y Debate. Aula Carlos Roa. INECO-TIFSA. Depósito Legal del libro: M-27900-2007

Más de 40 años del pavimento de hormigón armado continuo de la Y de Asturias



More Than 40 Years of Continuous Reinforced Concrete Pavement of the Asturias Y

Jesús Díaz Minguela
Director IECA Tecnología

Resumen

Con un elevado tráfico de vehículos que supera los 800 millones (más de 63 millones son pesados) circulando por el pavimento de hormigón armado continuo diseñado en los años setenta, la autopista Oviedo - Gijón - Avilés, más conocida como la Y de Asturias, cumple 40 años de vida útil en perfecto estado de uso.

El mayor coste de construcción frente a otras soluciones de rodadura bituminosa ha quedado absorbido por los mínimos costes de mantenimiento que han hecho que este pavimento de hormigón armado sin juntas transversales haya sido la solución óptima desde el punto de vista económico (con ahorros de hasta 22 millones de euros), social (por la menos afección al tráfico en las mínimas operaciones de mantenimiento) y ambientales (véase las ventajas en el Análisis del Ciclo de Vida).

Abstract

Oviedo-Gijón-Avilés motorway, better known as the Asturias Y, has a high intensity traffic exceeding 800 million vehicles (about 63 million are heavy vehicles). In spite of it was designed in the 1970s, its pavement made of continuous reinforced concrete, is in perfect conditions after 40 year.

The high cost of construction compared to other bituminous solutions has been compensated for the low maintenance costs. By this way, this reinforced concrete pavement has proven to have the best price-quality ratio, in addition to being the best solution from an economic (saving up to 22 million Euros), social (very low number of required maintenance operations) and environmental (higher advantages in the life-cycle analysis) point of view.

1. Introducción

Ya se ha cumplido el 40 aniversario desde la apertura al tráfico del pavimento de hormigón armado de la autopista Oviedo - Gijón - Avilés, más conocida como la Y de Asturias, cuando en los años setenta un intrépido grupo de ingenieros proyectó y construyó la primera autopista de hormigón armado continuo de España, y casi de Europa, pues sólo en Bélgica se había construido alguna.

Este innovador proyecto ha resultado un éxito pues, a pesar de su mayor coste inicial (valorable entre un 10 y un 25 % superior a las actuales secciones bituminosas), su reducido coste de mantenimiento y conservación hace que esta alternativa sea la más adecuada de las soluciones posibles, suponiendo un ahorro total a los 40 años del 30 al 45 % (es decir, entre 15 y 22 millones de euros) como se ha demostrado. La vía se ha mantenido en perfectas condiciones de uso durante estos 40 años, requiriendo únicamente inversiones y reparaciones locales muy reducidas, con una mínima afección al voluminoso tráfico que circula por ella (casi 55 000 vehículos de IMD con un 8 % de pesados).

Con el fin de celebrar este 40 aniversario de la Y de Asturias, el Ministerio de Fomento y el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA) han organizado una Jornada técnica en Oviedo el pasado 14 de junio. En dicha Jornada, además de participar destacados ingenieros que intervinieron en su construcción y conservación, como Ignacio García-Arango, Javier Uriarte, Gustavo Soto o Rufino Cano y otros, como el Jefe de la Demarcación o el Director General de Carreteras, se presentaron las diferentes innovaciones que han ido surgiendo en este tipo de pavimentos.

2. Características de la autopista Y de Asturias

Con una longitud de 43 km y una sección transversal formada por dos calzadas de 12 m de plataforma (dos carriles de 3,75 m y arcenes de 1,50 y 3,00 m), la autopista soporta un intenso tráfico pesado que la sitúa en la categoría T0 de la normativa española (según tramos). Para aliviar en parte esta intensidad de tráfico, se construyeron 5136 m

de un tercer carril entre Serin y el Alto de Robledo en 1990. En los pavimentos de ambas calzadas se suprimen las juntas transversales (típicas de los pavimentos de hormigón en masa).

El pavimento inicialmente se diseñó para una vida útil de 30 años, aunque en la actualidad haya cumplido los 40 en perfecto estado de uso. El firme está formado por un pavimento de 22 cm de hormigón armado continuo sobre 16 cm de gravacemento y una sub-base de 20 cm de material granular. La armadura longitudinal son barras Φ 18 colocadas cada 14 cm, cosidas por barras transversales Φ 12 dispuestas cada 70 cm oblicuas a 60°. Para la construcción del carril adicional se dispuso la misma sección de hormigón, pero se cambió el armado para adaptarse a los diámetros comerciales, disponiéndose redondos Φ 16 cada 11 cm longitudinalmente y Φ 10 cada 80 cm transversalmente. El armado se coloca 7 cm por debajo de la rasante para coser las finas fisuras que aparecen en este tipo de pavimento, fruto de la retracción hidráulica y térmica del hormigón. Si bien surgieron inicialmente a una distancia media de 2,03 m (variable entre 1,19 y 2,60 m) con una abertura media de 0,311 mm, no se ha observado un deterioro significativo posterior (ni correlacionable con las diferentes cuantías de refuerzo utilizadas: 0,847 % - 0,73 %).

El hormigón con el que se construyó el pavimento se fabricó con 350 kg/m³ de cemento portland con escorias y una relación agua-cemento de 0,47. En el carril adicional se dosificaron 380 kg/m³ de un cemento especial para carreteras tipo V (con 50 % de cenizas de central térmica) con una relación agua-cemento de 0,44. El empleo de un magnífico árido silíceo de la cantera de El Estrellín en Avilés ha evitado pérdida de textura, por lo que la autovía resulta ruidosa; pero sin embargo resulta muy segura al permitir reducir la distancia de frenado y lograr una rápida evacuación del agua de lluvia tan abundante en Asturias (como demuestran los valores posteriormente indicados).

Para las escasas reparaciones realizadas durante el mantenimiento (ninguna operación en los 11 primeros años hasta que se selló la junta longitudinal entre la calzada de hormigón y el arcén exterior bituminoso) se facilitó el suministro de 3 tipos diferentes de hormigones de rápida apertura al tráfico: a las 3-4 horas (suministrado en sacos y fabricado in situ), a 6-12 horas y a las 24 horas (estos suministrados por la central de Gedhosa). En todos ellos se mantienen las siguientes características:

- Empleo de las materias primas disponibles en la zona.
- Mantenimiento de la trabajabilidad adecuada durante más de 60 minutos.
- Reducción de la fisuración y disminución de la retracción (baja relación agua/cemento y cuidado muy especial del curado)
- Obtención de la textura final del resto de la autopista.
- Resistencia a compresión superior a 15 MPa para permitir la apertura al tráfico.



Figura 1. Tríptico de la Jornada Técnica que celebró el 40 aniversario de la Y de Asturias



Figura 2. Perspectiva de la Y de Asturias en el nudo de Serín

Las características de estos hormigones y el sistema constructivo de las reparaciones pueden verse en un artículo ya publicado en esta revista RUTAS de mayo-junio 2010.

Por la autopista han circulado unos 800 millones de vehículos en estos 40 años, de los que más de 63 millones han sido vehículos pesados. Los resultados hasta la fecha pueden considerarse excepcionales, sin apenas operaciones de conservación y, en consecuencia, sin afecciones al intenso tráfico y con un mínimo coste. Actualmente se está planificando el ensanche de cada calzada por sendos carriles que discurrirán por la mediana. Estos carriles serían de uso alternativo y selectivo, según el horario, para tráfico comercial o de alta ocupación.

3. ¿Por qué decidieron construir en los años setenta un pavimento de hormigón armado?

Las múltiples ventajas que este tipo de pavimentos tiene podrían haber inclinado la balanza a su favor. ¿Quien conoce realmente todas las ideas que pasaron por la cabeza de los ingenieros que entonces tomaron la decisión de construirlo!, como Enrique Lafuente o Javier Goizueta, así como las de los técnicos que se encargaron de su construcción o han realizado el mantenimiento, como Luis Galguera, Ramón Álvarez-Maqueda, Aniceto García, Miguel Jiménez, Ignacio Trapiella, Francisco García-Mata, Agustín Falcón, Ángel Castro, Javier Uriarte o el mismísimo Ignacio García-Arango o muchos otros que lamentablemente habré omitido (y a los que pido mis disculpas).

Entre las ventajas de estos pavimentos, cabe destacar:

3.1. Ventajas técnicas

- Los pavimentos de hormigón tienen una excelente capacidad estructural para soportar las acciones del tráfico pesado, tanto temporales (caso de los caminos rurales sometidos a acciones locales como la saca de la madera o de un producto agrícola), como continuas, que es el caso de muchas otras vías.

- Reducen la distancia de frenado frente a otras soluciones, lo que se traduce en mayor seguridad para el usuario.
- Permiten fácil y económicamente una gran variedad de texturas. Según la textura elegida, es posible obtener niveles de resistencia al deslizamiento adaptados a cualquier tráfico y condición meteorológica.
- Evitan la aparición de roderas.
- Son capaces de resistir los ataques de carburantes y agentes químicos, por lo que se emplean mayoritariamente en gasolineras y áreas de peaje.
- Es posible reforzar cualquier carretera, incluso de rodadura bituminosa (técnica conocida como whitetopping). El refuerzo se realiza con una capa delgada de 8-12 cm que suele ser de hormigón en masa, armado o con fibras.
- La durabilidad es más elevada que la del resto de soluciones sin apenas mantenimiento, como ha quedado demostrado en esta autopista y en muchas otras. En cualquier caso, conviene recordar que requieren unas condiciones de mantenimiento mínimas y muy reducidas, pero no existe el "mantenimiento cero" tan empleado en nuestro País.

3.2. Ventajas medioambientales

- Se reduce el empleo de áridos de características más exigentes, permitiendo su empleo en otra parte. Las técnicas actuales de pavimento de hormigón extendido en dos capas (con una capa de rodadura muy delgada) o el pavimento funcional compuesto (base de hormigón con una capa delgada de rodadura bituminosa) permiten el empleo de áridos de menor calidad o reciclados en la capa inferior, al no estar sometidos directamente a las acciones del tráfico rodado.
- Permiten capturar CO₂ e incluso otros elementos contaminantes (razón por la que se emplean cementos fotocatalíticos capaces de precipitar en forma de sal lavable los NO_x y SO_x presentes en el aire), contribuyendo así a mejorar el balance de emisiones a lo largo de su vida útil.
- No emiten lixiviados, ni volátiles.
- Reducen el efecto invernadero y contribuyen al enfriamiento global, al disminuir la cantidad de radiación solar absorbida por la superficie de la Tierra. Es evidente las ventajas que tendría para la sociedad si las grandes ciudades dispusieran de calles y plazas con pavimentos claros.
- Es una técnica que permite el empleo de cementos con alto contenido de adiciones. Así se pueden incorporar subproductos industriales como escorias o cenizas volantes, a la vez que se reduce la cantidad de clínker, y se pueden reducir las emisiones durante su fabricación, lo que favorece el cumplimiento de los compromisos de desarrollo sostenible.

- Su elevada durabilidad hace que se evite el consumo de nuevos recursos en los refuerzos, a la vez que se reducen las emisiones de CO₂ debidas a las operaciones de mantenimiento o refuerzo.
- En su puesta en obra se evita la exposición de los operarios a altas temperaturas, gases nocivos y partículas en suspensión.
- El pavimento es reciclable en su totalidad al final de su vida útil, permitiendo una actuación mucho más ecológica y posibilitando el ahorro de áridos naturales al permitir que se empleen de nuevo.
- En conjunto tiene un menor Coste del Análisis del Ciclo de Vida (CACV).

3.3. Ventajas económicas

- Con un coste de construcción del mismo orden de magnitud que el de otras soluciones, la vida útil es mayor, y menores las necesidades de mantenimiento. Por ello, los costes totales (inversión inicial más mantenimiento y conservación) son siempre inferiores a los de cualquier otra solución, como después se expone.
- Debido a que las operaciones de mantenimiento son muy escasas, la afección que producen sobre los usuarios es mínima. Por ello son muy bajos los costes derivados de dichas operaciones, así como los debidos a retenciones, accidentes u otros.

Pero no cabe duda que una de las ventajas que inclinó a su favor la decisión de construir un pavimento de hormigón en 1976, y que actualmente se mantiene, reside en el empleo de recursos naturales locales prácticamente inagotables evitando derivados del petróleo que habría que importar como indicaba Javier Goizueta (ingeniero proyectista que en 1980 pasó a registrador de la propiedad).

Hay otras ventajas importantes que en los años setenta no habían sido todavía demostradas, como el menor consumo de combustible de los vehículos que circulan por el pavimento de hormigón (por resultar menos deformable), según demuestran algunos estudios realizados en Suecia, Canadá o Japón, con mediciones del 1,1% inferiores en el consumo en vehículos ligeros y del 6,7% en vehículos pesados.

En el caso particular de los túneles, cabe destacar la ventaja de los pavimentos de hormigón al resultar incombustibles y resistentes al fuego. La mayor contribución del pavimento de hormigón para proporcionar un elevado nivel de confort y seguridad en el túnel es ampliamente conocida, al ofrecer una superficie más clara y luminosa (que permite reducir el gasto en iluminación), su facilidad para lograr una textura poco ruidosa y durable, el citado ahorro de combustible que conlleva o las mínimas operaciones requeridas de conservación, que reducen las afecciones al usuario y las posibilidades de cualquier accidente.

Pero aún es más importante el mayor nivel de seguridad que proporciona en el caso de un incendio provocado



Figura 3. Imagen de la situación actual un día cualquiera

por un accidente, al reducir la emisión de humos y gases tóxicos, no aumentar la carga de fuego, no resultar inflamable (por lo que no contribuyen a la rápida extensión del fuego) y mantenerse integro a las temperaturas usualmente alcanzadas, lo que permite el acceso de los equipos profesionales de extinción y salvamento y la evacuación de los afectados.

IECA tiene publicado un estudio al respecto con la Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos APTB, que se encuentra en su web (www.ieca.es) denominado "Contribución de los pavimentos de hormigón a la seguridad en los incendios en túneles de carretera. Simulación y criterios de intervención".

Los inconvenientes de la Y asturiana, como un mayor ruido o menor confort, están corregidos en la actualidad con terminaciones y acabados diferentes, como el de microfresado o el de árido visto; aunque la ruidosa textura transversal diseñada en su día, resulta totalmente lógica al priorizar aspectos de seguridad, como el urgente desagüe transversal del agua de lluvia de la calzada o la reducción de la distancia de frenado.

4. Análisis de la reducida siniestralidad de la Y asturiana

La evolución de la siniestralidad de la Y de Asturias en el último periodo estudiado (2008 - 2015) ha sido muy positiva, pues aunque la intensidad de tráfico se ha ido reduciendo ligeramente (de 66 000 vehículos/día a 54 500 en el tramo más intenso, Serín-Oviedo), también han disminuido el número de accidentes (de 62 a 35 accidentes/año) y de heridos (de 33 a 17 al año), sin que haya habido víctimas mortales (hubo solo una en 2009 en el tramo Gijón-Serín, y otra en 2010 en Serín-Avilés).

Los índices de peligrosidad se han ido moderando, encontrándose muy por debajo de los valores medios de las autovías y carreteras del Estado. En el año 2015, por ejem-

plo, tomando como referencia el tramo Serín - Oviedo, los índices de peligrosidad de las autovías y carreteras del Estado fueron 8,1 y 9,7 respectivamente, mientras que en la citada Y de Asturias se mantuvo en 5,69. Por supuesto, no existe ningún tramo de concentración de accidentes.

La mayor parte de los accidentes se deben a colisiones, bien con un obstáculo situado en la calzada (21 %), bien por alcance (20 %) o bien de los vehículos en marcha, frontal o lateral (12 %); de aquí la importancia de mantener la distancia de seguridad. Sólo el 12 % y 11 % corresponden a salidas de la vía por la derecha e izquierda, y el 11 % a atropellos de animales.

La mayoría de los accidentes (68 %) corresponden a buen tiempo y sólo el 23 % se han producido con lluvia, dando así la razón a los que en su día proyectaron este pavimento con textura transversal para hacerlo más seguro en estos casos a pesar de que pueda resultar más ruidoso.

Entre los factores que contribuyen a la seguridad vial en la Y, Javier Uriarte apuntó con buen criterio el buen trazado que tiene, con radios de curva en planta superiores a los 600 m; la limitación de los accesos; y el buen rozamiento entre el pavimento y el neumático que la textura de la Y mantiene (según las mediciones del CRT realizadas). Además se han realizado varias actuaciones de seguridad vial que contribuyen a su mejora, como han sido la construcción del carril adicional para vehículos lentos en el tramo Serín – Alto de Robledo (p.k. 12,630 a 18,245), la instalación de barrera de seguridad en márgenes y mediana, y la mejora del nudo de Serín.

5. Estudio de costes del pavimento de hormigón armado

Con los precios actuales publicados por el Ministerio de Fomento (O.C. 37/2016 Base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras de enero de 2016), el coste de la sección de los diferentes firmes de la normativa española costarían hoy en día los valores incluidos en la tabla 1 adjunta.

El cálculo del coste de mantenimiento incluido en el cuadro se ha realizado de acuerdo al siguiente criterio:

- Pavimento de hormigón armado continuo (Y de Asturias): 137 292,88 € reales gastados únicamente en el



Figura 4. Circulación de vehículos pesados (tráfico T0)

mantenimiento del firme repartido entre los m² pavimentados en hormigón.

- Sección granular: refuerzo con 2 capas de mezcla bituminosa con una rodadura discontinua (3 cm BBTM 11B + 6 cm AC32baseS) cada 12 años, con los correspondientes riegos de adherencia entre capas. No se consideran los gastos debidos a blandones, fisuras, etc.
- Sección con base de suelocemento: refuerzo con las 2 capas citadas a los 12 y 36 años, más 1 capa de tratamiento antifisuras recubierta con mezcla bituminosa y discontinua a los 24 años, incluyendo los riegos de adherencia.

En los costes totales se incluyen los costes de conservación que, según la Bibliografía consultada, suele tomarse el 0,25% del coste de construcción en los firmes rígidos y el 0,5% para el resto de firmes, con el fin de incluir los costes debidos a otros deterioros normales como blandones, bacheos, ponteos de fisuras, etc.. Así pues, aunque el coste inicial del pavimento de hormigón armado continuo resulta entre un 10 y un 25 % más caro durante la construcción que la alternativa granular, a lo largo de los 40 años de vida que tiene reales la Y de Asturias, su inferior coste de mantenimiento ha supuesto un ahorro de unos 22 millones de euros, sin considerar otros costes añadidos que se producen como los costes sociales debidos a mayores molestias a los usuarios al tener que plantear actuaciones de conservación. Se evita además la dependencia de productos no locales y de su valor en el mercado internacional.

Tabla 1. Costes totales del firme de la Y de Asturias comparados con los de la Norma 6.1-IC

Sección (6.1-IC)	Capas	cm espesor	coste €/m ³	Costes de construcción €/m ²	Costes de mantenimiento 40 años (€/m ²)	Costes de conservación 40 años(€/m ²)	Costes totales 40 años (€/m ²)	% más caro
Y de Asturias	PCHA	22	205,93	50,23	1,60	12,55	64,38	
	GC	16	29,94					
S-0031	MB	35	109,97	45,04	26,12	22,52	93,68	45,5%
	ZA	25	18,19					
S-0032	MB	25	109,97	37,73	27,53	18,87	84,13	30,7%
	SC	30	28,07					

PCHA = Pavimento Continuo de Hormigón Armado GC = Gravacemento MB = Mezcla Bituminosa ZA= Zahorra Artificial SC = Suelocemento



Figura 5. Imagen desde una estructura del pavimento de hormigón

6. La sana competencia entre pavimentos

En muchos países de nuestro entorno, ante dicho ahorro de coste a medio - largo plazo y la no dependencia del valor internacional del betún, se construyen pavimentos de hormigón en un número considerable, como por ejemplo en Austria, Alemania, Bélgica, Francia o Inglaterra. Pero además hay otra razón fundamental para que se construyan, que en la citada jornada sobre el 40 aniversario de la Y de Asturias expuso Karl Downey, Secretario General de Eupave: la sana competencia.

