



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



# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Nº 180  
JULIO - SEPTIEMBRE  
2019

ISSN 1130-7102  
Revista Trimestral

## RUTAS TÉCNICA

La Serie *Guías Eurocódigos* de la  
Dirección General de Carreteras:  
Primeros Títulos Publicados

Ejemplos de Rotura de Firmes con  
Pavimentos Bituminosos

## RUTAS DIVULGACIÓN

Evolución del CRT en túneles de gran  
longitud con pavimento asfáltico. El caso  
práctico de los túneles de la M-30

## CULTURA Y CARRETERA

Santo Domingo de la Calzada.  
El ingeniero del Camino



# 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**

- 03 La Transparencia en la Carretera**  
Alfredo García

### **Entrevista a**

- 04 Modesto Pascual Garcés, “Caminero” Ministerio de Fomento**  
Evolución de la conservación en los últimos 41 años



04

### **Rutas Técnica**

- 08 Ejemplos de Rotura de Firmes con Pavimentos Bituminosos**  
*Examples of Road Surface Breaking with Bituminous Pavements*  
Francisco Javier Payán de Tejada González y Félix Edmundo Pérez Jiménez



08

- 20 La Serie Guías Eurocódigos de la Dirección General de Carreteras:**  
**Primeros Títulos Publicados**  
*'Eurocode Guides' Series by Dirección General de Carreteras: first available titles*  
Pilar Crespo Rodríguez y Álvaro Parrilla Alcaide

### **Rutas Divulgación**

- 26 Evolución del CRT en túneles de gran longitud con pavimento asfáltico.**  
**El caso práctico de los túneles de la M-30**  
Dulce Rodríguez Gutiérrez, Sonia Suárez Moreno y Manuel Muelas Peña



20

### **Cultura y Carretera**

- 32 Santo Domingo de la Calzada.**  
**El ingeniero del Camino.**  
José Pablo Sáez Villar

### **Actividades del Sector**

- 45 Presentación de la “Guía para conseguir una correcta Señalización de Orientación en Entorno Urbano”**
- 47 III Feria Carretera y Nieve**
- 48 30ª Semana de la Carretera**



32

### **PIARC**

- 50 XXVI Congreso Mundial de la Carretera**

### **ATC**

- 52 Jornada Técnica Modificación de la Directiva de Seguridad 2008/96/CE**
- 58 Concurso Diseño del Nuevo Logotipo de la Asociación Técnica de la Carretera y de la Medalla a la Aportación Técnica a la Carretera**
- 60 Proximos Eventos ATC**
- 61 Junta Directiva, Comités Técnicos y Socios de la ATC**



52



## 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:

#### Presidenta:

M<sup>a</sup> del Rosario Cornejo Arribas Presidenta de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

#### Vicepresidente Ejecutivo:

Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez Dirección General de Carreteras, M. Fomento (España)

#### Vocales:

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 Universitat Politècnica de València (España)
Jaime Huerta Gómez de Merodio	Secretario del Foro de Nuevas Tecnologías en el Transporte, ITS España (España)
Mariló Jiménez Mateos	Jefa de Área Técnica Estudios, M. Fomento (España)
María Martínez Nicolau	Directora Técnica de Innovia-Coptalia (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)
Fernando Varela Soto	Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid (España)

#### Vocales-Representantes de los Comités Técnicos de la ATC:

Rafael López Guarga	Presidente del CT de Túneles de Carreteras
Daniel Andaluz García	Miembro del CT de Firmes de Carreteras
Fernando Pedraza Majarrez	Presidente del CT de Planificación, Diseño y Tráfico
Álvaro Parrilla Alcaide	Presidente del CT de Geotecnia Vial
Vicente Vilanova Martínez-Falero	Presidente del CT de Conservación y Gestión
Álvaro Navareño Rojo	Presidente del CT de Puentes de Carreteras
Roberto Llamas Rubio	Presidente del CT de Seguridad Vial
Antonio Sánchez Trujillano	Presidente del CT de Carreteras y Medio Ambiente
Andrés Costa Hernández	Presidente del CT de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico

#### Redacción, Maquetación, Diseño, Producción y Gestión Publicitaria:

Asociación Técnica de Carreteras  
Tel.: 91 308 23 18 ♦ comites@atc-piarc.com

#### Arte Final, Impresión y Distribución:

Huna Comunicación (Huna Soluciones Gráficas S. L.)  
Tel.: 91 029 26 30 ♦ www.hunacomunicacion.es

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 Revista Rutas desde 1986, año de su creación, es la revista editada por la Asociación Técnica de Carreteras (Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera).

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.



Nº 180 JULIO - SEPTIEMBRE 2019

Fotografía de portada:

Imagen de mastermind76 en Pixabay

# La Transparencia en la Carretera

Las carreteras se han desarrollado y gestionado para prestar un servicio de calidad a sus usuarios, tanto en seguridad, como en movilidad y comodidad, procurando un coste global que las haga eficientes y sostenibles.

Hasta ahora, se ha dado por supuesto que así era, pero la realidad es muy diversa y, en general, poco percibida por los usuarios, salvo situaciones lamentables del estado del pavimento.

El derecho a recibir una prestación de servicio de calidad ha de llevar inherente el derecho a disponer de toda la información que subyace y evidencie si así se está facilitando. Igual que las administraciones de carreteras exigen parámetros de calidad a sus empresas concesionarias, se deberían asumir los mismos criterios para ofrecer servicios acordes en toda la red.

Las nuevas tecnologías facilitan la recogida, agregación y análisis de infinidad de datos, pudiendo ser inmediata la consulta y visualización a través de sistemas de información geográfica. Luego, ya no existe una barrera tecnológica para que toda la información y sus datos puedan ser accesibles universalmente. Incluso, se puede llegar a facilitar la misma de forma detallada, microscópica, en cada tramo y localización, y a lo largo de los años anteriores.

Esta necesaria transparencia en la carretera debería abarcar todos los ámbitos, para que los usuarios puedan saber en qué estado real se encuentran y cuáles son sus prestaciones en funcionalidad y seguridad.

A nivel macroscópico, la contabilidad de la carretera en España debería ser conocida, con todos sus ingresos y costes, que reflejen año a año su si-

tuación económica, para justificar de forma fehaciente si se aportan todos los recursos económicos por parte de las administraciones y los usuarios.

La información de la siniestralidad, de cada accidente y de cada tramo y localización concreta, debería ser accesible de forma georreferenciada. Además, todos los informes de gestión de la seguridad vial de cada tramo se tendrían que conocer para saber qué riesgos se han detectado, cómo se han gestionado y si realmente se han evitado o paliado.

El estado de las carreteras requiere de una información cuantificable e identificable, ya que las evaluaciones cualitativas siempre son generales y no permiten a los usuarios conocer cómo se encuentran realmente los tramos que usan. Para ello, sería necesario facilitar los datos georreferenciados y periódicos de todos los parámetros que están relacionados con la seguridad y el confort, como la resistencia al deslizamiento y el IRI.

La funcionalidad de cada tramo requiere que se ofrezca la información sobre la demanda de tráfico y el nivel de servicio estimado a lo largo de todas las horas del año, que se refleje en diversos indicadores anuales de congestión, incluyendo las velocidades medias de recorrido.

Incluso, para los nuevos vehículos automatizados, en un futuro próximo, habría que facilitar la información del nivel de servicio para este tipo de vehículos, representado por el máximo nivel de automatización que se podría emplear con seguridad en cada tramo, además de adaptar su evolución a las condiciones reales existentes y disponibles en la plataforma.

Si se hace transparente toda esta información de cada uno de los tramos de carreteras, los usuarios po-

drán saber realmente y de forma continua cómo es el servicio que reciben al circular por ellos y, en el supuesto de que no fuera de calidad, ni asegurara una seguridad mínima, estarían en condiciones de poder reclamar con fundamento que se actuara sobre ellos. Además, se tendría acceso a la información de todas las actuaciones y mejoras realizadas en cada tramo.

Disponer de toda la información de los accidentes, sin incluir los datos personales, permitiría hacer partícipes a los usuarios del grave problema de la siniestralidad, al poder verificar que los accidentes en los que se han visto involucrados aparecen georreferenciados en el mapa, que los datos son ciertos y, lo más importante, si en esa localización se concentran accidentes, cuáles han sido los estudios e informes de gestión de la seguridad vial que se han venido desarrollando.

Con toda esta información hecha transparente, los ingenieros de las administraciones de carreteras podrían desarrollar nuevas formas de gestión de sus carreteras más eficientes y, sobre todo, tendrían un mayor soporte para reclamar a los decisores correspondientes las inversiones necesarias o los sistemas para incrementar los ingresos de la carretera.

En esta nueva situación, los decisores no podrán desatender o posponer las necesidades de las carreteras para que presten el adecuado servicio, donde, ante todo, la seguridad vial ha de primar, puesto que los ciudadanos ten drán constancia de los déficits. Con la transparencia de la contabilidad de la carretera, se podría justificar la necesidad y los medios para compensar la balanza mediante un pago por uso, en su caso, y para facilitar un servicio con un valor añadido de calidad. ❖



# Modesto Pascual Garcés

*“Caminero”*

Ministerio de Fomento, Teruel

## Evolución de la conservación en los últimos 41 años

Por Carlos Casas Nagore

A finales del siglo XVIII fue creado el Cuerpo de Camineros, en un principio dedicado a la policía del camino y a su defensa, si bien muy pronto tuvo tareas propias del mantenimiento. La conservación con camineros aislados, encargados inicialmente de una legua del camino, duró hasta la década de 1960, salvo para ejecutar algunos trabajos eventuales. A raíz del informe del Banco Mundial, publicado el 3 de agosto de 1962, se modificó la organización de la conservación de carreteras, juntando a los camineros en brigadas, creando los Parques de Zona y dotando a los equipos de maquinaria. A finales de la década de 1980 pasó la inmensa mayoría de camineros a integrar la plantilla de personal laboral. En la

red estatal, la externalización de la conservación, a partir de la década de 1990, supuso un nuevo cambio de tareas para los antiguos camineros (ahora laborales) que seguían en activo, y el final de dos siglos de mantenimiento de carreteras con personal propio de la Administración. Por cierto, esta solución externa ya la preconizaba Betancourt en 1803.

Modesto Pascual Garcés fue caminero y ahora forma parte del personal laboral del Ministerio de Fomento en Teruel. Ha vivido durante los últimos 41 años los cambios radicales que se han producido en la organización y en las técnicas de conservación de carreteras. Apasionado con su profesión, con la carretera y con la enseñanza de sus técnicas a las nue-

vas generaciones, nos cuenta alguna de sus vivencias.

### ¿Cómo accedió al Cuerpo de Camineros?

Como muchas decisiones fundamentales de la vida, fue casual. Terminé los estudios de formación profesional en la Escuela de Maestría Industrial de Teruel y entre 1975 y 1977 trabajé en una empresa de mastricería, como tornero, especialidad que obtuve en los estudios. Como muchos jóvenes en aquella época, tuve que interrumpir mi vida laboral para cumplir el servicio militar. Fui voluntario al ejército del Aire, que tenía unas instalaciones cerca de Teruel. Fue estando en la mili cuando

me enteré que se habían convocado plazas para camineros. Los exámenes fueron en Zaragoza y los aprobé, pero tuve que seguir con la vida militar hasta el 1 de marzo de 1978, fecha en la que tomé posesión de mi puesto como caminero.

### ¿Cuál fue su primer destino? ¿Cómo era el trabajo diario?

Mi primer destino fue la brigada de conservación de Albarracín, que estaba a cargo del capataz D. Salvador García Marco. El horario de trabajo era desde las 8 h a las 18 h, con dos horas de parada para comer. Este horario se mantenía durante todo el año.

El capataz vivía en la casilla situada en Albarracín y todos los camineros acudíamos al puesto de trabajo en la cochera y almacén próximos. Allí se guardaba el Avia, camión mixto de transporte de personal y materiales, y también se guardaban las herramientas, todas manuales y a veces particulares.

En Albarracín no se construyeron viviendas para camineros, de modo que yo iba y volvía a Teruel todos los días, dos compañeros de Gea vivían en una fonda y el resto tenían sus casas en Albarracín.

El trabajo era entretenido y muy variado, podas de ramas que invadían la calzada, despeje de curvas para mejorar la visibilidad, bacheos puntuales... No te podías aburrir, pues los tajos variaban de un día para otro. Antes de comenzar la jornada se almorzaba en el tajo, con hoguera y vino a discreción; la comida solía llevarse a cabo en el bar más próximo al tajo, al menos en invierno. Por cierto, la vialidad invernal distaba mucho en cuanto a medios de la actual. Un camión quitanieves que venía desde Teruel hacía el recorrido principal por la Sierra, a veces un



Modesto Pascual Garcés.

par de días después de haber nevado, por lo que cargábamos el Avia con sal y hacíamos el recorrido por la zona echando sal en las umbrías y en las cuestas con hielo, por supuesto a mano.

### Compartió tareas en la brigada de Albarracín con camineros que habían trabajado en su trozo, antes de la unión en brigadas. ¿Cómo fue su integración?

Para mí fueron unos auténticos maestros. Sabían tapar baches con recebo cercano a la carretera, sabían limpiar las cunetas para que el agua fuera por ellas sin saltar a la carretera y eran auténticos supervivientes: la leña de la poda la llevaban a casa para calentarse y cocinar, con las brasas de la hoguera matinal fabricaban garrotes de pastor... En cierto modo mantuvieron sus costumbres de masoveros aislados una vez trasladados a Albarracín.

### En cuanto al vestuario y las herramientas de los operarios, supongo que era muy distinto que ahora, ¿no?

El primer día de ingreso en la Jefatura de Carreteras me dieron el equipo de trabajo, consistente en un peto, tipo mono, con tirantes, una boina de caminero con escarapela y unos borceguíes. Me sorprendió al ponerme el peto que en los bolsillos no cabía la mano. Los veteranos me dijeron que eso era para no llevar las manos en los bolsillos; solo cabía el tabaco y el mechero de chispa, gran invento en los días de viento, así que en la mano siempre estaba la legona o la pala.

Cuando se bacheaba, la emulsión se transportaba en bidones, se quitaba el tapón y girando se llenaba un caldero para regar el bache. En el camión se llevaba la grava y la gravilla de sellado. Debido a lo sucio del betún se le proporcionó un mono de plástico al manipulador del caldero.

El único medio de transporte del personal y de las herramientas era el apreciado Avia. También era el cobijo cuando llovía. Todas las herramientas eran de mano (picos, palas, rastrillos...), nada mecánico, salvo que la reparación fuera importante, en cuyo caso se empleaba maquinaria y refuerzo de otras brigadas.

**La planificación de tareas diarias supongo que era muy distinta a la de hoy, con la facilidad que proporcionan los modernos sistemas de información.**

Los trabajos los organizaba el celador, que daba una vuelta cada quince días por la zona y nos decía dónde había que actuar (baches, limpieza de alcantarillas, podas, despeje de curvas, etc.). Nosotros le pedíamos lo que nos hacía falta. En cierta ocasión nos trajo un grifo para facilitar la descarga de los bidones de emulsión, lo que le agradecemos efusivamente en el bar. También se encargaba de dejarnos acopios de grava y gravillín para el bacheo, en varios puntos de la zona.

Había un equipo de vigilancia, que realizaba su recorrido y nos informaba si había algún peligro en la carretera, para acudir allí, algún pino caído sobre la calzada, cunetas obstruidas... Eran nuestros medios de información, nuestra "Agenda de Vialidad y GPS".

**La principal preocupación actual en los trabajos en carretera es la seguridad, la correcta señalización y balizamiento y la utilización de EPIs. Supongo que también se ha evolucionado mucho en los últimos 40 años...**

Tiempo después de la primera entrega de ropa de trabajo nos facilitaron un mono de color gris, con un círculo rojo con las siglas OP en el bolsillo superior izquierdo. Seguíamos con los borceguíes sin puntera de refuerzo, y nos facilitaron una gorra gris con visera y un par de guantes. Eran los EPIs de la época en la década de 1970. La señalización de las obras en la carretera era muy fácil de colocar: en raros casos se colocaba la señal de peligro por obras en

un sentido, y como balizamiento una valla roja y blanca. El único elemento que llevaba señalización era el Avia, con el prioritario naranja y el avisador acústico que hacía sonar el conductor si se aproximaba algún vehículo. Afortunadamente para nosotros, el tráfico era muy escaso en la zona.

Era imprescindible, como primera faena, llenar el buyol o botijo con agua antes de salir de la cochera. Esto sí que era fundamental para nuestra salud, en especial en época veraniega.

**En el Museo de Carreteras de Teruel, que en buena parte es obra suya, suele contar una anécdota sobre los camiones Avia mixtos y la colocación de los camineros en aquella época...**

Los camiones Avia eran mixtos. Aunque cabían nueve personas en la cabina, todos sabíamos cuál era nuestro lugar sin tener que llamar al acomodador. Todo era muy simple: el conductor y el capataz tenían sus asientos delante y dos puertas. Detrás de ellos, había dos filas de asientos con solo una puerta lateral; la primera fila tenía tres plazas y la otra cuatro. Los camineros más veteranos siempre se sentaban al fondo en ambas filas de asientos. La cuestión era estar alejados de la puerta de salida, y no para no tener frío precisamente. La brigada viajaba hacia su tajo definido, pero si en el camino divisaba el capataz algún obstáculo imprevisto, pasaba el aviso a la parte trasera, y si el obstáculo era pequeño, salían solamente los camineros más próximos a la puerta; para que salieran los más veteranos la incidencia tenía que ser muy importante. Cuestión de veteranía.

Eso no pasaba con el camión Barreiros que utilizaba una brigada de bacheo que a veces nos ayudaba. Ese camión tenía solamente dos

puertas, una para el conductor y otra para el capataz y los camineros. Ese capataz tenía que bajar el primero siempre, para dejar paso a los camineros. Por cierto, esa brigada era llamada "del silencio", pues no se hablaban entre ellos. El capataz marcaba los baches tirando una piedrecita (antecesora de los actuales marcadores de colores para replanteos).

**Entre 1982 y 1984, ya en Teruel, formó parte de la llamada "brigada de explotación". Debía ser algo parecido a los equipos que tratan la vialidad actualmente.**

En esta brigada nos dedicábamos a casi todo: se pintaban barandillas, hitos kilométricos de piedra, alguna marca vial en tramos cortos, reponíamos pretilos de piedra, siempre a mano, sin grúas, ayudábamos a colocar barreras biondas a otras brigadas en Montalbán y Calamocha, colocábamos pantallas antivientisqueros. Era todo muy variado, tanto en la tarea como en la localización de los trabajos. Otras brigadas se dedicaban siempre a lo mismo (bacheos, movimientos de tierras), con mayor duración en cada tajo.

**Con la transferencia de competencias al Gobierno de Aragón, en 1984, pasó a ser vigilante de explotación. De nuevo las tareas cambiaron, y aunque ganó en autonomía se notaría la disponibilidad durante las 24 horas del día, ¿cierto?**

Desapareció la brigada, se redujeron las carreteras a conservar y se notó un gran cambio. Fui vigilante de explotación en la carretera N-234, que era entonces la más transitada de la provincia. Colocaba señales caídas, vigilaba las zonas de defensa de la carretera, hacía informes de explotación, denuncias, limpieza de



Aula didáctica. Museo de Carreteras de Teruel. Las maquetas y juegos han sido construidos por Modesto Pascual Garcés.

la calzada después de accidentes. En invierno solía haber problemas en el puerto de Escandón y la guardia civil, además de mi nombre, se aprendió mi número de teléfono, así que en cualquier momento llamaba por accidentes o por problemas de nieve. Muchas veces se me hizo de día estando en la carretera, pero quedaba la satisfacción del trabajo bien hecho cuando se conseguía que no parara la circulación.

También en esta etapa se sustituyeron los contadores de aforo. Después de estar en un curso en Madrid, fui el encargado de colocarlos en la provincia.

En esta época llegué a conocer la carretera de verdad y aún me acuerdo de dónde están situadas las tajetas, pontones, alcantarillas y otros puntos singulares.

### **Hacia el año 2000, nuevo cambio de tareas, al contratarse la conservación integral del Sector TE-1. ¿Fue difícil?**

Llegó la conservación integral. Al principio estuvimos en unas naves alquiladas, mientras se construía el actual Centro del Sector TE-1, que data de 2003 y es uno de los mejores de España en amplitud y medios de trabajo.

De momento no supuso ningún problema, pues preguntaban mucho

sobre dónde estaban los elementos de la carretera, o sea, pequeñeces, teniendo en cuenta mi experiencia anterior. Pero no todo el monte era orégano. Llegaron el ordenador, Infoseg, Terex y compañía. Inicialmente del ordenador solamente sabía enchufarlo a la red eléctrica, así que me tuve que espabilar y aprender el manejo. Lo que me parecía una montaña es hoy una piedrecita. Empecé a meter partes y a manejar sin problemas las aplicaciones que se utilizan en la conservación.

### **Muchas de las maquetas que se muestran en el Aula Didáctica y en el Museo de Carreteras de Teruel son tuyas y las ha confeccionado en sus horas libres.**

El aula didáctica funciona desde el año 2006, y he construido muchos juegos, ya que cuando entré como caminero no perdí la afición hacia mi trabajo anterior y mi formación. En mi casa tengo un pequeño taller con maquinaria, y siempre me ha gustado construir juegos o maquetas para el Aula y el Museo.

Cuando viene algún colegio a visitar el Aula se pone todo el interés para que los jóvenes entiendan el proceso de construcción y conservación de carreteras a base de juegos, desde el inicio del proyecto, pasando por la construcción de puentes

y obras de fábrica, movimientos de tierra, mezclas bituminosas, marcas viales, balizamiento y señalización y elementos de defensa. El aula dispone también de juegos para aprender cómo funcionan los aforos, señalar obras o defender la carretera. En una zona del aula se ha montado un pequeño laboratorio, donde aprenden a ver cómo la sal acaba con el hielo o fabrican un cubo de hormigón. En el exterior se exponen casi cuarenta máquinas distintas de conservación, que también visitan los escolares. El conjunto tiene también el Museo de carreteras, muchas de cuyas maquetas las he construido yo también.

### **De estos 41 años trabajando en la conservación de carreteras de Teruel, ¿qué recuerda con mayor cariño?**

Tengo muchos buenos recuerdos durante este tiempo. Los primeros son para mis compañeros de Albaracín, Salvador, Porfirio, Eustasio, Bernabé, Demetrio, José, Domingo y Joaquín. Pasamos juntos muchos buenos ratos y fueron grandes compañeros. Recuerdo especialmente la construcción de la autovía Mudéjar (y lo tranquilos que se quedaron en los pueblos por donde pasa la carretera N-234) y la construcción del nuevo Centro de Conservación. Finalmente, ha sido una gran satisfacción haber participado en el Museo y Aula didáctica de Carreteras de Teruel, y mantener en ellos la ilusión por enseñar que detrás de una carretera hay mucha gente trabajando duro para que esté en la mejor condición posible. ❖

# Ejemplos de Rotura de Firmes con Pavimentos Bituminosos



## Examples of Road Surface Breaking with Bituminous Pavements

### Francisco Javier Payán de Tejada González

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Ministerio de Fomento*

### Félix Edmundo Pérez Jiménez

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Universidad Politécnica de Barcelona*

**E**n este artículo se presentan algunas formas de rotura de firmes con pavimentos bituminosos que se han presentado en la práctica y que se han analizado mediante la realización de calicatas y testigos para conocer su desarrollo en profundidad. El objeto es presentar ejemplos de roturas de firmes reales que permitan profundizar en los mecanismos que las producen de forma que puedan servir para el desarrollo de sistemas de diseño más adaptados a la realidad. En las calicatas se puede observar la progresión de las fisuras a través de las capas del firme y el estado de cohesión y adhesividad del betún a los áridos de cada una de ellas, lo que proporciona una información valiosa para el estudio de los mecanismos de rotura.

**T**his article presents some forms of road surface breaking with bituminous pavements which have arisen in practice and have been analyzed by means of soil pits and controls in order to know in depth their development. The objective is to present examples of real pavement breaking which allow a deeper understanding of the mechanisms that produce them with the prospect of creating design systems better adapted to reality. In relation to soil pits it is possible to see the progression of the cracks through the road surface layers and the state of cohesion and adhesiveness of the bitumen to the coat aggregates of each of them, which provides valuable information for the study of the breaking mechanisms.

## 1. Introducción

Tradicionalmente se han constatado tres formas de rotura de los firmes según su tipología. El proceso habitualmente considerado, que es el que se utiliza en su dimensionamiento, es el de la fatiga de los materiales que lo componen: mezclas, capas estabilizadas y sin estabilizar, y explanadas. Un segundo proceso de rotura es el de la formación de fisuras de arriba hacia abajo, menos controlado que el proceso de fatiga y que se debe a la conjunción de factores como el envejecimiento y los ciclos térmicos. Por último, es bien conocido el proceso de fisuración transversal de los pavimentos por reflexión de las grietas de retracción de las capas de base estabilizadas con cemento.

