

# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS  
Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera

Nº 153  
NOVIEMBRE  
DICIEMBRE  
2012

ISSN 1130-7102  
Revista Bimestral



## EN PORTADA

Entrevista a

**D<sup>a</sup>. María Seguí Gómez**

Directora General de Tráfico  
Ministerio del Interior

## RUTAS TÉCNICA

- Técnicas de trazado de circuitos para carreras
- Nueva metodología para la obtención de visibilidades disponibles en carreteras a partir de datos LiDAR Mobile
- Encuesta a Diputaciones Provinciales

## NOTICIAS ATC

Premios ATC

Reuniones de los Comités Técnicos Internacionales:

- Puentes de Carreteras
- Gestión de Riesgos



## Tribuna Abierta

- 03 Seguridad Vial: Análisis de resultados actuales**  
Sandro Rocci

## En Portada

- 04 Entrevista a D. María Seguí Gómez**  
Directora General de Tráfico. Ministerio del Interior

## Rutas Técnica

- 10 Técnicas de trazado de circuitos para carreras**  
*Layout design of racing circuits*  
Sandro Rocci

- 16 Nueva metodología para la obtención de visibilidades disponibles en carreteras a partir de Datos LiDAR Mobile**  
*New methodology for determining available sight distances on highways by using Mobile LiDAR Data*  
José M. Campoy-Ungría, Alfredo García, Ana María Perez-Zuriaga, y Francisco Javier Camacho-Torregrosa

- 24 Encuesta a Diputaciones Provinciales**  
*Survey questionnaire for the Provincial Councils*  
Comite de Carreteras de Baja Intensidad

## Comités Internacionales PIARC

- 34 Comité Técnico Internacional de Puentes de Carreteras de la Asociación Mundial de la Carretera**
- 38 Comité Técnico Internacional de Gestión de Riesgos de la Asociación Mundial de la Carretera**

## Noticias ATC

- 42 Nota Junta Directiva**
- 44 Premios ATC**

## Socios ATC

- 51 Betunes de baja temperatura. PROAS**

## Andorra 2014

- 54 Reunión del Comité Técnico de Vialidad Invernal 2.4 en Andorra**  
Acuerdo entre Andorra y la Asociación Mundial de la Carretera

## Reunión Anual del Consejo de PIARC 2012

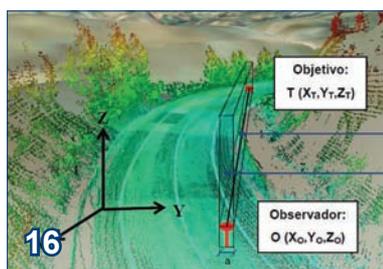
- 55 Reunión del Consejo en Lucerna**

## Actividades del sector

- 57 Renovación en el cargo de D. Carlos Delgado como Director de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Obras Públicas**

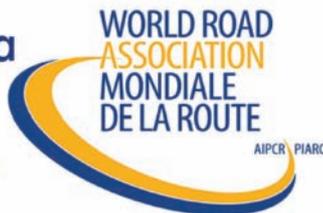
## Notas de Prensa

- 58 Vialidad Invernal**





asociación técnica  
de carreteras  
comité español de la  
asociación mundial de carreteras



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

UNIVERSIDAD DE GRANADA  
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  
Presidente:  
Roberto Alberola

**Comité de Redacción:**

**Presidente:**  
Roberto Alberola García

**Directora Técnica:**  
Belén Monercillo Delgado

<b>Vocales:</b>	
José Alba	Tecniberia
Alfredo García	Universitat Politècnica de València
Federico Fernández	Dirección General de Tráfico
José María Izard	AERCO
Carlos Jofré	
Carlos Oteo Mazo	Catedrático de Ingeniería del Terreno
Sandro Rocci	Universidad Politécnica de Madrid
Manuel Romana	Universidad Politécnica de Madrid

Redacción, Diseño, Producción,  
Gestión Publicitaria y Distribución:  
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS  
comites@atc-piarc.com

Edición:  
Directora de Edición:  
Belen Monercillo Delgado  
Redacción y Maquetación:  
Mª José Sánchez Gómez de Orgaz  
Victor Domingo Encinas

Publicidad:  
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS  
Tel.: 913 082 318 ♦ comites@atc-piarc.com