Un estudio de la ACPA de EE.UU "Pavement type selection: what is the ideal process?", presentado por Leif Wathne en el último Simposio Internacional de Pavimentos de Hormigón, analiza los procesos de licitación de 45 Estados de EE.UU y concluye que "los Estados que mantienen un equilibrio en la licitación (entre pavimentos bituminosos y de hormigón) consiguen un mayor rendimiento de sus inversiones". Es decir, cuando se incrementa la partida presupuestaria destinada a pavi-

mentos de hormigón y se crea cierta sana competencia, el precio de los dos materiales (bituminoso y hormigón) se reduce: por lo que la administración y el usuario se ven beneficiados.

En las Directivas 2014/24/EU y 2014/25/EU de la Comisión Europea sobre contratación pública, que entraron en vigor el 18 de abril 2016, se marcan los principios de transparencia, igualdad de trato, competencia abierta y buena gestión, además de aspirar a un mercado de contratación competitivo, abierto y bien regulado. Para ello, se debe realizar un análisis del Coste del Ciclo de Vida (CCV) de cada solución, que debe tener en cuenta, además del coste inicial de construcción, el coste de rehabilitación y de mantenimiento (convertidos a valor presente por medio de una tasa de descuento) y descontar el valor residual. Similar situación se da en la publicación de la Comisión Europea "EU Green Public Procurement Criteria for Road Design, Construction and Maintenance" (10/06/2016), que incluye los impactos medioambientales relacionados con el diseño, la construcción, el uso, el mantenimiento y el fin de vida de una carretera.

Downey puso como ejemplos el empleo del CCV en las licitaciones del Ministerio de Transporte de Ontario, donde se incluyen ambas alternativas con diseños equivalentes (pavimento de hormigón y bituminoso), y la herramienta de toma de decisiones CROW utilizada en los Países Bajos, que ofrece una evaluación objetiva basada en un equilibrio ponderado entre los impactos medioambientales, el coste y otros como los riesgos, la duración del mantenimiento, la seguridad de los obreros, la uniformidad, el rozamiento, la molestia local o el ruido.

Además se habló de las colaboraciones público - privadas, en las que el concesionario realiza un análisis finan-

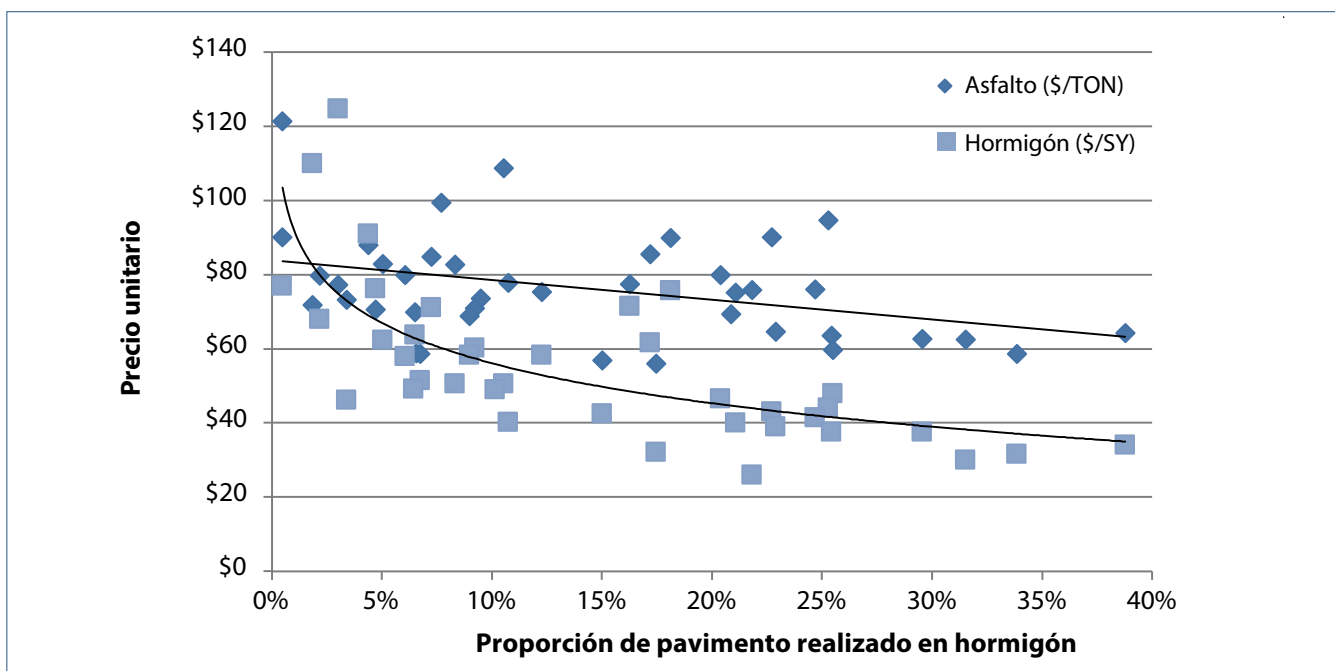


Figura 6. Selección del tipo de pavimento: ¿Cual es el proceso ideal? Leif Wathne, ACPA



Figuras 7 y 8. Una de las escasas reparaciones del pavimento de hormigón armado

ciero, poniendo como ejemplo los 9 proyectos que de este tipo se acaban de adjudicar en Alemania, proyectos que todos llevan pavimento de hormigón (incluso los 3 adjudicados a EUROVÍA).

7. Innovaciones creadas en el campo de los pavimentos rígidos

Las innovaciones generadas en los pavimentos de hormigón son múltiples, tanto en la ejecución (extendido en doble capa, posicionamiento en 3D, etc.), como en los materiales. Así podemos distinguir los siguientes tipos de pavimentos de hormigón:

- Pavimentos drenantes de hormigón de alta resistencia, que permiten recuperar el agua de lluvia o capturar vertidos, utilizados en aparcamientos y carreteras por el incremento de seguridad.
- Pavimentos eléctricos de hormigón, que se están utilizando en varios aeropuertos americanos para eliminar la nieve y el hielo de la superficie con el fin de aumentar la seguridad del tráfico aéreo y reducir los retrasos causados por las bajas temperaturas (Universidad del Estado de Iowa), o que permiten transmitir la electricidad con el fin de recargar la batería de los coches eléctricos mediante acoplamiento inductivo (en estudio por la Universidad Politécnica de Toyohashi, Japón, entre otras).

- Pavimentos fotoluminiscentes, que permiten la guía nocturna al absorber la luz por el día y emitirla en la oscuridad, como el empleado en el acceso a Segura de la Sierra en Jaén (denominado pavimento de las estrellas), o en una rotonda de Lorca en Murcia.
- Pavimentos fotocatalíticos, que permiten fijar elementos contaminantes como el CO_2 , NO_x y SO_x que precipitan en forma de sal y luego son lavados o eliminados por el agua de lluvia, como el hormigón dispuesto en la estación de autobuses de Ávila.
- Pavimentos autorreparables, cuyos hormigones rellenan cualquier fisura que aparezca con la caliza sintetizada por las bacterias existentes (bio-hormigón de la Universidad de Delft, Holanda), o emplean la luz solar para cerrar sus propias grietas.

8. Conclusiones

Los avances tecnológicos en el campo de los pavimentos de hormigón están siendo muy notables. No es justo que, a pesar de disponer de pavimentos como el de la Y de Asturias, con más de 40 años de vida sobre el que han circulado más de 800 millones de vehículos, se sigan comparando soluciones clásicas en hormigón con nuevas aplicaciones bituminosas, sin considerar los avances introducidos en los pavimentos rígidos.

Aunque el coste inicial sea superior al de otras soluciones, los pavimentos de hormigón **resultan más económicos** a medio-largo plazo debido a su mayor durabilidad y menor mantenimiento. El ahorro se estima entre un 30 y un 45 % del coste de construcción (de 15 a 22 millones de euros), como demuestra el caso de esta autopista denominada Y de Asturias, pionera e innovadora hace 40 años.

9. Bibliografía

1. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento. Norma 6.1-IC. "Secciones de Firmes". Orden FOM/3460/2003.
2. Wathne, Leif. Pavement type selection: what is the ideal process?. 12TH International Symposium On Concrete Roads. Praga, Republica Checa, Septiembre de 2014.
3. European Commission. Commission Staff Working Document. EU Green Public Procurement Criteria for Road Design, Construction and Maintenance. Brussels, 10.6.2016.
4. Díaz Minguela, J. Pavimentos eternos: actuaciones innovadoras de hace 35 años, "La Y de Asturias". Revista Rutas, mayo-junio de 2010.
5. Varios. Jornada Técnica Nuevas tecnologías del hormigón en la carretera "40 años de la Y de Asturias". Ministerio de Fomento e Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. Oviedo, junio de 2016.

Situación actual de la gestión del ruido en la Red de Carreteras del Estado

“Tenía que haber, en la tierra de todos los dolores, un jardín profundo, lejano, silencioso, donde sólo se soñasen árboles”;

Carlo Emilio Gadda (1893-1973)
Ingeniero y escritor



Current Situation of Noise Management in the State Road Network

Rosa M^a Izquierdo López

*Coordinadora del Programa de la Red Transeuropea de Transporte.
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos del Estado*

Resumen

La Dirección General de Carreteras ha elaborado los mapas estratégicos de ruido (MER) de la segunda fase, analizando 9850 km que se extienden por la práctica totalidad de la geografía peninsular.

Fruto de las dificultades en la elaboración de la primera fase de los MER, se elaboró un documento de criterios para la segunda fase. Este documento se está convirtiendo en documento de referencia.

En la elaboración de esta segunda fase se ha conseguido un avance metodológico muy importante, con modificaciones que han permitido mejorar la eficiencia en los trabajos y garantizar una mayor calidad de los resultados. Esto ha supuesto además, que haya sido posible reducir los costes unitarios de elaboración de los MER de la primera fase a la segunda. Y la posibilidad de que en las futuras fases únicamente aparezcan costes de actualización de los datos ya existentes, traduciéndose en costes unitarios considerablemente inferiores a los de la segunda fase.

Tras los MER aparece el reto de elaborar un Plan de Acción realista, ajustado a la coyuntura económica del periodo en que ha debido nacer, y planteado de tal manera que pueda solucionar los problemas de ruido de los ciudadanos de una manera real. Para ello se ha estructurado en siete programas sectoriales y un plan zonal.

Todo ello sin olvidar que la lucha contra el ruido debe pasar por una adecuada prevención.

Abstract

The Spanish Ministry for Development developed Strategic Noise Maps of the second stage, analyzing 9,850 km covering almost all the peninsular geography.

The result of the difficulties in the development of the first stage of SRM was to develop a document of criteria for the second stage. This document is becoming a reference document.

In preparing this second stage, it has been achieved an important methodological advance, with modifications that have improved the work efficiency and ensured greater quality in the results. This has also meant that it has been possible to reduce unit costs of developing Strategic Noise Map from the first stage to the second. Also the possibility that in future phases will appear only costs of updating the existing data, resulting in considerably lower unit costs than those of the second stage.

After making noise maps, the challenge is to develop a realistic action plan, adjusted to the economic situation of the period in which it has been born and set out in such a way that it can tackle the noise problems of citizens effectively. The Action Plan has been structured into seven sectoral programs and a zonal plan in order to achieve the goal.

La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento como gestor de las infraestructuras, es responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos (MER) de los grandes ejes viarios de la Red de Carreteras del Estado. De acuerdo con lo establecido en la *Ley 37/2003 del Ruido* y los siguientes reales decretos que la desarrollan: *Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre* y *Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre*, que trasponen la *Directiva 2002/49/CE, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental* se realizaron, en una primera fase (año 2008), los mapas de las carreteras cuyo tráfico superaba los 6 millones de vehículos al año y su correspondiente Plan de Acción contra el Ruido. Y en una segunda fase (julio 2013) los Mapas Estratégicos de Ruido y el Plan de Acción (julio 2015) de aquellas carreteras de la red estatal con un tráfico superior a 3 millones de vehículos al año.

En primer lugar, debe remarcarse que el paso de la primera a la segunda fase supuso un gran avance, pues de la elaboración de la primera fase, y fruto de las dificultades que se derivaron de la misma, la Dirección General de Carreteras elaboró el *Documento de criterios y condiciones técnicas para la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las Carreteras de la Red del Estado. 2ª Fase 2012*. Este, se ha convertido en un Documento de referencia que ha sido consultado por la mayoría de las administraciones para elaborar sus mapas estratégicos.

El documento se nutre, del mismo modo, de la participación activa de la Dirección General de Carreteras en el grupo de trabajo europeo, CEDR Road Noise (Conferencia de Directores Generales de Carreteras, grupo de trabajo Ruido en la Carretera). La participación en este grupo de trabajo permite compartir a los distintos países miembros sus experiencias en la elaboración de los mapas estratégicos de ruido y del plan de acción en el marco de la *Directiva sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*. El resultado

de ese trabajo culmina en esta metodología común europea que ha permitido que la segunda fase sea cualitativamente mejor que la primera y homogénea con el resto de las administraciones de carreteras europeas.

En la segunda fase se han estudiado en torno a unos 9850 km de gestión directa, que se distribuyen por la práctica totalidad de la geografía peninsular española, longitud a la que añadir las autopistas en régimen de concesión.

Metodología para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido en fase 1 y en la fase 2.

Para la fase 1 se prepararon una serie de instrucciones, en base al estudio piloto del tramo de la carretera A-3 (Madrid - Valencia) entre los P.K. 7 y 17, las cuales fueron implementadas adecuadamente en los más de 6200 km de la primera fase de estudio. No obstante, tras su aplicación y con la experiencia acumulada, se detectaron una serie de aspectos que podían ser mejorados de cara a la segunda etapa.

Dicha evolución fue plasmada en el ya mencionado *Documento de criterios y condiciones técnicas para la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las Carreteras de la Red del Estado. 2ª Fase 2012*, documento que formó parte de los pertinentes pliegos de las licitaciones de los estudios de la fase 2. Los principales cambios introducidos con respecto a los MER de la primera fase fueron los siguientes:

- Se pasa de un estudio en dos fases (estudio general a 1/25 000 y estudio detallado a 1/5.000 en las zonas de conflicto) a utilizar un modelo digital del terreno, con paso de malla de 5x5 m (MDT05), que se ha integrado con la base de datos del catastro, y la base de fuentes de ruido, y eso ha generado una geotadabase homogénea y completa. La presentación final se ha mantenido a escala de referencia 1/25 000.

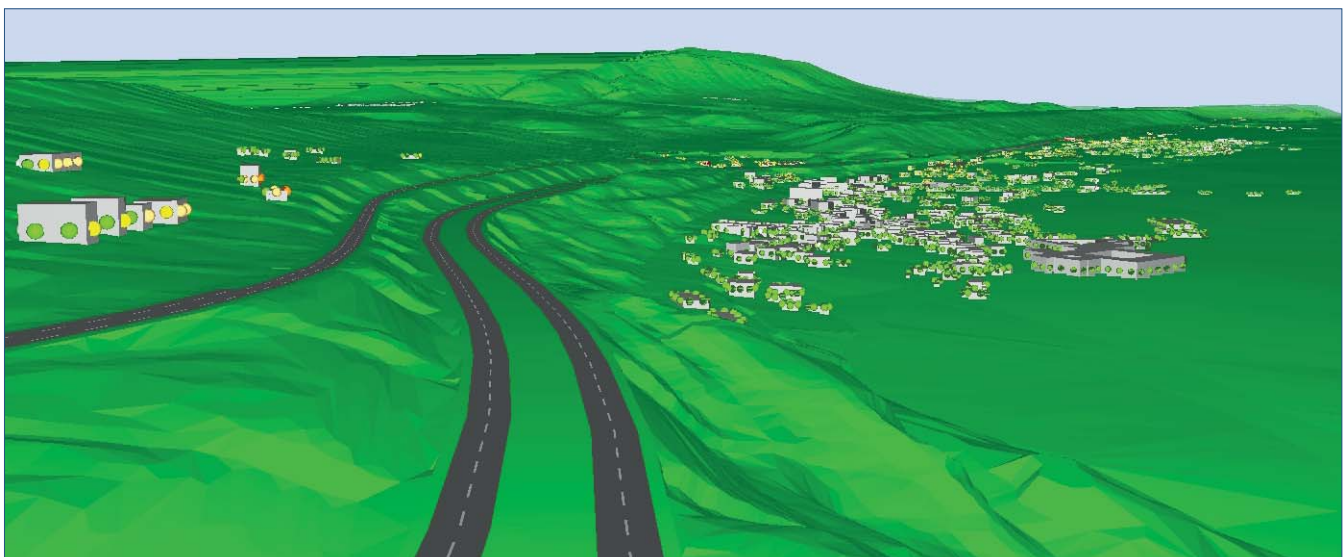


Figura 1. Simulación del terreno y edificios del modelo digital para la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido fase 2. (MER Fase 2)