En el caso de mezclas de rodadura drenantes y discontinuas tipo b se produce también un deterioro particular por la pérdida de gravilla superficial de la mezcla debido al envejecimiento de los betunes.

Por último, deberíamos incorporar los procesos de rotura debidos al mal diseño de los materiales compuestos (mezclas bituminosas, capas estabilizadas, etc) o a la mala ejecución de las obras.

## 2. Objeto del estudio

En este estudio se van a presentar algunos casos de roturas del pavimento que se analizaron mediante la extracción de testigos o realización de calicatas. Los casos presentados no abarcan todas las posibilidades de rotura de los pavimentos y se circunscriben a unos tramos con unas características propias en cuanto a historia, composición, tráfico y clima.

El clima en nuestro caso es de tipo continental con grandes gradientes de temperatura, tanto anua-

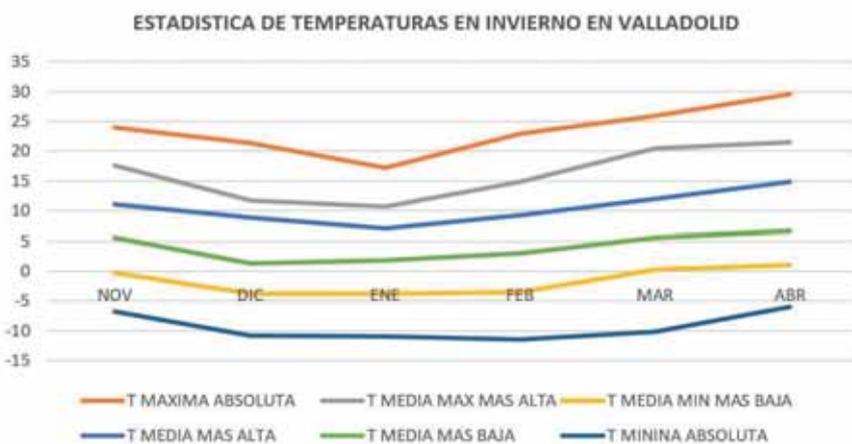


Figura 1. Fuente: AEMET 1973-2019

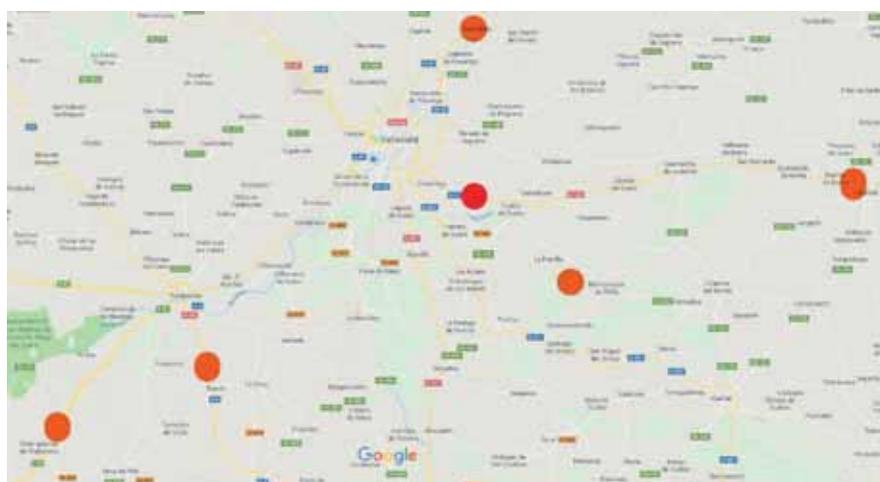


Figura 2. Situación de las calicatas realizadas

les como diarios. Con temperaturas muy bajas en invierno que pueden bajar de -5°C y muy altas en verano que pueden superar los 30°C y oscilaciones térmicas diarias que pueden sobrepasar los 15°C. La lluvia anual es de tipo medio, sin superar los 600 mm, mientras que las nevadas son ocasionales y de poca entidad. En el gráfico 1 se presentan los datos estadísticos de temperatura en invierno para Valladolid.

Los firmes analizados son tanto de tipo semiflexible como semirrígido con diferentes espesores de mezcla bituminosa. Las capas de rodadura también varían pudiendo ser de tipo hormigón bituminoso, drenantes o discontinuas.

Los tráfico van desde el T42 hasta el T0, desde menos de 25 vehícu-

los pesados día por carril hasta más de 2000.

Por último, los tramos seleccionados se encuentran tanto en carreteras convencionales, como en autovías desdobladas de primera generación o autovías recientes de nueva construcción. Esto hace que, en los dos primeros casos, haya que tener cuidado respecto a la estructura del firme existente por la posibilidad de la existencia de ensanches, o de variantes localizadas debidas al acondicionamiento de curvas o del perfil longitudinal de la carretera.

En el mapa que se inserta a continuación se indican los puntos de la red de carreteras del Estado en Valladolid en los que se hicieron las calicatas.

## RUTAS TÉCNICA



Figuras 3 y 4. Fisureación en rectángulos



Figuras 5 y 6.

### 3. Tramos con firme semiflexible

#### 3.1. N-620a pk 169+645

Se ha elegido un tramo de la carretera N-620a, ppkk 169+645, que presenta en superficie un patrón de fisuración en rectángulos, formado por fisuras longitudinales, no siempre coincidentes con las zonas de rodada, unidas por fisuras transversales con una cierta cadencia (Figuras 3 y 4).

Esta carretera quedó como vía complementaria de la A-62 cuando en 1999 se terminó de construir la citada autovía, tramo Tordesillas – Salamanca. Desde entonces el tráfico disminuyó radicalmente, teniendo actualmente una IMD inferior a 500,

de los que menos de 50 son pesados.

El último refuerzo fue coincidente con la apertura al tráfico de la A-62 en 1999, por lo que el deterioro del pavimento se produce ya con el tráfico reducido.

El firme existente de acuerdo con los datos del inventario de la Dirección General de Carreteras estaría formado por una base granular sobre la que reposan diversas capas de mezcla bituminosa hasta un espesor de 28 cm.

Se hizo una medición del espaciamiento de las fisuras y se encontró que las fisuras longitudinales se encontraban separadas de manera uniforme entre 1,70 y 1,80 m, mientras

que las fisuras transversales también mantenían una cadencia uniforme entre 3,80 y 4,00 m

Se tomaron varios testigos de la zona y se realizó una calicata para conocer el estado del firme en profundidad.

En los testigos solo pudo extraerse la capa superior del último refuerzo, encontrándose la mezcla muy disgregada por debajo, excepto en un testigo que mostró claramente la falta de adherencia entre el último refuerzo y la capa de mezcla inferior. (Figuras 5 y 6).

La calicata mostró que las grietas que se presentaban en la superficie del pavimento no se continuaban en la capa por debajo del último recocado,



Figuras 7 y 8.



Figuras 9 y 10.



Figuras 11 y 12. Pérdida de betún en capas inferiores

en la que únicamente se vislumbraba una fisura muy fina como continuidad de la fisura transversal correspondiente en superficie. (Figuras 7 y 8)

Las capas inferiores se disgregaban muy fácilmente ante la acción

del martillo y aparecen con muchos áridos limpios sin restos de betún. (Figuras 9 y 10)

Las grietas que aparecían en superficie no continúan a la segunda capa. Fotos 11 y 12.

### 3.2. N-122 pk 307+800

Se trata de un tramo de carretera convencional al que se le realizó una operación de refuerzo mediante fresado y reposición de las capas



Figuras 13 y 14. Desaparición de las fisuras en las capas inferiores



Figura 15 y 16. Agrietamiento importante de la capa de rodadura

agotadas y extendido posterior de una capa de recrecio de 10 cm de espesor. La rodadura está constituida por una mezcla de tipo AC22 y el firme está constituido por 28 cm de mezcla bituminosa sobre material granular.

La IMD del tráfico es de 5365 y el tipo de tráfico pesado es T2.

El pavimento se encuentra muy fisurado en las zonas de rodada.

Se realizó una calicata centrada en las grietas de una zona de rodada. Ante el efecto del martillo, la primera capa sale en trozos grandes que se rompen fácilmente con la mano. Al partir estos trozos, el betún aparece

brillante y con restos de agua infiltrada y los áridos aparecen con superficies limpias sin betún adherido. (Figuras 11 y 12).

Las grietas que aparecían en superficie no continúan a la segunda capa. (Figuras 13 y 14).

### 3.3. A-62 pk 107+660

Se trata de un tramo de un desdoblamiento dentro de una autovía de primera generación. La calzada en cuestión es la antigua perteneciente a la N-620 y su firme está constituido por un espesor importante de mezclas bituminosas de hasta 34 cm sobre material granular. El últi-

mo refuerzo se le extendió en 1998. La mezcla de la capa de rodadura es una AC16 con un 4,8% de betún.

El tráfico es muy importante con una IMD cercana a los 40.000 veh/día y un tráfico pesado de tipo T0.

El pavimento se encuentra muy agrietado en las zonas de rodada que originan su cuarteo en trozos pequeños y muchas ramificaciones con formación de grietas transversales que unen las zonas cuarteadas de ambas rodadas. (Figuras 15 y 16).

Al realizar la calicata, la primera capa se levanta con poco esfuerzo dado su estado general de rotura. En la superficie de la segunda capa



Figura 17 y 18. Falta de adherencia entre la capa de rodadura y la intermedia



Figura 19 y 20. Desaparición del agrietamiento en la 3ª capa y corte de la calicata

se aprecia la propagación de las grietas del pavimento si bien con una densidad bastante menor. No hay adherencia entre la primera capa y la segunda y los trozos se pueden retirar fácilmente con la mano. (Figuras 17 y 18).

La segunda capa cuesta picarla y presenta adherencia con la tercera capa. En la superficie de la tercera capa ya no aparecen grietas o fisuras de ningún tipo. La continuación de la calicata hasta el final del paquete de mezclas bituminosas presenta algunas capas que se disgregan muy fácilmente con el martillo y un espesor total de 34 cm de mezclas bituminosas. (Figuras 19 y 20).

#### 4. Tramos con firme semi-rígido con gravacemento

Se han escogido varios tramos con modelos de fisuración distintos.

##### 4.1. A-6 ppkk 174 a 175

Este tramo pertenece a la autovía A-6, construida como desdoblamiento de la N-VI existente dentro del Plan de Autovías de Primera Generación. Su firme está constituido por 19 cm de mezclas bituminosas, sobre 20 cm de gravacemento en la capa de base y otros 20 cm de suelocemento como subbase. Además se encuentra dentro de los tramos experimentales que se hicieron

para probar las técnicas de fabricación y extendido de mezclas con caucho. La actuación consistió en el fresado de 11 cm de espesor y su posterior reposición con dos capas, la inferior de 6 cm con AC 22 y la superior con 5 cm de AC 16 modificada con caucho.

El tráfico total se encuentra por debajo de los 25.000 veh/día, mientras que el tráfico pesado es de tipo T1.

En superficie presenta las grietas típicas de reflexión de las formadas en la gravacemento, pero también presenta grietas longitudinales en las zonas de rodada.



Figura 21 y 22 Fisuración por reflexión de las grietas de retracción de la gravacemiento

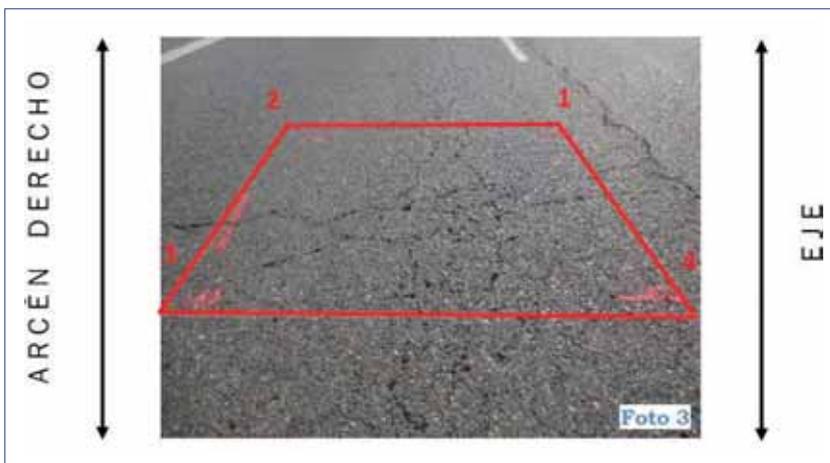


Figura 23. Fisuración a 90°



Figura 24 y 25. Continuación de la fisuración sólo en la segunda capa

Al descubrir las diferentes capas, se puede comprobar que las grietas continúan hasta la capa de gravacemiento donde se manifiestan ambas grietas, transversales y longitudinales, formando bloques del material estabilizado (Figuras 21 y 22).

#### 4.2. A-11 pk 352+020

Este tramo de la A-11, diseñada como desdoblamiento de la N-122, terminó de construirse en 2002 sin que hasta el momento de la calicata en marzo de 2012 se hubiera realizado ninguna actuación de refuerzo o saneo.

El firme está constituido por 15 cm de mezclas bituminosas, sobre 22 cm de gravacemiento en la capa de base y otros 20 cm de sueloce-miento como subbase

El tráfico soportado por este tramo es de 21.000 veh/día y la categoría de tráfico pesado es T1.

La calicata se realizó en el carril derecho de la calzada derecha que es fundamentalmente la de nueva construcción con un firme formado por 15 cm de MB + 22 cm de gravacemento + 20 cm de suelocemento sobre una explanada tipo E2 (sección 124 6.1. IC 1989).

La superficie del pavimento se encuentra muy agrietada, con dos

líneas de fisuración ramificada a 90°. (Figura 23).

Picada la 1ª capa, presenta grietas a 90° sobre la superficie de la 2ª capa. La adherencia entre ambas capas es escasa y el material sale en grandes trozos. (Figura 24).

Al picar la 2ª capa, que presenta una mayor dureza que la anterior

pero que también se encuentra despegada de la tercera capa, se observa que las grietas observadas en superficie no se continúan a la capa inferior que se encuentra limpia de fisuración. (Figura 25).

Al picar la tercera capa se llega a la gravacemento que presenta en su superficie una grieta de retracción en la misma posición que la encontrada en las capas 1 y 2. (Figura 26).

### 5. Otros patrones de agrietamiento de los pavimentos

En nuestra experiencia, es muy frecuente encontrar patrones de fisuración de los pavimentos constituidos por fisuraciones longitudinales y transversales que se cruzan a 90°, formando rectángulos. (Figuras 27, 28, 29 y 30).

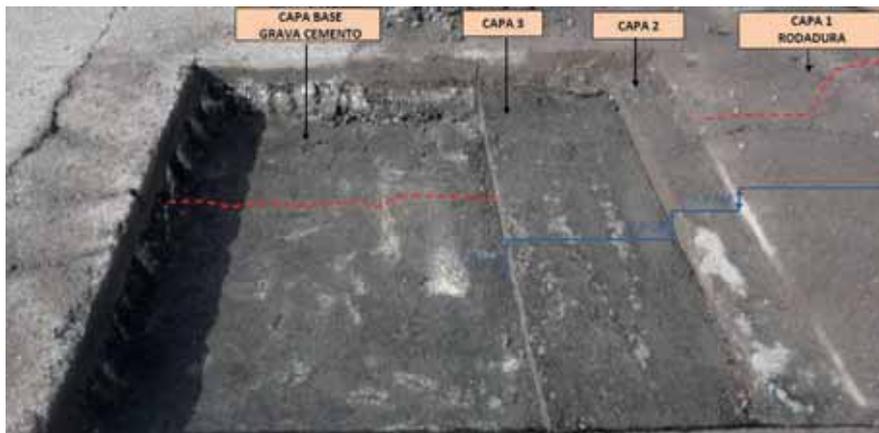


Figura 26. Corte de la calicata



Figura 27 y 28.



Figura 29 y 30. Fisuración a 90°.



Figura 31 y 32. Ascenso de finos del suelocemento a la superficie de rodadura

Se puede comprobar que esta fisuración no coincide con las zonas de rodada sometidas a las cargas del tráfico, incluso aparecen en los carriles izquierdos que soportan muy poco tráfico pesado.

## 6. Tramos con firme semi-rígido con suelocemento

El suelocemento es un material excelente como base para capas de firme cuando se cuidan tanto los materiales como su diseño y construcción. Sin embargo, en el buen comportamiento de estos materiales influye una multitud de factores, varios de los cuales pueden ser fácilmente alterados en obra por la dinámica de la propia ejecución, como son la existencia de suelos poco adecuados para su mezcla con cemento mezclados con los previstos para la obra que sí son adecuados, la variabilidad respecto de la dosificación correcta al fabricar el material en la planta de la obra, el extendido con espesores inferiores a los diseñados, que es un factor muy importante en su comportamiento, o la ejecución inadecuada del curado y de las juntas de retracción.

Todos estos factores unidos a una cierta desconsideración hacia este material hacen que sea crítico respecto a su comportamiento y pueda provocar la rotura del firme. Además, esta rotura se presentará de for-

ma rápida a partir de la apertura del firme al tráfico y su reparación será muy costosa.

En las Figuras 31 y 32 se aprecian los síntomas del fallo de la base de suelocemento en el pavimento, originándose hundimientos localizados, ascenso de finos en superficie y una gran irregularidad superficial.

## 7. Pavimentos drenantes y discontinuos tipo B

Los pavimentos discontinuos tipo b y drenantes se caracterizan por su alto contenido en huecos y la carencia del mástic bituminoso. Esto, unido a porcentajes de betún algo escasos, especialmente en las mezclas drenantes, hace que sean muy sensibles al envejecimiento del betún. La fragilización de éste con el tiempo provoca que las uniones entre los áridos se rompan al paso de las cargas desprendiéndose las gravillas, lo que genera una debilitación de la capa de rodadura, un aumento de los huecos superficiales y un aumento del ruido de rodadura emitido, aparte de un riesgo añadido a la seguridad vial ya que las partículas sueltas pueden ser despedidas por los neumáticos contra los demás vehículos con el consiguiente sobresalto de los conductores e incluso la rotura de los parabrisas u otros cristales.

En la Figura 33 puede verse un pavimento drenante completamen-

te envejecido, con más de 18 años desde su puesta en servicio. En esta Figura se aprecia alguna zona que ha perdido toda la capa de rodadura e incluso la existencia de grietas a 90° debidas a otras causas. En la Figura 34 se aprecia un pavimento con mezcla discontinua tipo b que ya está empezando a perder gravillas en superficie.

Otro síntoma que sólo hemos apreciado en las mezclas discontinuas tipo b es el de su heterogeneidad granulométrica que, debido a que se encuentran en el límite entre las mezclas impermeables y drenantes por su alto contenido de huecos, puede provocar la existencia de zonas drenantes que absorben agua rodeadas de zonas impermeables que impiden su salida. Estas zonas con agua, además de perjudiciales para la durabilidad de la mezcla, son un riesgo para la seguridad vial en áreas de climas fríos, pudiendo generar problemas de vialidad invernal por la formación de hielo al congelarse.

En las Figuras 35 y 36 se puede ver este fenómeno en una carretera recién terminada.

## 8. Mecanismo de deterioro

Al principio de este artículo se mencionaba como un proceso común de deterioro de los firmes la formación de fisuras de arriba ha-



Figura 33 y 34. Pérdida de gravilla en capas de rodadura drenantes



Figura 35 y 36. Formación de zonas con acumulación de agua en una mezcla BBTM -B

cia abajo por el envejecimiento de la mezcla y las tensiones térmicas y también la fisuración transversal de los pavimentos asfálticos por reflexión de las grietas de retracción de las bases estabilizadas. La aparición de estas fisuras lleva asociada con ellas otros dos mecanismos de deterioro muy importantes. En primer lugar, las capas asfálticas ya no se comportan como capas continuas que se apoyan y se adhieren unas a otras formando un continuo. Empiezan a trabajar como losas aisladas en cuyos bordes se produce un aumento notable de tensiones al paso de los vehículos. Esto hace que si la capa de mezcla bituminosa no tiene suficiente espesor, donde había una grieta transversal aparezca una o dos longitudinales.

Dependiendo de la calidad del riego de adherencia y de la fuerza de unión entre capas estas grietas se propagan de arriba abajo o bien por la inter fase de las capas. Esto hace que la capacidad estructural del firme disminuya y que las capas sueltas se rompan con más facilidad.

A este deterioro de la unión entre capas y a la disgregación de la mezcla en cada capa contribuye también el agua que se introduce por estas grietas, proveniente de la lluvia o del agua caída en la superficie del firme (grietas de arriba hacia abajo) o la que proviene de la explanada (grietas de abajo para arriba).

Para aumentar la resistencia de las capas asfálticas del firme ante estos mecanismos de deterioro, de-

bemos poner más atención al diseño de las mezclas bituminosas y usar mezclas dúctiles, más ricas en ligante y resistentes al envejecimiento. Mezclas con muy buena adhesividad resistentes a la acción del agua. Utilizar riegos de calidad que faciliten y aseguren la buena adherencia entre capas. Esto es especialmente importante en el caso de reforzar un firme antiguo, donde se produce con más profusión el despegue de las capas nuevas respecto a la del firme antiguo.

Tampoco hay que olvidarse de la calidad de ejecución de estas unidades de obra. En el caso de las mezclas bituminosas hay que tener muy en cuenta su adecuada compactación y evitar su excesivo envejecimiento en su fabricación y puesta en

## RUTAS TÉCNICA

obra. La mayor parte del envejecimiento del betún de una mezcla tiene lugar durante su fabricación y puesta en obra (70-80 %). El efecto del sol y de los rayos ultravioletas es bastante menor. Por eso hay que evitar que se produzca un excesivo envejecimiento durante su fabricación, controlando la temperatura y el tiempo de transporte y puesta en obra. Existen procedimientos de ensayo, como el ensayo Fénix, que permiten controlar este envejecimiento y que se deberían usar en el control de la calidad de la obra. Lo mismo ocurre con los riesgos de adherencia, ensayo de corte, NLT-382/08. Es necesario controlar debidamente la ejecución de estas unidades de obra, si queremos obtener las máximas prestaciones provenientes de la calidad de los materiales usados, mezclas y riegos.

### 9. Conclusiones

Las situaciones aquí expuestas son sólo una muestra de las formas de deterioro de los pavimentos. En general se ha tratado de presentar fallos de la mezcla asociados con las características del tipo de firme y su mecanismo de deterioro, con una única referencia a las capas de suelocemento o mezclas discontinuas cuyo comportamiento indebido se debe fundamentalmente a problemas debidos a su gran sensibilidad a las variaciones en sus materiales, en su fabricación o en su extendido y terminación.

De los fallos y mecanismos de deterioro observados se pueden obtener algunas conclusiones que se citan a continuación:

1. Existe un modelo de fisuración con grietas longitudinales y transversales que se cortan a 90° que se repite frecuentemente. Las grietas verticales no tienen siempre que coincidir con las zonas de rodada de los vehículos pesados.
2. Muchas de las grietas manifestadas en superficie se desarrollan de arriba hacia abajo, desapareciendo con la profundidad. Estas grietas podrían estar generadas por la acción conjunta de la temperatura externa, el envejecimiento y las cargas del tráfico.
3. En firmes semirrígidos, este modelo puede ser ocasionado por la reflexión de las grietas de retracción que se forman en la gravaceo formando bloques de tipo paralelepípedicos.
4. Es muy frecuente encontrarse que las capas inferiores de las mezclas bituminosas tengan muy poca cohesión y se disgreguen fácilmente, presentando áridos limpios de betún. Esto puede deberse a la presión intersticial generada por las cargas del tráfico sobre el agua infiltrada en el cuerpo agrietado de las mezclas bituminosas.
5. Otro fenómeno común es la falta de adherencia entre capas, especialmente en el caso de rehabilitación de carreteras en servicio. Mientras que en carreteras nuevas las capas de mezclas se superponen a otras con betún fresco, menos envejecido, en los refuerzos, el betún de las capas existentes sobre las que se extienden las nuevas mezclas se encuentra muy envejecido perjudicando la adherencia. Además, la urgencia de la apertura al tráfico al encontrarse las carreteras en servicio hace que en muchas ocasiones no se esperen los tiempos necesarios para un correcto secado de los riegos de adherencia, lo que facilita que se queden pegados a los neumáticos de los camiones del extendido eliminándose de la superficie de la carretera.