Arte Final e Impresión:  
Diseño Grafico A2colores  
Tel.: 914 308 228 ♦ info@a2colores.es  
c/Lopez Grass, 2 · 28038 Madrid

Foto Portada:  
Material proporcionado por el Ministerio del Interior

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 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 153 NOVIEMBRE- DICIEMBRE 2012

**RUTAS**

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



# Seguridad Vial: Análisis de resultados actuales

Las muertes por accidente de circulación han caído a su nivel más bajo desde que se registran. En 2010 hubo 2478 fallecidos, un 8,7 % menos que en 2009; y se ha cumplido el objetivo de reducirlos a la mitad respecto de 2001 que proponía el Libro Blanco sobre el transporte (La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad).

Eso demuestra que los esfuerzos de nuestra Administración y de cuantos cooperan con ella, unidos a los avances significativos en la tecnología y a una educación vial continua, están dando sus frutos. De cara al futuro, es más importante que nunca prolongar este progreso afrontando temas como el empleo de sistemas de retención, la conducción bajo el efecto de agentes psicotrópicos, y las distracciones al volante.

El avance actual parece mostrar los beneficios de las últimas y avanzadas tecnologías de seguridad, como los air-bags y el control electrónico de la estabilidad (ESP), alguna de las cuales puede compensar errores del conductor, así como un empleo creciente de dispositivos más sencillos y probados como el cinturón de seguridad. Los expertos también valoran el efecto de un aumento de las sanciones, especialmente las relacionadas con la conducción bajo el efecto de alcohol, drogas o medicamentos. Sin embargo, puede que haya otro factor: los tratamientos de heridas y traumatismos puestos a punto en los últimos conflictos bélicos han permitido una sustancial mejora de la atención a los heridos, incluso en el lugar del accidente.

Esas tecnologías, junto a unos vehículos

mejor diseñados que empleen aceros de alta resistencia y otros materiales, también pueden mejorar las probabilidades de supervivencia en siniestros que hace unos lustros habrían resultado mortales.

Hay otros factores que salvan la vida de los heridos graves: por ejemplo, que hoy la mayoría de los usuarios lleven un teléfono móvil, y puedan avisar de un siniestro casi instantáneamente. Y los servicios de emergencia también han mejorado mucho.