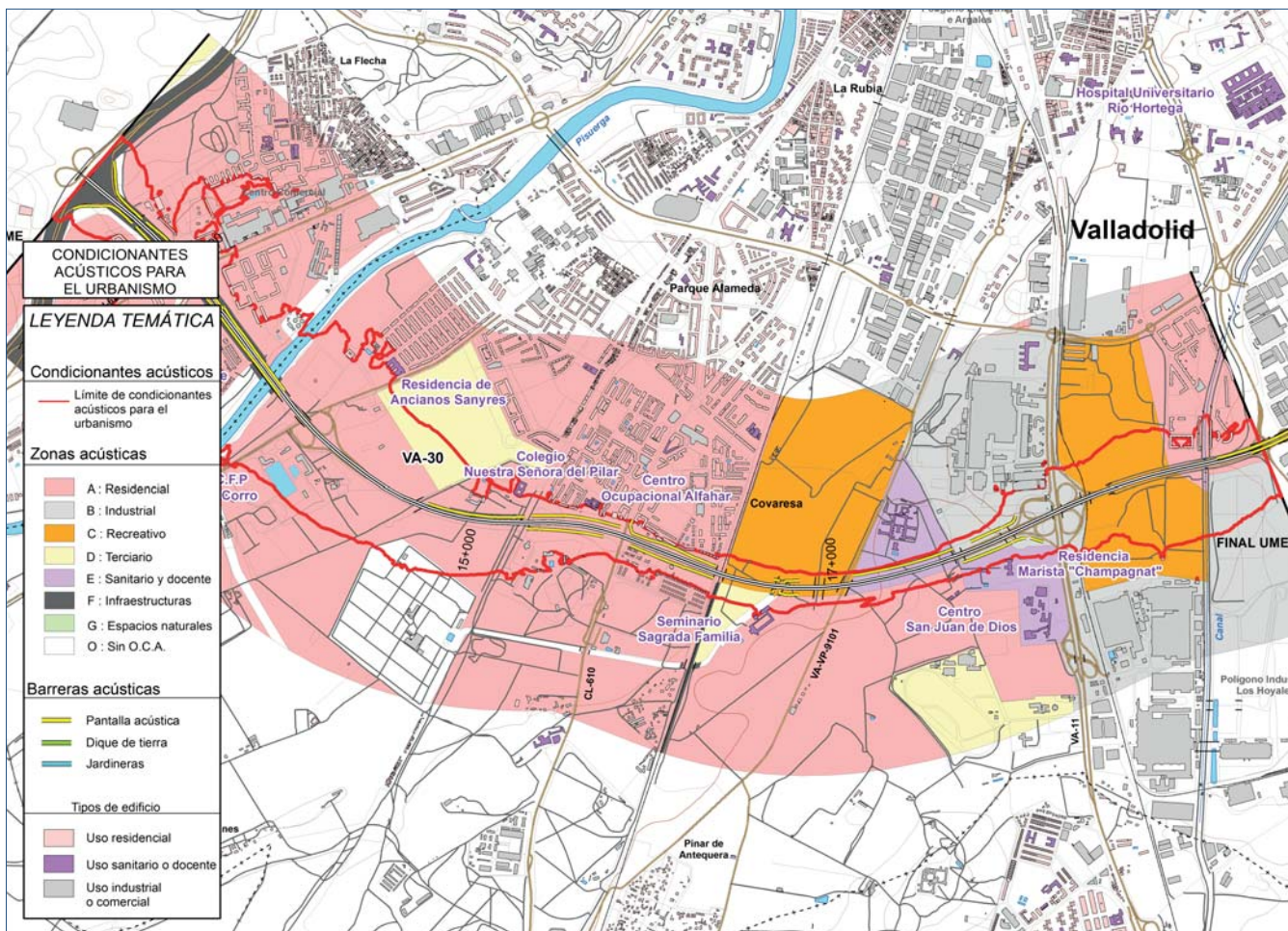


Figura 2. Mapa de condicionantes acústicos para el urbanismo. (MER Fase 2)

- Aumenta considerablemente el nivel de detalle en la franja más próxima a la plataforma, (precisión mínima de 1 m).
- Realización de las simulaciones acústicas con una única reflexión.
- Representación del cálculo de ruido en fachadas únicamente mediante tablas, sin planos asociados.
- Consideración de la zonificación acústica a partir de la zonificación oficial municipal, o en su ausencia, propuesta a partir del planeamiento urbanístico o de los usos del suelo.
- Propuesta de servidumbres acústicas.
- Son detalles a destacar los siguientes cambios de la geotadabase: desaparecen las tablas correspondientes a los estudios de detalle y a los usos del suelo, cambia la estructura de los datos asociados a las fachadas y se incluyen nuevas capas como los ejes de modelización, las servidumbres o las zonas de conflicto y actuación.
- Realización de nuevos planos: condicionantes urbanísticos (estos planos podrían dar lugar a la definición de las zonas de servidumbre acústica), zonas de conflicto y zonas de evaluación.

Lotes	Longitud (km)
Comunidad Valenciana y Murcia	1315
Galicia, Asturias y Cantabria	1574
Castilla La Mancha y Extremadura	1720
Madrid	450
Andalucía	1741
Aragón y Cataluña	1493
Castilla y León y La Rioja	1508
TOTAL	9801

Por tanto, y siguiendo estos criterios, se desarrolló la Fase 2 de los MER, en los que se estudiaron los grandes ejes viarios con más de 3 millones de circulaciones anuales. Ello supuso el análisis de prácticamente 10 000 kilómetros de carreteras de titularidad pública. Su estudio se estructuró en siete lotes repartidos tal como se muestra en la siguiente tabla:

No obstante, durante la elaboración de estos mapas, la metodología preestablecida sufrió ligeras modificaciones que supusieron aún más eficiencia de los trabajos y mayores garantías de calidad en los resultados. Las mejoras más significativas fueron:

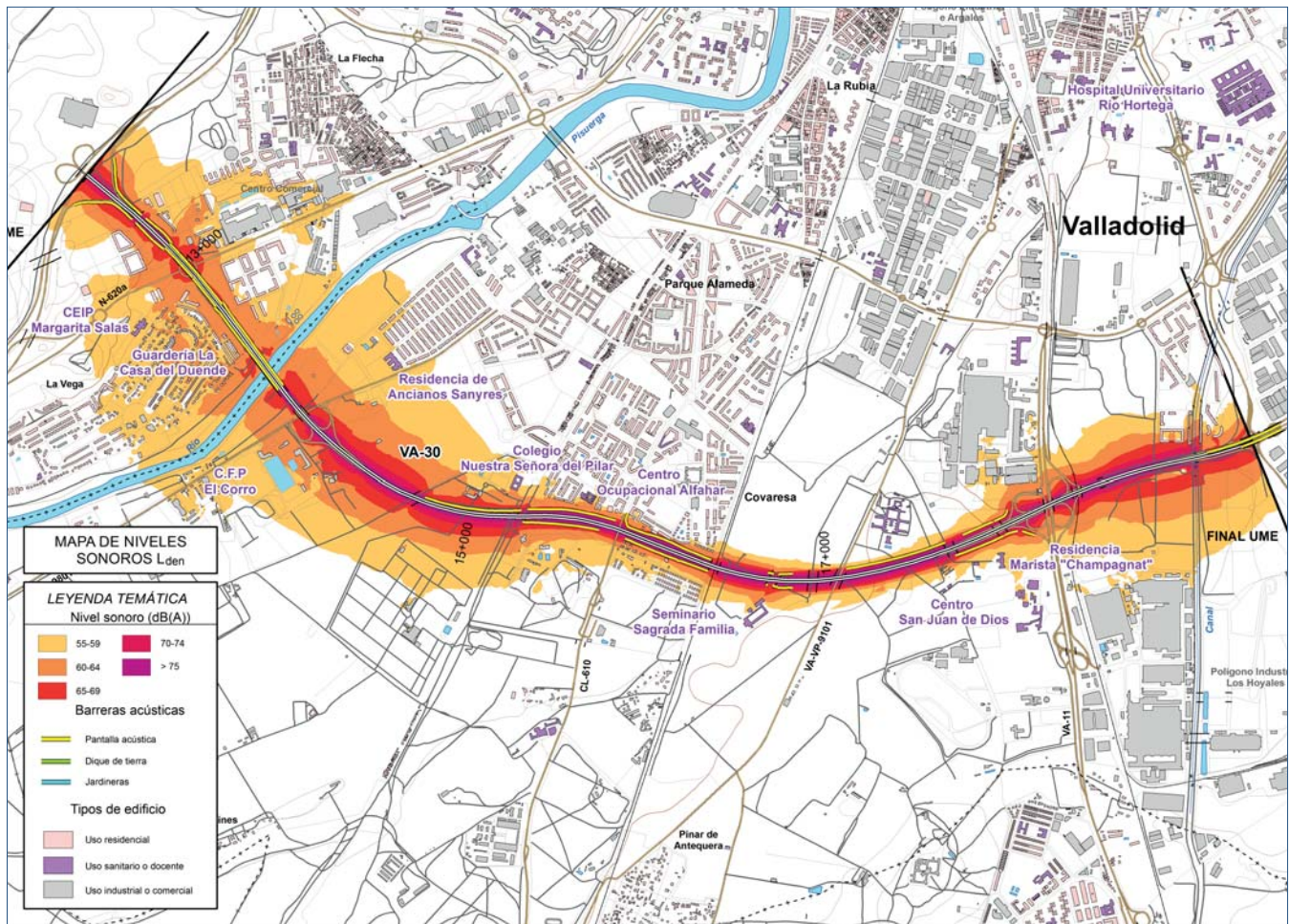


Figura 3. Mapa de niveles sonoros. (MER Fase 2)

- En la mayoría de los lotes, el detalle gráfico mínimo exigido para los edificios, que en un principio era a nivel de manzana, fue aumentado hasta nivel de edificio individual. Gracias a esto, las alturas de los edificios se ajustan mucho más a la realidad, su inserción en el terreno es más precisa, la asignación de usos y viviendas más detallada, a la vez que se mejoraba la identificación de los edificios de uso sensible.
- Otra mejora en cuanto a la caracterización de edificios ha consistido en la asignación sistemática de usos a partir de los datos proporcionados por el Catastro, procedimiento mucho más preciso que el basado en el trabajo de campo y fuentes de información gráfica, más sencillo y, además, aplicable en todo el territorio nacional.

Los procedimientos han sido aplicados con un alto grado de estandarización en cuanto a las fuentes de información y al tratamiento de los datos de entrada, limitando al máximo el posible error en la manipulación de la gran cantidad de datos que forman parte de estos estudios. De esta forma, los diferentes lotes cuentan con la misma certidumbre, lo que hace que sus resultados sean equivalentes, homogéneos y comparables, aportando mucha mayor coherencia de cara a las medidas a ser desarrolladas en los pertinentes planes de acción contra el ruido.

Que la Dirección General de Carreteras disponga de esta geotadabase, en la red de grandes ejes viarios que contempla la legislación de ruido, permite disponer de una herramienta que en fases sucesivas sólo requerirá actualizar los datos que pudieran cambiar.

Resultado de los mapas estratégicos de ruido fase 2 y plan de acción

Dichos MER incluyen una cuantificación del ruido generado por los grandes ejes viarios en distintos periodos del día, la tarde y la noche y concluyen con un diagnóstico de zonas con conflictos, para las que se evalúan los problemas detectados y avanzan posibles soluciones. Además de cumplir lo exigido en la Directiva y la Ley del Ruido, son una herramienta de gestión del ruido ambiental en el entorno de las carreteras. Por eso, los resultados se presentan en formatos que, además de facilitar la consulta pública, pueden ser utilizados en las revisiones de los planeamientos urbanísticos. Es decir, la elaboración de estos mapas de ruido fue ideada para que el trabajo realizado fuera más allá del mero cumplimiento de la Ley del Ruido, sino para poder proporcionar los datos básicos necesarios para gestionar de una manera eficaz del ruido. Sería sufi-

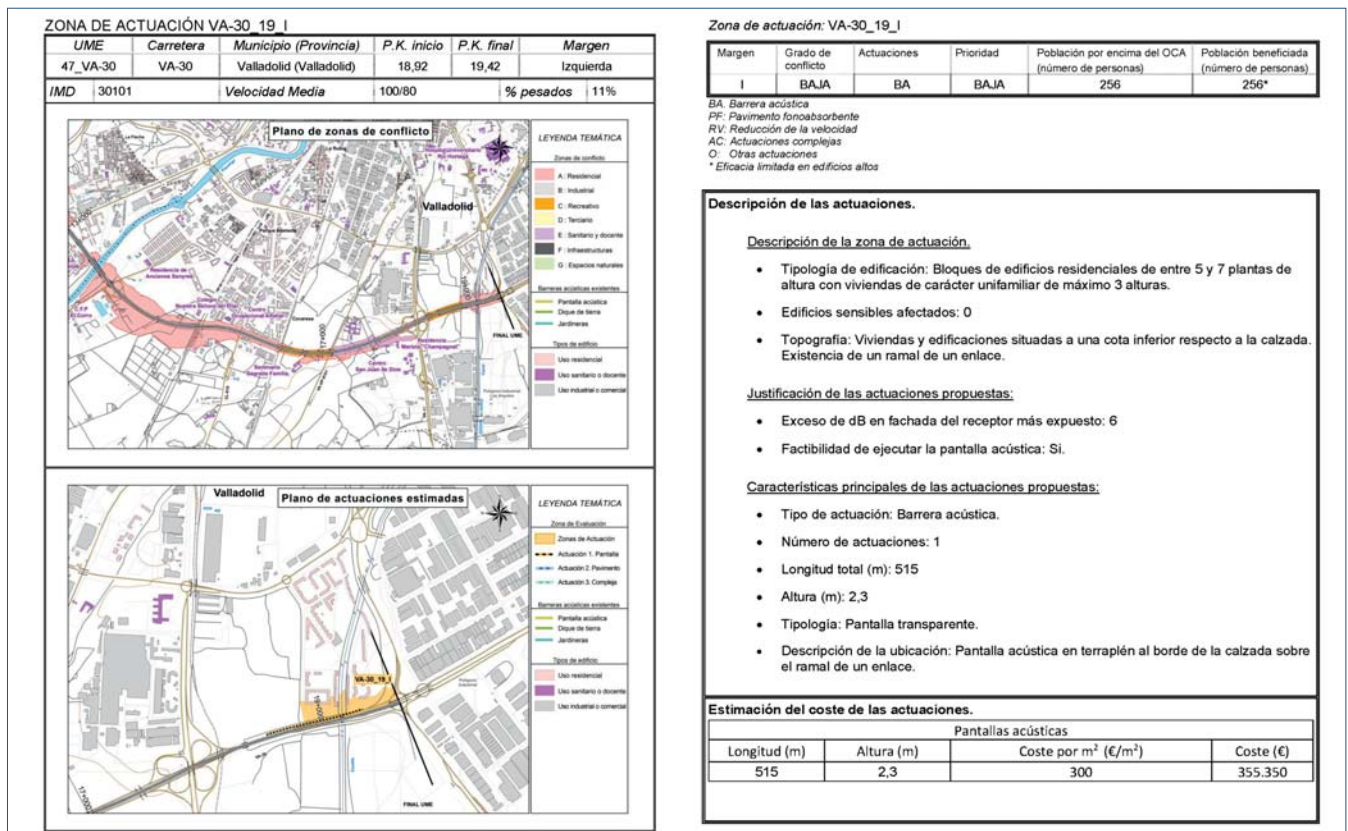


Figura 4. Ficha zona de actuación. (MER Fase 2)

ciente con elaborar una herramienta alimentada por esos datos, e ir adaptándola a las necesidades del gestor de la infraestructura para conseguir una gestión dinámica del ruido ambiental.

Una vez que los mapas estratégicos de ruido de la segunda fase son elaborados, sometidos a información pública y aprobada, el siguiente paso consiste en la elaboración del Plan de Acción contra el Ruido.

Los Mapas Estratégicos de Ruido pueden definirse como una radiografía del ruido generado por las carreteras estudiadas, a partir de la cual deben definirse las actuaciones que permitan corregir los problemas generados por el ruido, y que se desprenden de esa radiografía.

Después del resultado del ambicioso trabajo conseguido con los mapas de ruido de la segunda fase, a la hora de afrontar el Plan de Acción, el principal reto fue aprovechar al máximo posible estos resultados obtenidos, a la vez que ser capaces de crear una herramienta útil para resolver los problemas de ruido en la Red de Carreteras del Estado. Los condicionantes de partida eran: por un lado la coyuntura económica en la que ha transcurrido la segunda fase de elaboración del plan -ha llevado a incluir medidas con una implantación más económica, pero que en determinadas situaciones pueden ser muy útiles (reducción de la velocidad)-; y por el otro, tener la posibilidad de abordar las distintas posibles medidas para combatir el ruido de manera separada con la finalidad última de que el plan fuera más eficaz en su objetivo último, resolver los problemas de ruidos de los ciudadanos .

El plan de acción por tanto, presenta los siguientes programas sectoriales que pretenden tener la suficiente flexibilidad como para que puedan tomarse las decisiones de actuación e inversión acordes con las disponibilidades financieras y con las oportunidades y prioridades de las actuaciones propuestas. Resulta evidente que la adopción e implementación de estas actuaciones requiere plazos de tiempo considerable, superior a los 5 años a los que se deben ajustar los planes de acción contra el ruido establecidos en la Directiva, además de un esfuerzo económico que no puede abordarse en su totalidad a corto plazo.

- Programa sectorial de Instalación de Barreras Antirruído
- Programa sectorial de Reducción del Ruido de Rodadura en Firms
- Programa sectorial de Reducción de la Velocidad
- Programa sectorial de Actuaciones Complejas
- Programa sectorial de eliminación o cesión de travesías y penetraciones
- Programa sectorial de actuaciones integrales en zonas de diseminado urbano

Los tres primeros se corresponden con la implementación de las medidas correctoras específicas de reducción del ruido: el Programa de Instalación de Barreras Antirruído, el programa de Reducción del Ruido de Rodadura en Firms y el programa de Reducción de la Velocidad.

Los otros tres programas sectoriales responden a la necesidad de abordar las actuaciones integrales que requieren acciones combinadas que implican la modificación de las condiciones actuales de explotación y gestión

de la carretera: el programa de actuaciones complejas, el programa de eliminación o cesión de travesías y el programa de actuaciones integrales en diseminado urbano. Estos programas sectoriales tienen carácter general y pueden abordarse globalmente para toda la red estudiada o para un ámbito territorial concreto (Demarcación, Unidad Provincial) y conviene abordarlos en coordinación con los servicios de conservación, estableciendo colaboraciones con otras administraciones (por ejemplo la Dirección General de Tráfico) y coordinando las actuaciones con otros programas existentes dentro de la D.G.C.).

De manera paralela a los programas sectoriales, se ha definido el Programa de Actuación Zonal, enfocado a dar respuesta a la necesidad de ejecución de actuaciones específicas para la disminución de los niveles de ruido en las zonas de conflicto. En cada zona de conflicto se han propuesto una o varias actuaciones conjuntas. En la mayoría de los casos se deberán implementar acciones constructivas que requieren proyectos específicos de ejecución.

Tras la revisión de las zonas de actuación propuestas en los MER, se han definido 891 zonas de actuación. Las posibilidades de actuación en cada una de ellas se han identificado de la siguiente manera: Instalación de barreras antiruido, la actuación propuesta es la sustitución del firme por otro fonorreductor, la actuación propuesta es la

reducción de la velocidad, actuaciones complejas en medio urbano (que incluyen actuaciones de todo tipo), y requieren la instalación de protecciones acústicas complejas, como son las cubiertas parciales o totales de la carretera, travesía o penetración urbana (estas zonas se incorporarán a los procedimientos de eliminación o cesión de travesías) y carreteras convencionales en diseminado urbano (estas zonas y segmentos de carretera se incorporarán a los procedimientos de reforma integral de tramos de carretera).

Teniendo en cuenta las estrategias definidas, la Dirección General puede además actuar territorialmente por Demarcaciones y Unidades Provinciales, dirigiendo los esfuerzos a la corrección de los niveles de ruido en las zonas de conflicto. En este sentido, dependiendo de la oportunidad y de la disposición de recursos, se actuará de manera integrada en las zonas de actuación, implementando las medidas necesarias para alcanzar los objetivos de calidad acústica establecidos en la zona, o, en su defecto, mejorar sustancialmente el ambiente sonoro existente en la actualidad. Los esfuerzos se centran así sobre zonas concretas del territorio para tratar de solucionar problemas concretos. Este programa territorial, se coordinará con los programas sectoriales, de modo que no se dupliquen los esfuerzos y se saque el máximo provecho de las sinergias resultantes.