### 10. Agradecimientos

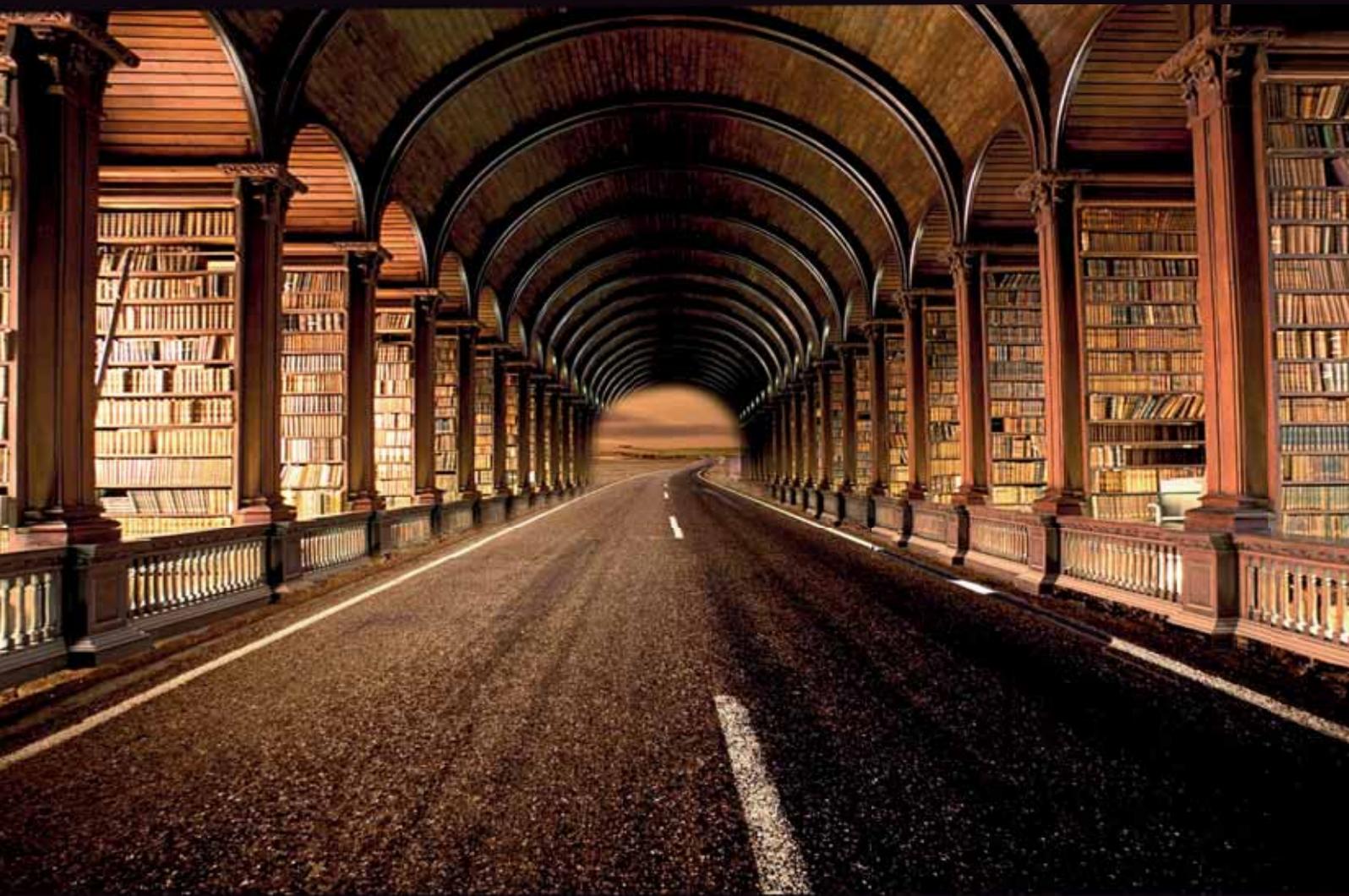
Los autores quieren expresar su agradecimiento a D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> del Rosario Cornejo Arribas, Directora Técnica de la Dirección General de Carreteras, y a D. Julio Vaquero García, Presidente del Comité de Firmes de la ATC por sus valiosas aportaciones a este artículo.

### 11. Bibliografía

- [1] Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental. "PTD2-V01 Realización e informe de la toma de testigos en firme". Procedimiento interno, no publicado.
- [2] Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental. "PTD3-V01 Realización e informe de calicatas en firmes". Procedimiento interno, no publicado.
- [3] Pérez Jimenez, Felix E. et al "Criterios y especificaciones para el uso del ensayo Fénix en el diseño de mezclas bituminosas tipo AC"

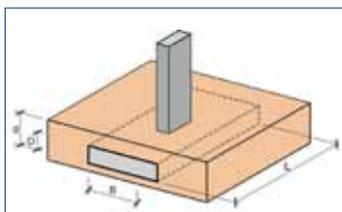


“EL SABER NUNCA HA ESTADO TAN CERCA”



Descubre más en  
[www.atc-piarc.com](http://www.atc-piarc.com)

# La Serie *Guías Eurocódigos* de la Dirección General de Carreteras: Primeros Títulos Publicados



*Eurocode Guides Series* by Dirección General de Carreteras: first available titles

**Pilar Crespo Rodríguez**

*Jefe del Área de Estructuras*

**Álvaro Parrilla Alcaide**

*Jefe del Área de Geotecnia*

*Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado*

*Dirección Técnica, Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento*

La Dirección General de Carreteras acaba de editar los primeros títulos de una nueva serie editorial, que pretende contribuir a la difusión y el conocimiento de los Eurocódigos estructurales entre la comunidad ingenieril española. Se presentan los dos primeros documentos, que son relativos a la aplicación del Eurocódigo 7 Proyecto geotécnico, tanto en sus aspectos más generales: *Bases del proyecto geotécnico* como en las particularidades de las *Cimentaciones superficiales*.

Dirección General de Carreteras has just published first titles of a new editorial series devoted to the spreading and better knowledge of *Structural Eurocodes* among Spanish engineering community. This article introduces the first two documents about practical use of *Eurocode 7 Geotechnical Design*, in both their general aspects: *Basis of Geotechnical Design* and the specificities of *Shallow Foundations*.

## Introducción a los Eurocódigos Estructurales

La Comisión Europea puso en marcha en 1981 la redacción de un código estructural europeo que culminó con la aparición en 1984 de los primeros Eurocódigos. En las dos décadas transcurridas entre la publicación de esos primeros textos y los actuales, se produjo una evolución muy significativa, no sólo en su contenido, sino en el grado de aceptación y reconocimiento por parte de la comunidad técnica europea y mundial.

En la década de los 90, hizo su aparición una segunda generación de Eurocódigos, elaborados en el seno del Comité Europeo de Normalización (CEN) por mandato de la Comisión Europea. Estos textos, conocidos como normas ENV, se publicaron con carácter experimental. Fue entre los años 2002 y 2007, cuando tuvo lugar la publicación de los *Eurocódigos Estructurales* como normas EN. Desde entonces, el organismo nacional español de normalización UNE, ha traducido paulatinamente estos textos a nuestro idioma, publicándolos como normas UNE-EN.

Estas normas tienen carácter voluntario por su propia naturaleza, salvo que una disposición reglamentaria las declare obligatorias. Hay que destacar que sucesivas Directivas y Recomendaciones de la Unión Europea han hecho referencia expresa a los Eurocódigos y a la importancia de su adopción por los Estados miembro como forma de “facilitar la provisión de servicios en el campo de la construcción creando un sistema armonizado de reglas generales”, lo que ha dado lugar a que en los últimos años la gran mayoría de los países europeos los hayan adoptado como código estructural único.

En el caso concreto de las obras públicas, la *Directiva de contratación pública*, traspuesta al ordenamiento jurídico español por la *Ley de contratos del sector público*, establece la preemi-

nencia de las normas nacionales que incorporen normas europeas (UNE-EN, en el caso español) sobre cualquier otra especificación nacional a la hora de fijar las condiciones técnicas en los pliegos de contratación para la redacción del proyecto de dichas obras (sin perjuicio de los reglamentos obligatorios).

Además, existe reglamentación europea, de obligado cumplimiento de forma directa en los Estados miembro, que declara los Eurocódigos como normas de proyecto.

La relación completa de Eurocódigos es la que sigue:

- *Eurocódigo 0: Bases de cálculo de estructuras*
- *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras*
- *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón*
- *Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero*
- *Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón*
- *Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera*
- *Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica (albañilería)*
- *Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico*
- *Eurocódigo 8: Proyecto para la resistencia al sismo de las estructuras*
- *Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de aleación de aluminio*

Los diez Eurocódigos se dividen a su vez en varias partes, dando lugar a un total de cincuenta y ocho partes.

A fecha de hoy se trabaja, desde el Comité Europeo de Normalización, en una nueva versión de los Eurocódigos coloquialmente denominados de “segunda generación” (aunque como ha podido deducirse se trataría ya de la

tercera o incluso cuarta versión de algunas de las normas) cuya finalización está prevista para 2022.

## Eurocódigo 7

El EC7 (norma UNE-EN 1997) titulado Proyecto geotécnico, trata los aspectos geotécnicos del proyecto de estructuras, de edificación y obra civil, estableciendo las reglas para determinar las acciones geotécnicas, así como el planteamiento de las comprobaciones. Consta de dos partes:

- *UNE EN 1997 1 Proyecto geotécnico: Reglas generales*
- *UNE EN 1997 2 Proyecto geotécnico: Investigación y ensayos del terreno.*

UNE-EN 1997 es un caso singular dentro del conjunto de los Eurocódigos. A diferencia de lo que ocurre con el resto, dedicados al cálculo estructural, el EC7 no recoge métodos y modelos de comportamiento del terreno o procedimientos de cálculo (sólo incluye algunas formulaciones en anejos informativos, sugeridas con carácter de ejemplo). Esta circunstancia, que suele producir un cierto desconcierto entre los usuarios neófitos, se comprende si se tienen en cuenta dos de los objetivos principales perseguidos por los redactores del EC7:

- Establecer unas bases de cálculo para las comprobaciones geotécnicas completamente homogéneas y compatibles con las bases del cálculo estructural, clarificando la aplicación de la teoría de los estados límite en las comprobaciones geotécnicas e introduciendo el uso de los coeficientes parciales
- Dar cabida en esas nuevas bases del proyecto geotécnico a las diferentes particularidades y criterios nacionales

El punto de partida era la geotecnia que podría denominarse clásica, con

una larga tradición, basada fundamentalmente en el empleo de coeficientes de seguridad globales de valores numéricos relativamente altos y que comprenden las incertidumbres derivadas no sólo del comportamiento del terreno, sino incluso de las acciones o los materiales estructurales. La empresa era, por tanto, suficientemente compleja como para que todo el contenido del EC7 estuviera dedicado a las bases de cálculo, asumiéndose que los modelos de comportamiento del terreno pueden encontrarse en tratados geotécnicos o bibliografía especializada.

Actualmente, el EC7 está en uso en casi todos los países europeos. En todos ha supuesto un cambio en la forma de abordar las comprobaciones geotécnicas; más en unos países que en otros según lo adaptados que sus procedimientos estuvieran al método de los estados límite y a los coeficientes parciales. En España, su implementación requiere un cierto esfuerzo de adaptación, aunque ya se ha recorrido una buena parte del camino: en la última década, los diferentes textos normativos relativos al proyecto geotécnico de estructuras han ido evolucionando y aproximándose a la filosofía recogida en el EC7.

A fecha de publicación de este artículo, el *Eurocódigo 7* se halla inmerso en una fase de revisión profunda por más de doscientos cincuenta expertos de casi todos los países europeos, que le hará pasar de dos a tres partes multiplicando la extensión de sus contenidos por dos o incluso por tres.

Los títulos de los borradores de las partes en que se trabaja son:

- *Parte 1 Reglas generales*
- *Parte 2 Investigación del terreno*
- *Parte 3 Estructuras (o construcciones) geotécnicas*

No obstante lo anterior y dado que la versión vigente del EC7 nos acompañará, al menos, durante unos años

más y que los borradores de las nuevas partes brotan de los textos actualmente vigentes, se ha creído conveniente poner los documentos objeto de este artículo a disposición de la comunidad ingenieril en este momento, en que los anejos nacionales españoles de todos los Eurocódigos han sido ya publicados por el organismo nacional de normalización UNE.

## Introducción a la serie *Guías Eurocódigos*

El uso creciente y generalizado de los Eurocódigos en los países de nuestro entorno ha dado lugar a la publicación de manuales, guías y ejemplos de aplicación de estas normas. En España, desde hace ya algunos años, los Eurocódigos se han convertido en textos de referencia en la enseñanza universitaria y han ido apareciendo publicaciones diversas relativas a los mismos, entre las que cabe citar algunos números monográficos en revistas especializadas.

La serie denominada *Guías Eurocódigos*, puede considerarse sin embargo pionera en nuestro país y más aún, en nuestra lengua. Su objeto es contribuir a que la comunidad técnica española tenga un conocimiento más profundo de los distintos Eurocódigos y, en última instancia, a facilitar su aplicación en los proyectos de la Dirección General de Carreteras.

La serie está planteada como un conjunto abierto de publicaciones que irá creciendo en función de las carencias o inquietudes técnicas que puedan surgir a medida que los Eurocódigos se impongan como código estructural español y se conviertan en textos de uso general.

En su elaboración se ha supuesto que el lector está familiarizado con los Eurocódigos correspondientes y es conocedor de los conceptos ingenieriles en los que se sustentan. Para evitar



Figura 1. Portada de la parte 1 de la versión española del EC7 (norma UNE EN 1997-1)

en lo posible la repetición de cláusulas, las Guías necesitarán ser leídas junto con los propios Eurocódigos y con sus respectivos anejos nacionales españoles.

A fecha de publicación de este artículo, la serie consta de cuatro títulos publicados, en formato pdf de descarga libre a través de la página web del Ministerio de Fomento<sup>1</sup>, si bien se encuentran en preparación algunos más. Los títulos ya publicados son:

- *Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Bases del proyecto geotécnico*
- *Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Cimentaciones superficiales*
- *Guía para el proyecto sísmico de puentes de carretera*

<sup>1</sup> En el momento de publicación de este artículo, las Guías pueden descargarse desde la siguiente página de internet:

<http://apps.fomento.gob.es/CVP/listapublicaciones.aspx?c=Carreteras>

Dado que estas direcciones/enlaces suelen variar con el tiempo, con carácter general se encuentra disponible en el espacio web del Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento y en el de la Dirección General de Carreteras.



Figura 2. Algunos delegados en la última reunión de expertos del Eurocódigo 7 celebrada en la Universidad de Nápoles en diciembre de 2018

- *Guía para el proyecto frente a fatiga de puentes metálicos y mixtos de carretera*

Este artículo se centra en los dos títulos referidos en primer lugar, relativos al *Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico*, que deben leerse, precisamente por el orden en que se citan, es decir, en primer lugar, el documento dedicado a las Bases del proyecto geotécnico y cuando se trate de proyectar cimentaciones superficiales, el segundo de dichos títulos.

### La guía para el Proyecto de Cimentaciones en Obras de Carretera con EC7

La Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con *Eurocódigo 7* ha sido redactada con las dos premisas básicas siguientes:

- Asumir íntegramente la filosofía del EC7 y las bases para el proyecto geotécnico establecidas en dicha norma
- Incluir procedimientos y formulaciones allí donde el EC7 plantea únicamente principios, para disponer así de un documento autosuficiente en la medida de lo posible, manteniendo siempre una estricta coherencia con el EC7.

En el texto de la Guía se especifica qué formulaciones están de alguna manera recogidas en el EC7 y cuáles son propuestas de este documento. Es posible encontrar otros procedimientos, no contemplados por el EC7 ni por la Guía que serán perfectamente válidos como alternativa, siempre que estén suficientemente avalados por la práctica y que se asegure que el tratamiento de la seguridad es coherente con los principios del EC7.

Aunque la mayor parte de los criterios y procedimientos recogidos en la Guía pueden ser aplicables cualquiera que sea el tipo de estructura analizada, su ámbito de aplicación son las obras de carretera, como se indica inequívocamente en su título.

Inicialmente, la Guía se planteó con un índice parecido al del propio EC7, es decir, la intención primera fue la preparación de un documento en el que se desarrollaran todos los aspectos tratados por el EC7. Sin embargo, a medida que se fue avanzando en el trabajo, se comprobó que no todos los temas tenían en el EC7 el mismo grado de desarrollo y que las diferencias con la práctica tradicional española eran mayores o menores según el capítulo de que se tratara, lo que requería un tratamiento diferente para cada uno.

Por este motivo, para conseguir mayor flexibilidad, se decidió hacer una publicación estructurada en diferentes partes, de aparición temporal sucesiva, de las que en este artículo se presentan las dos primeras.

Hay que señalar que existen dos documentos<sup>2</sup> que explican las bases del EC7, redactados por algunos de los ponentes de dicha norma, que han sido una referencia básica en la preparación de la Guía: *Designers's Guide to EN 1997-1* y *Decoding Eurocode 7*.

En lo que sigue nos ocupamos de los dos títulos dedicados a Bases del proyecto geotécnico y Cimentaciones superficiales que han sido redactadas por un equipo pluridisciplinar de ingenieros, especialistas en estructuras y en geotecnia, formado por consultores y por funcionarios de la Dirección General de Carreteras y del CEDEX.

### Bases Del Proyecto Geotécnico

En este documento se presentan los conceptos y la filosofía de proyecto con EC7, que están introducidos en su capítulo 2 e inspiran todo el contenido de la norma. Hay, lógicamente, una estrecha relación entre el capítulo 2 de UNE EN 1997-1, titulado *Bases del proyecto geotécnico*, y la norma UNE EN 1990, en la cual se establecen las bases del cálculo estructural, lo que explica las numerosas referencias a esta norma incluidas en el documento.

En los primeros capítulos de la Guía, se pasa revista a conceptos básicos del proyecto, enmarcando los aspectos geotécnicos en el contexto general de las estructuras, así el capítulo 1 se dedica a principios generales y comprende las situaciones de pro-

<sup>2</sup> Frank R., Bauduin C., Driscoll R., Kavvas M., Krebs Ovesen N., Orr T. y Schup-pener B: *Designers's Guide to EN 1997 1. Eurocode 7: Geotechnical Design-General rules*. Ed. Thomas Telford, 2005

Bond A., Harris A: *Decoding Eurocode 7*. Ed. Taylor and Francis, 2008.

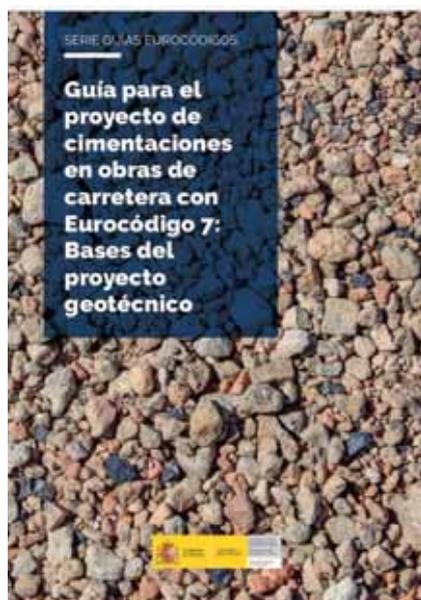


Figura 3. Portada de la Guía: Bases del proyecto geotécnico

yecto, las categorías geotécnicas y los estados límite (últimos y de servicio).

El capítulo 2 es relativo a las acciones y comprende su clasificación, introduce los conceptos de valor característico, representativo y de cálculo, así como las combinaciones y efectos de las acciones.

El capítulo 3 trata sobre las propiedades del terreno, que concreta en sus valores característico y de cálculo y el capítulo 4 hace un planteamiento similar en relación con los datos geométricos.

El proyecto geotécnico mediante cálculos -el procedimiento más habitual de abordar las verificaciones- es objeto del capítulo 5, que es el más extenso del documento. En él se explican y plantean las comprobaciones correspondientes a cada uno de los estados que puede ser necesario verificar en el proyecto de una cimentación, tanto las relativas a los estados límite últimos como a los estados límite de servicio. También se analizan las diferencias entre los tres enfoques de proyecto posibles, recogidos en el EC7 y de libre elección en cada país, para abordar las verificaciones de los estados límite últimos cuando intervie-

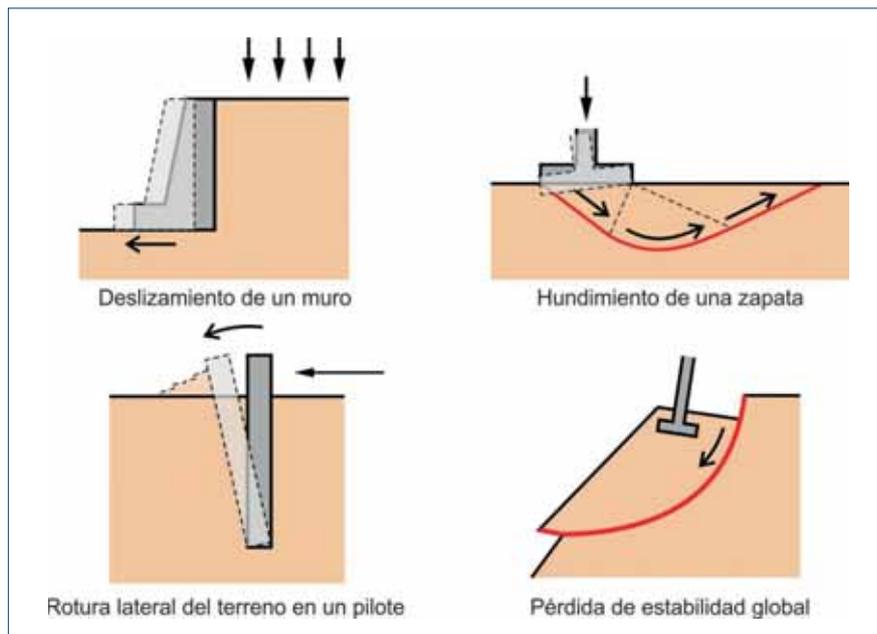


Figura 4. Ejemplos de fallo: ELU GEO

nen acciones geotécnicas o participa en las verificaciones la resistencia del terreno.

Los capítulos 6, 7 y 8 tratan de los métodos de comprobación, también recogidos por el EC7, basados en medidas prescriptivas (capítulo 6), en ensayos (capítulo 7), así como el método observacional (capítulo 8).

En el capítulo 9 se comentan las indicaciones del EC7 relativas al alcance y contenido de los dos documentos principales en los que debe quedar recogida la información geotécnica de un proyecto, así como su encaje en la organización de la información que habitualmente se emplea en los proyectos de carretera.

Por último, este documento incluye apéndices que reproducen total o parcialmente el contenido de los Anejos Nacionales de las normas UNE EN 1990 y UNE EN 1997.

### Cimentaciones Superficiales

Este documento explica y complementa el capítulo 6 *Cimentaciones superficiales*, de UNE EN 1997 1, aunque para ello se incluyen también explicaciones relativas a otros capítulos

y anejos de la misma norma, a la Parte 2 del mismo Eurocódigo, así como a UNE EN 1990, *Bases de cálculo estructural*. Debe leerse a continuación del documento *Bases del proyecto geotécnico*, recién referido.

En los capítulos 1 y 2 del documento relativo a Cimentaciones superficiales, se incluye una breve introducción al concepto de la cimentación superficial propiamente dicha y se presentan los estados límite y los métodos de proyecto geotécnico, que el EC7

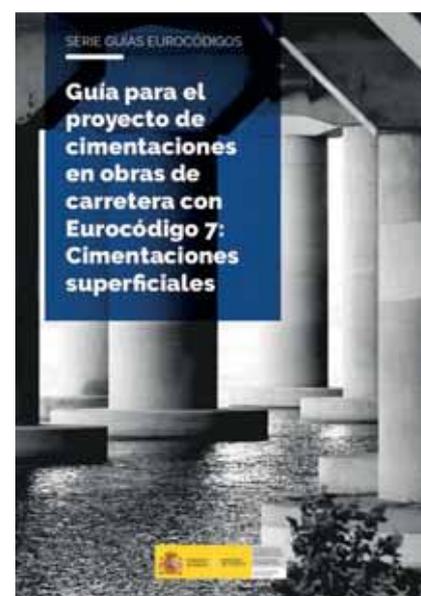


Figura 5. Portada de la Guía: Cimentaciones superficiales

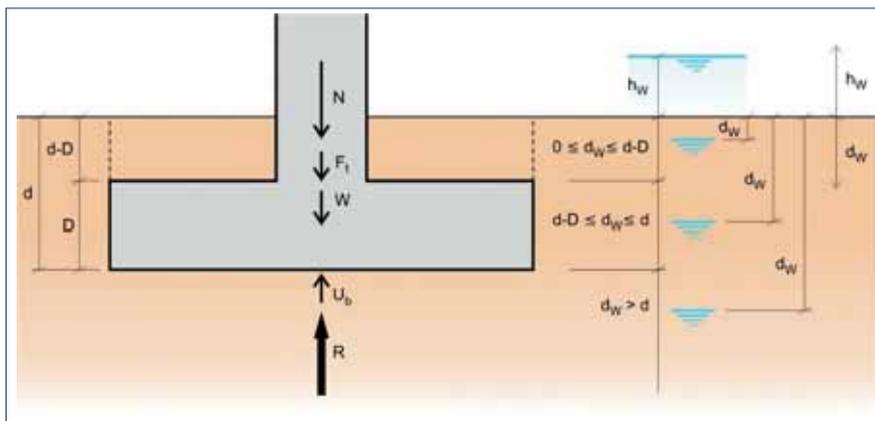


Figura 6. Definición de variables geométricas y acciones sobre una cimentación superficial sometida a carga vertical

lla más ampliamente en el EC7 por ser de aplicación general.