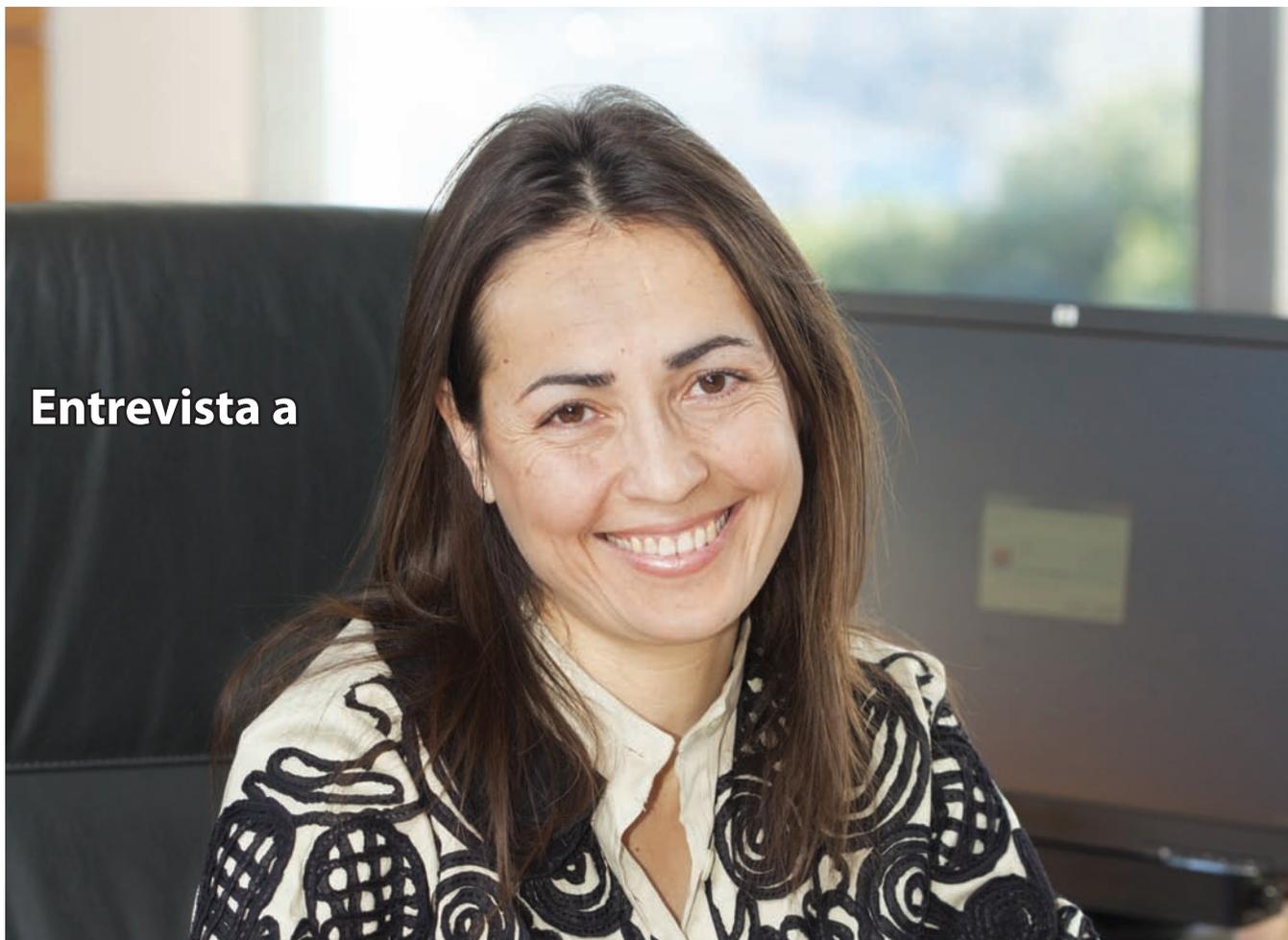
El aumento de la vigilancia también ha desempeñado un papel significativo en la paulatina disminución de las víctimas mortales.

Un tema que es fuente de preocupación es el empleo del teléfono móvil mientras se conduce, así como otras fuentes de distracción. Aunque esté prohibido, el control resulta trabajoso.

Lo que sí ha aumentado es la proporción de las muertes por atropello; aunque en ello influye también la disminución de las muertes por otras causas (más propias de carreteras interurbanas). La distracción al volante puede ser uno de los factores involucrados.

Cuando se salga de la crisis y la movilidad vuelva a crecer, habrá una tendencia al crecimiento de los siniestros. Entonces muchos experimentarán sorpresa y desconcierto, reclamando medidas extraordinarias ante lo que no representaría un empeoramiento de los índices, sino un aumento de las cifras absolutas. Es importante, pues, que esas previsibles circunstancias nos cojan preparados y se eviten los apresuramientos.

Entrevista a



## María Seguí Gómez

### Directora General de Tráfico

### Ministerio del Interior

La Redacción

**D**octora en Medicina por la Universidad de Barcelona y Doctora en Ciencias en Política Sanitaria por la Universidad de Harvard (Boston - EE.UU), donde también hizo un Máster en esta disciplina, la Directora General de Tráfico, Dña. María Seguí Gómez, presenta un extenso currículum, que se completa con un Máster en Salud Pública por la Universidad de Barcelona y Johns Hopkins University School of Public Health. Dña. María Seguí fue nombrada Directora General de Tráfico a principios del

2012, sustituyendo a D. Pere Navarro, quien dejaba el cargo con una reducción considerable en el número de accidentes de tráfico. Objetivo al que también Dña. María Seguí ha dedicado gran parte de su vida: su tesis doctoral sin ir más lejos, presentada en la Universidad de Harvard (Boston -EE. UU), trató sobre la efectividad de los *airbags* para prevenir lesiones.

La actividad profesional de Doña María Seguí también ha estado mucho tiempo ligada a la Universidad de Navarra, en primer lugar, y a la Universidad

de Johns Hopkins, en Baltimore (EE. UU), tanto desde la investigación como desde la docencia.