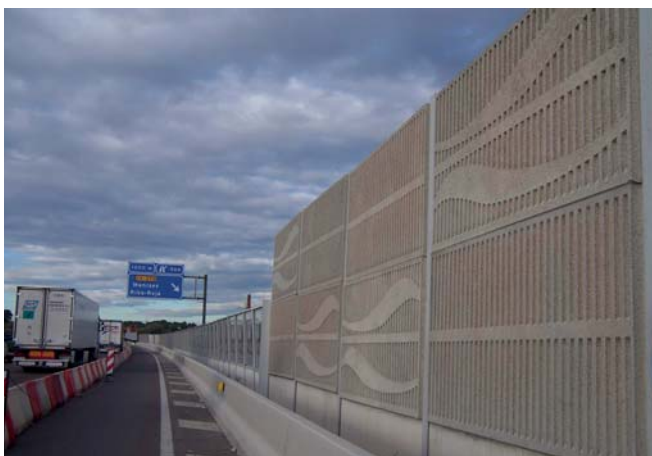
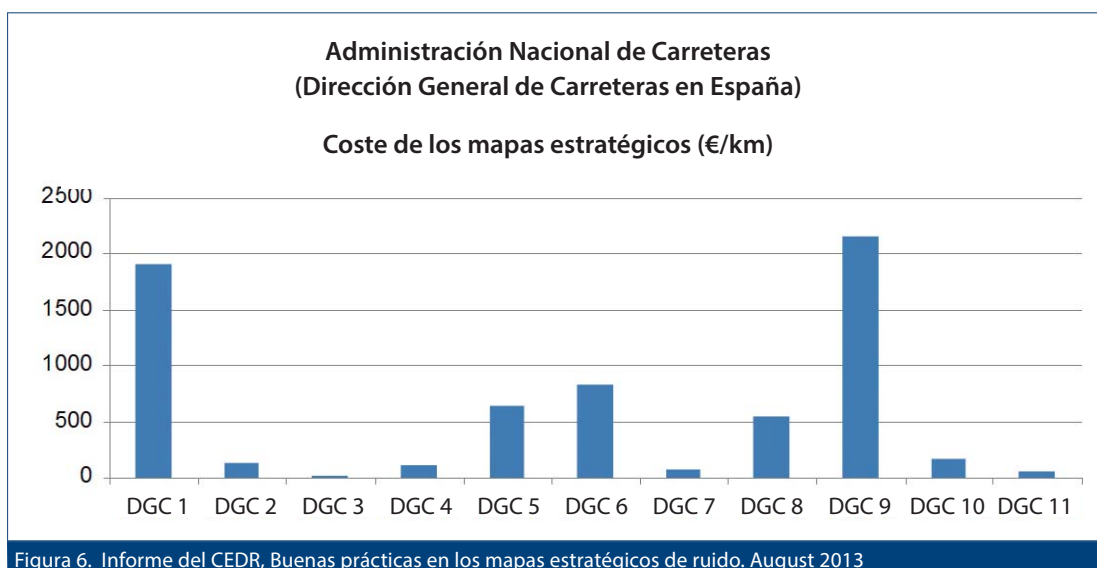


Figura 5. Cuatro ejemplos de pantallas acústicas



Mapas estratégicos de ruido, fase 3.

Tal y como se elaboraron los mapas de la segunda fase, bastaría con una actualización de los mismos, revisando las fuentes de ruido y los cambios en el entorno, tales como cambios en los usos del suelo o nuevas residencias, e incluyendo las nuevas carreteras puestas en servicio- si las hubiera- entre un periodo y el otro.

La importancia del cambio cualitativo es que con la herramienta disponible al terminar la fase 2 se ha podido pasar de costes unitario de 750 euros/km a costes de 400 euros/km en la fase 2 de los MER. Y a costes de actualización del orden de un millón de euros para el conjunto de los grandes ejes viarios (lo cual supone un coste unitario aproximado de 50 euros/km). Este último orden de magnitud es el coste que se produce en las administraciones europeas que ya habían realizado este proceso con anterioridad, como se puede observar en la figura que se muestra a continuación.

Otra conclusión de la experiencia común europea es que conseguir una gestión del ruido eficaz para los ciudadanos afectados pasa por comenzar con la prevención. Es decir, gestionar de manera adecuada la construcción de edificios junto a las carreteras; para ello la legislación de ruido española define la Zona de Servidumbre Acústica y la reciente Ley 37/2015 de Carreteras hace referencia a que la edificación residencial y la asimilada a la misma, estarán sometidas con independencia de la distancia a la carretera, a las restricciones que resulten de las zonas de servidumbre acústica que se definan como consecuencia de los mapas o estudios específicos de ruido realizados por el Ministerio de Fomento.

Bibliografía:

(1) Alberts, W., O'Malley, V., et al.; *The European Noise Directive and National Roads Authorities (NRAs): Final*

summary report CEDR Road Noise 2009-2013. July 2013.

(2) Rubio, J. et al.; *Best practice in strategic noise mapping*; CEDR Report; 2013.

(3) Fryd, J. et al.; *National Road Authorities' practice and experiences with preparation of noise action plans*. CEDR Report; 2013.

(4) Milford, I. et al.; *Value for money in road traffic noise abatement*; CEDR Report; 2013.

(5) Bendtsen, H.; *Noise Barrier Design. Danish and some european examples*; The Danish Road Institute, Road Directorate and University of California Pavement Research Center; May 2010.

(6) PERSUADE Project; <http://persuade.fehrl.org/>; última consulta: 22.10.2016. Informe final enero 2016. http://persuade.fehrl.org/?m=3&id_directory=7857 > PERSUADE D8.7 (PERSUADE-BRRC-D87-V00-WP8-160108-Final technical report.pdf - 14886305)

Dentro del *Programa de investigación transnacional de carreteras del CEDR* :

- (13) DISTANCE: Developing innovative solutions for traffic noise control in Europe <http://distance-project.eu/> ; última consulta: 23.10.2016.

- (14) ON-AIR: Optimised noise assessment and management guidance for National Roads. <http://www.on-air.no/> ; última consulta: 23.10.2016.

- (15) QUESTIM: Quietness and economics stimulate infrastructure management. (12) www.questim.org ; última consulta: 23.10.2016.

(13) Evaluación y gestión del ruido ambiental; <http://webaux.cedex.es/egra>; Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras y CEDEX; última consulta: 23.10.2016.

(14) Sistema de información sobre contaminación acústica; <http://sicaweb.cedex.es>; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y CEDEX; última consulta: 23.10.2016. ❖

Las casillas de peones camineros en Extremadura

Emilio Manuel Arévalo Hernández
Jefe de Sección de Infraestructuras Viarias
Junta de Extremadura



Cabins for Road Workers in Extremadura

El primer sistema de conservación de las carreteras de España se estableció en el siglo XVIII. Consistía en una organización jerárquica en la que el último eslabón era el peón caminero. La materialización en el camino se realizaba mediante las casillas en las que habitaban en el margen del camino que conservaban. Dichas casillas han quedado en el recuerdo, gran parte de ellas demolidas y olvidadas en la memoria.

Las nuevas tecnologías concretadas en los sistemas de información geográfica, con el auxilio de los datos recabados en el pasado, ya sea por mapas topográficos de la época, colecciones de fotografías aéreas, documentación varia, etc., nos permitirá documentar la red de casillas existente en Extremadura, extraer conclusiones sobre el sistema establecido y su estado actual de conservación.

1. Introducción y objeto del trabajo

Todavía es posible ver a la vera de las carreteras esas antiguas construcciones que eran las casillas de peones camineros, como testigos de una época histórica que empezó en el siglo XVIII y acabó en la segunda mitad del siglo pasado.

El número de las casillas que quedan, en comparación con las que se construyeron, es muy pequeño como veremos a continuación. A pesar de ser pocas, constituyen actualmente un patrimonio que no es desdeñable; y la mejor forma de rendir tributo a su historia es intentar ponerlas en valor y hacer un uso de ellas razonable, analizando su estado actual, y hacer una propuesta de aprovechamiento mediante rehabilitación y explotación para turismo ornitológico.



Figura 1. Casilla en ruinas en la antigua CC-713

2. Reseña histórica

Dice la *Memoria de Obras Públicas* de 1856 que “el verdadero origen de nuestras carreteras generales y de la legislación de obras públicas en España arranca de 1761”. En esa época, reinando Carlos III, se plantea por primera vez la problemática de la red de carreteras en el contexto general de la política del Estado. Siempre se ha considerado que la programación de las carreteras de la época fue debida a Bernardo Ward, un irlandés al servicio de la Corona.

Éste, en política de caminos, propuso la construcción de caminos aptos para el transporte rodado, considerando la gran ventaja de tener en España en todas partes piedras, cascajo y arena, lo que le hacía creer que la construcción

de la mayor parte de los caminos se podría hacer a mucho menor coste de lo que se creía.

Ward consideraba que España necesitaba seis caminos grandes, que coincidían con las carreteras de postas establecidas en 1720, que partiendo de Madrid comunicaran con La Coruña, Badajoz, Cádiz, Alicante y dos a la raya de Francia, uno por la parte de Bayona y otro por la parte de Perpiñán. Y de estos seis se debían sacar al mismo tiempo para varios puertos de mar y otras ciudades principales: uno del de La Coruña para Santander, otro para Zamora hasta Ciudad Rodrigo, etc. Y así para todos los demás.

Un aspecto importante en el que incidió Ward es que “haciendo el Rey el primer costo, como corresponde, es muy justo que en lo sucesivo mantengan estos caminos los pueblos mismos que disfrutarán el beneficio de esa providencia”. También indicaba que “la primera atención que se ha de aplicar a que todos los caminos y ramales vayan en línea recta a costa de cualquier dificultad, pues cada legua¹ que se ahorre de camino es un tesoro que vale para las conducciones muchos millones en el transcurso del tiempo, y facilita más y más el comercio, el giro, la comodidad, las artes y el trato de las gentes”.

Las tesis de Ward fueron recogidas en el decreto de 10 de junio de 1761 por el que “se mandaron formar las instrucciones correspondientes, para que desde luego con la brevedad y economía posible se comenzaran los caminos de Andalucía, Cataluña, Galicia y Valencia”.

Establecida la orden de construcción de los caminos, un año después, en 1762, se redacta el Reglamento para la conservación de los caminos en general, que contemplaba el establecimiento de los peones camineros cuya función principal sería el mantenimiento en buen estado de una legua de carretera. Se levantaron entonces 49 casillas con el objeto de que el empleado de las obras públicas residiese junto al tramo correspondiente asignado, evitando de este modo los costes derivados del desplazamiento.

La Instrucción de Caminos de 1785 establecía, entre otras cosas, la obligatoriedad de la participación de todos los vecinos en el arreglo y mantenimiento de los caminos, tal como quería Ward.

La Real Orden de 12 de junio de 1799 creó la Inspección General de Caminos, mediante la que se estableció un cuerpo facultativo que proyectase y dirigiese todas las obras de caminos y canales y que en su punto no veno decía: “Que para conseguir que se planteen bien los proyectos relativos al trazado y alineación de caminos y canales, y las obras de mampostería, puentes y demás relativo a la Comisión, parece indispensable que el ramo de Caminos y Canales se componga de tres Comisarios de la Inspección, ocho facultativos sobresalientes en calidad de Ayudantes, de cuatro facultativos de los caminos de sitios

Reales e Imperiales, de un facultativo en calidad de celador para cada diez leguas de las comprendidas en las seis carreteras principales del Reino, y de un Peón caminero en cada legua: cuyos empleados, a saber, los de primera, segunda y tercera clase, deberán proponerse por la Junta al Señor Superintendente para su aprobación en personas facultativas que tengan las calidades que requieren y exigen cada una de estas clases, con especialidad los Comisarios, que deberán ser sujetos instruidos en Matemáticas, ejercitados en la Geometría práctica y uso de instrumentos, particularmente en los ramos de arquitectura civil e hidráulica, además del mucho ingenio y buenas cualidades que los hagan dignos de optar al empleo de Inspector, y todos los demás empleados se nombrarán por la Junta en los mismos términos que se ejecute en el día”.

Esta Orden de 1799 viene, pues, a profesionalizar, y despolitizar por tanto, la organización del servicio de caminos. También daría lugar a la creación, en 1802, por Agustín de Bethencourt, ya Inspector General, de la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales.

En ese año de 1802, y según el plan de Ward de 1761, en las seis carreteras generales estaban construidas 389 leguas de las 646 planificadas, 650 puentes de 667 y 4384 alcantarillas de 4732. En la carretera de Extremadura faltaban sólo dos puentes y 15 alcantarillas; y de las 50 leguas que se daban por no construidas, en 37 “se halla ya abierto el camino” (Betancourt, 1869). Del resto de caminos en Extremadura “más parecen obra de la naturaleza que del arte”. “Las posadas de esta provincia son las peores de España; reina en ellas el desaseo, la incomodidad y la escasez de provisiones. Los carros, por lo común, son tirados por bueyes, y apenas se ven algunos con mulas; ni hay más coches que los que pasan de Madrid a Portugal” (Laborde, 1816).

2.1 Los peones camineros

Como se ha comentado, cada peón caminero tenía asignado un tramo de carretera, inicialmente una legua, unos cinco kilómetros y medio. Cuatro o cinco tramos contiguos formaban una sección que estaba a cargo de un capataz.

El Reglamento de 1909 para la organización y servicio de los peones camineros y capataces, fijó las obligaciones de ambos.

En el caso de los capataces, sus obligaciones eran:

1. Recibir las órdenes para los peones camineros de su sección y cuidar de que se cumplan.
2. Dirigir los trabajos de las cuadrillas y trabajar alternativamente en una u otra, para enseñar a los peones el modo de hacer todas las operaciones de que se hallen encargados, y estimularles al cumplimiento de su deber.

¹ Una legua correspondía a 5572 metros.

3. Recorrer la sección de su cargo semanalmente y todas las demás veces que se lo ordene su Jefe inmediato o lo exijan circunstancias extraordinarias del servicio.
4. Dar parte por escrito a dicho Jefe de las faltas que cometan los peones y de todo cuanto ocurra en la sección de que se halle encargado.
5. Formar las listas de haberes de los peones camineros y de los jornales que devenguen los auxiliares.
6. Cuidar de las herramientas, materiales, útiles, prendas de vestuario y demás efectos del servicio que existan en poder de los peones de su sección, procurando el buen uso y conservación de los mismos.

Las obligaciones del peón caminero, como guarda y encargado de los trabajos de conservación de la carretera, eran:

1. Permanecer en el camino todos los días del año, desde que salga el sol hasta que se ponga.
2. Recorrer todo su trozo, para reconocer el estado del camino, de sus obras de fábrica, paseos y arbolados y de los repuestos de materiales.
3. Prevenir los daños que ocasionan los transeúntes en el camino, advirtiéndoles lo dispuesto en las ordenanzas o Reglamentos de policía, y denunciar a los contraventores.
4. Ejecutar los trabajos de conservación que sus Jefes le ordenen, bien sea por tarea o en otra forma, sin más descanso que las horas señaladas para almuerzo, comida y merienda.
5. Cuidar de las herramientas, materiales, útiles, prendas de vestuario y demás efectos del servicio que existan en su poder, procurando su buen uso y conservación.
6. Obedecer al Jefe de la cuadrilla, como a su Jefe inmediato, en cuanto le prevenga relativo al servicio público.

De acuerdo a la cláusula 3, el peón caminero, al ser considerado como una fuerza de orden público, debía de ir uniformado.

"El uniforme de los peones capataces y camineros constará: de pantalón y chaqueta de paño pardo, con el cuello, vueltas, solapas y vivos de color carmesí; botín de cuero, ante o paño negro; chaleco de paño azul claro; sombrero redondo, de fieltro blanco, con funda de hule para los días lluviosos, en el que llevarán la escarapela nacional al costado, y una chapa de metal en el frente con el número de los kilómetros y la leyenda peón caminero, los botones serán de metal amarillo, con la misma leyenda. En verano podrán reemplazar estas prendas por otras análogas de lienzo crudo; para el trabajo usarán un mandil corto de cuero, dividido en dos pedazos, cuyos extremos se atarán con correas por debajo de la rodilla".

En 1888 se les permitió llevar un sombrero de paja.

2.2 La vivienda de los peones camineros o casilla

En 1852, el ministro de Fomento emitió una circular para informar sobre la Real Orden de Isabel II para la construcción de casillas de los peones camineros. Así se lo comunicaba al Director General: "Ilmo. Sr.: La Reina (q. D. g.)

se ha dignado resolver que se proceda a la construcción de las casillas de los peones camineros en todas las carreteras generales, sobre la base, por punto general, de que deberá tener cada una vivienda para dos, adoptando el sistema de construcción más sencillo y económico posible; y que, al efecto, esa Di-



Figura 2. Botón

rección general proponga el plan general, así de la distribución y situación de las casillas como de los planos correspondientes, sus presupuestos y sistema que habrá de seguirse en su ejecución, sin perjuicio de que manifieste al mismo tiempo el aumento de coste que podrá tener el mismo plan en el caso de que se hiciera extensivo a las carreteras ya declaradas o clasificadas como gran comunicación transversal".

En consecuencia, se envió una circular en la que se resolvía e informaba:

1. Que en cuanto al proyecto de casillas de todo el Distrito, se disponga que, sobre las bases mencionadas, se formen tantos modelos como lo exijan los diferentes supuestos a que se presten las circunstancias locales para su más económica construcción, sin exceptuar el empleo de adobes donde no hubiere otros materiales.
2. Que en cuanto a la distribución de casillas respecto de cada carretera, se adopte la regla de colocar la correspondiente a cada legua hacia el centro de ella; pero si coincidiese dicho paraje con algún pueblo, se podrá excusar la casilla correspondiente.
3. Que también deberá tenerse en cuenta, para la oportuna situación de las casillas, la proximidad de agua cuando se pueda conciliar esta circunstancia con las demás que se han mencionado, y, caso contrario, se propondrá la apertura de un pozo.
4. Que con arreglo a las advertencias precedentes, se extienda para cada carretera una relación, con el número de casillas y situación que han de tener, y su presupuesto, con arreglo al adjunto modelo.
5. Que se formen, respecto de cada proyecto de casilla, los pliegos de condiciones facultativas y, por separado, la Memoria general, en que se manifieste cuanto conduzca a la más pronta y ordenada ejecución de todas las del Distrito.
6. Que se proceda, con la mayor actividad, en la redacción de los proyectos y noticias que se han expresado, a fin de que se remitan sin falta a esta Dirección general para el 1 de mayo próximo los de las carreteras generales.
7. Concluidos que estén estos trabajos, se procederá a formalizar los correspondientes a las carreteras ya declaradas transversales de gran comunicación.



Figura 3. Estado actual de casilla de peón caminero

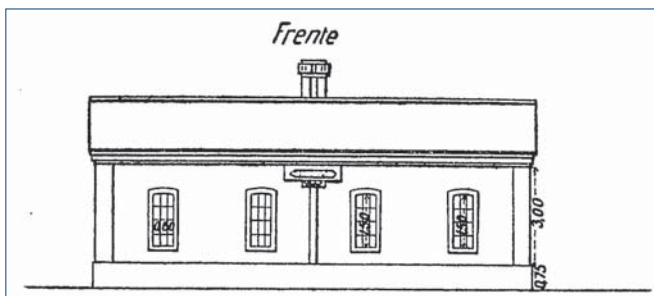


Figura 4. Croquis de casilla de peón caminero

Del recibo de esta circular y de quedar enterado me dará V. aviso, así como de las dudas que le ocurran para su puntual cumplimiento. Dios guarde a V. muchos años.

Madrid, 26 de febrero de 1852. Juan Subercase. Sr. Ingeniero Jefe.

Como se indicaba en la circular, las casillas se diseñaron con la mayor economía de medios, sin tener en cuenta la componente estética y se prescindió de todo tipo de decoración.

La función de la casilla no era otra que la de dar un cobijo adecuado a las familias de los peones camineros.