A continuación, en el capítulo 6, se aborda el proyecto geotécnico por el método indirecto, cuya aplicación requiere el cumplimiento de una serie de condiciones y que permite efectuar la comprobación de las cimentaciones mediante procedimientos simplificados.

En el capítulo 7, se presenta el denominado método prescriptivo, que se basa en la aplicación de reglas de proyecto suficientemente conservadoras y en un estricto control de la ejecución, que permite presuponer una determinada resistencia al hundimiento.

Por último, en el capítulo 8, se incluyen algunas consideraciones geotécnicas que deben ser tenidas en cuenta para llevar a cabo el proyecto estructural de la cimentación.

### Consideraciones Finales

Desde estas líneas animamos al lector a la descarga y lectura de las publicaciones de la serie que se acaba de presentar, no sólo de estos dos primeros títulos, sino de los que, a fecha de publicación de este artículo se encuentran ya disponibles y que abordan de forma integral temas tales como el diseño sísmico de puentes, o la fatiga estructural.

Como se ha indicado, se trata de una serie o colección bibliográfica de contenido muy amplio y abierto, tanto como la propia familia de Eurocódigos que trata de aproximar a la comunidad ingenieril de lengua española.

En la Dirección General de Carreteras se trabaja en nuevos títulos de la serie que esperamos poder presentar de nuevo en las páginas de *Rutas*. ❖

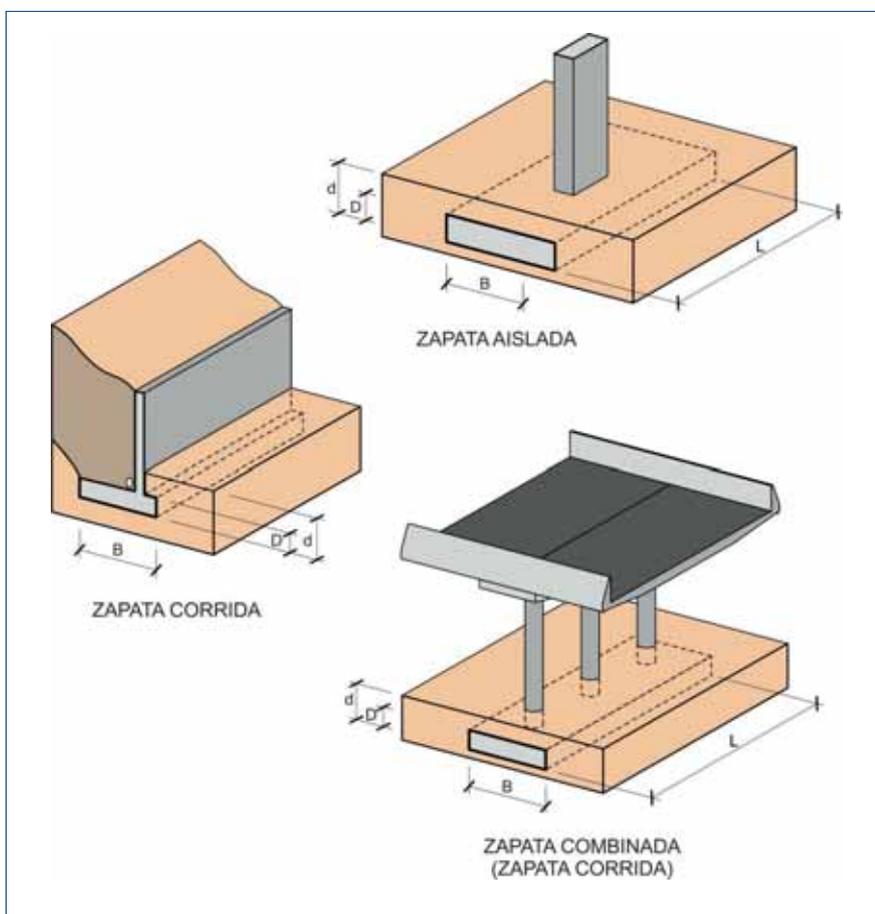


Figura 7. Tipos de cimentación superficial contemplados en la Guía

clasifica en método directo, indirecto y prescriptivo.

El capítulo 3 se dedica al análisis del estado límite último de estabilidad global, que debe abordarse, cualquiera que sea el método de proyecto, con carácter previo a cualquier otra comprobación.

En los capítulos 4 y 5, se trata por menorizadamente cada una de las comprobaciones que es necesario efectuar si la verificación de la cimentación se lleva a cabo por el método directo. El método directo, en el cual se verifican de forma independiente los estados límite últimos y los estados límite de servicio, es el que se desarro-

# Evolución del CRT en túneles de gran longitud con pavimento asfáltico. El caso práctico de los túneles de la M-30



## Dulce Rodríguez Gutiérrez

Ingeniera Técnico Industrial  
Empresa de Mantenimiento y Explotación M-30 S.A. (Emesa)

## Manuel Muelas Peña

Director Técnico  
Empresa de Mantenimiento y Explotación M-30 S.A. (Emesa)

## Sonia Suárez Moreno

Miembro del Comité de Conservación y Gestión de Carreteras  
Asociación Técnica de Carreteras (ATC).  
Directora de Producción  
Empresa de Mantenimiento y Explotación M-30 S.A. (Emesa)

## Los túneles de la M-30

La M-30 es la vía de circunvalación que rodea la almendra central de Madrid. Por ella se realizan diariamente una media de 1,5 millones de trayectos, lo que la convierte en la infraestructura de transporte más utilizada por los madrileños.

Su inauguración data de 1974, si bien esta vía ha experimentado diferentes fases de modificaciones y mejoras, siendo la más relevante la remodelación llevada a cabo con el Proyecto de "Madrid Calle30" entre los años 2004 y 2007.

Dentro de este proyecto de remodelación se lleva a cabo el soterramiento mediante el método "cut and cover" del tramo anexo a la ribera del río Manzanares y la construcción mediante tuneladoras de los túneles

del "by-pass Sur" que conectan directamente el tramo este y oeste, librando el enlace con la autovía A-4.

Estos túneles suman una longitud total de 48 km entre calzadas principales y ramales de conexión, siendo la red de túneles urbanos más larga de Europa.

En cuanto a la IMD, ésta varía entre los 60.000 veh/día en el "by-pass Sur" y los 180.000 veh/día en las calzadas centrales paralelas al Río Manzanares.

## Mezcla asfáltica utilizada en rodadura

Para la capa de rodadura de los túneles se utilizaron mezclas bituminosas discontinuas tipo BBTM 11A y BBTM11B. La justificación de la utilización de estas

mezclas se expone con claridad en la Monografía 5 de ASEFMA “Influencia de la mezcla asfáltica en la seguridad de los túneles” [ Grupo de Trabajo 1 del Comité Técnico de ASEFMA. Marzo 2009] y atiende a los siguientes aspectos:

## 1. Resistencia al fuego

El Real Decreto 635/2006 de 26 de mayo sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado contempla que el pavimento deberá disponer de las garantías adecuadas para que, en caso de incendio, no dé lugar a una propagación de éste.

Varios estudios realizados por prestigiosas entidades, entre ellos el realizado por el Instituto Federal de Carreteras de Alemania (Bundesanstalt für Straßenwesen) o CSIB, concluyen que los pavimentos de mezclas asfálticas no producen propagación del fuego, y que los gases producidos en la combustión son muy bajos comparados con los producidos por los vehículos incendiados, por lo que este tipo de pavimentos no suponen mayor riesgo que aquellos fabricados con hormigón.

En este mismo sentido, la PIARC indicaba en su informe de 1999 que: “las mezclas bituminosas convencionales no tienen un impacto significativo adverso en la seguridad durante el incendio y pueden ser empleadas en túneles de carreteras”. Esta posición quedó refrendada en la publicación de 2006 aprobada por el Comité Técnico C.3.3. de la AIPCR que concluía lo siguiente: “las mezclas bituminosas, como material del firme, no constituyen una contribución significativa al tamaño del incendio (tanto en lo referente a la tasa de emisión de calor como a la carga total de fuego) en caso de un incendio en túnel de carretera. Esto es especialmente cierto en la fase inicial del incendio, cuando la auto evacuación y la evacuación deben tener lugar”

## 2. Ruido de rodadura

El ruido de la rodadura afecta tanto al confort de la circulación como al ruido que perciben los vecinos ubicados en las inmediaciones. En túneles urbanos debe tenerse en cuenta también este último aspecto, ya que en las bocas de los túneles se produce el efecto tolva, incrementándose el ruido generado por el tráfico.

Según demuestran los estudios realizados, las mezclas discontinuas finas son, tras los pavimentos

porosos, las que más reducen el ruido de rodadura, siendo capaces, por un lado, de disminuir el ruido generado por la rodadura, y por otro, capaz de absorber parte del ruido generado.

Debido al problema que pueden suponer las mezclas porosas ante un posible vertido, al facilitar su distribución, se opta por una mezcla discontinua.

## 3. Resistencia al deslizamiento

Los factores que influyen en la adherencia neumático-pavimento son: la resistencia al pulimento del árido; la macrotextura del pavimento; y la capacidad de evacuación del agua superficial de la mezcla, si bien éste último factor adquiere en túnel menor relevancia, al no haber agua usualmente en la superficie.

Las mezclas discontinuas proporcionan buenos valores de microtextura y macrotextura, permitiendo, además recrecimientos en capas muy finas.

## 4. Regularidad longitudinal y transversal

La regularidad superficial del firme influye en el confort de la circulación del usuario, pudiendo incluso afectar a la seguridad en el caso de que el firme presentase grandes irregularidades, ya que se disminuiría la adherencia neumático-pavimento.

Las mezclas bituminosas discontinuas permiten la extensión de capas de pequeño espesor para conseguir esta regularidad superficial.

Por otro lado, las mezclas bituminosas presentan la ventaja frente a los firmes de hormigón de una mayor facilidad en el mantenimiento y reparación.

## Puesta en servicio de los túneles. Problemática detectada

La puesta en servicio de los túneles de la M-30 tiene lugar en 2007, y tras el primer año de explotación se observa cómo los valores del coeficiente de rozamiento transversal (CRT) disminuyen de una forma muy acelerada.

Ante éste hecho, se analiza la posible influencia del árido grueso de la capa de rodadura, para lo que se toman muestras para ensayar el árido mediante el ensayo de pulimento acelerado, tanto en superficie como en túnel. Los resultados de los ensayos arrojan datos de CPA similares en superficie y en túnel, con CPAs en torno a 0,47, descartándose que sea éste el

motivo de la disminución tan acusada en los valores de CRT en el interior de los túneles. Paralelamente se consultan distintas referencias para intentar averiguar el motivo y el patrón de la evolución del CRT en los túneles, encontrándose una publicación sobre la evaluación del coeficiente de rozamiento en túneles austriacos con pavimentos de hormigón; “Skid resistance evaluation of Austrian tunnels” [ Maurer P., Gruber J. y Steigenberger J. 2008 ]. Este estudio destaca la diferencia de comportamiento del coeficiente de rozamiento en túneles respecto a cielo abierto y en túneles cortos frente a túneles de más de 1000 m de longitud, concluyendo que este hecho parece deberse mayoritariamente a las condiciones de exposición.

Una de las condiciones de exposición sería la de la ausencia de precipitaciones, por lo que se consideró que el descenso de los valores del CRT pudiera deberse a que la limpieza ordinaria con barredora y baldeadora no fuera lo suficientemente efectiva. A fin de verificar o descartar esta hipótesis se realizan diversas pruebas de limpieza más intensiva para intentar mejorar los valores de CRT: mediante limpieza mecanizada con agua a 180 bares de presión, con equipos manuales de agua a presión a 600 bares, con jabón desengrasante de varios tipos, con barredora de firmes drenantes, etc, no consiguiéndose mejoras salvo ligeros incrementos en algún valor puntual, de entre 3 y 7 puntos.

Sin embargo, durante el desarrollo de las diferentes pruebas<sup>1</sup> realizadas se observa la existencia de una película cristalizada de betún residual en la superficie de los áridos que genera una superficie dura y con bajo rozamiento y que no se consigue eliminar con ninguno de los sistemas de limpieza utilizados.



Figura 1. Capa de betún residual

Esto representa un hecho diferencial con respecto a las zonas a cielo abierto donde esta película de betún superficial desaparece tras unos meses de puesta en servicio debido a la acción de los rayos ultravioleta, de la lluvia y del tráfico pesado.

### Primera actuación. Eliminación del betún residual

Una vez establecida la posible causa de los bajos valores de CRT, se realizan pruebas con técnicas encaminadas a eliminar la película de betún residual.

1. En primer lugar se realiza una prueba mediante cepillado con acero laminado, consiguiendo mediante esta técnica únicamente rayar el betún, sin conseguir eliminarlo.



Figura 2. Cepillo de acero laminado

2. Posteriormente, por un lado, se realizan pruebas mediante granallado, consistente en la proyección sobre la superficie del pavimento de pequeñas bolas de acero de 0,8 a 1,2 mm de diámetro y, por otro lado, mediante hidrodesebaste, se aplica agua a muy alta presión, en torno a 2.000-2.600 bares.

De estas pruebas se concluye que ambas técnicas resultan eficaces para la eliminación de la capa de betún residual, consiguiéndose para el caso del granallado, valores de CRT por encima de 60, y para el caso del hidrodesebaste valores incluso superiores a 80.

<sup>1</sup> Las diferentes pruebas se realizan por Emesa en el marco del “Convenio para la “Investigación para la optimización de los procedimientos de aplicación de agentes químicos para la eliminación de la contaminación en los pavimentos de túneles” suscrito entre Madrid Calle30 y la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid y se resumen en el documento del mismo nombre firmado por D. José Ramón Marcobal Barranco de fecha Enero de 2011.

Sin embargo, el granallado presenta dificultades en superficies con un alto grado de humedad además del inconveniente de dejar residuo de bolas de acero sobre el pavimento. Esto, unido a que el hidrodesebaste tiene menor coste y mayores rendimientos, y que es menos agresivo con la mezcla, hace que finalmente sea la técnica elegida para eliminar la capa de betón residual de los túneles de la M-30.

3.- Por otro lado, se realiza una prueba de asfaltado en uno de los ramales de la M-30, pasando una barredora de púas de acero inmediatamente después a la extensión de la mezcla, obteniendo en este caso valores medios de CRT de unos 65 puntos y llegando a valores máximos próximos a 80.

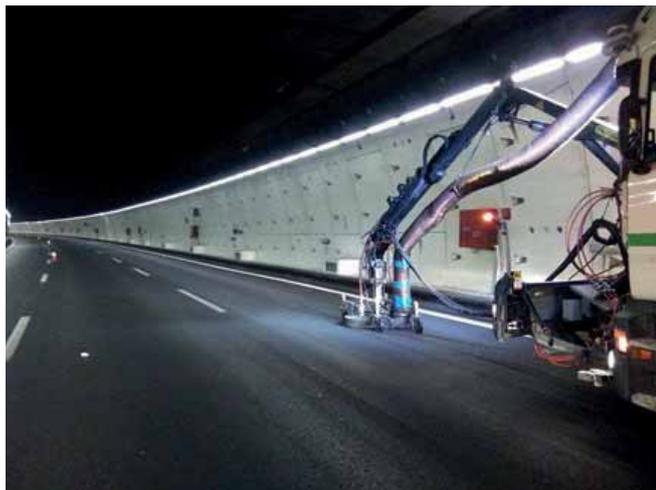


Figura 3. Hidrodesebaste



Figura 4. Estado pavimento hidrodesebastado



Figura 5. Valores de CRT obtenidos con equipo SCRIM tras actuación hidrodesebaste



Figura 6. Barredora de púas de acero utilizada



Figura 7. Estado pavimento antes y después de pasar barredora de púas de acero



Figura 8. Valores de CRT obtenidos con equipo SCRIM tras cepillado con barredora de púas de acero

A raíz de esta prueba se concluye, que con esta técnica se consigue, desde la puesta en servicio de la mezcla, unos valores adecuados de CRT eliminando el betún superficial en primera instancia evitando que éste cristalice y que tenga que recurrirse a posteriori a técnicas de hidrodesebaste o granallado para su eliminación.

### Evolución del CRT en el primer año tras la eliminación del betún residual

Pasado un año de la eliminación de la capa de betún residual se observa que los valores de CRT han disminuido unos 14 puntos de media, observándose que la disminución en cada túnel está en general, relacionada con la longitud del túnel, a mayor longitud, mayor disminución de los valores de CRT.

Tras una nueva observación en campo se aprecia que los áridos y los huecos de la mezcla se encuentran colmatados por los residuos procedentes de los gases de combustión de los vehículos, los denominados compuestos orgánicos volátiles (COV).

Esta sustancia no se elimina mediante los procedimientos habituales de limpieza con barredora y baldeadora, por lo que se realiza una prueba de limpieza con el camión de hidrodesebaste, a una presión de 1.200-1.500 bares. Mediante esta limpieza consiguen eliminarse los COV de los huecos de la mezcla y se recuperan las caras vistas de los áridos, elevándose los valores de CRT a los alcanzados mediante hidrodesebaste en el año anterior.



Figura 9. Valores de CRT obtenidos con equipo SCRIM tras limpieza profunda a 1200-1500 bares

### Evolución del CRT. Años posteriores

Las conclusiones sacadas después del análisis de la evolución del CRT y de las actuaciones realizadas

en los cinco siguientes años han sido las resumidas a continuación:

- Los efectos de las limpiezas a 1.200-1.500 bares de presión duran entre dos y cinco años, en función del tramo. Las zonas en las que los valores de CRT descienden más rápidamente corresponden a las rampas de entrada y salida, y en las zonas de incorporación o de salida de ramales a superficie, donde la acumulación de COV es mayor.
- En algunas zonas no se consiguen recuperar los valores de CRT mediante este tipo de limpiezas a alta presión. Estos son los casos en los que se ha producido el pulimento de los áridos, y las actuaciones con agua a presión, incluso aquellas de hidrodesebaste a presiones de 2.000-2.600 bares, no consiguen recuperar la microtextura de la mezcla, habiendo sido necesario recurrir a actuaciones de granallado

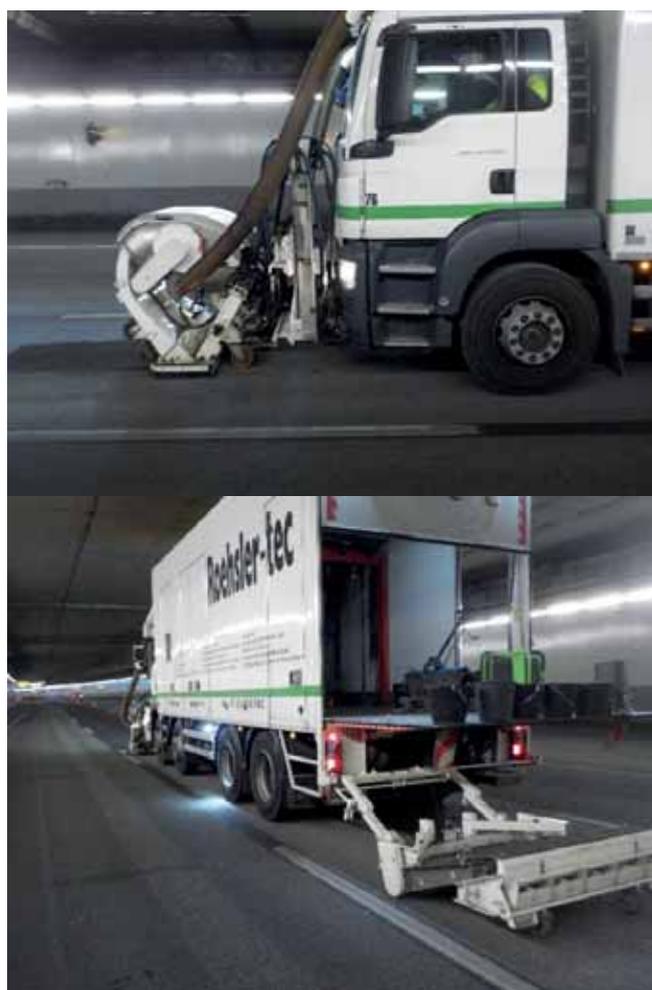


Figura 10. Granallado

## Conclusiones

Del estudio realizado sobre la evolución del coeficiente de rozamiento transversal en los túneles de la M-30 se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Tras la puesta en obra de la mezcla asfáltica en el túnel se hace necesario eliminar la capa de betún que recubre los áridos, ya que ésta no desaparece con el paso del tiempo al no estar expuesta a la radiación ultravioleta, la lluvia y el tráfico pesado. Como resultado de este estudio se considera una solución eficaz la eliminación de esta capa inmediatamente después de la extensión de la mezcla mediante una barredora con púas de acero. En caso de hacerse a posteriori, deberá recurrirse a técnicas de hidrodesebaste a 2.000-2.600 bares de presión o de granallado, considerándose la primera más adecuada al ser económicamente más viable, obtener mayores rendimientos, y ser menos agresiva con la mezcla bituminosa.
- Una vez eliminada la capa de betún inicial, es necesario realizar un mantenimiento periódico mediante limpieza con agua a presión en torno a 1.200-1.500 bares, ya que con las limpiezas ordinarias con barredora y baldeadora no es posible retirar los compuestos orgánicos volátiles (COV) que se depositan y se compactan por efecto del tráfico sobre la mezcla.
- Estas limpiezas son eficaces siempre que no se haya producido el pulimento del árido, el cual se facilita por la propia existencia de los COV, teniendo que recurrir en esta situación a actuaciones de granallado para conseguir recuperar la microtextura de la mezcla y con ello elevar los valores de CRT.
- Se ha observado que la disminución del CRT en los túneles de la M-30 parece estar relacionada con la longitud de los túneles, produciéndose a nivel general, una mayor disminución en los túneles más largos y siendo las zonas más críticas las correspondientes a rampas de entrada y salida y a las zonas de incorporación o de salida de ramales a superficie.

## Referencias

- [1] "Skid resistance evaluation of Austrian tunnels". [Maurer P., Gruber J. y Steigenberger J. 2008]
- [2] Monografía 5 de ASEFMA "Influencia de la mezcla asfáltica en la seguridad de los túneles" [Grupo de Trabajo 1 del Comité Técnico de ASEFMA. Marzo 2009]
- [3] "Convenio para la "Investigación para la optimización de los procedimientos de aplicación de agentes químicos para la eliminación de la contaminación en los pavimentos de túneles". [Universidad Politécnica de Madrid. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. José Ramón Marco-bal Barranco. Enero 2011]
- [4] "Comportamiento del CRT en túneles de gran longitud con pavimento asfáltico. Estudio basado en los túneles de la M-30. [Dulce Rodríguez Gutiérrez. Septiembre 2018]". ❖

# Santo Domingo de la Calzada. El ingeniero del Camino.



**José Pablo Sáez Villar**

*ICCP*

*Calceatense y Prior Viejo de la Cofradía del Santo*

## El Camino

Hay que remontarse a la segunda o tercera década del siglo IX para encontrar noticias del hallazgo de la tumba del Apóstol Santiago.

Había antecedentes de la evangelización de Santiago el Mayor en Hispania, así lo apuntaba el *Breviarum Apostolorum* (siglos VI-VII) y los textos del Beato de Liébana (siglo VIII).

Casi ochocientos años más tarde de la decapitación y traslado del cuerpo de Santiago a Hispania, dice la tradición que un ermitaño habría avistado luces celestiales sobre el campo, hecho que puso en conocimiento de Teodomiro, obispo de Iria, que se lo comunicó al Rey Alfonso II, quién hizo construir una pequeña iglesia en el paraje.

La coincidencia temporal de la expulsión de las tropas musulmanas, la consolidación del reino astur-leonés, la necesidad de repoblar el territorio reconquistado, y la conveniencia de buscar un elemento aglutinador, así como la voluntad de unirse al resto de Europa, favorecieron la existencia de un centro religioso de primera magnitud y fue un espaldarazo definitivo para la consolidación del Camino de Santiago.

Los peregrinos no se hicieron de rogar y comenzaron a visitar la tumba del Apóstol, hecho que además fue favorecido por la interrupción de las peregrinaciones a Jerusalén por las invasiones turcas, tan habituales en aquellos momentos.

Todo ello contribuyó a la consolidación de la ruta compostelana por el norte de la península ibérica, que

fue apoyada sin fisuras por los reyes de los diversos reinos de la península, así como por las autoridades eclesiásticas de la época.