En el mundo editorial también ha destacado como autora de diferentes publicaciones, entre las que se pueden citar la obra *Fundamentos de Biomecánica en las Lesiones por Accidente de Tráfico*, y como coautora, se encuentran varios títulos también como *La problemática del accidente de tráfico* o *Epidemiología y Prevención de Accidentes*. Actualmente, Doña María Seguí está volcada en este nuevo reto de

dirigir la Dirección General de Tráfico (DGT).

**¿Qué supuso para usted este nombramiento? ¿Se imaginó en algún momento como Directora de la Dirección General de Tráfico (DGT)? ¿Se lo esperaba?**

Nunca me imaginé en esta posición y afortunadamente ésta es una filosofía mía de vida, como nunca proyecto hacia dónde voy sino que intento disfrutar de lo que estoy haciendo, así nunca contemplé esta posibilidad. En todo caso, el nombramiento supuso dos cosas: por una parte, una oportunidad magnífica de implementar cuestiones y aspectos en los que llevaba trabajando cerca de 20 años, pero por otro lado, una oportunidad si cabe aún más magnífica de seguir aprendiendo y como profesora universitaria vocacional, ésta es en el fondo mi máxima aspiración, estar continuamente expuesta a una situación en donde tienes que retarte y aprender más y más. En todo caso, ha supuesto un reto y una satisfacción, por supuesto.

**Viene del campo de la Medicina pero asimismo destaca su experiencia en Seguridad Vial, desde la investigación. (De hecho, su tesis doctoral trató sobre el debate que causó la implantación del *airbag*, en el Congreso de EE.UU). ¿Cómo inició su andadura en este terreno?**

Quizás porque hay una preconcepción que asume que todo el que viene de la Medicina viene del mundo asistencial y hablar de accidentes de tráfico y asistencia es hablar inmediatamente de emergencias, trauma, cirugía y cuidados subsiguientes. Sin embargo, hay un magnífico mundo en la Medicina que es el de la Medicina Preventiva, de la Salud Pública, que decide no centrarse tanto en un paciente concreto si no en la salud de

la población y ésta es mi área de especialidad.

Acabé mi carrera de Medicina, durante un tiempo ejercí de médico y a continuación inicié mi especialización en esa área de Medicina Preventiva y fue durante ese proceso cuando me centré en un problema de salud concreto: los accidentes de tráfico que a principios de los 90 mataban del orden de 7.000 personas al año. Eso justificó el que yo quisiera hacer un doctorado sobre este tema.

**“Quedan todavía mejoras sustanciales por hacer. Entre el 20% y el 40% de los ocupantes de vehículos, ya víctimas de accidentes, siguen sin utilizar el cinturón de seguridad”**

**Llega al cargo heredando una reducción considerable en las cifras de siniestralidad vial, ¿qué supone esto para usted?**

Supone satisfacción porque a todos nos gustaría creer que lo que se ha hecho en años previos ha tenido una contribución. Esta reducción que se ha vivido en España va pareja a una reducción internacional y en ese ámbito llevaba muchos años trabajando.

Por otra parte, representa el incentivo de mantener esta tendencia y aumentarla. Que la tendencia fuera descendente no es ajena a mi pasado profesional, pero en todo caso es energía para seguir trabajando y ratificar que aquello que se había postulado años antes como visión cero no era tal quimera, sino un objetivo real que hay que pelear con ganas y con ahínco.

De todas formas, no podemos olvidar que es la tarea de todos y cada uno de nosotros la que hace que las cifras disminuyan. No es sólo *A tu lado*

*vamos todos* (última campaña de Tráfico) como usuarios sino también como profesionales. Todos tenemos una faceta profesional que frontal o tangencialmente tiene un impacto en esta reducción.

**¿Qué medidas llevará a cabo para continuar en esta línea e incluso reducir aún más los accidentes de tráfico? (Por ejemplo, se ha publicado recientemente que la DGT mantendrá las tasas de alcohol pero potenciará el control de drogas, mediante los controles preventivos a los conductores).**

A corto plazo, creo que queda patente nuestra preocupación por la conducción bajo los efectos de las drogas porque ya es un problema, tenemos magnitudes tanto de la frecuencia del consumo y la conducción como del daño que producen.