Su ubicación estaba junto a la carretera para facilitar la atención continuada al tramo asignado. En general estaban aisladas y fuera de las poblaciones. En un lugar alto y despejado desde el cual se pudiese ver de la manera más amplia posible el tramo asignado. Debía tener agua abundante tanto para la higiene de sus habitantes como para mantener el arbolado alrededor de la casilla para hacer más agradable la estancia en ella en las épocas estivales. También su ubicación podía estar influida por otros motivos como un paso peligroso o desfiladero.

Los primeros modelos oficiales eran viviendas individuales con una superficie edificada de 79,67 m² y un pequeño huerto o jardín de 27,90 m².

Después, en 1859, se apostó por el modelo de casillas pareadas, no sólo para evitar el aislamiento sino también para minimizar el costo de la obra. Se redujo la superficie de construcción a 109,05 m², ya que se disponía como zonas comunes el vestíbulo y el huerto, que se incrementó a 68,97 m² para las dos familias (Ortueta Hiberath, 2000).

En el patio de la casa se instaló un pozo y el excusado; y el peón también podía guardar la leña y sus herramientas de trabajo.

Era obligado que el peón residiese en su casilla, con su familia, si la tenía.

En el libro "Carreteras", de D. Manuel Pardo, de 1892 se aportaban los planos de modelos de casillas oficiales de la época.

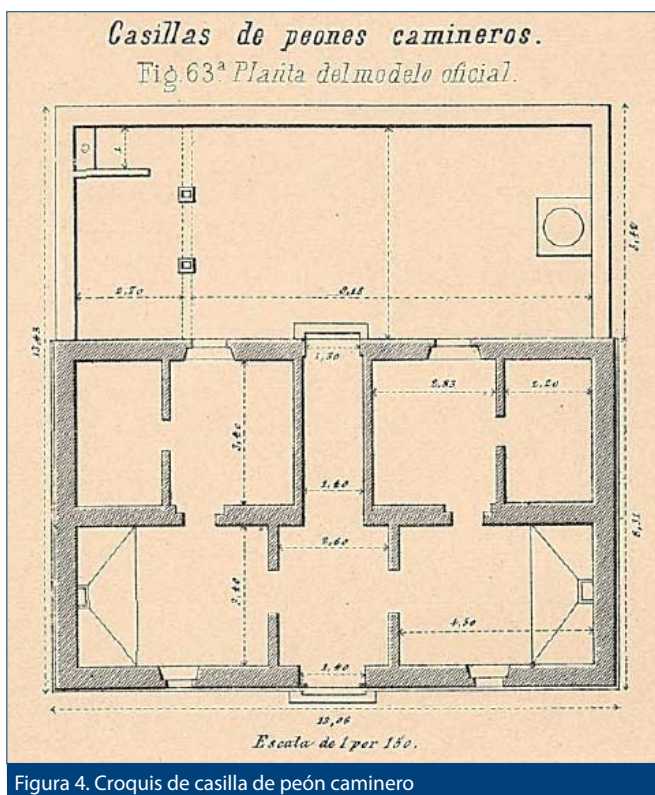


Figura 4. Croquis de casilla de peón caminero

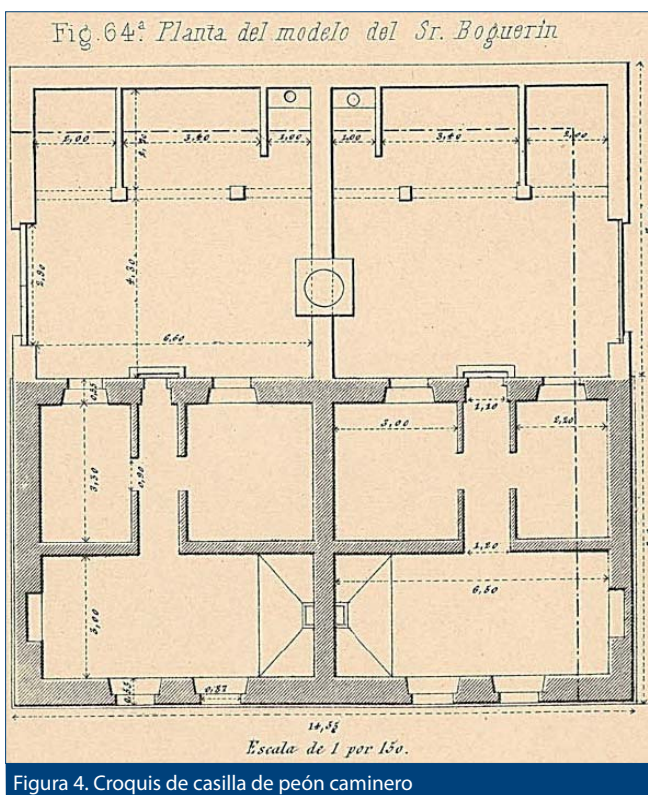


Figura 4. Croquis de casilla de peón caminero

3. Objetivos

El sistema de conservación por tramos mediante la red de casillas de peones camineros, que tuvo su origen a mediados del siglo XVIII, se mantuvo durante el siglo XIX y hasta mediados del siglo XX. Con el avance de los medios de transporte se fue constatando que no era necesaria situar el personal en dichas casillas, y se fue optando por una gestión mediante parques de conservación en las localidades más importantes que cubrían una determinada área.

Esto se tradujo en el abandono de las casillas, que pasaron a la ruina por falta de conservación; y en los años sucesivos la gran mayoría fueron demolidas, no habiendo rastros de ellas más que la zona de dominio público sobre la que se asentaban.

En las inmediaciones de las carreteras todavía hoy es posible ver algunas de ellas, en ruinas o recuperadas para otros usos, las menos de ellas.

Si hiciésemos un estudio de las fotos aéreas actuales se podrían ver algunas de ellas, pero la mayoría han desaparecido.

El objetivo del trabajo será la documentación de todas las casillas existentes y referenciarlas en un sistema de información geográfica, así como analizar su situación original y el estado actual de las mismas.

Con ello extraeremos una serie de conclusiones para hacer una propuesta de puesta en valor y aprovechamiento de las mismas.

4. Metodología

La metodología constará de los siguientes pasos:

1. Determinación del escenario a investigar
2. Fuentes de datos a obtener
3. Determinación de los datos a obtener
4. Recopilación de los datos necesarios
5. Proceso de los datos obtenidos

Para dar paso al apartado final con la elaboración de conclusiones del trabajo

4.1 Determinación del escenario a investigar

Las carreteras a estudiar serán las de titularidad del Ministerio de Fomento y de la Junta de Extremadura, pues las carreteras de esta última provienen de las transferencias del primero en 1984. Dicha transferencia no fue sólo de las carreteras en sí, sino también de sus elementos funcionales, como son las casillas de peones camineros existentes en ellas.

4.2 Fuentes de datos a obtener

Para obtener los datos necesarios se harán consultas en los siguientes organismos:

- Ministerio de Fomento. Demarcación de carreteras del Estado en Extremadura.



Figura 7. Mapas históricos de IGN con referencias a casillas de peones camineros

- Junta de Extremadura. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Se consultará además:
- Mapas topográficos históricos del IGN.
- Series de fotos aéreas históricas tales como la del vuelo americano de 1956 y vuelos posteriores de los años setenta y ochenta.
- Fotos aéreas del PNOA para conocer la situación actual.
- Fotografías antiguas y actuales.
- Documentación variada sobre el tema en bibliotecas y disponibles en la red.

4.3 Determinación de los datos a obtener

Los datos a obtener, para cada casilla, serán dos:

- Situación geográfica. Carretera en la que estaba situada y el punto kilométrico.



Figura 8. Casilla en la carretera C-523 en 1956

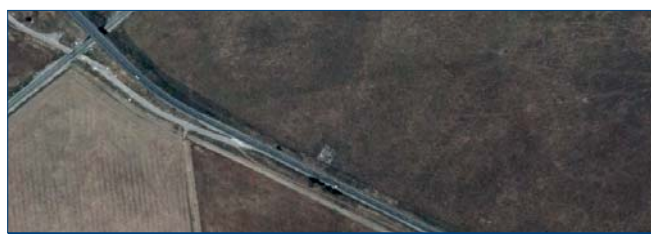


Figura 9. Misma casilla demolida en la actual EX-207

- Estado actual. Tres estados posibles:
 - Demolida
 - En ruinas
 - En uso, diferente del original.



Figura 10. Casilla en ruinas en la antigua CC--210. Pedroso de Acim



Figura 11. Casilla reutilizada por la Cruz Roja. Jerez de los Caballeros

4.4 Recopilación de los datos necesarios

Todos los datos obtenidos se han volcado en un sistema de información geográfica, bajo el programa gv--sig, en el que se tiene referenciada la localización de todas las casillas que se han identificado y las que existen físicamente hoy en día, tanto en uso como en ruinas.

También se han procesado los datos en una hoja de cálculo en la que se han ordenado las casillas identificadas.

4.5 Proceso de los datos obtenidos

Una vez recabados todos los datos, se puede realizar un procesamiento de los mismos para la obtención de información sobre la red de casillas de peones camineros.

Así, podremos:

- ✓ Obtener el número de casillas realmente construidas.
- ✓ Y analizar el estado actual de la red de casillas.

4.6 Número de casillas construidas

El número de casillas realmente construidas que se han podido constatar es de 429, de las cuales 293 estaban en las carreteras dependientes de la Junta de Extremadura y 136 en las del Ministerio de Fomento.

La situación de las casillas construidas se expone en el siguiente mapa:

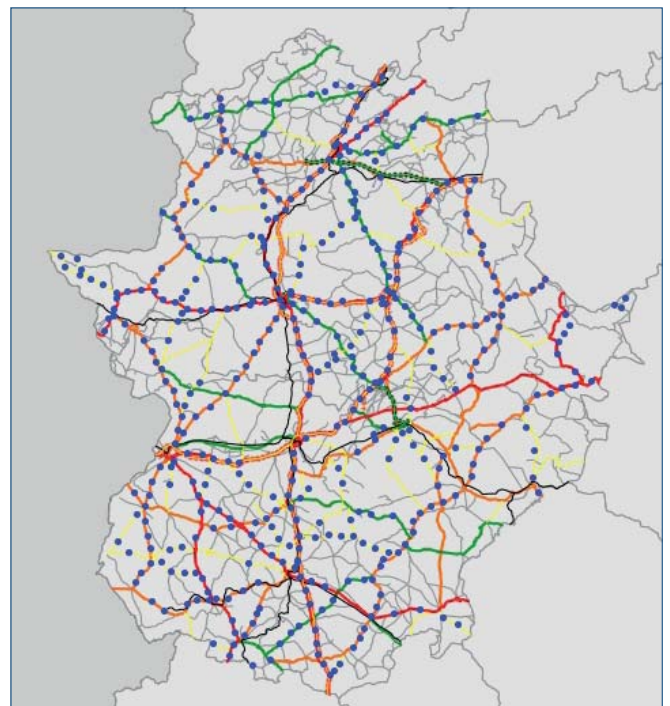


Figura 12. Casillas construidas en las carreteras de Extremadura

4.7 Estado actual de la red de casillas

Los datos anteriormente analizados provienen del análisis de la situación de la red de casillas en su momento, mediante consulta de planos y del vuelo aéreo americano de 1956.

Sin embargo, la situación actual de la red no tiene nada que ver con la de entonces.

De las 429 casillas, han sido demolidas 354 (83 %), en ruinas están 35 de ellas (8 %) y se conservan en la actualidad, para usos diversos, 40 (9 %), siendo la distribución por administraciones la siguiente:

Administración	Casillas	Demolidas		En ruinas		En uso	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Junta de Extremadura	293	234	79,86%	29	9,90%	30	10,24%
Ministerio de Fomento	136	120	88,24%	6	4,41%	10	7,35%
	429	354	82,51%	35	8,16%	40	9,32%

Del análisis de la situación de las casillas podemos ver que la mayoría de las casillas se encuentran demolidas, sobre todo las pertenecientes al Ministerio de Fomento. Como dato complementario al anterior, la Junta de Extremadura tiene más casillas, en porcentaje, en ruinas y en uso.

El elevado porcentaje de casillas demolidas se debe a que, por una parte, los peones camineros empezaron a vivir en los pueblos, pues al tener motocicletas podían atender su tramo aunque no vivieran en el mismo. Normalmente, una vez el peón abandonaba la casilla, ésta se demolía.

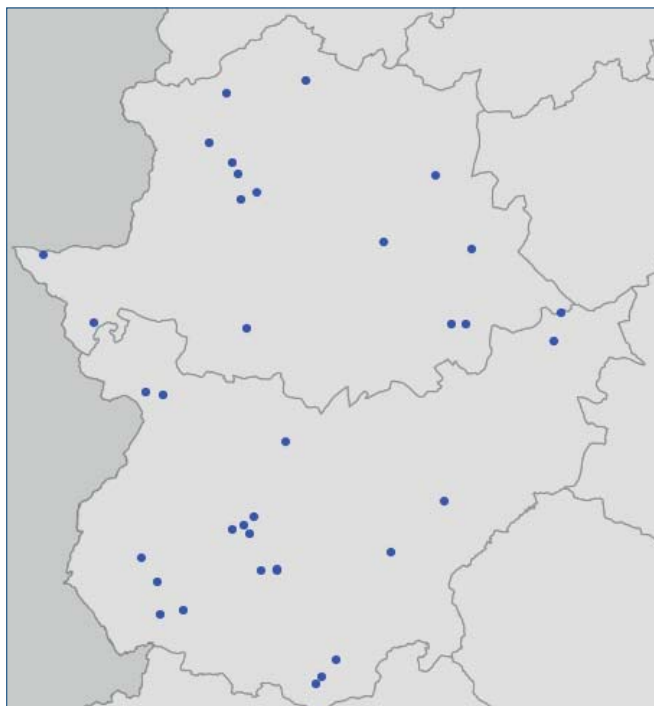


Figura 13. Casillas en ruinas



Figura 14. Casilla en ruinas cerca de Los Santos de Maimona

De las que existen en ruinas en la actualidad, es debido a que por una u otra causa, inacción, inoportunidad, etc., se han ido salvando.

De las que están en uso, suelen estar cerca de las poblaciones y han sido recuperadas por los ayuntamientos para usos públicos, como bases de la Cruz Roja. Las menos han sido compradas por particulares y las tienen para su uso privado.

5. Conclusiones

El sistema de conservación de caminos en Extremadura, mediante la red de casillas de peones camineros, se encontraba extendido en gran parte de las carreteras, aunque bien es cierto que no todas ellas estaban atendidas adecuadamente. Las carreteras nacionales y las antiguas comarcales, por su importancia, son las más completas en dotación de las citadas casillas. Las carreteras de menor rango no las tenían en la totalidad de su recorrido o, directamente, no las tenían. Se puede citar como excepcional las casillas construidas en la comarca de Cedillo, muy alejada de centros urbanos importantes y que tal vez debido a esto, se vio necesaria por parte del Ministerio de Obras Públicas la pertinencia de su construcción.

También destacar que de dicha red de casillas, que en su tiempo supuso un gran esfuerzo de construcción para no dejar sin atender la conservación de las carreteras de toda Extremadura y España, no hay prácticamente vestigios en la actualidad. Pocas casillas se conservan y con un uso totalmente diferente para el que fueron diseñadas inicialmente. La gran mayoría desaparecieron sin dejar rastro, unas pocas son fantasmas a la vera de las carreteras y las menos han tenido una segunda vida, mediante otros usos, ya sean privados como casas de residencia o públicos como aulas de la naturaleza, casetas de la Cruz Roja o albergando algún servicio de ayuntamientos.

6. Bibliografía

- Alzola, P. (1979). Historia de las obras públicas en España. Madrid: Ediciones Turner.
- Betancourt, A. (1869). Noticia del estado actual de los caminos y canales de España, causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante. 1803. Revista de Obras Públicas, 68.
- García Faria, P. (1919). Las carreteras españolas. Revista de obras públicas, 295.
- Laborde, A. L. (1816). Itinerario descriptivo de las provincias de España: y de sus islas y posesiones en el Mediterráneo; con una sucinta idea de su situación geográfica, población, historia civil y natural, agricultura, comercio, industria, hombres célebres, carácter y costum.
- López, S. (1818). Nueva guía de caminos. Madrid: Imprenta de la viuda de Aznar.
- Ortueta Hiberath, E. d. (2000). Modelos de casilla de peones camineros. Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, (págs. 733--742). Sevilla.
- Pardo, M. (1892). Carreteras. Madrid: Imprenta y Fundación de Manuel Tello.
- Uriol Salcedo, J. I. (2001). Historia de los caminos de España. Volumen I. Hasta el siglo XIX. Madrid: Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos.
- Uriol Salcedo, J. I. (1992). Historia de los caminos de España. Volumen II. Siglos XIX y XX. Madrid: Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos.

Caminos de Ingenieros

Óscar Gutiérrez Bolívar

Existen varias publicaciones sobre la historia de las carreteras y sobre su futuro; pero esta tiene unas características especiales, pues no se limita a proporcionar magnitudes y fechas, sino que los envuelve en detalles que describen el entorno y facilitan la comprensión de los cambios que se han ido produciendo. Se inicia con una recapitulación sintetizada, pero rigurosa, de los distintos planes de carreteras desde principios del siglo XX. Enseguida se analiza el entorno exterior partiendo de las técnicas británicas de construcción, para luego adentrarse en las *Parkways* de Estados Unidos, que representaban unas carreteras idílicas que facilitaban el acceso de los habitantes de las ciudades a la naturaleza. La construcción de las primeras autopistas en Italia y su perfeccionamiento en Alemania en unos tiempos convulsos fueron claves para

la expansión de este tipo de carreteras al resto del mundo. Se recuerda que a España llegó la modernidad de la mano de la ingeniería de Estados Unidos, y cómo fueron naciendo las primeras ingenierías entre los finales de los 50 y 60. En el texto se resalta el papel del proyecto en la eficacia y en la armonía del diseño, no solo para el conductor sino también como forma de integración en el paisaje. La seguridad se aborda propiciando condiciones objetivas, pero incidiendo en que la posibilidad de que se considere el fallo humano en un diseño tolerante que mitigue la gravedad del accidente. Se recalca que una adecuada señalización indicativa no solo guía sino que evita accidentes. De cara al futuro se promueven las soluciones 2+1, es decir, un carril adicional en las carreteras de calzada única de dos carriles. También la utilización de drones y de sis-

temas que utilicen tecnologías 3D o el llamado BIM. Al final se aboga por una modernización de la red, y por una mejor gestión del tráfico y de la logística.

Se trata en definitiva de un texto que hace un recorrido longitudinal en el tiempo y otro de forma transversal, analizando distintos aspectos de las carreteras como seguridad, túneles, puentes, diseño, paisaje y otros. Todo ello dentro del marco de las condiciones nacionales y de otras internacionales en el que las soluciones han ido fluyendo de unos países a otros a lo largo de los años. Es, por tanto, un texto que acerca al lector a lo que supone una carretera permitiéndole replantearse algunos aspectos que pudieran pasar inadvertidos y explicando también la génesis de las decisiones que han conducido al tipo de carreteras actuales, sin dejar de mirar al futuro. ❖



George Washington Memorial Parkway, Washington



DEJAMOS HUELLA EN LA SOCIEDAD, NO EN LA NATURALEZA

En ACCIONA diseñamos y construimos infraestructuras basadas en el respeto al medio y a las comunidades en las que se asientan. Porque creemos que ese respeto es un fin, pero también una herramienta que nos ayuda a alcanzar la excelencia, potenciar la investigación y construir un mundo mejor.