El Camino de Santiago, tuvo así un peso religioso, sin duda, pero también cultural y de comunicación. El Camino del siglo X transcurría por la zona norte, conocido como el Camino del Norte, abrigado y protegido de la influencia musulmana. Pero el avance de la Reconquista permitió que los reyes navarros, castellanos y leoneses, principalmente Sancho el Mayor de Navarra y Alfonso VI de León, movieran ese primitivo camino y trazaran otro que uniera las capitales de sus reinos hasta llegar a Santiago.

Así nace el conocido como Camino Francés, que es el que aparece descrito en el *Códice Calixtino*, obra

atribuida al monje Aymeric Picaud y escrita por encargo del Papa Calixto II alrededor del año 1139. Su quinto libro puede considerarse la primera guía de viaje europea, pues indica las rutas que seguían ya en el siglo XII los peregrinos, y describe los recursos y las impresiones que guardaban de cada región los viajeros.

No se entiende el Camino sin el apoyo eclesiástico. Así el Papa Calixto II, en 1122, instituyó el Año Santo cada vez que la festividad de Santiago, el 25 de julio, cayese en domingo. Y en 1179 la bula del Papa Alejandro III otorgó la indulgencia plenaria a quien peregrinase en tales fechas.

Para atender al importante número de peregrinos y caminantes, surgieron a lo largo del Camino monasterios, iglesias, pero también hospitales, refugios, e incluso se construyeron puentes y calzadas para facilitar la marcha a los peregrinos.

Todo ello unido al asentamiento de población rural en ciudades nacidas en, por y para el Camino, a los que los reyes cristianos daban cartas de libertad y privilegios para quienes se instalasen en la ruta, conformando todo ello la ordenación del territorio y la red de comunicaciones de toda esta zona de la Península Ibérica.

Existen autores que afirman que en los siglos XII y XIII el número de peregrinos jacobeos pudieron llegar a alcanzar los 500 mil, recordemos que en el año 2018 se han batido todos los récords y el número de peregrinos ha alcanzado los 320 mil (hemos de realizar la puntualización de que en los siglos XII y XIII el Camino se recorría en sentido de ida y vuelta, no como en la actualidad, que tan sólo es de ida).

La fe, la búsqueda de la salvación a través de la penitencia, el cumplimiento de una pena o la peregrinación para terceros a fin de ganar dinero, son los elementos motivadores,



Figura 1. Camino de Santiago, calle Mayor de Santo Domingo de la Calzada



Figura 2. Detalle de la escultura yacente del sepulcro de Santo Domingo

en mayor o menor medida, de la peregrinación.

Sin embargo, el paso de los siglos, principalmente a partir del siglo XIV motivaron una caída en las peregrinaciones en general. Y la ruta jacobea no fue una excepción, las pestes tuvieron una importancia no menor en este hecho.

Además las guerras religiosas del siglo XVI y la Ilustración, a mediados del siglo XVIII, mantuvieron ese bajo nivel en las peregrinaciones.

A mediados del siglo XX el resurgir de la importancia del Camino es una evidencia innegable, las cifras de peregrinos que reciben la compostelana así lo justifica.

En el año 1962 el Gobierno español declara oficialmente Conjunto Histórico-Artístico el Camino de Santiago.

El 23 de octubre de 1987, el Consejo de Europa lo declara primer Itinerario Cultural Europeo. Reconocimiento que animaba a la recuperación y puesta en valor del Camino, ejemplo de europeidad y un privilegiado espacio de encuentro.

El 17 de mayo de 1993, los ministros de Cultura de la Comunidad Económica Europea lo declararon Patrimonio Cultural Europeo.

Y a finales de ese mismo año, 1993, la Unesco declara Patrimonio de la Humanidad el conjunto de rutas de peregrinación a Santiago de



Figura 3. Camino de Santiago a su entrada en la ciudad

Compostela que va desde los Pirineos hasta Galicia (es decir, el conocido como Camino Francés), una calificación hasta ese mismo año reservada únicamente para conjuntos históricos y ciudades del mundo.

Y en el año 2004, el Camino de Santiago recibió el Premio Príncipe de Asturias de la Concordia.

También han sido declarados Patrimonio de la Humanidad los Caminos del Norte del Camino Santiago, uno de cuyos ramales se une en Santo Domingo de la Calzada al Camino Francés.

## Domingo García

Este eremita laico constituye, sin lugar a dudas, un referente del siglo XI en la Península Ibérica. Su fama e influencia, aún en vida, hacen de él un referente fundamental en la consolidación del Camino de Santiago, siendo el Santo más famoso del siglo XI.

No se pretenden en estas breves líneas hacer un documento bibliográfico de la larga y fecunda vida de Santo Domingo, sino recoger algunos aspectos que se consideran básicos para obtener un conocimiento de lo

que representó en su época y de lo que sigue representando en la actualidad la figura de Santo Domingo.

Por ello, es preciso hacer una aclaración previa sobre la vida de Santo Domingo. Existen hasta el momento de su muerte, 1109, pocos documentos directos que hablen del Santo. Los primeros documentos que hacen referencia a Santo Domingo están fechados en el año 1120.

Hay que esperar hasta el siglo XVII para encontrarnos con las primeras biografías del Santo, siendo la primera la Historia de la vida y milagros de Santo Domingo de la Calzada, de Luis de la Vega (Burgos, 1606).

Nace Domingo García en Viloria de Rioja, en el año 1019, en una casa en la que la tradición la sitúa frente a la actual iglesia, hijo de Jimeno y Orodulce.

No obstante hay que mencionar que existen algunos biógrafos que hablan de que Domingo tiene un origen italiano (así lo afirman Fray Pedro de la Vega, Villegas y Rivadeneyra, ... quienes basan sus suposiciones en que el Santo no fue admitido en Valvanera y San Millán por ser extranjero y fue recibido por San Gregorio como paisano), aunque la tradición oral se

ha inclinado de forma clara por su origen hispano en Viloria y así lo avala el informe forense recientemente realizado sobre sus restos en la primavera del 2019

Sus padres serían unos señores acomodados, con tierras y rebaños, que se podrían permitir enviar a su hijo a estudiar a alguno de los monasterios cercanos.

Así lo hicieron y enviaron a su hijo al monasterio de Valvanera, en donde permaneció hasta 1035, en que murió su padre. Tras celebrarse el funeral vuelve a Valvanera y solicita ser admitido como monje, sin tener éxito en su petición. Ante esta negativa intenta lograrlo en el monasterio de Suso, en San Millán de la Cogolla, algo que nuevamente no consigue. Se desconocen los motivos de ambas negativas.

Domingo opta por retirarse a vivir una vida de eremita, en el entorno de lo que hoy es la ciudad de Santo Domingo.

La llegada a Calahorra de San Gregorio de Ostia, en 1039, anima a Domingo a acercarse a este obispo italiano acompañarle y ayudarle durante su estancia en La Rioja.

Domingo se une a Gregorio y parece que realizaron el Camino a Santiago, según recogen algunos biógrafos, y a su vuelta construyen juntos el primer puente de madera sobre el Oja.

En 1044 San Gregorio fallece y Domingo vuelve a su primitivo retiro, pero ahora no como eremita sino como ingeniero. Y comienza a modificar el trazado del Camino.

Y en 1090 recibe la visita del rey Alfonso VI de León, con quien mantendría una excelente relación personal.

El rey observa la gran labor realizada por Domingo, se congratula con la labor de repoblación que se



Figura 4. Escultura en piedra de Santo Domingo agrimensur y liberador de cautivos. La imagen más antigua del Santo



Figura 5. Retablo de Damian Forment. Catedral de Santo Domingo

va consolidando en torno al Camino y por la labor de ingeniería que ha desarrollado durante estos años. Tanto es así que le dona tierras y privilegios y le encarga la restauración de los puentes de Logroño y Nájera, encargándole las obras de mantenimiento que se realizan en su reino en el Camino de Santiago, labor en la que contó con la ayuda de San Juan de Ortega.

Muere Domingo García, “el de la calzada”, en el burgo que ya existía en ese momento, en el amanecer del 12 de mayo de 1109, y nace Santo Domingo de la Calzada.

El Santo, a lo largo de su dilatada vida, 90 años, fue eremita, constructor, albañil, arquitecto, ingeniero, hospitalero, médico, enfermero, cocinero, hasta tamborilero (como veremos más

adelante). Le dio tiempo a dejarnos un ejemplo a seguir de caridad y entrega a los demás.

Otra característica, no menor, de Domingo, y que ya hemos apuntado, fue su capacidad de relacionarse con reyes, con personajes ricos, con vecinos pobres, con peregrinos,... demostró una gran empatía. Fue también un gran negociador y un gran administrador, un hombre con visión empresarial y gran habilidad para aprovechar las disputas, entre los reyes castellanos y navarros sobre esas tierras riojanas en las que había fijado su zona de actuación y atención a los peregrinos jacobeos.

Una característica, no citada hasta el momento, es la cantidad de milagros que se le atribuyen en vida. Se dice de él que es el Santo más mila-

grero del medievo. Por ello no es de extrañar que Domingo muriera en olor de santidad y que desde los días siguientes a su muerte se le otorgara título de santidad. De hecho, ya en 1112, el rey Alfonso VII de Castilla, el Batallador, al referirse a él lo hace como Santo al hacer unas donaciones, firmadas en Haro.

Los biógrafos no acaban de ponerse de acuerdo sobre, si tal y como se ha comentado, Domingo fue un Santo laico, o recibió la orden sacerdotal de San Gregorio de Ostia. Los que ésta postura defienden lo hacen basándose en la idea, no documentada, que al ser un seguidor y colaborador de San Gregorio éste le ordenó sacerdote.

Por el contrario los que defendemos la idea de laicidad de Domingo nos apoyamos en las primeras icono-



Figura 6. Plaza de España. Vista desde los arcos del Ayuntamiento

grafías del Santo, ya que ninguna de las imágenes más antiguas del Santo dan a entender que fuese un sacerdote, ni la imagen de Santo Domingo como agrimensor y liberador de cautivos, ni la yacente de su tumba (en ninguna de ellas aparece la tonsura clerical).

Ahondando en esta idea de laicidad el hecho de que en el oficio de San Gregorio de Ostia, del Breviario de Calahorra, éste le recomienda a Domingo la caridad en la asistencia de los peregrinos, comenzando con estas palabras “si consigues un padre que celebre diariamente los oficios de la Santa Misa”.

## Una calzada

Ya se ha comentado que el primitivo Camino de Santiago discurría por la zona norte de la Península Ibérica, salvaguardando a los peregrinos de las incursiones de las tropas musulmanas. Así, hasta la modificación que realizó el Rey Sancho III, el Mayor de Navarra, el Camino discurría desde Pamplona a Salvatierra, continuando a Vitoria y desde allí por Briviesca hasta Burgos.

Toda la zona de La Rioja, que había sido invadida por los musulmanes, fue reconquistada a comienzo del siglo X, por Sancho II, pasando a formar parte del Reino de Navarra, y en 1076 Alfonso VI de León recupera los territorios riojanos incorporándolos al Reino de Castilla, del que también era rey desde 1072.

Según podemos leer en la Historia Silense, obra datada hacia el año 1100, así como en las Crónicas y en las Genealogías Najerenses, es el Rey Sancho III, el Mayor, quien modifica el Camino llevándole desde Pamplona a Puente la Reina, Estella, Logroño y Nájera. Desde donde se tomaba la antigua calzada romana de la Vía Aureliana hasta Herramélluri, punto en el que bien los peregrinos se dirigían a Briviesca y de ahí continuaban hasta Burgos, o bien bajaban a Belorado y proseguían su camino hacia Burgos.

Las razones de este cambio en el trazado realizado por Sancho III hay que buscarlas en la comodidad que el nuevo trazado tenía para el peregrino, pero principalmente en dos hechos relevantes, de un lado el traslado de la corte del Reino de Navarra a Nájera, con Sancho II a finales del siglo X, y de otro la necesidad de poblar una zona de nueva incorporación

a su reino, gracias a la proliferación de burgos que se constituían en el Camino para atender las necesidades de tanto peregrinos (ya hemos hablado que algunos autores llegan a cifrar en 500 mil).

Santo Domingo de la Calzada (1019-1109) vivió inmerso en toda esta época de cambio y modificaciones de posesiones de unos y otros monarcas.

Una vez finalizada su época de eremita, centró su actividad en la atención a los peregrinos, y construyó en la segunda mitad del siglo XI una importante modificación del Camino. Notable tanto por su longitud de más de 32 km, como por su tipología y estructura. Que fuese conocido como Domingo “el de la calzada” implica que el camino por él construido tenía naturaleza de calzada, no de senda, sendero, pista, vereda, trocha, vericuetos, cañada,... No se conservan rastros de la misma, pero debió poseer algún tipo de firme y de composición similar a las cercanas calzadas romanas entre Villalobar y San Soto.

Esta modificación del trazado del Camino, muy pronto es tomada como alternativa definitiva por los peregrinos. Tres son las razones que encontramos para la consolidación temprana de esta modificación sensible en el Camino. La primera es la construcción por Santo Domingo de un puente para atravesar el impetuoso y caprichoso Río Oja, puente sin peaje de paso.

Una segunda razón debemos encontrarla en que el nuevo trazado acortaba el recorrido primitivo y sobre todo era mucho más seguro pues el paso por el peligroso bosque de Ayuela era más corto y presentaba una menor dificultad.

Y la tercera razón, quizás la más importante, fue la labor de atención realizada por Santo Domingo en el hospital que fundó en las ruinas de un pabellón de caza de los reyes navarros.

Esta modificación del trazado partía desde Nájera a San Millán, llegaba hasta el actual término municipal de Santo Domingo de la Calzada y por Grañón y Vitoria de Rioja llegaba y se unía en Belorado al antiguo Camino.

La rápida consolidación de esta modificación del Camino conllevó que desapareciese la alternativa que discurría desde Herramélluri a Briviesca y Burgos.

La construcción de la calzada fue la obra que dio el sobrenombre a Domingo García, pasando a ser conocido como Domingo "el de la calzada". Nos encontramos ante la obra que muchos autores han definido como su obra cumbre (no participamos de esta opinión como quedará aclarado posteriormente), pero sin duda fue la primera, sobre la que se construyó el resto de su labor.

En esa ingente labor realizada a lo largo de noventa años, la totalidad de los biógrafos de Santo Domingo han destacado la caridad como la guía que marcó toda su obra. Quisiera, en este momento, añadir a la caridad un aspecto que no hemos visto recogido en ninguna publicación bibliográfica de Santo Domingo. Si analizamos pausadamente las obras de Domingo, concluiremos que le guía una premisa que define y enmarca todas sus acciones: mejorar la seguridad del peregrino. Si trasladamos esa forma de actuar desde las calzadas a las carreteras actuales, concluiremos que nos encontramos ante un precursor de la seguridad viaria.

Así, la modificación de trazado del Camino (ya hemos comentado que la realiza para mejorar la seguridad de los peregrinos), la construcción del puente, también para mejorar su seguridad, y la construcción de "áreas de descanso" donde reponer fuerzas (tanto física, con el hospital, como espiritual, con el templo) también lo hace para mejorar la seguridad de los peregrinos.

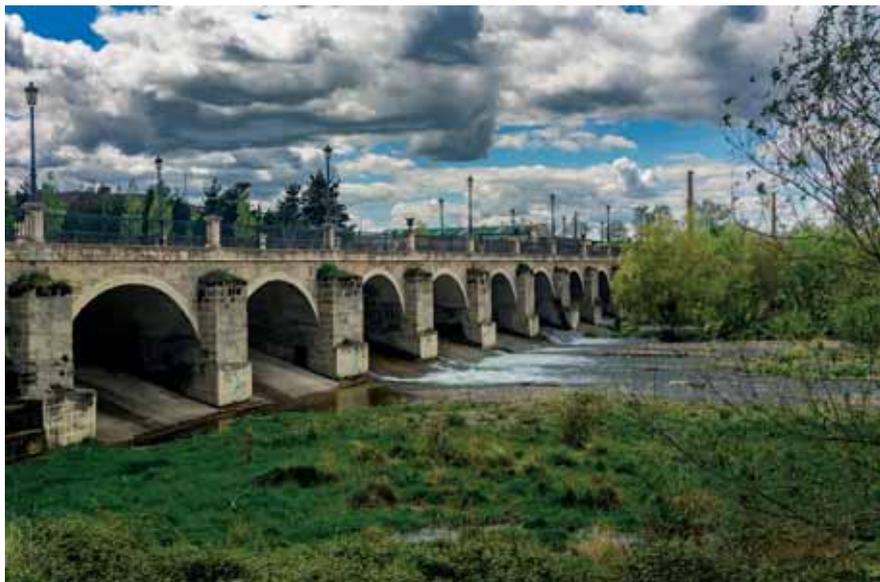


Figura 7. Vista del puente, desde la margen derecha

Y es que además, ahondando en esta prioridad de atención a la seguridad, podemos añadir algo que el Santo realizaba todos los días al amanecer y anochecer, y que aún hoy sigue realizando la Cofradía que él fundó, entre los días 1 al 12 de mayo de cada año. Domingo recorría el entorno de su hospital tocando un tambor para llamar la atención de aquellos peregrinos que recorrían el Camino para que pudiesen pasar la noche y reponer fuerzas en su hospital.

En suma, nos encontramos ante un nuevo detalle no ya sólo de la caridad del Santo sino de la impronta que él dio a la seguridad y que enmarcó todas sus obras. Pues no se debe olvidar la existencia de numerosos bandidos y ladrones que atemorizaban y hacían peligroso el Camino, máxime en el entorno de Santo Domingo que por aquel entonces era un lugar densamente poblado de árboles y maleza, los montes de la Bureba en los que las encinas seculares (el escudo de la ciudad de Santo Domingo posee una) se unían a retoños, zarzas, hiedras,... De esta peligrosidad da fe que Alfonso VI, velando por la seguridad de peregrinos y caminantes, creara la Orden de Santiago (según se establece en

el Ordenamiento de Alcalá y escribe Micaeli Márquez).

## Un puente

Ya hemos comentado que la construcción del puente constituye la obra singular de Santo Domingo.

Según establecen, de forma unánime, los biógrafos del Santo, todo hace indicar que el primer puente que Domingo construyó fue de madera, para salvar el cauce del Río Oja que, en esa zona, era de lecho incierto y variable, y cuya cimentación no era sencilla.

Posiblemente, alguna riada lo destruyó y se vio en la necesidad de construir uno nuevo. Éste sí ya más robusto y resistente. Según cuentan diversas fuentes, el puente debió tener veinticuatro o veinticinco arcos de medio punto, con anchas cepas y tajamares triangulares con aristas enfiladas a la corriente.

Era habitual en la Edad Media que los puentes tuviesen una ermita. El que construyó el Santo también tenía una pequeña capilla de sillería en el tajamar existente entre el noveno y el décimo arco que dedicó a la Virgen María. Parece, que a diferencia de los

puentes de esa fecha, la rasante era plana en lugar de alomada.

Mencionar las diversas restauraciones que con el paso de los tiempos sufrió el puente. Destacar que en 1483 Isabel la Católica concedió franquicias a quienes contribuyesen a su reparación.

Sobre este puente cabe mencionar el Privilegio Real dado por Carlos V, el 30 de marzo de 1520, que declaró libre a los vecinos de los tributos, estipulando que “en tanto que el dicho Consejo o vecinos de la ciudad sean obligados a tener hecha e reparada e aderezada la dicha puente a su costa perpetuamente”.

En 1702 escribe uno de sus más afamados biógrafos, González de Tejada, sobre la belleza y buen estado del puente que según comentaba, era el original construido por el Santo.

El puente se conservó en su estado original hasta el año 1850, en que fue demolido para construir el actual, en la carretera de Logroño a Burgos. Pero los cimientos, se asegura en escritos de aquella época, que siguen siendo los mismos del puente original. El actual mide 148 metros y tiene 16 arcos.

Sobre la fecha de la construcción del puente, afortunadamente tenemos una referencia histórica que nos permite establecer una fecha aproximada de su construcción. Santo Domingo de Silos, Abad de San Millán, había defendido ante su rey García Sánchez de Navarra los bienes de su monasterio, lo que le valió el destierro, marchándose a Burgos donde le acogió el rey Fernando I, quien le concedió la abadía de Silos. González de Tejada, en su biografía del Abraham de la Rioja, fija esa visita en el año 1045.

La importancia del puente en la consolidación definitiva de la modificación del Camino realizada por San-

to Domingo es fundamental. Siendo clave también en la consolidación del burgo surgido en torno al hospital del Santo.

Pero además posee una importancia simbólica de gran valor pues en torno a él se concentran varios de los más famosos milagros atribuidos al Santo. Así nos encontramos con el milagro en el que se narra el hundimiento de la clave de uno de los arcos que originó la muerte de dos operarios que lo estaban construyendo y que recobraron la vida por intersección del Santo.

El puente también es el epicentro del milagro de la hoz, con el que el Santo tala los árboles de un bosque para construir el puente (y que figura hoy junto con la encina en el escudo de la ciudad).

También en torno al puente tiene lugar un nuevo milagro al amansar dos toros bravos, cedidos como novillos por un vecino, para acarrear materiales para la construcción del puente (este milagro casi motiva que los toreros nombrasen patrono a Santo Domingo, pero el nombramiento del Santo como patrono de los Cuerpos de Obras Públicas, hizo que los toreros en los años 50 pensasen en San Pedro Regalado).

También el puente concentra otro nuevo milagro, el de “La Rueda”, en el que un carro atropella a un peregrino que dormía junto al puente y la intervención del Santo devuelve la vida al peregrino (milagro que se recuerda todos los años, entrando una rueda de carro a la catedral y colgándola frente al sepulcro del Santo).

No finalizó la relación del Santo con los puentes con la construcción del de madera y el definitivo de piedra para cruzar el Río Oja, en lo que hoy es término municipal de la ciudad de Santo Domingo de la Calzada. Su fama de buen constructor hizo que el rey Alfonso VI le solicitase la recons-

trucción de los puentes de Logroño y de Nájera, en los que colaboró con él su discípulo, colaborador y amigo San Juan de Ortega.

## Un hospital

Sigue Domingo construyendo, pero ahora deja la obra de ingeniería lineal y se dedica a la edificación. Comienza a construir un hospital para atender a los peregrinos, aprovechando para ello las ruinas de un pabellón de caza de los reyes navarros. Preparó salas para aposentos de peregrinos y alguna otra para enfermos.

La tradición, y su biógrafo principal González de Tejada, fija la ubicación del Hospital del Santo en lo que desde noviembre de 1967 es Parador Nacional de Turismo, junto a la catedral.

Se discute, sin demasiada evidencia documental, sobre si el diseño del edificio es el original o es fruto de una reconstrucción total del siglo XIV, tampoco el tema parece demasiado importante para dedicarle más espacio. Sin duda, en lo que sí está todo el mundo de acuerdo es en que sus dimensiones debían de destacar con relación a los pequeños albergues de peregrinos levantados a lo largo del Camino de Santiago.

Con la construcción del hospital completa uno de sus mayores deseos, poder atender a los peregrinos, satisfacer sus necesidades de cobijo y de alimento, y si fuese necesario también de cuidados asistenciales y médicos.

Cambió durante un tiempo su actividad de ingeniero por la de hospitalero, enfermero y médico.

Destacar que, junto a la puerta del hospital, el Santo construyó además un pozo. Ciertamente dada la naturaleza del terreno de Santo Domingo en el que el nivel freático no se en-



Figura 8. Antigua entrada del Hospital del Santo

cuentra a mucha profundidad, éste no debió ser muy profundo, pero por si Santo Domingo no hubiese demostrado suficientemente su faceta ingenieril, la complementa con esta obra hidráulica.

## Un templo

La calzada y el puente ya estaban acabados, el hospital en funcionamiento, pero su labor no había finalizado. Domingo seguía pensando en mejorar la atención a los peregrinos jacobeos, no bastaba con facilitar el camino, con suavizarlo, con hacerlo más cómodo y seguro. Tampoco se conformó con haber construido un hospital en el que cobijar y alimentar al peregrino y curar a los enfermos, todavía podía hacer más. Podía, y así se puso a ello, construir un templo.

Domingo era un hombre seglar, pero profundamente creyente y amante del prójimo. Por lo que entendía que el peregrino, que en buena medida hacía el Camino movido por su fe, necesitaba en los momentos de descanso poder orar a Dios en un entorno adecuado.

Existe bibliografía que documenta que, en efecto, el Santo construyó el templo. Así en un documento, sentencia en el pleito entre los Obispos de Calahorra y Burgos, escrito en latín y firmado por los alcaldes de Ojcastro, Santurde, Fabiola y Zerezo y otros testigos se dice que "Séparse que el rey Don Alonso, abuelo del emperador, en tiempo que era obispo de Burgos don García, dio a Santo Domingo y le concedió libremente aquel sitio en que Santo Domingo hizo la iglesia de Santa María...