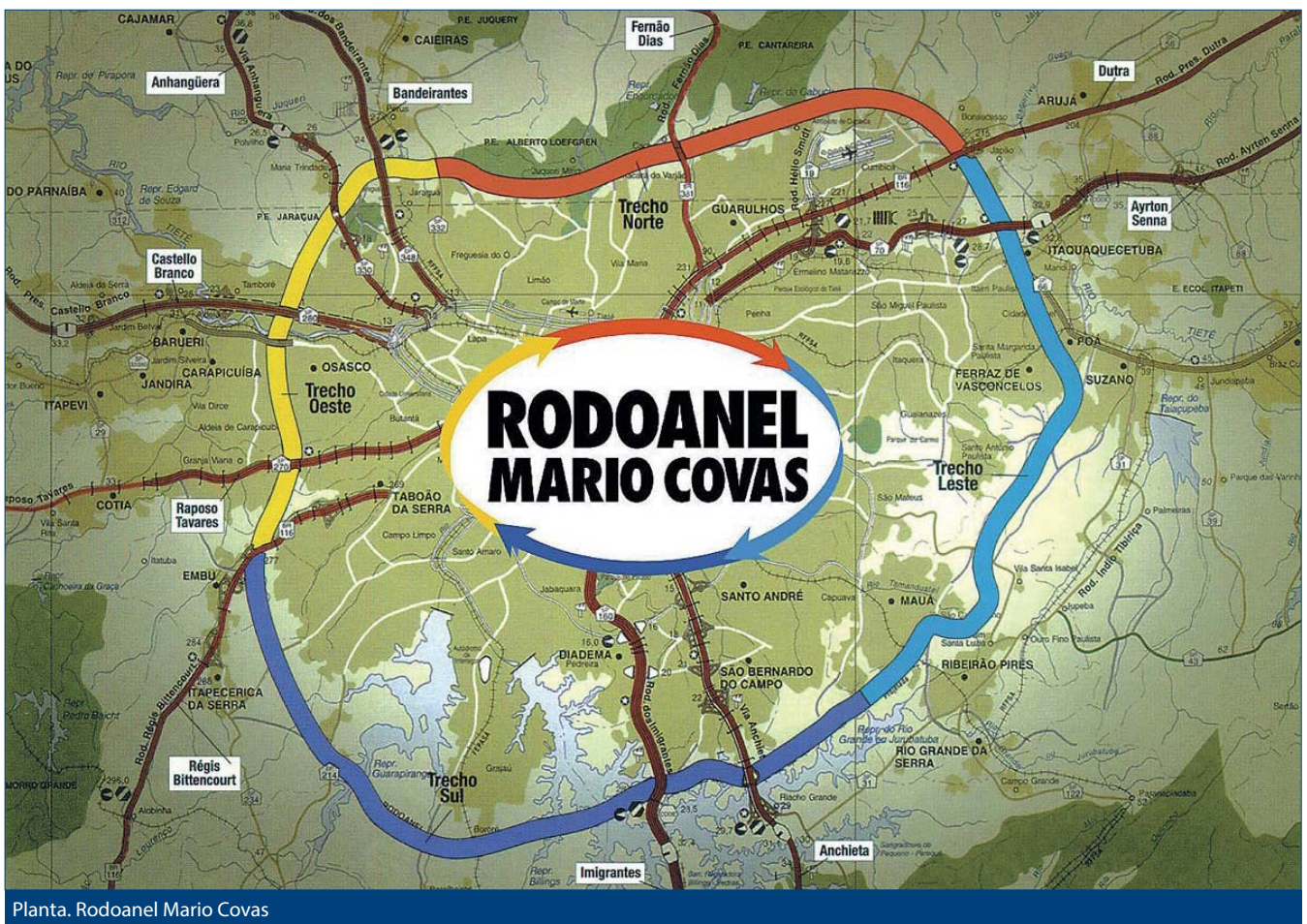


acciona.com

INFRAESTRUCTURAS

ENERGÍAS RENOVABLES

Obras de implantación del tramo norte Rodoanel Mario Covas



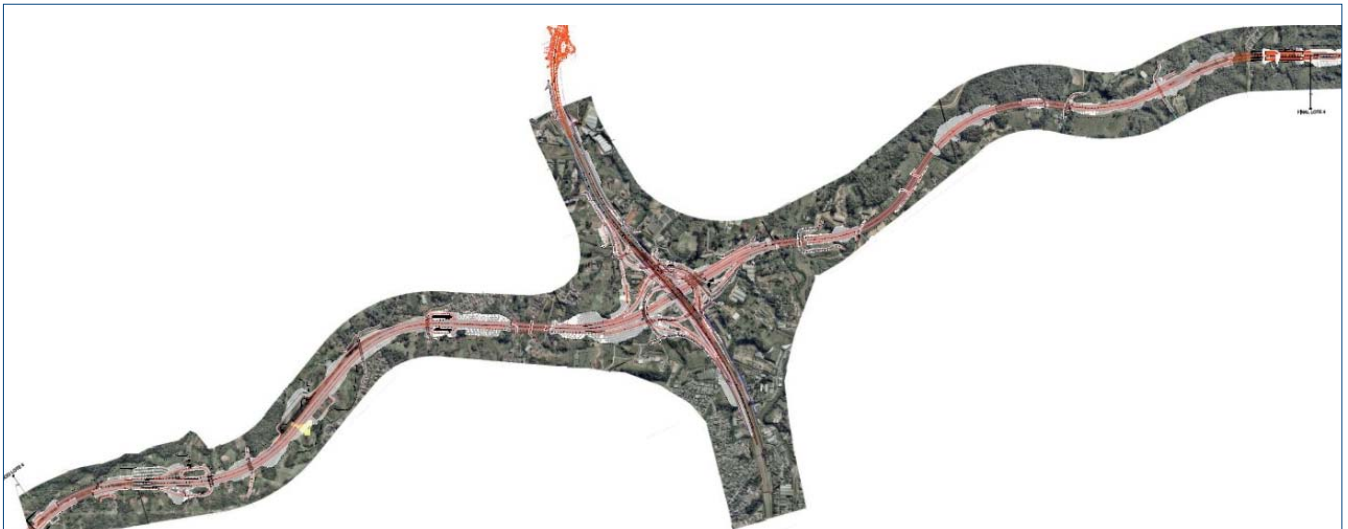
Planta. Rodoanel Mario Covas

Las obras del tramo Norte del Rodoanel Mario Covas, que ACCIONA Construcción está llevando a cabo, permitirán finalizar el anillo de circunvalación de 177 km del Estado de São Paulo (Brasil). Este anillo, que circunda toda la Región Metropolitana de São Paulo, enlazará con las diez principales autovías paulistas que conectan con el interior: Anhangüera, Bandeirantes, Cas-

telo Branco, Raposo Tavares, Regis Bittencourt, Imigrantes, Anchieta, Ayrton Senna, Dutra y Fernao Dias (ver planta).

El tramo Norte de Rodoanel cruza los municipios de São Paulo, Mariporá, Guarulhos y Arujá, comenzando en la conexión de la Avenida Raimundo Pereira Magalhaes (SP-332) y finalizando el mismo con la intersección de la autovía Presidente Dutra.

Una vez finalizado, contará con cuatro carriles por sentido entre el Rodoanel Este y la autovía Fernão Dias (BR-381), disminuyendo posteriormente a tres carriles por calzada entre este último punto de conexión y la vía Dutra (BR-116). El trazado está diseñado para una velocidad máxima de 100 km/h, contando con siete túneles y 117 puentes y viaductos.



Planta Lote 4. 9,10 km y enlace a la Autovía Fernão Dias



Planta Lote 6. 11,96 km y acceso al Aeropuerto Internacional de Guarulhos

Del total de los seis tramos en que se subdivide el Rodoanel Norte Mario Covas, ACCIONA Construcción se adjudicó en noviembre de 2012 los dos siguientes:

Lote 4:

Longitud: 9,10 km.

Inicio de las obras: 25/02/2013.

Presupuesto: 788.021.820 R\$.

Lote 6:

Longitud: 11,96 km (+3,6 km ramal al aeropuerto).

Inicio de las obras: 25/02/2013.

Presupuesto: 619.219.894 R\$.

(*) (US\$ = 2,24 R\$; año 2012).

Antecedentes

El Proyecto del Rodoanel Mario Covas surgió tras analizar de forma exhaustiva diferentes alternativas

de trazado y manteniendo como objetivo principal el mejorar la calidad de vida del Gran São Paulo, zona actualmente muy congestionada por el elevado flujo de vehículos/día. De este modo, se pretendía desviar parte del elevado tráfico de camiones que transitan por la metrópoli, eliminando el tráfico pesado que circula desde el puerto de Santos hacia el interior.

La construcción del Rodoanel Mario Covas forma parte de la transformación del área metropolitana de São Paulo que está siendo desarrollado por DERSA (Desenvolvimento Rodoviario S.A), empresa perteneciente al Estado de São Paulo y encargada de adjudicar, administrar y proyectar las infraestructuras de transporte del Estado.

De esta forma, el anillo de circunvalación del Rodoanel fue subdividido en cuatro tramos: Oeste, Sur, Este y Norte. El tramo Norte es el último segmento pendiente de finalización para completar el anillo, el cual se configurará como un modelo de desarrollo económico, social y ambientalmente sostenible, cuya finalización está prevista para el año 2018.

El proyecto del tramo Norte del Rodoanel, busca integrar la nueva infraestructura en el entorno natural en el que se enmarca. Así ocurre, por ejemplo, en el Lote 4, en el que el trazado atraviesa la Sierra de la Cantareira, una de las mayores florestas urbanas del mundo perteneciente a la llamada "mata atlántica", reconocida internacionalmente por la UNESCO como región de preser-



Foto 1. Vista aérea del Lote 4, mata atlántica



Foto 2. Vista aérea del Lote 6, favelas en el municipio de Arujá



Foto 3. Vista aérea del Lote 4, favelas en el municipio de São Paulo

vación medioambiental y considerada Patrimonio de la Humanidad (ver foto 1).

Por otro lado, el proyecto está permitiendo el desarrollo regional, garantizando la vertebración del territorio con un aumento de la cohesión social.

Cabe señalar que en el periodo de elaboración del proyecto constructivo la complejidad del trazado en algunos puntos generó algunas modificaciones por motivos técnicos, medio-ambientales y/o sociales (ver fotos 2 y 3).

El proceso constructivo general de obras previsto en los dos tramos a ejecutar por ACCIONA Construcción, ha registrado dificultades en el proceso de expropiación en las áreas de mayor densidad de población. Además, ha sido necesario un desarrollo adicional del proyecto de licitación, el cual no presentaba suficiente detalle en algunas unidades de obra.

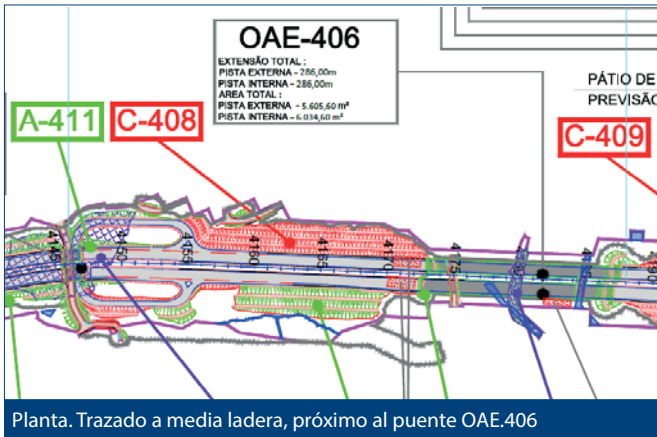
Condiciones del proyecto

En los apartados siguientes se describirán las unidades de obra más singulares a nivel técnico, social o medio-ambiental del Lote 4, factores que a día de hoy constituyen los hitos fundamentales a cumplir para la adecuada gestión de una obra.

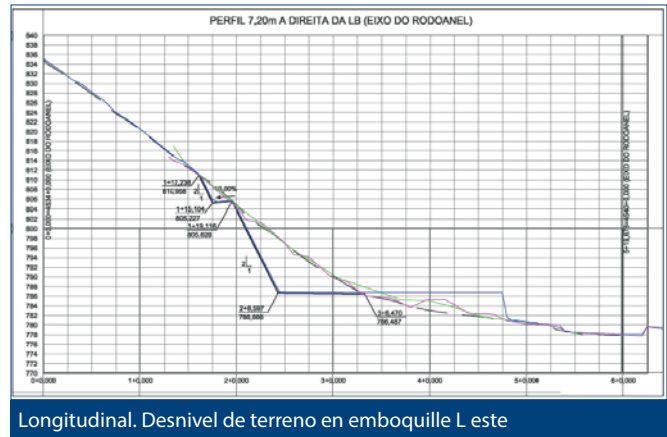
3.1 Condiciones de Trazado

El trazado diseñado en el Lote 4 está muy condicionado por la orografía y geología del terreno, que presenta desniveles importantes, frecuentes arroyos en fondo de vaguada y materiales de baja capacidad portante junto con los llamados “morros” rocosos que generan las elevaciones más puntuales, por ejemplo en el p.k. 4+160 y en las inmediaciones del túnel (ver plantas y fotos 4 y 5).

Otro punto de interés técnico que condicionó de forma importante la planificación de las obras fue el cruce del trazado de Rodoanel Norte con la autovía Fernão Dias (BR-381), que co-



Planta. Trazado a media ladera, próximo al puente OAE.406



Longitudinal. Desnivel de terreno en emboquille L este



Foto 4. Vista aérea del trazado a media ladera con 32 m de talud (lado izquierdo) + 24 m (lado derecho)



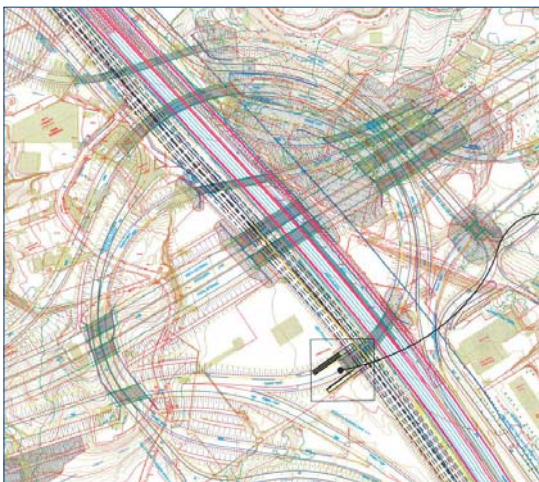
Foto 5. Vista aérea emboquille Leste. Túnel 401

necta el tráfico entre São Paulo y Belo Horizonte (ver planta y foto 6).

El proyecto cuenta con un total de seis puentes, actualmente en construcción, que cruzan la autovía F.D. Estas estructuras se están ejecutando en dos tramos bien diferenciados. En primer lugar, actuando sobre el lado

izquierdo de la autovía. Una vez que den construidos los primeros vanos de estas OAE's cuyo apoyo central coincide con la mediana de la autovía, se desvía el tráfico por debajo de dichos vanos para, posteriormente, ejecutar los vanos del lado derecho. La división de la obra del Lote 4 que

supone el cruce de la autovía está añadiendo dificultades en la gestión coordinada entre la producción de obra y los equipos de seguridad de forma que se garantice el cumplimiento de las señalizaciones para cada uno de los desvíos realizados (ver planta y foto 6).



Planta: Trazado del enlace previsto, mostrando los puentes que cruzan la autovía Fernão Dias



Foto 6: Montaje sobre foto aérea de la implantación de los puentes que cruzan la autovía Fernão Dias.

3.2 Condicionantes medio ambientales y sociales

En todo momento, el trazado del Lote 4 fue definido con la necesidad de integrar el mismo en el entorno natural de la región, actuando con intensidad en todas las actividades que afectaban al medio, como aquellas necesarias para la recuperación de la fauna y flora junto con una integración paisajística y protección del sistema hidrológico existente.



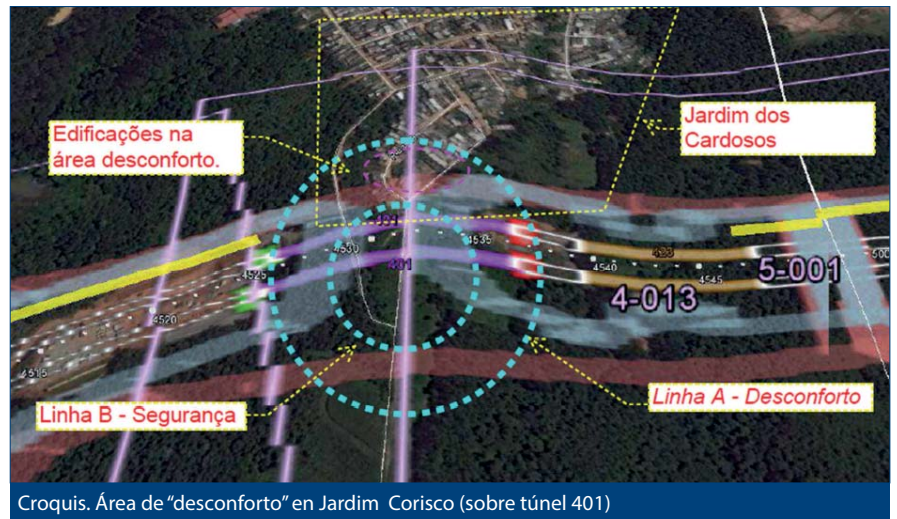
Foto 7. Recuperación de troncos en zona de poda realizada por empresa eléctrica



Foto 7. Recuperación de troncos en zona de poda realizada por empresa eléctrica



Fotos 9 y 10. Limpieza de ramas y succión de lodos, en proximidades a viviendas para evitar inundaciones



Croquis. Área de "desconforto" en Jardim Corisco (sobre túnel 401)

Con objeto de mantener el cumplimiento de medidas sociales previstas y como consecuencia de las detonaciones que se iban a realizar en las excavaciones en el macizo rocoso, dentro del túnel, se realizó en el barrio del "Jardim de los Cardosos" un estudio referente a las residencias que podrían ubicarse potencialmente en área de "desconforto", mediante un cálculo de vibraciones producidas por las detonaciones del túnel. A partir de ello, se decidió realojar de forma provisional a aquellos habitantes que permanecían dentro del contorno de seguridad que se muestra en las imágenes siguientes:



Foto 11. Instalación del sismógrafo para control de vibraciones

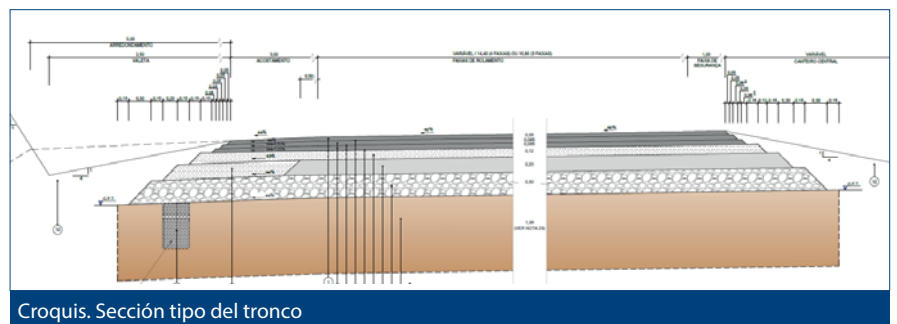
Descripción de las obras

En términos generales, el proyecto del Lote 4 consiste en 9,1 km de trazado principal con cuatro calzadas por sentido en el primer tramo, disminuyendo posteriormente a tres calzadas por sentido hasta el final del mismo.

El enlace sobre la Fernão Dias supone un incremento de otros 9,4 km distribuido en numerosos ramales y accesos, según se indica en el croquis adjunto en el apartado 3.1.

Las principales características técnicas del proyecto en ejecución son:

- Excavación de suelos blandos, con contenido de materia orgánica y taludes con presencia de bolos.
- Excavación con voladura controlada y posterior machaqueo del material pétreo.
- Ejecución de puentes y viaductos de diferentes tipologías sumando un total de 91.908 m² de tablero, 846 unidades de vigas prefabricadas, 112 conjuntos de pilares y un total de 466 cimentaciones profundas con tipologías variadas entre "tubulões" y "pilotes".



Croquis. Sección tipo del tronco

- Túnel de 227 m² de sección en suelos, excavado según el “nuevo método austriaco (NATM)”, con un trazado de 460 m entre los dos tubos paralelos.

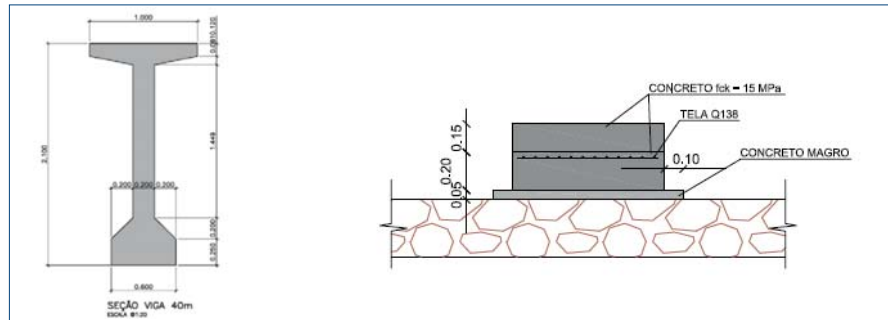
Dentro de las singularidades constructivas o de calidad en la obra se destacan las siguientes obras y/o actuaciones:

1.1 Ejecución de vigas prefabricadas

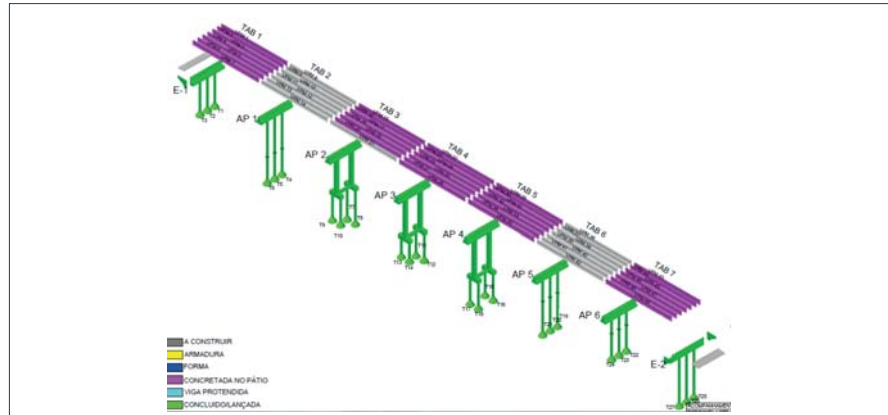
El tramo del Lote 4 atraviesa varias áreas de favelas, densamente pobladas y sin ningún orden urbanístico, lo que obligó por parte de la obra a modificar desde un inicio la fabricación del conjunto de elementos prefabricados (pre-losas, placas de tierra armada, vigas), presentando una mayor dificultad las vigas doble T de hasta 40 m de longitud, por la imposibilidad de acceder con éstas a ciertos puntos (fotos 12 y 13). El entorno de la obra presentaba accesos sinuosos, en muchas ocasiones sin asfaltar.



Fotos 12 y 13. Vías de acceso a la obra



Croquis. Sección tipo y detalle de apoyo en plataforma de fabricación



Croquis. Tipología de puente isostático, con cimentación profunda

Por tanto, desde la obra se optó por una fabricación de elementos prefabricados tipo vigas doble T postesadas (según proyecto), a partir de plataformas horizontales y provisionales, ejecutadas sobre el propio trazado contiguas a cada uno de los puentes o viaductos a construir.

Antes de identificar con detalle la ejecución de este tipo de vigas de notable longitud, esbeltez y pos-tesado, se incluye un croquis de alzado que muestra la tipología de la mayoría de estructuras construidas a lo largo del tramo.

El hecho de prefabricar en obra, sin la posibilidad de industrializar el proceso de fabricación, requirió un esfuerzo extraordinario en la coordinación de los equipos de producción con el equipo técnico y de calidad, llegando a realizar pruebas a escala in situ para asegurar el buen funcionamiento de los padrones de prefabricación y manipulación de las vigas a pie de puente.

En las siguientes imágenes se muestra el proceso de prefabricación in situ:



Foto 14. Mejora del terreno con piedra triturada procedente del túnel, por falta de consistencia del terreno natural en las áreas de prefabricación



Foto 15. Construcción de las cunas de apoyo, con control de horizontalidad



Foto 16. Hormigonado de las vigas, con las vainas de tesado colocadas para posterior tesado



Foto 17. Control de manipulación de vigas, antes del lanzamiento definitivo



Foto 18: Transporte de las vigas en patios construidos a pie de estribo



Foto 19. Vista de patios de vigas junto al alzado del viaducto OAE.469



Foto 20. Vista de patios de vigas próximo a estribo del puente OAE.406



Foto 21. Lanzamiento de vigas doble T, de 40 m

Cabe señalar que en algunas obras realizadas en países extranjeros, las medidas innovadoras a aplicar en las mismas no se basan solamente en la aplicación de nuevos materiales o sistemas existentes en nuevos mercados, sino también en la capacidad de aplicar la excelencia de la ingeniería para situaciones no previstas (ver foto 22).

1.2 Excavación del túnel 401

Al final del tramo del Lote 4, el trazado proyectado atravesaba uno de los "morros" rocosos existentes en la zona. De esta forma, se definían dos túneles paralelos de gran sección libre (3 carriles por tubo), de 212 metros para la pista externa y de 248 metros para la pista interna.

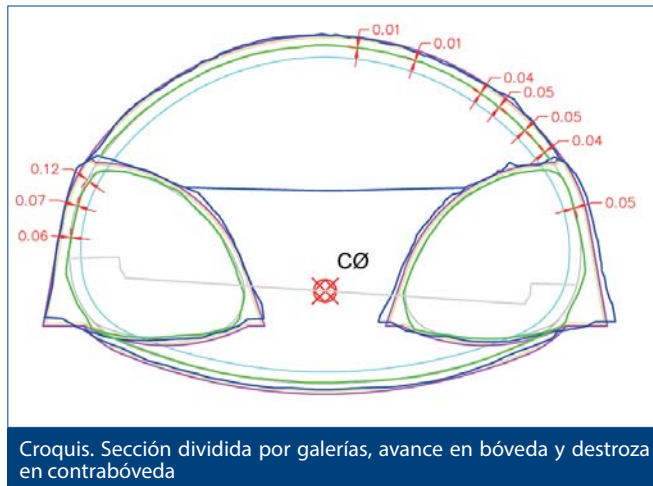
Para la excavación de los mismos, se ha utilizado el NATM en avance y destroza a lo largo del túnel, con ciclos sucesivos de excavación con voladuras controladas, compartimentando la sección de excavación en mayor o menor número de partes en función de la presencia de suelos y/o roca, según avanzaba la ejecución del túnel. Para ello se importaron



Foto 22. Viaducto OAE.469, de 786 m de longitud y hasta 20 m de altura máxima de pila



Foto 23. Jumbo para perforación de túnel



Croquis. Sección dividida por galerías, avance en bóveda y destroza en contrabóveda



Foto 24. Emboquille Oeste. Vista de galerías laterales



Foto 25. Primeros pasos de excavación en galería



Foto 26. Excavación de la sección completa, antes de aplicar drenaje y revestimiento definitivo

hasta el lugar un jumbo perforador de dos brazos junto con un robot de gunitado (ver foto 23).

En el croquis adjunto se puede observar mediante la línea de contorno azul la excavación real ejecutada en obra frente a la línea teórica de abono, comprobándose la excelente metodología de perforación y sostenimiento llevado a cabo por la obra.

La ejecución de dos galerías piloto, ambas con desfase de excava-

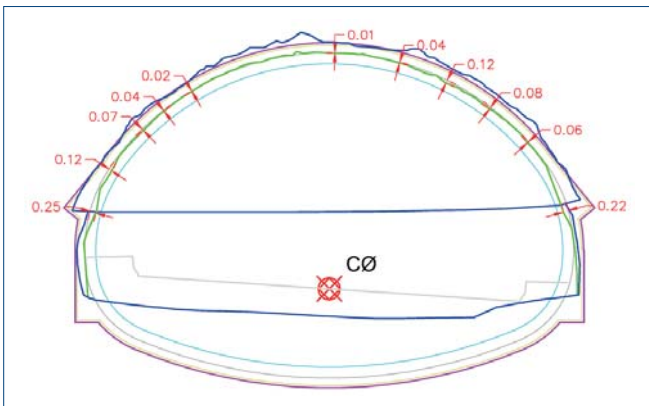
ción, se llevó a cabo con ayuda de un sostenimiento de cerchas reticulares junto con aplicación de hormigón proyectado, después de sanear y desescombrar el detritus. De este modo, se garantizaba un mayor reconocimiento geotécnico del macizo rocoso antes de abrir la sección completa del túnel (ver fotos 24 y 25).

Como fase final, se alcanza el cierre de la sección completa mediante contrabóveda (ver foto 26).

A medida que el túnel penetra en el macizo rocoso, el aumento de resistencia del mismo permite modificar la tipología de la sección a excavar, reduciendo el número de fases de voladura por sección (ver croquis).

El terreno pasó a ser sumamente competente, con la presencia de metabasitos poco alterados sin flujo importante de agua subterránea, lo que permitió excavar la sección en avance y destroza con un sosteni-

Actividad Internacional



Croquis. Excavación en avance y destroza, sin ejecución de contrabóveda por mejora del macizo



Foto 27. Excavación en Metasitos

miento basado en cerchas reticulares en bóveda y bulones de cosido (ver foto 27).

Dentro del plan de gestión ambiental definido por la obra se acordó aprovechar todo el material pétreo procedente de los túneles que, mediante plantas de machaqueo móviles, garantizarían el uso de árido a reutilizar dentro de la obra, por ejemplo en obras auxiliares (ver foto 28).

1.3 Plan medio ambiental y social

Los planes de gestión ambiental y social que se desarrollaron desde el inicio de las obras en el tramo Lote

4 del Rodoanel, incluían los procedimiento y controles operacionales a seguir en cada caso.

Las mayores medidas adoptadas a nivel medio ambiental fueron, entre otras, las siguientes:

- Sustitución de terraplén por puente a fin de mantener el mínimo nivel de ocupación del terreno (ya definido en proyecto).
- Vertederos definitivos, tratados con hidrosiembra de protección final junto con obras de drenaje auxiliares.
- Ejecución de obras de drenaje transversal al trazado permitiendo la continuidad de los cauces que se ven interceptados por el trazado.

- Antes del desbroce de la traza, se realizaba con nuestros veterinarios y biólogos la identificación de especies arbóreas susceptibles de ser trasplantadas junto con la recuperación de la fauna existente. En ocasiones, se llevaban a un vivero propio en el que trabajaban "egresos" presos acogidos a un complejo programa de reinserción social que se encontraban en periodo de semi-libertad (fotos 29 y 30).
- Clasificación del tipo de residuo, diferenciando entre peligroso o inerte, definiendo así el destino controlado y específico de los mismos (Fotos 31 y 32).



Foto 28. Planta de machaqueo dentro de la traza



Foto 29. Recuperación de Jabutiqueira para Autovia Anhanguera



Foto 30. Recuperación de fauna



Foto 31. Demolición selectiva de residencias



Foto 32. Carga y transporte del residuo



Foto 33. Marcación del límite de obra dentro de la mata



Foto 34. Manipulación de material leñoso



Fotos 35, 36 y 37. Barreras de geotextil para contención de finos



Foto 38. Talud en desmonte (a izquierda e traza) de 40 m de altura

- Como actividad inicial se marcaba la línea de expropiación, marcando de forma inmediata los límites de la obra para evitar invasiones (ver foto 33).
- Los tocones de árbol identificados de mayor tamaño debían apilarse de forma cuidadosa para su posterior reutilización (ver foto 34).
- Ejecución a lo largo del trazado de pequeñas valsas y/o pequeños diques revestidos de geotextil como elementos de contención contra salida de agua de lluvia o contaminación por transporte de finos (ver fotos 35, 36 y 37).
- Aplicación del sistema de hidro-siembra sobre los taludes definitivos (ver foto 38).
- También cabe destacar el trabajo de los equipos de comunicación y social, que realizaban cursos de formación para residentes del entorno de las obras como, "Jornadas de Ciudadanía", programas de vacunación, alfabetización, prevención de enfermedades e incluso "bodas comunitarias".❖





Reunión del Comité TC.D5 "Explotación de Túneles de Carretera" de PIARC

Rafael López Guarga

*Presidente del Comité Técnico de Túneles de la Asociación Técnica de Carreteras
Miembro del Comité Técnico D5 de PIARC*

Los pasados días 18 y 19 de octubre tuvo lugar en Zaragoza, en las dependencias del Paraninfo de la Universidad de Zaragoza, con el apoyo del Ministerio de Fomento, la segunda reunión del Comité Técnico D5 "Explotación de túneles de carretera" de PIARC, correspondiente al periodo 2016-2019, que abarca desde el Congreso Mundial de Seúl de noviembre de 2015 hasta el que se celebrará en Abu Dabi en fecha similar de 2019.

En ella participaron 31 de sus miembros venidos de diferentes países, a los que se sumaron otros 3 españoles que, en su calidad de miembros asociados, participan en los diferentes Grupos de Trabajo.

Previamente, el día anterior por la tarde, tuvo lugar una Recepción de bienvenida en el Palacio de Tarín, sede de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón, cuyo marco permitió "romper el hielo" entre los miembros del Comité y saborear algunos de los buenos productos de la gastronomía aragonesa maridados con una cata de vinos españoles.

Ya el día 18, el acto de apertura de la reunión estuvo presidido por D. José Antonio Mayoral Murillo, Rector Magnífico de la Universidad de Zaragoza, y por D. Alberto Bardesi Orué-Echevarría, Director Técnico de la Asociación Técnica de Carreteras, quienes dirigiéndose a Mr. Marc Tesson, Presidente del Comité D5, desearon para todos

los miembros unas fructíferas jornadas de trabajo y una excelente estancia en España y en Zaragoza en particular.

Intervino D. Óscar Gutiérrez Bolívar, coordinador del Tema Estratégico D, que expuso los objetivos trazados para este ciclo y las líneas de trabajo a seguir, deseando y confiando en que el Comité seguirá con la misma tónica de ciclos anteriores que le ha hecho merecedor de ser uno de los que más actividad desarrolla en el seno de PIARC. También se contó con la presencia de D. Miguel Caso Flórez, Director técnico de PIARC, que asistió a las dos jornadas de la reunión.

D. Rafael López Guarga, Presidente del Comité Técnico español de Túneles de la Asociación Técnica de Carreteras,

presentó el Plan de trabajo previsto para la reunión y la Planificación de la visita de obra a los túneles de Monreps en la autovía A-23 y a su Centro de Control para el día 20.

En el transcurso de la reunión se informó sobre las actividades relacionadas de otras organizaciones. ITA, COSUF (Comité de Seguridad en Explotación de Infraestructuras Subterráneas), Comisión Europea, Grupo de Trabajo GT6 "Tunnel lighting" del CEN-TC 169, NFPA y AASHTO.

Se dio un repaso al estado de avance de los diferentes Grupos de Trabajo, analizando los programas de trabajo, la organización, la planificación y las publicaciones que está previsto editar. Dichos Grupos de Trabajo son los siguientes:

- GT-1. "Explotación Sostenible"
- GT-2. "Seguridad"
- GT-3. "Factor humano e ITS"
- GT-4. "Ventilación y Emisiones"
- GT-5. "Grandes infraestructuras subterráneas conectadas"
- GT-6. "Gestión del conocimiento"

Se debatió sobre la publicación de un documento que se titulará RAMS in Road Tunnels, que se centrará en explicar lo que es el concepto de RAMS (*Reliability, Availability, Maintainability, Sustainability*), en cómo se aplica en diversos países y en qué aplicaciones de interés puede tener en los túneles de carretera, haciendo hincapié en los sistemas electromecánicos, así como en lo relacionado con la explotación, mantenimiento y configuración.

Se trató el importante auge que está teniendo la iluminación de túneles con tecnología Led y la precaución que se debe tener con las posibles in-



Recepción de bienvenida



Vista general de los asistentes a la reunión

terferencias electromagnéticas de las luminarias con otros equipos.

Se acordó revisar el informe de Emisiones en lo referente a las bases de datos y a la metodología de cálculo de emisiones de vehículos, a los

valores de emisiones de partículas en suspensión no originarias de la combustión, tales como las derivadas del rozamiento de los vehículos, polvo en paredes, partículas en suspensión, y a los ratios de NO₂ en túneles. Se re-



Sres. Marc Tesson, Antonio Mayoral, Alberto Bardesi, R. López Guarga y J. Claude Martin



Sres. Óscar Gutiérrez y Miguel Caso

VISITA DE OBRA



Visita Centro de Control de Túneles de Monrepós



Los miembros del Comité posando en una galería de conexión



D. Rafael López Guarga dando explicaciones del túnel de Caldearenas



Visita túnel Caldearenas. Carro de encofrado del revestimiento

Las jornadas de trabajo se completaron con una visita de obra que permitió aumentar los conocimientos en relación con la ingeniería y la gestión de túneles. Se visitaron los túneles de Monrepós de la autovía A-23, tanto en servicio como en construcción, así como el Centro de Control de túneles, en el que tuvo lugar una exposición técnica sobre explotación, simulación de tráfico, sistema de ventilación y diseño de instalaciones, habiendo resultado de gran interés la solución que se está dando a los entronques de los apartaderos para evitar eventuales choques frontales por despiste de los vehículos.

quiere revisar las partículas emitidas por las fuentes que no sean de los motores así como las emisiones de los vehículos híbridos.

Respecto de las nuevas tecnologías de propulsión se discutió la problemática de los incendios con combustibles

alternativos (Gases Licuados del Petróleo) en espacios subterráneos, además de la necesidad de abordar los niveles de emisiones. En algunos países se prohíbe el paso de vehículos alimentados con este sistema. También se debatió sobre los problemas de extinción

de incendios en vehículos eléctricos. Parece que es muy difícil apagarlos ya que no se pueden controlar debido al Litio de las baterías.

Otros temas abordados fueron los relacionados con la organización de Seminarios en los países en vías de desarrollo y en transición, con la Terminología y con la página web del Comité. En lo referente al Manual on line de túneles se debatió sobre las posibilidades de ampliación y de actualización para que se vayan incorporando los nuevos documentos.

La tercera reunión se acordó que se celebre en Montreal (Canadá) el próximo abril de 2017. ❖



Sres. Gary Clark, Marc Tesson, Ignacio del Rey, Rafael López Guarga y J. Claude Martin

La ATC entrega su distinción como Socio de Mérito y el Premio Jóvenes Profesionales 2016



El 29 de noviembre de 2016 la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) celebró la Junta Directiva, donde previo a la reunión, Luis Alberto Solís hizo entrega del diploma que le acredita como ganador del IV Premio Jóvenes Profesionales a Jaime Antona Andrés. Como es tradición, posteriormente se celebró en la sede del Club Financiero Génova, el acto de reconocimiento

a uno de sus socios más destacados.