Figura 9. Catedral y torre exenta de Santo Domingo de la Calzada

Se cree que la consagración del templo tuvo lugar en 1106.

De aquel primitivo y románico templo poco queda salvo su ubicación. Es a partir de 1158 cuando se comienza a construir y consolidar lo que hoy es una catedral de gran belleza y con algunos elementos que la hacen única. Así es el único templo en el mundo que posee en su interior animales vivos (un gallo y una gallina).

La planta de la catedral calceatense, título que recibió apenas 120 años después de su consagración como templo, no sigue la cruz latina tradicional pues tiene una ampliación a la derecha del ábside para dar cabida al sepulcro del Santo en su interior, ya que a petición expresa del Santo, fue enterrado junto al Camino de Santiago y fuera de la iglesia, pero próximo a ésta. Atribuyéndose al Santo esta pro-

fecía “Dios hará que, en la posteridad, de ningún modo permanezca apartado de la Iglesia. Ésta buscará mis restos o ellos buscarán este privilegio”, como así sucedió.

## La quinta joya

Dice una jota riojana:

*“Una calzada y un puente,  
un templo y un hospital,  
estas son las cuatro joyas  
que dio el Santo a su ciudad”*

Se puede afirmar que “no tuvo su mejor día el jotero”. Y así es, pues se olvidó de la joya que mantiene vivo, no ya el recuerdo, sino la labor del Santo, pasados ya más de novecientos años de su muerte.

El jotero se olvidó de la quinta joya, la que da mayor brillo y engarza a las demás, se olvidó de la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada, popularmente conocida como La Cofradía del Santo.

Esta cofradía fue fundada, en el año 1106, por el propio Santo junto a D. Pedro Nazar, Obispo de Calahorra y Nájera, quién fue además su primer Prior. La Cofradía se llamó, inicialmente de Santa María.

Tras el fallecimiento de D. Pedro Nazar, fue nombrado Prior Santo Domingo, y tras su muerte, acaecida el 12 de mayo de 1109, la Cofradía cambió su denominación por la de Santa María y del Bienaventurado Santo Domingo, siendo su nuevo Prior San Juan de Ortega.

Domingo García, “el de la calzada”, fue un ingeniero que abarcó todas las disciplinas de la ingeniería, desde el diseño y planificación, a la de construcción y conservación, además de ser, como ya hemos justificado, un precursor de la ingeniería de seguridad vial.

Pero él sabía que todas las obras que estaba construyendo eran efíme-



Figura 10. Casa de la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada. Albergue de peregrinos

ras, para “alargar” su vida útil se volcó en su conservación y mantenimiento, o incluso en su reconstrucción, como fue la del primer puente de madera que él construyó para atravesar el impetuoso y caprichoso Río Oja, a su paso por Santo Domingo.

Construida la calzada, construido y reconstruido el puente, construido el templo y el hospital. Cuando las fuerzas comenzaban a fallar entendió que aún su obra no había acabado, que le quedaba lo más importante: “dar continuidad” a su obra de atención y caridad al peregrino jacobeo.

Ya venía apoyándose hacía tiempo en Juan de Ortega, pero sabía que él solo no iba a poder asegurar la continuidad de la obra ya realizada, aún seguía faltando algo más. Esa reflexión le llevó a constituir una Cofradía que diese sentido global a su obra. Y no hay más que mirar lo que es hoy la Cofradía para constatar lo bien que lo logró.

En la historia solo aparecen los líderes, pero detrás de ellos hay multitud de personas anónimas que han hecho posible que un nombre pase a formar parte de la historia. A lo largo de estos novecientos trece años de vida de la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada han sido miles y miles de cofrades los que han ido siguiendo la estela marcada, los que han ido

facilitando el camino a los peregrinos, honrando a su patrono y fundador, y los que han sabido dar continuidad a su obra.

Que en este año 2019 la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada está plena de actividad es una evidencia. Su albergue es catalogado como uno de los mejores del Camino de Santiago, los más de 24.000 peregrinos que, año a año, pernoctan en sus instalaciones son claro ejemplo de su actividad, pero además en ella recaen el mantenimiento de las tradiciones de la ciudad. Se ha dicho, y con razón, que las fiestas patronales de la ciudad constituyen un auténtico auto sacramental, cuyo mantenimiento recae, en buena medida, en la Cofradía del Santo.

Vista la fecha de constitución de la Cofradía del Santo, hay quien defiende que esta cofradía es la más antigua de España. Es una afirmación que sin ser cien por cien veraz, hay que reconocer que tiene un punto de aproximación y que, con cierta generosidad, se puede hasta justificar esa afirmación.

Así, atendiendo a la documentación escrita, se puede afirmar que aquella “Cofradía de Santa María”, que pasó a ser “Cofradía de Santa María y del Bienaventurado Santo Domingo”, y que hoy es la “Cofradía de Santo Domingo de la Calzada” es la cofradía,



Figura 11. Estandarte procesional de la Cofradía del Santo

de las que han llegado hasta nuestros días, más antigua de España.

Ahora bien, si atendemos a tradiciones orales... es de las primeras, pero no la más antigua.

Buceando en la historia nos encontramos que, según tradición oral, la Cofradía más antigua podría ser la "La Cofradía del Santísimo Sacramento, Nuestra Señora de San Antolín y Señor Santiago de Zamora. Cofradía de Nuestra Señora de San Antolín o de la Concha".

Aunque se desconoce el origen de la cofradía, una tradición local señala que fue fundada en torno a 1072 por la infanta Urraca, en desagravio por la muerte de su hermano el rey Sancho durante el cerco de Zamora.

Posiblemente, y muy pocos años después, nos encontramos, siguiendo la tradición oral, con la constitución de la "Cofradía de la Santa Caridad de Toledo. Antigua, Ilustre y Real Cofradía de la Santa Caridad, Cristo de la Misericordia y Soledad de los Pobres".

Según la tradición la Cofradía de la Santa Caridad fue fundada durante el cerco que tenía sometido el Rey D. Alfonso VI a la ciudad de Toledo, en el

año de 1085, para poder sepultar a los difuntos.

Añadir que, según señala Linda Martz, los documentos más antiguos de la Santa Caridad fueron destruidos por un incendio en 1525, pero de acuerdo con el testimonio presentado por los hermanos en la Real Chancillería de Valladolid, en 1557-58, la cofradía fue fundada en 1085.

Tras estas dos cofradías, llegamos a la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada y necesariamente debemos hacer referencia a la escritura de donación, procedente de los "Cartularios de Santo Domingo de la Calzada", que aparece recogida, entre otros autores, por D. José González Tejada en su obra sobre la "Historia de Santo Domingo de la Calzada", publicada en Madrid en 1702.

En dicha escritura, la Señora Mançia, "Cofradesa hermana, y Sierva de la Cofradía de Santa María y del Bienaventurado Santo Domingo", indica que quiere "servir al Santo, y su Hospital, y a los Pobres de él", y además, establece la Señora que tras su muerte, se conceda al Hospital toda la heredad que posee en Cameno.

Esta donación data de mayo de 1158 de la Era Hispánica (tenemos presente que a las fechas que aparecen en documentos con expresiones como "era" o "sub era", que denotan claramente la referencia a la Era Hispánica, deben restarse 38 años para obtener las fechas correspondientes a la Era Cristiana), que corresponde al año 1120 de nuestra era, de ahí su importancia, siendo muestra de la activa labor que desarrollaba en épocas tan tempranas esta cofradía dedicada a atender a los peregrinos jacobeos.

Mientras que si miramos hacia Europa, las primeras cofradías que se mantienen hasta nuestros días y de las que tenemos referencia histórica son la "La Confraternita di Santa Croce de Orte" (Italia), que ya aparece en una bula del

Papa Adriano IV (1100-1159) fechada el 17 de febrero de 1159; "La Dévote et Royale Compagnie des Pénitents Gris de Aviñón" (Francia), fundada por el rey Luis VIII el León en 1226 y "La Venerabile Arciconfraternita della Misericordia de Florencia" (Italia), cuya fundación se remonta ya al año 1244.

Con esta breve panorámica histórica por las diversas cofradías fundadas a finales del siglo XI, durante el siglo XII y principios del XIII, tanto en España como en Europa, y que han perdurado hasta nuestros días, podemos matizar de forma fehaciente lo ya comentado al principio de esta breve panorámica histórica:

"La Cofradía de Santo Domingo de la Calzada" es la cofradía más antigua de España y Europa, que es lo mismo que decir del mundo, de la que exista evidencia documental escrita y que pervivan en estos momentos. Aunque existen dos cofradías que, por tradición oral, parece fuesen fundadas unos años antes.

Sí se puede afirmar, sin ningún lugar a dudas, que la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada es la cofradía asistencial más antigua del mundo.

El reconocimiento de esta labor asistencial queda de manifiesto en el hecho de que cuando "la ruta milenaria labrada por millones de peregrinos", que es el Camino de Santiago, recibió el Premio Príncipe de Asturias de la Concordia, en el año 2004, una de las personas que lo recogió junto a los Obispos de las Diócesis del Camino, fuera el Prior de la Cofradía del Santo. Ello no es sino una muestra del reconocimiento público que recibe la labor asistencial de esta Cofradía.

Tanto su antigüedad como la labor que viene realizando en la atención a los peregrinos jacobeos desde principios del siglo XII, deberían ser motivos más que suficientes para que esta Cofradía hubiese merecido recibir el título de Real y Pontificia.



Figura 12. Litografía de Santo Domingo de la Calzada

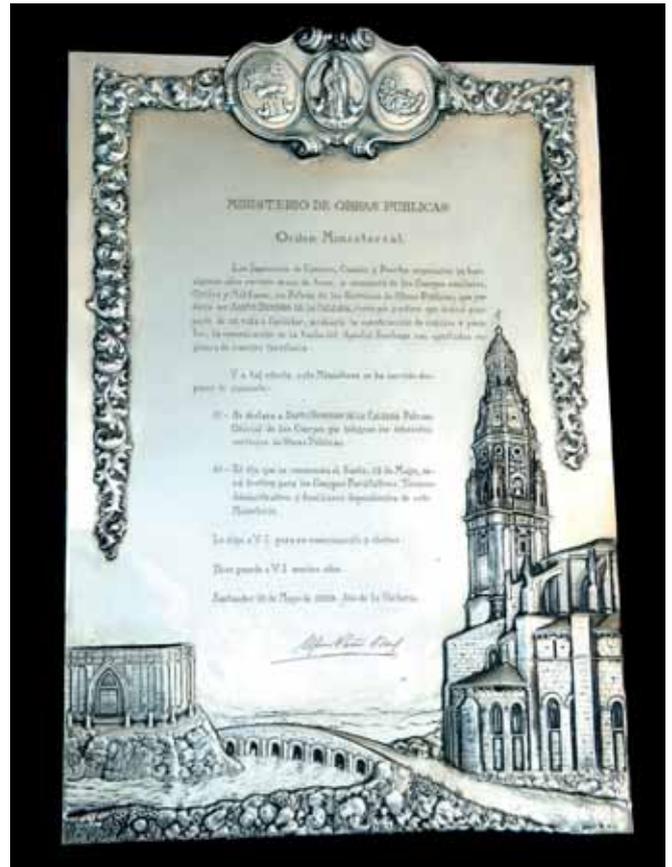


Figura 13. Placa de la Orden Circular del patronazgo

### Patrón de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

El origen de la celebración oficial de la festividad de Santo Domingo de la Calzada por los ingenieros de caminos en España, el día 12 de mayo de cada año, se remonta a una Orden de 10 de mayo de 1939 del Ministerio de Obras Públicas, en la que se declara Patrón de los Cuerpos que integran los diferentes Servicios de Obras Públicas a Santo Domingo de la Calzada, y se dispone que se considere festivo para los Cuerpos Facultativos, Técnico-Administrativos y Auxiliares el día 12 de mayo, festividad del Patrón.

En las páginas 2626 y 2627 del Boletín Oficial del Estado del 13 de mayo de 1939 se puede leer:

*Los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos expresaron ya hace algunos años su vivo deseo de tener, a semejanza de los Cuerpos similares,*

*Civiles y Militares, un Patrón de los Servicios de Obras Públicas, que pudiera ser Santo Domingo de la Calzada, varón pío y activo que dedicó gran parte de su vida a facilitar, mediante la construcción de caminos y puentes, la comunicación de la tumba del Apóstol Santiago con apartadas regiones de nuestro territorio.*

*Las circunstancias adversas, que para el logro de tal propósito han impedido en los últimos tiempos, impidieron la realización de tan justo designo, habiéndose tenido que limitar a la constitución, en 1932, de una Cofradía de Santo Domingo de la Calzada de carácter exclusivamente confesional, y que ha venido celebrando anualmente el 12 de mayo de cada año cultos religiosos en diferentes puntos de España y practicando algunas obras benéficas para auxilio de las familias de los compañeros fallecidos.*

*Liberada España por la Gloriosa Cruzada Nacional y garantizada la expresión de nobles ideas y sus conse-*

*cuencias prácticas, ha llegado el momento de satisfacer aquellos deseos.*

*Y a tal efecto, este Ministerio se ha servido disponer lo siguiente:*

- 1º *Se declara a Santo Domingo de la Calzada Patrono oficial de los Cuerpos que integran los diferentes Servicios de Obras Públicas.*
- 2º *El día que se conmemora el Santo, 12 de mayo, será festivo para los Cuerpos Facultativo, Técnico-Administrativo y Auxiliares dependientes de este Ministerio.*

*Lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos.*

*Dios guarde a V. I. muchos años.*

Santander, 10 de mayo de 1939.  
Año de la Victoria.

ALFONSO PEÑA BOEUF.  
Iltmo. Sr. Subsecretario de este Departamento.



Figura 14. Escultura de Santo Domingo en escalinata del Ministerio de Fomento. Nuevos Ministerios. Madrid

Alfonso Peña Boeuf (1888-1966), ingeniero de Caminos, que en 1939 ocupaba el cargo de Ministro de Obras Públicas, fue el impulsor de la declaración de Santo Domingo de la Calzada como Patrón de los Cuerpos que integran los diferentes servicios de Obras Públicas.

Así lo manifestó en su obra "Memorias de un ingeniero político": "Me depa-  
paró la ocasión de estar en el Ministerio el poder cumplir el deseo exteriorizado algunas veces por los compañeros de profesión, referente a designar un Santo Patrono para el Cuerpo. Y me ocupé de ello, nombrando a tal efecto a Santo Domingo de la Calzada."

Hasta esa fecha, tal y como se puede ver en la citada Orden de 10 de mayo, los ingenieros llevaban solicitando desde hacía tiempo que se instituyese esta fecha como festividad pero se les había denegado, limitándose a la creación desde 1932 de una Cofradía, de Santo Domingo de la Calzada, de carácter exclusivamente confesional que realizaba cultos religiosos por todo el país y practicaba obras benéficas para auxilio de los familiares de ingenieros fallecidos.

De igual modo, en la Escuela de Caminos no se celebraba la fiesta antes de la Orden ministerial. Como seña-

laba Vicente Garcini (1848-1919), en un artículo de la Revista de Obras Públicas de 1899, los diferentes Reglamentos de la Escuela habían establecido como festivos los tres días de Semana Santa, 3 días de Carnaval y los 8 días finales de diciembre además de las fiestas de día entero (religiosas y civiles), pero en ningún momento se hacía mención de Santo Domingo de la Calzada.

La primera mención que encontramos en los Anuarios de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos corresponde al curso 1942/1943 por lo que creemos que esa debió ser la fecha de instauración de la fiesta en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, sobre la que no hay que olvidar que estuvo vinculada al Ministerio de Obras Públicas hasta el Plan de 1957 con la Ley de Ordenación de Enseñanzas Técnicas.

## Bibliografía

- [1] El Santo ingeniero, Santo Domingo de la Calzada, Agustín Prior (1963).
- [2] Guía de Santo Domingo de la Calzada, Carlos Muntión Hernández (1991).
- [3] El hospital de peregrinos y la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada, desde su fundación hasta la crisis del antiguo régimen, M<sup>a</sup> V<sup>a</sup> Sáenz Terreros (1986).
- [4] Santo Domingo de la Calzada, pionero de la laicidad en Europa, Arturo Calvo Espiga (1991).
- [5] Apuntes para la biografía de Santo Domingo de la Calzada, A. Ubieto Arteta (1972)
- [6] Historia de Santo Domingo de la Calzada, Abraham de La Rioja, patrón del Obispado de Calahorra y La Calzada y noticia de la fundación y aumento de la Santa Iglesia Catedral y ciudad nobilísima de su nombre (1702).
- [7] Boizas López, M. La Virgen de la Concha y su cofradía: apuntes. Zamora, Tipografía Comercial Calvo Sotelo (1943).
- [8] Ferrero Ferrero, Florián. Nuevos apuntes sobre la Virgen de la Concha y su cofradía. Diputación Provincial de Zamora (1991).
- [9] Cofradías y Hermandades de Toledo. Real e Ilustre cofradía de la Santa Caridad, discurso de ingreso de D. Mariano Goitia Graells, y contestación de D. José Carlos Gómez-Menor.
- [10] Historia de Roncesvalles, J. Ibarra (1936).
- [11] Las peregrinaciones a Santiago de Compostela, 3 vol., L. Vázquez de Parga, J.M.<sup>a</sup> Lacarra y J. Uría (1949).
- [12] Pasión por la pasión. Semana Santa en León, Gonzalo González-Cayón.
- [13] El Pendón de San Isidoro o de Baeza: sustento legendario y constitución emblemática. Alberto Montaner Frutos (2009).
- [14] La histórica cofradía de La Caballada en Atienza, Francisco Layna Serrano (1942).
- [15] <https://tabernacofrade.net>.
- [16] Estella/Lizarra, José María Jimeno Jurío (1988).
- [17] [www.navarchivo.com/index.php/es/localidades/estella/estella](http://www.navarchivo.com/index.php/es/localidades/estella/estella)
- [18] El monasterio de Santo Toribio de Liébana, Miguel Ángel García Guinea (1978).
- [19] Historia de la imagen y santuario de San Miguel de Excelsis, M. Arigita y Lasa (1904).
- [20] [http://antiguascofradias.blogspot.com/2012/05/cronologia-de-algunas-de-las-cofradias\\_31.html](http://antiguascofradias.blogspot.com/2012/05/cronologia-de-algunas-de-las-cofradias_31.html). ❖



# SÚMATE AL PROYECTO ONGAWA

TECNOLOGÍA / AGUA / PARTICIPACIÓN / TIC /  
VOLUNTARIADO / ENERGÍA / AGRO / SOCIOS

Tfno.: (+34) 91 590 01 90  
[info@ongawa.org](mailto:info@ongawa.org)  
[www.ongawa.org](http://www.ongawa.org)

Antes:



ONGAWA es una asociación declarada de Utilidad Pública. Las cuentas de ONGAWA son auditadas anualmente por BDO Audiberia. ONGAWA cumple todos los Principios de Transparencia y Buenas Prácticas de la Fundación Lealtad. ONGAWA recibió, en 2005, la certificación ante la AECID como ONGD Calificada en el sector Tecnología

# Presentación de la “Guía para conseguir una correcta Señalización de Orientación en Entorno Urbano”

El pasado 30 de septiembre, en la sede del Instituto de la Ingeniería de España en Madrid ha acogido la XII Jornada sobre Señalización Vial organizada por AFASEMETRA (Asociación de Fabricantes de Señales Metálicas de Tráfico) en colaboración con el Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y en la que se ha presentado la “Guía para conseguir una correcta Señalización de Orientación en Entorno Urbano”, una publicación elaborada por los fabricantes del sector junto con uno de los principales proveedores de láminas retrorreflectantes, 3M, y que ha contado con la coordinación técnica de la consultora IPS VIAL.

Esta nueva guía es el tercer módulo de los Cuadernos de Seguridad Vial, tras la publicación conjunta del primer módulo en 2007, “Guía para conseguir una correcta Señalización Vertical”, y del segundo en 2016, la “Guía para conseguir una correcta Señalización de Obras”.

Francisco Cano, Presidente de AFASEMETRA, destacó la importancia de la señalización vertical en las ciudades: “Además de su función informativa intrínseca, hay que destacar que las señales son también parte del mobiliario urbano, y también reflejan la situación y la imagen de una ciudad, siendo imprescindibles para garantizar la Seguridad Vial en el Entorno Urbano. Por ello creemos que es necesario invertir en su mantenimiento y renovación”.

Además, repasó las conclusiones de varios estudios que estiman que “desde el año 2008 al 2018 ha habido una reducción en la demanda de la señalización vertical de más del 60%. Esta situación ha afectado gravemente a muchas empresas muy importantes del sector, que han desaparecido después de más de cincuenta años de trabajo. Los datos de un estudio que ha tenido en cuenta sólo las solicitudes de reposición de señales retrorreflectantes por parte de los municipios españoles, calculan el déficit entre 2007 y 2017 en más de 49 millones de euros, sin contar la instalación ni los postes que sustentan a las señales”, ha asegurado.

Por su parte, Mario Lombán, Director de la División de Seguridad Vial de 3M Iberia, destacó que el principal objetivo de esta guía ha sido “elaborar un documento que recoja y unifique las novedades que se han ido implementando por parte de los ayuntamientos en los últimos años. Nuestra misión en la división de Seguridad Vial de 3M es ayudar a que las familias lleguen a salvo a sus hogares, y es nuestro compromiso proporcionar los mejores materiales para la visibilidad óptima de la señalización de orientación en entorno urbano y colaborar en la formación de los distintos responsables de señalización del sector de seguridad vial. En 3M siempre trabajamos desde la normativa para ofrecer los máximos niveles de seguridad y calidad. Lo que pretendemos desde esta guía es ha-

cer referencia a la normativa vigente que hay que cumplir, unificarla y dar recomendaciones sobre su uso más adecuado”.

## “Ciudades más sostenibles, más humanas”

Sobre la importancia de las señales de orientación en la configuración del entorno urbano del presente y del futuro habló Miguel Ángel Bonet, Secretario de la Comisión de Trabajo de Transporte e Infraestructuras de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), recordando algunas de las recomendaciones de la FEMP en el marco de la movilidad urbana para ayudar a los ayuntamientos a diseñar ciudades más sostenibles, más humanas, que integren a todas las personas.





“Actualmente, el formato tradicional de la señal vertical de orientación sigue teniendo la misma vigencia que tenía antes de la llegada de los navegadores. La diferencia es que ahora compartimos con otros formatos, pero todos están destinados a orientar no sólo al conductor, sino también a los turistas, a los vecinos y vecinas, a las personas con capacidades cognitivas diferentes, movilidad reducida, deficiencias en la visión, etc. Las ciudades somos las personas que vivimos en ellas y también quienes nos visitan. La previsión, en todo caso, es la coexistencia, la convivencia de tecnologías y de formatos”.

### El camino hacia la unificación de criterios

En el momento de actualizar la señalización de un municipio, los responsables tienen que tener en cuenta numerosos documentos y publicaciones. “Al no existir documentos actualizados, varios municipios y comunidades autónomas han optado por aprobar manuales propios de señalización urbana”. María Ángeles González, del departamento de Marketing de Seguridad Vial 3M Iberia, resaltó la importancia de actualizar y aunar criterios en señalización de orientación en entorno urbano, abordando los

principales retos a los que se enfrentan los técnicos municipales a la hora de actualizar la señalización de una ciudad y aunar criterios: diferentes normativas, manuales, diferentes pictogramas, signos, flechas, tamaños de letra, etc. “La visibilidad, legibilidad, comprensibilidad y credibilidad son los requisitos básicos que debe cumplir cualquier señal de orientación en entorno urbano”, señaló recordando que 3M es una empresa pionera en el desarrollo de materiales retrorreflectantes e invitando a los fabricantes a conocer la Sala Oscura del Centro de Innovación de 3M en Madrid, donde se desarrollan pruebas de demostración y evaluación de sus materiales y productos.

La presentación en detalle de la nueva Guía corrió a cargo de María Luisa Jimeno, del Departamento Técnico de AFASEMETRA, que centró su intervención en el detalle de su contenido y en la explicación de la tipología de señales, la normativa vigente y los documentos de referencia tenidos en cuenta para su elaboración. Además de especificaciones técnicas sobre los materiales utilizados, su diseño y características, resaltó la obligatoriedad de un realizar un correcto etiquetado por parte de los fabricantes, respetando las normas del Mercado CE. “Si un producto dispone de Mercado

CE no es necesario realizar ensayos innecesarios, según indica el Reglamento de Productos de la Construcción”. Asimismo, recordó la necesidad de realizar “inventarios de la señalización instalada en el municipio para asegurar su revisión, mantenimiento y poder priorizar las actuaciones de reposición en función de la gravedad y del presupuesto disponible”.