La Junta Directiva aprobó por unanimidad, en su reunión del pasado 28 de junio y a propuesta de su presidente Luis Alberto Solís Villa, el reconocimiento a Pablo Saez Villar por su contribuido y dedicación al desarrollo de la Asociación Técnica de Carreteras.

El director general de Carreteras del Ministerio de Fomento y Primer

Delegado del Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), Jorge Urrecho Corrales, hizo entrega de la distinción al nuevo Socio de Mérito junto al presidente de la ATC. La concesión del premio tuvo lugar en un acto que contó con la presencia de componentes del comité ejecutivo e integrantes de la Junta Directiva.

SOCIO DE MÉRITO

La ATC distingue a Pablo Sáez Villar como Socio de Mérito

Pablo Sáez, Director Gerente de ACEX, Asociación de empresas de conservación y explotación de infraestructuras, es miembro de varios Comités Técnicos de la ATC (conservación, seguridad vial, vialidad invernal y carreteras de baja intensidad), ha sido Vicepresidente de la ATC y en la actualidad es Secretario de la ATC.

En sus palabras, Pablo Sáez, expresó su agradecimiento por la concesión de este reconocimiento, En primer lugar al Presidente de la ATC por proponerle para recibir esta distinción, a todos los miembros de la Junta Directiva de la ATC por su benevolencia y aceptación de la propuesta, a los Presidentes de los diversos comités de los que viene formando parte por haberle encargado la coordinación de grupos de trabajo.

Agradeció al anterior Presidente de la ATC, Roberto Alberola, por haber le incorporado al Comité Ejecutivo, a la persona que ha sido alma, guía, que siempre ha estado entre bambalinas y que con su buen criterio ha marcado toda una época de la ATC, José Luis Elvira, a los presidentes y miembros de las diversas Juntas Directivas de ACEX, por haberle permitido dedicar un tiempo a la ATC.

También dio las gracias a los trabajadores de la ATC por haberle permitido animarles en su actividad diaria, buscando alcanzar los objetivos propuestos, A Jorge Urrecho por acompañarle en este acto y ha finalizado por donde empezó, agradeciendo a Luis Alberto Solís por haber confiado en él, y permitirle colaborar con él desde su inicio como Presidente de la ATC.

Comento que el mundo asociativo tiene su complicación, aunque es gratificante. Y la ATC es claro ejemplo de



José Pablo Sáez Villar en el acto de entrega del premio, en presencia del Director General de Carreteras del Ministerio de Fomento, Jorge Urrecho Corrales, y del Presidente de la ATC, Luis Alberto Solís Villa.

ello. Salvo sus propios trabajadores, el resto de componentes de la ATC, desde su Presidente hasta el más reciente miembro de alguno de sus Comités trabajan de forma desinteresada, y cargando a sus espaldas con un esfuerzo adicional al de su puesto de trabajo en su empresa u organización.

Añadió que ciertamente son pocas las personas a las que se les reconoce públicamente este esfuerzo y expresó que él tiene la suerte de ser una de ellas, por ello comentó que es de justicia recordar a todos aquellos que de forma callada ponen su grano de arena en este proyecto vivo, interesante y gratificante, que es la ATC. Y quiso hacer extensivo este reconocimiento a todos ellos.

PREMIO JÓVENES PROFESIONALES 2016

El Premio Jóvenes Profesionales 2016 fue entregado a Jaime Antona Andrés por su trabajo "Herramienta de detección precoz de anomalías en estaciones de toma de datos de tráfico".

El jurado de expertos reconoció el trabajo como un documento que demuestra una inquietud profesional muy marcada, estableciendo un procedimiento de mantenimiento predictivo que pretende minimizar los efectos de los posibles errores en la toma de datos de tráfico por mal funcionamiento de las espiras y cuya repercusión económica o en la toma de decisiones técnicas puede ser muy relevante.

Además de la entrega del diploma y una gratificación económica de 3000€, Jaime Antona Andrés disfrutará de una afiliación gratuita durante un año a la ATC. El trabajo será publicado en el año 2017 en la Revista RUTAS.



Luis Alberto Solís Villa hace entrega del diploma a Jaime Antona Andrés, que le acredita como ganador del Premio Jóvenes Profesionales 2016

Composición de la Junta Directiva de la ATC

PRESIDENTE:	- D. Luis Alberto Solís Villa
CO-PRESIDENTES DE HONOR:	- D. Jorge Urrecho Corrales - D. Gregorio Serrano López
VICEPRESIDENTES:	- D. Carlos Bartolomé Marín - D. Jesús Díaz Minguela
TESORERO:	- D. Pedro Gómez González
DIRECTOR:	- D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría
SECRETARIO:	- D. Pablo Sáez Villar



Asociación Técnica de Carreteras
Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera



VOCALES:

- Presidente Saliente:
 - D. Roberto Alberola García
- Designados por el Ministerio de Fomento:
 - D. Carlos Bartolomé Marín
 - D.ª María del Carmen Sánchez Sanz
 - D. Jesús Santamaría Arias
 - D. José Manuel Cendón Alberte
 - D. Jorge Lucas Herranz
- En representación de los órganos de dirección relacionados con el tráfico:
 - D. Jaime Moreno García-Cano
 - D.ª Ana Isabel Blanco Bergareche
 - D.ª Garbiñe Sáez Molinuevo
- En representación de los órganos de dirección de las Comunidades Autónomas:
 - D. Luis Alberto Solís Villa
 - D. José Trigueros Rodrigo
 - D. Xavier Flores García
 - D. José María Pertierra de la Uz
 - D. Carlos Estefanía Angulo
 - D. Juan Carlos Alonso Monge
- Designados por los órganos de la Administración General del Estado con competencia en I+D+i:
 - D. Ángel Castillo Talavera
 - D. Antonio Sánchez Trujillano
- En representación de los departamentos universitarios de las escuelas técnicas:
 - D. Félix Edmundo Pérez Jiménez
- Representantes de las sociedades concesionarias de carreteras:
 - D. Bruno de la Fuente Bitaine
 - D. Rafael Gómez del Río
- Representantes de las empresas de consultoría:
 - D. José Polimón López
 - D. Casimiro Iglesias Pérez
 - D. Juan Antonio Alba Ripoll
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
 - D. Aniceto Zaragoza Ramírez
 - D. Francisco Javier Lucas Ochoa
 - D. Sebastián de la Rica Castedo
 - D. Juan José Potti Cuervo
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
 - D. Alejandro Llorente Muñoz
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
 - D. Pablo Sáez Villar
- Representante de los laboratorios acreditados:
 - D. Anselmo Soto Pérez
- Representantes de los Socios Individuales de la Asociación:
 - D. Jesús Díaz Minguela
 - D. Enrique Soler Salcedo
- Entre los Socios de Honor:
 - D. José María Morera Bosch
 - D. Pedro Gómez González
 - D. Francisco Javier Criado Ballesteros
 - D. Sandro Rocci Boccaleri
- Nombrado a propuesta del presidente:
 - D. José Luis Elvira Muñoz

Comités Técnicos de la ATC

COMITÉ DE VIALIDAD INVERNAL

- Presidente	D. Luis Azcue Rodríguez
- Secretaria	D.ª Lola García Arévalo

COMITÉ DE FINANCIACIÓN

- Presidente	D. Gerardo Gavilanes Ginerés
- Vicepresidente	D. José María Morera Bosch
- Secretario	D. José A. Sánchez Brazal

CARRETERAS INTERURBANAS Y TRANSPORTE INTEGRADO INTERURBANO

- Presidente	D. Fernando Pedraza Majarrez
- Secretario	D. Javier Sáinz de los Terreros

TÚNELES DE CARRETERAS

- Presidente	D. Rafael López Guarga
- Vicepresidente	D. Ignacio del Rey Llorente
- Secretario	D. Juan Manuel Sanz Sacristán

CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

- Presidenta	D.ª María del Carmen Sánchez Sanz
- Presidente Adjunto	D. Vicente Vilanova Martínez-Falero
- Vicepresidente	D. Pablo Sáez Villar

FIRMES DE CARRETERAS

- Presidente	D. Julio José Vaquero García
- Secretario	D. Francisco José Lucas Ochoa

PUENTES DE CARRETERAS

- Presidente	D. Álvaro Navareño Rojo
- Secretario	D. Gonzalo Arias Hofman

GEOTECNIA VIAL

- Presidente	D. Álvaro Parrilla Alcaide
- Secretario	D. Manuel Rodríguez Sánchez

SEGURIDAD VIAL

- Presidente	D. Roberto Llamas Rubio
- Secretaria	D.ª Ana Arranz Cuenca

CARRETERAS Y MEDIO AMBIENTE

- Presidente	D. Antonio Sánchez Trujillano
--------------	-------------------------------

CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

- Presidente	D. Andrés Costa Hernández
- Secretaria	D.ª Paloma Corbí Rico

Socios de la ATC

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

- Socios de número:
 - Socios de Honor
 - Socios de Mérito
 - Socios Protectores
- Socios Colectivos
- Socios Individuales
- Otros Socios:
 - Socios Senior
 - Socios Júnior

Socios de Honor

D. ENRIQUE BALAGUER CAMPHUIS
D. JOSÉ LUIS ELVIRA MUÑOZ
D. FRANCISCO CRIADO BALLESTEROS
D. SANDRO ROCCI BOCCALERI
D. JOSÉ MARÍA MORERA BOSCH
D. LUIS ALBERTO SOLÍS VILLA
D. JORDI FOLLIA I ALSINA
D. PEDRO D. GÓMEZ GONZÁLEZ
D. ROBERTO ALBEROLA GARCÍA

Socios de Mérito

D. FRANCISCO ACHUTEGUI VIADA
D. CARLOS OTEO MAZO
D. ADOLFO GÜELL CANCELA
D. ANTONIO MEDINA GIL
D. CARLOS DELGADO ALONSO-MARTIRENA
D. ALBERTO BARDESI ORUE-ECHEVARRIA
D. RAFAEL LÓPEZ GUARGA
D. ÁLVARO NAVAREÑO ROJO
D.ª MERCEDES AVIÑO BOLINCHES
D. FEDERICO FERNANDEZ ALONSO
D. JUSTO BORRAJO SEBASTIÁN
D. JESÚS RUBIO ALFÉREZ
D. JESÚS SANTAMARÍA ARIAS
D. ENRIQUE DAPENA GARCÍA
D. ROBERTO LLAMAS RUBIO
D. FÉLIX EDMUNDO PÉREZ JIMÉNEZ
D. PABLO SÁEZ VILLAR

Socios Protectores y Socios Colectivos

Administración General del Estado

- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. MINISTERIO DE FOMENTO
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. MINISTERIO DEL INTERIOR
- DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIA. MINISTERIO DEL INTERIOR
- SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MINISTERIO DE FOMENTO

Comunidades Autónomas

- COMUNIDAD DE MADRID
- GENERALITAT DE CATALUNYA
- GOBIERNO DE ARAGÓN, DEPARTAMENTO DE VERTEBRACIÓN DEL TERRITORIO, MOVILIDAD Y VIVIENDA
- GOBIERNO DE CANARIAS
- GOBIERNO DE CANTABRIA
- GOBIERNO DE EXTREMADURA. CONSEJERÍA DE ECONOMÍA E INFRAESTRUCTURAS
- GOBIERNO DE NAVARRA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO
- GOBIERNO VASCO
- GOBIERNO VASCO. DIRECCIÓN DE TRÁFICO
- JUNTA DE ANDALUCÍA
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN
- JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA
- PRINCIPADO DE ASTURIAS
- XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Ayuntamientos

- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA
- MADRID CALLE 30

Diputaciones Forales, Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells

- EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA
- EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN DE BARCELONA
- EXCMA. DIPUTACIÓN DE GIRONA
- EXCMA. DIPUTACIÓN DE TARRAGONA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALICANTE
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ÁVILA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE HUESCA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE LEÓN
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SALAMANCA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEGOVIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEVILLA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALENCIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALLADOLID
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ZARAGOZA
- CABILDO INSULAR DE TENERIFE
- CABILDO DE GRAN CANARIA
- CONSELL DE MALLORCA. DIRECCIÓN INSULAR DE CARRETERAS

Colegios Profesionales y Centros de investigación y formación

- COLEGIO DE INGENIEROS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS E INGENIEROS CIVILES
- INSTITUTO CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
- CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE, CEDEX
- ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE BARCELONA. CÁTEDRA DE CAMINOS
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL

Asociaciones

- AGRUPACIÓN DE FABRICANTES DE CEMENTO DE ESPAÑA, OFICEMEN
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, ACEX
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE OBRA PÚBLICA, AERCO
- ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE SEÑALES METÁLICAS DE TRÁFICO, AFASE-METRA
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, ASEFMA
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE AUSCULTACIÓN Y SISTEMAS DE GESTIÓN TÉCNICA DE INFRAESTRUCTURAS, AUSIGETI
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE ÁMBITO NACIONAL, SEOPAN
- ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS, ATEB
- FORO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRANSPORTE, ITS ESPAÑA
- FUNDACIÓN REAL AUTOMÓVIL CLUB DE CATALUÑA, RACC

Sociedades Concesionarias

- ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA, S.A.
- ACCIONA CONCESIONES, S.L.
- AP - 1 EUROPISTAS, CONCESIONARIA DEL ESTADO, S.A.U.
- AUCALSA, AUTOPISTA CONCESIONARIA ASTUR - LEONESA, S.A.
- AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.
- AUTOPISTAS DEL ATLANTICO, CONCESIONARIA ESPAÑOLA, S.A.
- CEDINSA CONCESIONARIA, S.A.
- CONCESIONARIA VIAL DE LOS ANDES, S.A. (COVIANDES)
- SACYR CONCESIONES, S.L.
- TÚNEL D'ENVALIRA, S.A.
- TÚNELS DE BARCELONA I CADÍ, CONCESIONARIA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA, S.A.

Empresas

- 3M ESPAÑA, S.A.
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- ACCIONA INGENIERÍA, S.A.
- ACENTO INGENIERIA, S.L.
- AECOM INOCSA, S.L.U.
- A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.
- ACEINSA MOVILIDAD, S.A.
- AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)
- ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.
- ALAUDA INGENIERÍA, S.A.
- ALVAC, S.A.
- API MOVILIDAD, S.A.
- ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L.
- AUDECA, S.L.U.
- AZUL DE REVESTIMIENTOS ANDALUCES, S.A.
- BARNICES VALENTINE, S.A.U.
- BASF CONSTRUCTION CHEMICALS, S.L.
- BETAZUL, S.A.
- CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.
- CEPESA COMERCIAL PETROLEO, S.A.
- CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- COMPOSAN PUENTES Y OBRA CIVIL, S.L.
- CONSERVACIÓN INTEGRAL VIARIA, S.L. (CONSVIA)
- CORSAN - CORVIAM, CONSTRUCCIÓN, S.A.
- CLOTHOS, S.L.
- CYOPSA - SISOCIA, S.A.
- DRAGADOS, S.A.
- DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.
- EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS GESTIÓN Y DESARROLLO, S.L.
- ELSAMEX, S.A.
- EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA M-30, S.A. (EMESA)
- ESTEYCO, S.A.P.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- EUROCONSULT, S.A.
- EUROESTUDIOS, S.L.
- FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
- FCC INDUSTRIAL E INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS, S.A.U.
- FERROSER INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- FERROVIAL AGROMÁN, S.A.
- FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
- FIBERTEX ELEPHANT ESPAÑA, S.L. SOCIEDAD UNIPERSONAL
- FREYSSINET, S.A.
- GEOCONTROL, S.A.
- GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A. (GEOCISA)
- GETINSA - PAYMA, S.L.
- GINPROSA INGENIERÍA, S.L.
- GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- HUESKER GEOSINTÉTICOS, S.A.
- IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
- IKUSI, S.L.U.
- IMPLASER 99, S.L.L.
- INCOPE CONSULTORES, S.L.
- INDRA SISTEMAS, S.A.
- INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
- INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A. (INECO)
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A. (INCOSA)
- KAO CORPORATION, S.A.
- KAPSCH TRAFFICOM TRANSPORTATION S.A.U.
- LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- PADECASA OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
- PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PROSEGUR SOLUCIONES INTEGRALES DE SEGURIDAD ESPAÑA, S.L.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- RAUROSZM.COM, S.L.
- REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.
- RETINEO, S.L.
- S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN (GESECO)
- S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS (COPASA)
- SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SGS TECNOS, S.A.
- TALLER, S.A.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPASA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TECYR CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES, S.A. (TECYRSA)
- TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.
- TEVASEÑAL, S.A.
- TRABAJOS BITUMINOSOS, S.L.
- ULMA C Y E, SOCIEDAD COOPERATIVA
- VALORIZA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- V.S. INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

Socios Individuales

Personas físicas (56) técnicos especialistas de las administraciones públicas; del ámbito universitario; de empresas de ingeniería, construcción, conservación, de suministros y de servicios; de centros de investigación; usuarios de la carretera y de otros campos relacionados con la carretera. Todos ellos actuando en su propio nombre y derecho.

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



Asociación Técnica de Carreteras
Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera



Si quiere suscribirse por un año a la revista **RUTAS**, en su edición impresa y digital, cuyo importe es de 60,10 € para socios de la ATC y 66,11 € para no socios (+ I.V.A. respectivamente) rellene sus datos en el formulario de abajo y envíelo por Fax o por correo postal a la sede de la Asociación:
C/ Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha. 28010 Madrid.

Si quiere anunciarse en **RUTAS** póngase en contacto con nosotros:
Tel.: 913082318 Fax: 913082319
info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com

http://www.atc-piarc.com/rutas_digital.php



Para más información:
puede dirigirse a:
Asociación Técnica de Carreteras
Tel.: 913082318 Fax: 913082319
info@atc-piarc.com
www.atc-piarc.com

Desde este link http://www.atc-piarc.com/rutas_digital.php, podrá consultar los artículos de la Revista *Rutas*, así como los de otras publicaciones, Congresos y Jornadas que organiza la ATC

Forma de pago:

Domiciliación bancaria CCC nº _____
 Transferencia al numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa NIF

Dirección Teléfono

Ciudad C.P. e-mail

Provincia País

Fecha Firma

REVISTA RUTAS DIGITAL



www.atc-piarc.com

La revista Rutas también se distribuye a través de la página web del Comité Nacional Español.

Navega por nuestros números y artículos:

- Descarga los tres últimos números de la revista si eres suscriptor en Rutas Online.
 - Accede a los artículos de la revista, desde su primera edición en 1986, de manera sencilla y gratuita (los dos últimos años solo para suscriptores).
- Gracias a nuestro buscador avanzado en Rutas Digital



Asociación Técnica de Carreteras

Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera





CARRETERA A ESTRENAR CADA DÍA

En Cepsa queremos cuidar y conservar las carreteras siempre en perfecto estado. Por ello, disponemos de una amplia gama de betunes convencionales, desde la Gama ELASTER de última generación en betunes modificados con polímeros, hasta masillas sellantes.

Mantener las carreteras es fácil con los Asfaltos de Cepsa.

Más información en el **91 337 60 00** o en **cepsa.com/asfaltos**



CEPSA

Tu mundo, más eficiente.