Finalmente, Susana Amarillas, Directora de Proyectos de IPS VIAL, explicó los aspectos técnicos de la nueva guía, en lo referente al diseño, composición gráfica y emplazamiento de los elementos de señalización urbana conocidos como Conjuntos Unitarios: “Basándonos en nuestra experiencia en la elaboración de análisis y propuestas de señalización de diversos municipios de toda la geografía nacional, así como en los requerimientos recibidos por parte de responsables de señalización y fabricantes del sector sobre las necesidades actuales de la misma, hemos estandarizado modelos de señalización que ya estaban empleándose sin criterios de uniformidad pre-establecidos. Hemos recopilado y estandarizado el empleo de logotipos, escudos, flechas y pictogramas usados más frecuentemente, recopilados de guías y manuales editados por diferentes administraciones, incluyendo los introducidos por Ministerio de Fomento. Se han ofrecido soluciones a problemas planteados como la señalización hacia zonas comerciales o establecimientos hoteleros”. Asimismo, destacó la importancia de completar la señalización en todos los itinerarios: “Desde la primera vez que se señala y desde todos los recorridos posibles, es muy importante que los itinerarios se completen siempre, en todos los puntos y hasta su llegada al destino”. ❖



El martes, 19 de noviembre, a las 16:30 horas de la tarde, se inaugurará en Ezcaray (La Rioja) la Feria Carretera y Nieve 2019, que organizan la Asociación Técnica de la Carreteras (ATC) y la Asociación Española de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX), bajo el auspicio del Gobierno de La Rioja y el Ayuntamiento de Ezcaray y con la colaboración de empresas del sector.

Esta feria, que se celebrará los días 19, 20 y 21 de noviembre, se celebró por primera vez en 2007 a raíz de una encuesta realizada entre tres mil personas. La mayoría de los encuestados no conocían o no eran conscientes de las inversiones que se realizan en las campañas invernales –Plan de Vialidad Invernal- para despejar las carreteras de elementos como la nieve o el hielo y garantizar la correcta circulación.

La feria está dirigida a dos públicos objetivos, de un lado, los técnicos

de ámbito nacional y de otro, el del público general, pero de ámbito regional. El objetivo de los organizadores es reunir a 300 técnicos relacionados tanto con la vialidad invernal de carreteras, como técnicos municipales encargados de gestionar este tipo de situaciones adversas. Asimismo cualquier persona de la región podrá acercarse a conocer, de primera mano, los equipos y equipamiento que se utiliza para garantizar el servicio de vialidad invernal.

### Feria Carretera y Nieve 2019

La Feria Carretera y Nieve 2019 consta de dos estructuras bien diferenciadas, aunque con rasgos comunes. Por un lado, las actividades relacionadas con las distintas áreas de la vialidad invernal a través de ponencias, conferencias, presentación de estudios, últimas tecnologías o mesas redondas –cuya sede central es el

Ayuntamiento (teatro) de Ezcaray- sin olvidar la exposición permanente -en el parking situado al lado del propio Ayuntamiento- de las últimas tendencias en material y maquinaria (nuevas palas para retirar la nieve, tanto fijas en los vehículos –los que habitualmente vemos en las carreteras- como las móviles), además de las nuevas calidades de los fundentes –sales y salmueras- que se esparcen por las carreteras para evitar que se hielen.

Asimismo, la feria ofrece un aspecto más lúdico y experimental, en este sentido, se podrá participar en actividades como concurso en simuladores, sistemas de cadenas, conducción en situaciones de meteorología adversas, etc. ❖



ORGANIZA



PROMUEVE



CON LA COLABORACIÓN DE



La 30ª Semana de la Carretera abordará los seis grandes retos del sector viario

Redefinir el modelo de gestión y conservación de la red, reducir las cifras de accidentalidad, solucionar los problemas de explotación, responder al desafío tecnológico pendiente, garantizar una movilidad eficiente y sostenible y sintonizar con las inquietudes de los ciudadanos son los seis grandes retos a los que el mundo de la carretera ha de dar respuesta en el corto y medio plazo. Desafíos a los que hacer frente con soluciones innovadoras, algunas en fase de formulación, otras ya implementadas y muchas, todavía, por imaginar.

### Ocho mesas de debate

El Programa Técnico se articula en ocho mesas de debate en las que se

abordarán cuestiones de la máxima actualidad política, económica y social. Asuntos que van desde el escenario tras la reversión de las concesiones de autopistas al Estado o el pago por uso según el principio de “quien contamina y quien usa, paga”, pasando por la imprescindible consideración de los criterios de vertebración territorial asociados, sobre todo, a las redes gestionadas por administraciones provinciales y municipales, sin olvidar el concepto de “Sistema Seguro” para la definición de estrategias de reducción de la accidentalidad o las innovaciones en trazado, como las carreteras 2+1, hasta llegar al estudio del estado actual de la conservación vial, su financiación y la situación en otros países europeos a este respecto.

El análisis del ciclo de vida, el control de emisiones y las tecnologías más prometedoras en este campo tendrán

también un espacio destacado en las sesiones de trabajo de la 30ª Semana de la Carretera, además de las estrategias de comunicación a implementar en el sector para conectar con los ciudadanos y dar respuesta a sus demandas e intereses.

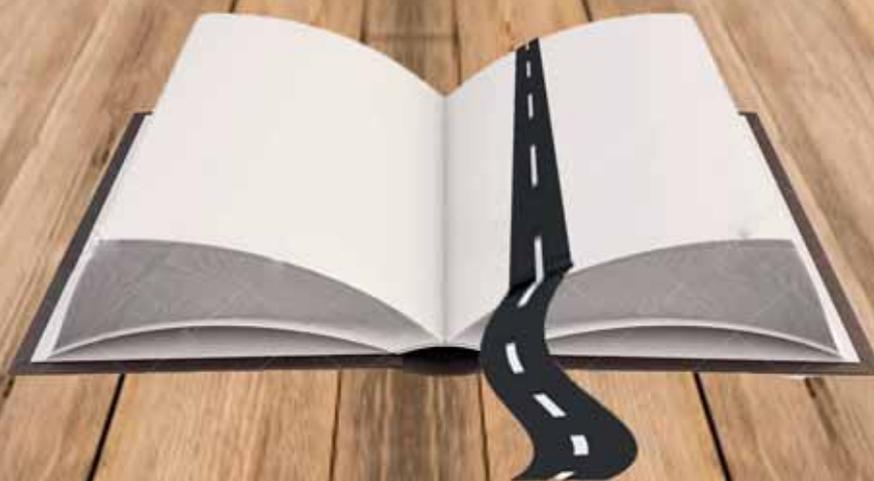
La Semana de la Carretera surgió en el escenario técnico en 1962. Tras un parón de seis años, en 2017 reaparece gracias al apoyo de la Junta de Andalucía, celebrando su vigésimo novena edición en las ciudades jienenses de Úbeda y Baeza. Este 2019, la Semana, con 57 años y 30 ediciones a sus espaldas, hace un llamamiento a la reflexión sobre el futuro de las carreteras en un entorno complejo y con numerosos desafíos, seis de ellos protagonistas del debate. ❖

[www.normativadecarreteras.com](http://www.normativadecarreteras.com)



**Asociación Técnica  
de Carreteras**

Comité nacional español de la  
Asociación Mundial de la Carretera



**Legislación y normativa técnica de carreteras**  
**Acceso libre y gratuito**

# XXVI Congreso Mundial de la Carretera

**Se celebrará en Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos, del 6 al 10 de octubre de 2019, y estará enfocado al tema: “Conectando culturas - Fortaleciendo economías”.**

Desde el primer Congreso Mundial de Carreteras celebrado en París en 1908, PIARC ha organizado un Congreso a cada cuatro años en un país miembro, con el objetivo de que los Ministerios, gobiernos, el sector privado, administraciones y organizaciones del sector de las carreteras y del transporte, universidades, proveedores de soluciones, expertos y profesionales de la industria en más de 120 países de todo el planeta, compartan conocimientos sobre las mejores técnicas, innovaciones, es-

trategias políticas, tendencias y desarrollos, mejores prácticas y experiencias alrededor de todo el mundo en el sector de las carreteras, las infraestructuras y el transporte.

El Departamento de Transporte de Abu Dabi (DoT) ganó la licitación para ser el anfitrión de la 26.ª edición de este prestigioso Congreso y tras reflexionar sobre la situación actual de la industria a nivel internacional se estableció que el tema central del Congreso sería “Conectando Cultu-

ras, Fortaleciendo Economías” para establecer debates multilaterales como una forma innovadora de determinar nuevas ideas para un mejor entendimiento, no solo de las obras en el sector de las carreteras, infraestructuras y transporte, sino para que se pudiera implementar también el componente cultural en todo el proceso.

Efectivamente, durante cientos de años, las carreteras, el transporte y la infraestructura han jugado un pa-

pel fundamental en el ámbito económico, social y cultural de los planes de desarrollo estratégico nacional de todos los países del mundo, independientemente de su nivel de desarrollo. Este sector lleva años permitiendo la movilidad de trabajadores, de la población general, el comercio de productos y servicios, la difusión de las innovaciones, los movimientos de importación y exportación, y también el desarrollo de la educación y de la sanidad, de la cultura y de la lingüística en el día a día de la población a nivel local, regional y en todo el mundo.

Sin embargo, hoy en día, las ciudades se tienen que enfrentar a nuevos problemas a nivel global como el crecimiento y la urbanización frenética de la población, el cambio climático y las cuestiones medioambientales, la globalización, los vehículos autónomos, las nuevas normativas, el denso tráfico, etc. El Congreso Mundial de Carreteras ha sido diseñado para permitir que todos los estados del mundo tengan la oportunidad de debatir asuntos de relevancia a nivel internacional, como la prevención y la seguridad, la financiación, el diseño, el desarrollo del sector para inter-

cambiar ideas nuevas e innovadoras, con el objetivo de que todos los participantes vuelvan a su país con nuevos conocimientos y que puedan implementarlos a nivel local y nacional.

Especialistas y administradores de carreteras de todos los puntos de planeta se están adaptando y trabajando en soluciones para enfrentarse a los desafíos de la actualidad y del futuro, y estamos deseando poder debatir sobre todos estos avances en Abu Dabi en octubre de 2019.❖

		PLENARIA	CRA	CRA	CRC	CRD	CRE	CRF	SESIONES DE POSTERS	CS 5	CS 7	CS 9
DOMINGO 6 DE OCTUBRE	MAÑANA	SESIÓN INAUGURAL										
	TARDE	SESIÓN DE NUESTROS										
LUNES 7 DE OCTUBRE	MAÑANA		F302: Carreteras resilientes	W14: Lecciones aprendidas por caminos PSL (India)	F304: Firmas sostenibles: accionables	F305: Colaboración en el transporte	F301: Impacto del comportamiento de la conducción autónoma	W300: Infraestructura		W41: Puntos de movilidad	W12: Experiencia de todos los caminos (ITB)	
	TARDE	SESIÓN MAÑUTINA 1	F306: Transporte de mercancías urbana sostenible	CTE23: Construcción nacional e internacional	F307: El transporte de mujeres frente al género	F308: Financiación económica	W306: Movilidad	CTE11: Gestión gubernamental	PS1: CI, CL, GCI	W10: Adopción de caminos (India)	W11: Manual de seguridad vial y digital (ITU)	W14: Patrimonio de transporte
MARTES 8 DE OCTUBRE	MAÑANA		CTE3: Gestión de vehículos	W304: Financiación	F309: Transporte por carretera inclusivo para discapacitados	F304: Firmas sostenibles: accionables	F301: Impacto del comportamiento de la conducción autónoma	CTE10: Infraestructura	PS2: E2, D5, B4	W111: HDW-4: Integración en la gestión de activos	W10: Auditorios e intercambios de experiencia en F302	
	TARDE	SESIÓN MAÑUTINA 2	W12: Experiencia de todos los caminos (ITB)	CTE11: Gestión gubernamental	CTE11: Gestión gubernamental	W306: Movilidad	W306: Movilidad	CTE11: Gestión gubernamental	PS3: D3, B1, E3	W121: HDW-4: Beneficios futuros	W10: Índice de Accesibilidad Rural	
MIÉRCOLES 9 DE OCTUBRE	MAÑANA		W306: Cambio climático	CTE2: Sostenibilidad	F310: BIC para ciudades	CTE3: Pruebas y programas piloto de seguridad vial	CTE3: Pruebas y programas piloto de seguridad vial	CTE14: Mantenimiento de carreteras y Camión Inteligente	PS4: D1, B2, A1, GA2	W109: Gestión del patrimonio vial	W1011: Selección de los proyectos de transporte	
	TARDE	SESIÓN MAÑUTINA 3	CTE11: Gestión gubernamental	CTE3: Sostenibilidad	F311: Transporte electrónico	CTE3: Pruebas y programas piloto de seguridad vial	CTE3: Pruebas y programas piloto de seguridad vial	CTE14: Mantenimiento de carreteras y Camión Inteligente	PS10: DA, B1, A2	W11: W11: W11	W1012: Características de los proyectos de transporte	
JUEVES 10 DE OCTUBRE	MAÑANA		CTE3: Sostenibilidad	CTE3: Sostenibilidad	PS13: Transporte de mercancías de larga distancia	CTE3: Pruebas y programas piloto de seguridad vial	CTE3: Pruebas y programas piloto de seguridad vial	W305: Faltas reportadas en la infraestructura	PS11: D1, A1, E1, T41	W13: Desperdicio de Estructuras	W12: Observatorio regional de seguridad vial	
	TARDE	SESIÓN DE CLAUSURA										

 <b>120</b> PAÍSES	 <b>50</b> SESIONES Y TALLERES	 <b>5000</b> DELEGADOS	 <b>40</b> MINISTERIOS DE TRANSPORTE	 <b>300</b> EXPOSITORES
---	---	---	---	--

 **26<sup>th</sup> World Road Congress**  
العالمية العالمية للطرق  
CONECTANDO CULTURAS  
FORTALECIENDO ECONOMÍAS  
6 - 10 Octubre 2019

[www.aipcrabudhabi2019.org](http://www.aipcrabudhabi2019.org)

# Jornada Técnica sobre la Modificación de la Directiva de Seguridad 2008/96/CE



## **Roberto Llamas Rubio**

*Presidente del Comité de Seguridad Vial.  
DGC. Ministerio de Fomento*

## **Ana Arranz Cuenca**

*Secretaria del Comité de Seguridad Vial.  
Directora de SV Prointec*

El pasado 24 de septiembre de 2019 se celebró en Madrid, en el Centro de Estudios y Técnicas Aplicadas, CETA (CEDEX), sito en la calle Alfonso XII, nº3, la Jornada organizada por el Comité de Seguridad Vial de la ATC; sobre las novedades, implicaciones y retos de la modificación de la Directiva de Seguridad 2008/96.

La jornada contó con la asistencia de casi 200 personas, aforo prácticamente completo, entre profesionales y técnicos de la materia. Una nutrida representación de administraciones de carreteras, a través de sus responsables de seguridad vial, y de las empresas del sector (constructoras, concesionarias e ingenierías).

Comenzó el programa técnico con la presentación de la Jornada por parte de Dña. Rosario Cornejo, Presidenta de la ATC, de D. José Trigueros, director del CEDEX, y D. Roberto Llamas, Presidente del Comité Técnico de Seguridad Vial que dieron la bienvenida, agradecieron a los presentes su presencia, y comentaron las grandes expectativas



Inauguración de la Jornada por parte de D.ª Rosario Cornejo, D. José Trigueros, D. Antonio Alonso, y D. Roberto Llamas

puestas en la Jornada por lo interesante y actual del tema.

A continuación, D. Antonio Alonso, Subdirector de Explotación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, disculpó la ausencia del Director General de Carreteras por motivos de agenda, y procedió, tras unas breves palabras, a la inauguración de la Jornada.

A continuación, se dio paso a la primera sesión, que estuvo moderada por D. Antonio Alonso. En ella, Dña. Ana Arranz, Directora de Seguridad Vial de Prointec, Secretaria del Comité Técnico de Seguridad Vial de la ATC, y líder del Grupo de Trabajo sobre la Directiva, impartió su ponencia sobre "La Situación actual de los vigentes Procedimientos de la Directiva 2009/96 en España".

Ana, comenzó su exposición comentando que el ámbito de aplicación de la Directiva en España se circunscribe a la red transeuropea, diferenciando en ella la que corresponde a la Red de Carreteras del Estado (que aglutina el 85% de esta red) de la del resto de administraciones (CCAA, Diputaciones Forales, y Cabildos Insulares) que gestionan

el 15% restante. Así, comentó que el procedimiento que más desarrollo ha tenido en estos 7 años (desde que se publicó el R.D. 345/2011 y la O.C. 30/2012) en la R.C.E. ha sido el de "auditorías de seguridad vial", habiéndose realizado en este periodo más de 270 auditorías en todas sus fases (proyecto, previa a la puesta en servicio, e inicial en servicio).

Igualmente, comentó que tanto la administración central como la práctica totalidad de las CCAA,

aplican algunos de los procedimientos incluidos en la Directiva Comunitaria, incluso desde antes de su publicación.

Posteriormente Ana dio un repaso detallado a cada uno de los procedimientos, y dónde se están aplicando, para finalmente concluir que el sector tiene un nutrido grupo de auditores de seguridad vial, acreditados por el Ministerio de Fomento, en los que las administraciones deben apoyarse y confiar para mejorar la seguridad de sus carreteras.



Dña. Ana Arranz, Directora de Seguridad Vial de Prointec, Secretaria del Comité Técnico de Seguridad Vial de la ATC, y líder del Grupo de Trabajo sobre la Directiva

A continuación, D. Roberto Llamas, Responsable de la Unidad de Seguridad vial de la Subdirección General de Explotación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, y Presidente del Comité de Seguridad vial, expuso la situación y las novedades principales de la modificación de la Directiva 2008/96

Roberto comenzó su exposición haciendo un resumen de los hitos que, a lo largo de estos diez años desde que se publicó la Directiva, se han producido, para pasar posteriormente a comentar los objetivos pretendidos con la modificación en curso. Entre dichos objetivos se encuentra el fomento de la armonización y el intercambio de conocimientos entre los Estados Miembros, y la protección a los usuarios vulnerables de las carreteras.

Seguidamente, explicó con gran detalle, las doce principales modificaciones que recoge el borrador de nueva Directiva. Entre ellas, destacan el cambio en el ámbito de aplicación de la Directiva, que se prevé suscite controversia a la hora de definir cuáles son las vías a las que afectará la modificación; la realización de inspecciones de seguridad conjuntas en secciones de carreteras adyacentes a los túneles; la eliminación del procedimiento de “clasificación de la seguridad de la red”, que afecta a los TCA y TAPM, y sustitución por un nuevo y único procedimiento denominado Network-wide road safety assessment.

También es destacable la gran relevancia que se da a los usuarios vulnerables en el texto de la modificación de la Directiva, así como el aumento de la transparencia y el seguimiento que se pretende hacer en todos los países que pasa por la publicación de un mapa europeo (on line) de carreteras con los niveles, o categorías, de seguridad de



D. Roberto Llamas Rubio, de la DGC del Mº Fomento, Presidente del Comité de Seguridad Vial, y Director Técnico de la Jornada

las mismas, y de la obligatoriedad de informar de forma periódica a la Comisión.

Por último, en línea con las nuevas tecnologías y el vehículo conectado, Roberto comentó la modificación de la Directiva que contempla la necesidad de, en el plazo máximo de 3 años, elaborar un informe sobre la visibilidad y defectibilidad de las señales verticales y las marcas viales en determinadas condiciones por los vehículos equipados con sistemas de asistencia a la conducción, y vehículos autónomos, y su interrelación con la infraestructura.

Tras esta primera sesión de la mañana, se dio paso al café en el que todos los profesionales presentes tuvieron la oportunidad de intercambiar saludos y comentarios en un ambiente distendido.

Con puntualidad británica, comenzó la Segunda Sesión moderada por Dña. Rosario Cornejo, Directora Técnica de la D.G.C. del Ministerio de Fomento y Presidenta de la ATC, en la que se expusieron cuatro interesantes ponencias.

La primera de ellas sobre “Novedades e implicaciones de las modi-

ficaciones de la directiva en el planteamiento de los procedimientos de gestión de la seguridad viaria en carreteras en servicio”, corrió a cargo de D. José María Pardillo, profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid y líder del Grupo de Trabajo de márgenes del Comité de Seguridad Vial.



D. José Mª Pardillo Mayora

José María comenzó su exposición hablando sobre las novedades que contempla la modificación de la Directiva, en particular en lo refe-

rente a la consideración explícita de las necesidades de los usuarios vulnerables en todos los procedimientos (dado que este tipo de usuarios aglutina el 47% de las víctimas mortales en la UE en 2017) y a la clasificación de las carreteras en función de sus condiciones de seguridad.

Así, se establece un nuevo procedimiento: evaluación general de las condiciones de seguridad viaria de la red (network-wide road safety assessments), que requerirá de la realización de un examen visual en campo, o por medios electrónicos, de las características técnicas de seguridad de la infraestructura (in-built safety) para clasificar la red en función de dichas características, y de unas inspecciones focalizadas (targeted inspections), que consisten en unas inspecciones en detalle de los tramos de la red en los que se haya registrado un elevado número de accidentes graves en relación con el volumen de tráfico soportado. Estas inspecciones están centradas en la identificación de condiciones, deficiencias y problemas que aumentan el riesgo y la gravedad de los accidentes.

Asimismo, confirmó que se mantiene el procedimiento de inspecciones periódicas de la red en servicio (periodic road safety inspections) que pretende la revisión periódica ordinaria de los elementos de las carreteras que requieren actuaciones de conservación por razones de seguridad viaria, y que se deberá realizar con la frecuencia suficiente para mantener unos niveles de seguridad adecuados de la infraestructura viaria

Para finalizar, José María expuso que como resultado de la evaluación general de las condiciones de seguridad viaria de la red y de las inspecciones focalizadas, se podrán derivar programas de actuaciones que deberán ser priorizados

en función del nivel de riesgo y actualizados periódicamente. Dichos programas podrán tener financiación proveniente de la UE.

A continuación, intervino D. David Calavia, presidente de Forovial, para exponer la incidencia del vehículo autónomo y los requerimientos a la infraestructura y al equipamiento vial: señalización y marcas viales.



D. David Calavia Redondo

David inició su intervención con un repaso a los artículos de la Directiva que afectan a la señalización y su estandarización, y un resumen de los 5 niveles de automatización que establece la industria, y sus diferentes sistemas de ayuda a la conducción.

Posteriormente, habló sobre los modelos de conducción y qué es lo que hay que hacer en las carreteras para adaptarlas al vehículo automatizado. Habló igualmente sobre las áreas clave en cuanto a las necesidades de las marcas viales, entre las que se encuentran la uniformidad de criterios de señalización, la calidad de las marcas viales para que sean durables y visibles con humedad, lluvia, sol bajo, etc. y su mantenimiento (criterios y umbrales

para los sistemas de visión artificial).

Para finalizar comentó que la postura que mantiene la UE es la de que los fabricantes de coches necesitan información de la carretera, información comprensible, fiable y tratable para desarrollar ayuda segura a la conducción. Y para ello, los fabricantes de coches y de equipamiento de la carretera han de trabajar conjuntamente. De ahí que se hayan creado distintos grupos de trabajo con el objetivo de establecer estos niveles técnicos a exigir a las marcas viales.

Como tercer ponente de esta sesión, D. Eduardo Gutierrez, Director de seguridad vial de LRA y Miembro del Comité de Seguridad vial de la ATC habló sobre las implicaciones de los usuarios vulnerables en los procedimientos de gestión, y el tratamiento que se les da en la modificación de la Directiva.

Eduardo comenzó su interven-



D. Eduardo Gutiérrez Cardona

ción haciendo un resumen sobre la problemática de los usuarios vulnerables en las carreteras, y cómo se han tratado estos usuarios en la Directiva actual, para posteriormente explicar que, en la modificación, los usuarios vulnerables adquieren un

papel preponderante y son tenidos en cuenta en muchos de los artículos y anexos de la nueva Directiva.

Asimismo, ilustró a la audiencia con ejemplos de casos reales en los que auditorías de seguridad viaria realizadas a proyectos han detectado errores en el correcto tratamiento de los usuarios vulnerables, errores que se han corregido para evitar que se trasladaran a las obras, con posterioridad.

Eduardo concluyó diciendo que, en su opinión, las modificaciones a la Directiva no supondrán un cambio sustancial. Pero, no obstante, se debe garantizar la realización de estudios a fondo de la presencia de usuarios vulnerable en los proyectos de carretera como paso previo que evite problemas futuros en la fase de explotación.

El último ponente de esa segunda sesión, de nuevo D. José María Pardillo, analiza las consideraciones de la modificación de la Directiva para llegar a las carreteras auto-explicativas y que perdonan.

En esta ocasión José María repasa los conceptos de carreteras auto-explicativas (self-explaining roads) y que perdonan (forgiving roads) y hace un repaso de los orígenes y antecedentes de estos conceptos. Países de nuestro entorno como Holanda, Reino Unido, Alemania, y otros que no lo son tanto, como Estados Unidos, Australia o Nueva Zelanda, han estudiado estos conceptos en mayor o menor medida. También la UE, a través de distintos programas de I+D, ha desarrollado proyectos en esta línea. No obstante, son pocos los países (Holanda, Dinamarca, Alemania) que aplican en la práctica, o están desarrollando, criterios de categorización de las carreteras basados estos principios, e incluso en estos casos sólo se está en las etapas muy iniciales.



D. Casto López Beníte, perteneciente a Unit C2 Road Safety. DG Mobility & Transport. EU Commission

Igualmente, comenta que se desarrollará un planteamiento europeo común y de vanguardia (state-of-the-art) para la categorización de carreteras autoexplicativas, y que la Comisión establecerá, en estrecha colaboración con expertos de los Estados Miembros, pautas para el diseño de márgenes que perdonan y carreteras auto-explicativas y auto-coercitivas (forgiving roadsides and self-explaining and self-enforcing roads).

Asimismo, explica la manera de hacer una caracterización "auto-explicativa" de las carreteras, y entra de lleno en el tema de los márgenes que perdonan, para los que es necesario hacer igualmente una caracterización del nivel de seguridad en la que se calcule un Índice de las condiciones de seguridad de los márgenes (ICSM), tal y como ya se ha hecho en un proyecto piloto llevado a cabo en España

Con esta intervención se finaliza la sesión matinal y se da paso al almuerzo, tras el cual se inicia la sesión de la tarde, consistente en una ponencia llevada a cabo por un representante de la Comisión de la UE y una mesa redonda, moderada por D. Roberto Llamas Rubio.

El representante de la Comisión europea, D. Casto López Beníte, de la Unidad C2 de Seguridad Vial de la Dirección General de Movilidad y Transporte, presentó una ponencia sobre los indicadores de seguridad Vial (KPI) propuestos por la UE, y en particular el KPI7 sobre la seguridad de las infraestructuras.

Casto inicia su intervención explicando el acervo comunitario de seguridad vial, con una mención especial a los dos textos que afectan más directamente a este tema: las Directivas 2008/96 que es la que da lugar a esta jornada y la 2004/54 sobre los requisitos mínimos de seguridad en los túneles. Ambas directivas tienen una naturaleza muy diferente, mientras que la primera es una guía metodológica para la gestión de la seguridad viaria, la segunda es un texto muy técnico, casi una norma.

Seguidamente entra de lleno en los indicadores, y comenta que los criterios para establecerlos son: que incluyan los tres "pilares" de la seguridad vial, que sean representativos de la toda la red (todo el territorio), que tenga en cuenta la exposición al riesgo (tráfico), y que se pueda definir un objetivo a alcan-



Mesa redonda "Implicaciones de las nuevas modificaciones de la Directiva y nuevos retos para las administraciones y empresas españolas", formada por D. Enrique Pardo, D. Zacarías Barcenilla, Dña. M<sup>a</sup> del Carmen Plaza y D. Roberto Llamas

zar o en su defecto una evolución positiva.

Asimismo, indica que, con estos criterios, se han definido 8 indicadores diferentes, siendo el número 7 el específico de seguridad en la infraestructura. Este indicador debe calcularse de forma que refleje la calidad de las infraestructuras (en base a sus características) y sea independiente de los factores vehículo y comportamiento. Se establece como un porcentaje de la distancia recorrida en carreteras con una calificación ("rating") por encima de un umbral determinado.

Para finalizar su intervención, Casto comenta unas pinceladas sobre la financiación europea de las actuaciones específicas de seguridad vial, indicando que entre los objetivos incluidos en el plan de acción de seguridad vial está fomentar el uso de los fondos europeos existentes para la mejora de la seguridad vial, tanto los fondos regionales como en fondo CEF (Connecting Europe Facility), e integrar y aumentar al apoyo financiero a la seguridad vial en el próximo periodo presupuestario (2021-2027), con unas tasas de cofinanciación

del 50% para estudios (incluyendo la evaluación de la red), y del 20% para obras.

A continuación tuvo lugar la mesa redonda: Implicaciones de las nuevas modificaciones de la Directiva y nuevos retos para las administraciones y empresas españolas, que coordinada por Roberto Llamas y formada por Dña. M<sup>a</sup> del Carmen Plaza (Jefa de la Unidad de Seguridad Vial de la Comunidad de Madrid), D. Enrique Pardo (Jefe de Servicio de Conservación de la Xunta de Galicia) y D. Zacarías Barcenilla (responsable del área de túneles de Alauda), dio respuesta a varias cuestiones referentes tanto al nuevo ámbito de aplicación de la Directiva, como a las inspecciones conjuntas de seguridad vial y túneles.

Mari Carmen y Enrique comentaron el reto que supone para las comunidades autónomas definir cuál será el nuevo ámbito de aplicación de la Directiva en sus carreteras, y que tendrán que hacerlo de manera coordinada con el Ministerio de Fomento.

Por otro lado, Zacarías manifestó que no cree que aporte valor añadido la realización conjunta de ins-

pecciones por parte del equipo de seguridad vial y el de túneles y, sin embargo, sí piensa que pueda derivar en un problema de dilución de responsabilidades.

Tras numerosas preguntas del auditorio, se decidió finalizar la mesa redonda para poder proceder a la clausura de la jornada que corrió a cargo de D. Antonio Alonso, quien definió la jornada como muy útil e intensa. Agradeció especialmente al Comité de Seguridad Vial de la ATC la organización de la Jornada y a todos los asistentes su participación en la misma. Asimismo, concluyó expresando su opinión: a pesar de la heterogeneidad de la red de carreteras europea, España está a la cabeza de la seguridad vial con una red principal de muy alta calidad. ❖



# Concurso

## Diseño del Nuevo Logotipo de la Asociación Técnica de la Carretera y de la Medalla a la Aportación Técnica a la Carretera

La Asociación Técnica de Carreteras (ATC), Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), ha puesto en marcha su Plan de Comunicación que, entre sus diferentes planes de acción, incluye la Mejora de la imagen de marca de la ATC y del Reconocimiento Interno. Como parte de este plan de acción, se pone en marcha este concurso para la creación de un Nuevo Logotipo y de una Medalla.

Es requisito imprescindible, para participar en este concurso, la aceptación completa de las bases del concurso

### **BASES**

#### **Primera.- Participantes**

- El concurso es abierto. Podrán participar cualesquiera personas, empresas u organizaciones.
- Las propuestas podrán realizarse de forma individual o en grupo.
- Las propuestas de ambas categorías son independientes y podrá participarse en ambas o en una sola de ellas.

#### **Segunda.- Objetivos**

- El diseño del nuevo logotipo tiene como objetivos:
  - o Transmitir los valores propios de la A.T.C.. En particular: el intercambio y divulgación de la tecnología de carreteras.
  - o Modernizar la imagen de marca de la A.T.C.
  - o Alinear el logotipo con el de la Asociación Mundial de Carreteras
- El diseño de la medalla tiene como objetivos:
  - o Transmitir los criterios para la concesión de la Medalla, a saber: dedicación personal de los profesionales que pertenecen a los Comités de la ATC para la mejora de la movilidad en las carreteras de España, mediante sus contribuciones técnicas en materia de seguridad, calidad, eficiencia y durabilidad.
  - o Alinear el diseño al logotipo de la Asociación Técnica de Carreteras. En este sentido, se podrán presentar diseños conjuntos con el Concurso para el Diseño del Nuevo Logotipo de la ATC

### Tercera.- Propuestas

Podrán presentarse un máximo de 3 diseños por participante para el diseño del nuevo logotipo y otros 3 para el de la medalla.

### Cuarta. Derechos de autor

El participante manifiesta y garantiza a la Asociación Técnica de Carreteras que es el único titular de todos los derechos de autor sobre los diseños o ideas/ iniciativas que presenta al concurso y se responsabiliza totalmente de que no existan derechos de terceros en las obras presentadas, así como de toda reclamación de terceros por derechos de imagen.

Los participantes certifican que los diseños presentados son fruto de su creatividad personal, que es su propio trabajo y que no se han infringido los derechos de autor de otras personas.

El ganador, por el mero hecho de presentarse al concurso, concede los derechos de uso y explotación de los diseños ganadores de forma exclusiva y sin coste a la Asociación Técnica de la Carretera

### Quinta.- Formato

- La técnica será libre. En el caso de la medalla, deberá ser posible la reproducción en soportes habituales: cerámicos, metálicos, metacrilatos, etc.
- Se enviará en soporte digital, preferiblemente en formato vectorial escalable (.ai, .eps). Si se envía en un formato con resolución fija (.psd, .png, .jpg, .tiff), deberá usarse un tamaño mínimo de 2.000 píxeles en largo o ancho. Se recomienda la mayor resolución posible 300 píxeles/pulgada.
- La tipografía deberá enviarse trazada o con descripción técnica (fuente, tamaño, color, ...).

### Sexta. Identificación y envío

Para concursar debe enviar sus diseños a

**info@atc-piarc.com**

- Nombre y apellidos del concursante
- Nick (alias o pseudónimo con el que participa) para presentar el trabajo al jurado bajo este pseudónimo
- Dirección de correo electrónico y teléfono de contacto
- En el asunto del mensaje se indicará "Concurso Nuevo Logotipo y Medalla ATC".

### Séptima. Fecha de admisión

La fecha de recepción de originales se iniciará el 16 de septiembre de 2019 y finalizará el 13 de octubre de 2018, ambas inclusive.

### Octava.- Fallo del jurado

El fallo del jurado (formado por el Comité de Comunicación de la ATC) será emitido en la primera reunión del comité posterior al 15 de octubre de 2019.

Los criterios de evaluación del jurado serán la identificabilidad, la creatividad, el reflejo de los objetivos y la facilidad de implementación en diferentes soportes materiales.

El fallo del jurado es inapelable.

### Novena.- Premio

Las propuestas ganadoras se premiarán con la cantidad de 800 € (\*) cada una de ellas.

(\*) Sobre esta cantidad se aplicarán las retenciones pertinentes conforme a la legislación vigente.

### Décima.- Limitaciones

El contenido de las imágenes no podrá incluir publicidad de empresas, productos o servicios.

Se excluirán todos aquellos diseños que tengan connotaciones sexistas, xenófobas, racistas, homóforas u ofensivas contra personas o instituciones.

No se publicarán ni aceptarán archivos con contenidos contrarios al derecho al honor, a la intimidad personal y familiar o a la propia imagen de las personas.

No se aceptará ninguna propuesta que sea contraria a la legalidad vigente.

Los participantes que no cumplan con cualquiera de los requisitos indicados en esta convocatoria serán descalificados automáticamente. ❖

# PRÓXIMOS EVENTOS ATC

La Asociación Técnica de Carreteras tiene previsto para las próximas fechas los siguientes eventos:

- **Semana de la Carretera**  
(en colaboración con la Asociación Española de la Carretera - AEC)  
Santiago de Compostela, 29 al 31 de octubre de 2019
- **Feria Carretera y Nieve**  
(en colaboración con la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras - ACEX)  
Ezcaray (La Rioja), 19 al 21 de noviembre de 2019
- **Jornada Comités Nacionales de la ATC**  
Madrid, enero de 2020
- **XVI Jornadas de Conservación y Explotación de Carreteras**  
Málaga, junio de 2020

¿Te gustaría que una foto tuya fuera portada de la revista RUTAS?



Si quieres que una imagen o fotografía aparezca como portada de la revista RUTAS, envía tu imagen junto a su título y autor a:

[info@atc-piarc.com](mailto:info@atc-piarc.com)

## Composición de la Junta Directiva de la ATC

<b>PRESIDENTE:</b>	- D. María del Rosario Cornejo Arribas
<b>CO-PRESIDENTES DE HONOR:</b>	- D. Francisco Javier Herrero Lizano - D. Pere Navarro Olivella
<b>VICEPRESIDENTES:</b>	- D.ª Mª del Carmen Picón Cabrera - D. José María Pertierra de la Uz - D. Jorge Enrique Lucas Herranz
<b>TESORERO:</b>	- D. Pedro Gómez González
<b>SECRETARIO:</b>	- D. Pablo Sáez Villar
<b>DIRECTOR:</b>	- D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría



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



### VOCALES:

- Presidente Saliente:
  - D. Luis Alberto Solís Villa
- Designados por el Ministerio de Fomento:
  - D.ª María Rosario Cornejo Arribas
  - D.ª María del Carmen Picón Cabrera
  - D.ª Ana Cristina Trifón Arevalo
  - D. Jaime López-Cuervo Abad
  - D. Ángel García Garay
- En representación de los órganos de dirección relacionados con el tráfico:
  - D.ª Ana Isabel Blanco Bergareche
  - D.ª Sonia Díaz de Corcuera Ruiz de Oñá
- En representación de los órganos de dirección de las Comunidades Autónomas:
  - D.ª María Consolación Pérez Esteban
  - 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.ª Ana de Diego Villalón
  - D. Antonio Sánchez Trujillano
- En representación de los departamentos universitarios de las escuelas técnicas:
  - D. Félix Edmundo Pérez Jiménez
  - D. Manuel Romana García
- 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. Casimiro Iglesias Pérez
  - D. Juan Antonio Alba Ripoll
  - D. Fernando Argüello Álvarez
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
  - D. Jesús Díaz Minguela
  - D. Francisco José Lucas Ochoa
  - D. Sebastián de la Rica Castedo
  - D. Juan José Potti Cuervo
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
  - D. Jorge Enrique Lucas Herranz
  - D. José Luis Álvarez Poyatos
  - D. Camilo José Alcalá Sánchez
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
  - D. Pablo Sáez Villar
- Representante de los laboratorios acreditados
  - D. Alonso Pérez Gómez
- Representantes de los Socios Individuales de la Asociación:
  - D. Alfredo García García
  - D.ª Anna París Madrona
  - D. Rafael Ángel Pérez Arenas
  - D. Enrique Soler Salcedo
- Entre los Socios de Honor:
  - D. Pedro Gómez González
  - D. Francisco Javier Criado Ballesteros

## 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. José Manuel Vasallo Magro
--------------	------------------------------

### PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y TRÁFICO

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

### TÚNELES DE CARRETERAS

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

### CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

- Presidente	D. Jaime López Cuervo Abad
- Presidente Adjunto	D. Vicente Vilanova Martínez-Falero
- Secretario	D. Pablo Sáez Villar

### FIRMES DE CARRETERAS

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

### DOTACIONES VIALES

- Presidente	D. Carlos Azparren Calvo
- Secretario	D. Emiliano Moreno López

### 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
- Secretaria	D.ª Laura Crespo García

### CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

- Presidente	D. Andrés Costa Hernández
- Secretaria	D.ª María del Mar Colas Victoria

## Socios de la ATC

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

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

### Socios de Honor

2005 - D. ENRIQUE BALAGUER CAMPHUIS  
 2005 - D. ÁNGEL LACLETA MUÑOZ (†)  
 2008 - D. JOSÉ LUIS ELVIRA MUÑOZ  
 2008 - D. FRANCISCO CRIADO BALLESTEROS  
 2011 - D. SANDRO ROCCI BOCCALERI (†)  
 2011 - D. JOSÉ MARÍA MORERA BOSCH  
 2012 - D. LUIS ALBERTO SOLÍS VILLA  
 2012 - D. JORDI FOLLIA I ALSINA (†)  
 2012 - D. PEDRO D. GÓMEZ GONZÁLEZ  
 2015 - D. ROBERTO ALBEROLA GARCÍA

### Socios de Mérito

2010 - D. FRANCISCO ACHUTEGUI VIADA  
 2010 - D. RAMÓN DEL CUBILLO JIMÉNEZ (†)  
 2011 - D. CARLOS OTEO MAZO (†)  
 2011 - D. ADOLFO GÜELL CANCELA  
 2011 - D. ANTONIO MEDINA GIL  
 2012 - D. CARLOS DELGADO ALONSO-MARTIRENA  
 2012 - D. ALBERTO BARDESI ORUE-ECHEVARRIA  
 2013 - D. RAFAEL LÓPEZ GUARGA  
 2013 - D. ÁLVARO NAVAREÑO ROJO  
 2013 - D.ª MERCEDES AVIÑÓ BOLINCHES  
 2014 - D. FEDERICO FERNANDEZ ALONSO  
 2014 - D. JUSTO BORRAJO SEBASTIÁN  
 2014 - D. JESÚS RUBIO ALFÉREZ  
 2014 - D. JESÚS SANTAMARÍA ARIAS  
 2015 - D. ENRIQUE DAPENA GARCÍA  
 2015 - D. ROBERTO LLAMAS RUBIO  
 2015 - D. FÉLIX EDMUNDO PÉREZ JIMÉNEZ  
 2016 - D. PABLO SÁEZ VILLAR  
 2017 - D. VICENTE VILANOVA MARTÍNEZ-FALERO  
 2017 - D. ÁNGEL GARCÍA GARAY  
 2018 - D. LUIS AZCUE RODRÍGUEZ  
 2018 - D. FERNANDO PEDRAZO MAJÁRREZ

### Socios Protectores y Socios Colectivos

#### Administración General del Estado

- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. MINISTERIO DE FOMENTO
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. MINISTERIO DEL INTERIOR
- SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MINISTERIO DE FOMENTO

#### Comunidades Autónomas

- COMUNIDAD DE MADRID
- GENERALITAT DE CATALUNYA
- GENERALITAT VALENCIANA, CONSELLERIA DE VIVIENDA, OBRAS PÚBLICAS Y VERTEBRACIÓN DEL TERRITORIO.
- GOBIERNO DE ARAGÓN, DEPARTAMENTO DE VERTEBRACIÓN DEL TERRITORIO, MOVILIDAD Y VIVIENDA
- GOBIERNO DE CANARIAS
- GOBIERNO DE CANTABRIA
- 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
- JUNTA DE EXTREMADURA, CONSEJERÍA DE ECONOMÍA E INFRAESTRUCTURAS
- PRINCIPADO DE ASTURIAS
- XUNTA DE GALICIA, CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE

#### Ayuntamientos

- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA
- MADRID CALLE 30
- AREA METROPOLITANA DE BARCELONA

#### 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
- 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 DE FABRICANTES DE SEÑALES METÁLICAS DE TRÁFICO, AFASEMETRA
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, ASEFMA
- 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.
- AUCALSA, AUTOPISTA CONCESIONARIA ASTUR - LEONESA, S.A.
- AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.
- AUTOPISTAS DEL ATLANTICO, CONCESIONARIA ESPAÑOLA, S.A.
- CEDINSA CONCESSIONARIA, S.A.
- CONCESIONARIA VIAL ANDINA, S.A.S. (COVIANDINA)
- SACYR CONCESIONES, S.L.
- TÚNEL D'ENVALIRA, S.A.

## Empresas

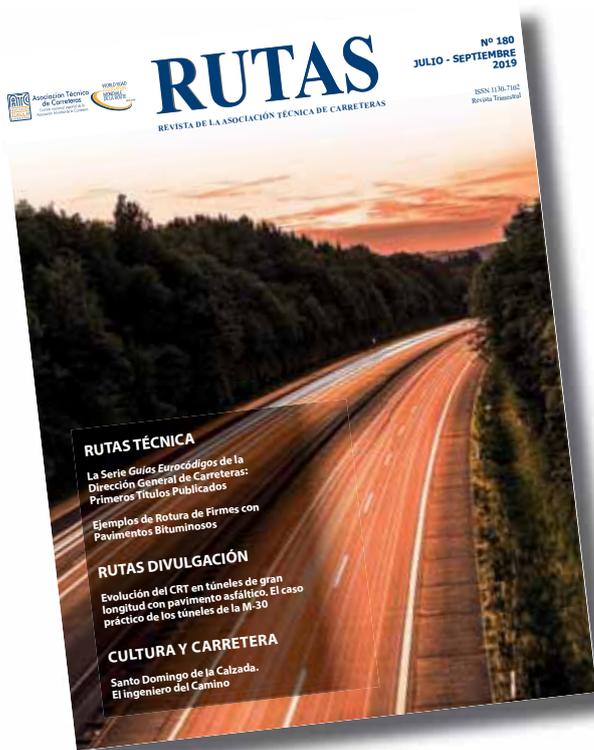
- 3M ESPAÑA, S.L.
- A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- ACEINSA MOVILIDAD, S.A.
- AECOM INOCSA, S.L.U.
- A.E.R.C.O., S. A. SUCURSAL EN ESPAÑA
- AERONAVAL DE CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES, S.A. (ACISA)
- AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)
- ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.
- ALAUDA INGENIERÍA, S.A.
- ALVAC, S.A.
- AMIANTIT ESPAÑA S.A.U.
- API MOVILIDAD, S.A.
- APPLUS NORCONTROL S.L.
- ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L.
- ASFALTOS Y PAVIMENTOS, S.A.
- AUDECA, S.L.U.
- BARNICES VALENTINE, S.A.U.
- BASF CONSTRUCTION CHEMICALS, S.L.
- BECSA, S.A.U.
- BETAZUL, S.A.
- CAMPEZO OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.
- CEPESA COMERCIAL PETROLEO, S.A.
- CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- CINTRA SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- COMPOSAN OBRAS Y SERVICIOS, S.L.
- COMSA INSTALACIONES Y SISTEMAS INDUSTRIALES, S.L.U.
- CONSERVACIÓN INTEGRAL VIARIA, S.L. (CONSVIA)
- CONSTRUCCIONES MAYGAR, S.L.
- CORSAN - CORVIAM, CONSTRUCCIÓN, S.A.
- CYOPSA - SISOCIA, S.A.
- DILUS, INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS, S.A.
- DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.
- DRAGADOS, S.A.
- DRIZORO, S.A.U.
- 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.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- EUROCONSULT, S.A.
- 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)
- GINPROSA INGENIERÍA, S.L.
- GIRDER INGENIEROS, S.L.P.
- GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- HIDRODEMOLICIÓN, S.A.
- HUESKER GEOSINTÉTICOS, S.A.
- IDEAM, 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)
- INGENIERÍA ESPECIALIZADA OBRA CIVIL E INDUSTRIA S.A.
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- KAO CORPORATION, S.A.
- KAPSCH TRAFFICOM TRANSPORTATION S.A.U.
- KELLER CIMENTACIONES S.L.U.
- LANTANIA, S.L.
- LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, S.A.
- LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- ORION REPARACION ESTRUCTURAL, S.L.
- ORYX OBRAS Y SERVICIOS, S.L.
- PADECASA OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
- PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)
- PINTURAS HEMPEL, S.A.U.
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PROINTEC, S.A.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- RAUROSZM.COM, S.L.
- REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.
- RETINEO, S.L.
- SACYR CONSERVACIÓN, S.A.
- 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.
- SISTEMAS Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SGS TECNOS, S.A.
- TALHER, S.A.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPISA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TECYR CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES, S.A. (TECYRSA)
- TEKIA INGENIEROS, S.A.
- TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.
- TPF GETINSA EUROESTUDIOS, S.L.
- TRABAJOS BITUMINOSOS, S. L.
- ULMA C Y E, SOCIEDAD COOPERATIVA
- VSING INNOVA 2016, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

## Socios Individuales, Senior y Junior

Personas físicas (61) 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 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.: 91 308 23 18    info@atc-piarc.com    www.atc-piarc.com**

La revista **RUTAS** ofrece la posibilidad de publicar aquellos trabajos o artículos del sector de las carreteras que resulten de interés.

Los artículos deberán enviarse por correo electrónico a la dirección **info@atc-piarc.org**

El Comité Editorial de la revista **RUTAS** se reserva el derecho de seleccionar dichos artículos y de decidir cuáles se publican en cada número.

## PORTADA RUTAS:

Si quiere que una imagen o fotografía aparezca como portada de la revista **RUTAS**, consultar en **info@atc-piarc.com**



[www.atc-piarc.com/rutas](http://www.atc-piarc.com/rutas)

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

# trafic

SALÓN INTERNACIONAL DE LA MOVILIDAD SEGURA Y SOSTENIBLE  
INTERNATIONAL SAFE AND SUSTAINABLE MOBILITY EXHIBITION

8 - 11  
OCTUBRE  
OCTOBER  
2019

ORGANIZA  
ORGANISED BY



**IFEMA**  
Feria de  
Madrid



*Conéctate a  
la movilidad  
del futuro  
Connect to  
the future  
mobility*

[trafic.ifema.es](http://trafic.ifema.es)



# NUEVA GAMA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

Gracias a la **nueva y mejorada Gama de Emulsiones de Cepsa**, disfruta de soluciones específicas para cada aplicación y optimiza las prestaciones de cada tratamiento.

INFÓRMATE EN [cepsa.es/asfaltos](https://cepsa.es/asfaltos)



Riegos de adherencia  
Otros riegos auxiliares  
Microaglomerados y Lechadas  
Mezclas templadas

Riegos de adherencia termoadherente  
Tratamientos superficiales con gravilla  
Mezclas bituminosas en frío  
Reciclados con emulsión

**CEPSA**

*Tu mundo, más eficiente.*