Tenemos herramientas para poder diagnosticarlo y una de ellas inmediata, que consiste en parar la conducción de esa persona. Ésa es una intervención que ya hemos implementado en este año y que continuaremos potenciando durante 2013, en tanto en cuanto estimamos que inmediatamente si lográramos erradicar la conducción bajo estas sustancias estaríamos ahorrando unas 500 vidas.

A la par de esta campaña, es necesario poner el énfasis en la vigilancia en carreteras secundarias, que en estos momentos es donde se concentra el 76% de las víctimas mortales. Estamos hablando de situaciones en donde hay que tener en cuenta el parámetro del diseño de la vía, el estado de los vehículos que circulan y la poca vigilancia.

Ahora hay que intensificar lo que ya tenemos legislado, ampliando la vigilancia a esas otras carreteras que hasta ahora han sido más abandonadas de ese seguimiento. Por mencionar alguna medida más, quedan todavía pendientes mejoras sustanciales en cuanto a la protección de los ocupantes de los vehículos. Entre el 20% y el 40% de

estos, ya víctimas de accidentes, siguen sin utilizar el cinturón de seguridad.

En este caso, habrá que conseguir que esa intervención que ya está incluso legislada acabe de agotar su recorrido de actuación. De la misma forma, podría hablar de las sillitas infantiles y de cambios que nos gustaría hacer en el Código de Circulación acerca de los modos y maneras en que transportamos a nuestros niños. Pero hay un mensaje más importante que transmitir: No hay una varita mágica que ningún director pueda sacar para resolver todos los problemas. Estos se resuelven cuando todas las herramientas se implementan a nivel legislativo, normativo, de formación, de educación y luego se hacen cumplir las sanciones asociadas con ese incumplimiento. Por ello, vamos a intentar apurar al máximo lo que ya tenemos, entre otras cosas, porque cualquier esfuerzo adicional requiere de un tiempo, de un ejercicio de una concienciación incluso del propio sistema político que tiene que permitir que esas reformas se implementen. Mientras tanto, vamos a agotar lo que tenemos encima de la mesa que está lejos de estar agotado.

**Hablando de medidas, el pasado mes de octubre se puso en marcha la Unidad de Coordinación en materia de Víctimas de Accidentes de Tráfico (UVAT), cuyo objetivo es configurar y coordinar una red integral de información y asesoramiento a las víctimas de accidentes de tráfico en los ámbitos en los que la vida de la víctima se ve gravemente afectada: familiar, social, laboral, económico y sobre todo personal. Aunque sea pronto para hacer balance, ¿cuáles han sido las primeras impresiones tras su puesta en marcha?**

Será a partir de enero del 2013 cuando las Unidades se hagan activas de cara al público. Lo que hemos hecho en estos meses de trabajo ha sido estructurar la red de modo que por una

parte, se ha producido una tarea de selección y formación de las personas que van a llevar estas Unidades y por otra, una labor de información y educación de los propios jefes provinciales, bajo cuyo paraguas estas Unidades desarrollarán su actividad.

También ha tenido lugar una tarea de búsqueda en cada una de las provincias acerca de qué recursos gubernamentales y no gubernamentales existían, con el fin de crear catálogos

## “A partir de 2013 se harán activas las Unidades de Coordinación en materia de Víctimas de Accidentes de Tráfico”

de servicios y ayudar a identificar redundancias y deficiencias a nivel local. Asimismo, nos hemos acercado a las asociaciones de víctimas; de tal forma que podamos integrar, coordinar, identificar vacíos y lagunas y ofrecer así un punto único de asistencia a la víctima y sus familiares, porque es justo reconocer que estaba un poco abandonada, en el sentido de que no se sabía a quién acudir.

La valoración es muy positiva en primer lugar porque tiene coste cero para el ciudadano y en segundo lugar, porque reenergiza a los empleados públicos de la DGT, ya que pasan a ocuparse de otras tareas. Por otro lado, ha supuesto una oportunidad para que diferentes instituciones se vieran forzadas a sentarse en una mesa, un ejercicio en el que ha habido sinergias muy positivas. Supone para la DGT una oportunidad extraordinaria de ampliar sus redes de acción, identificando el colectivo de las víctimas cuyo seguimiento a largo plazo no estaba estructurado. Por otro lado, estas personas y asociaciones que colaboran se convierten en plataformas a través de las cuales

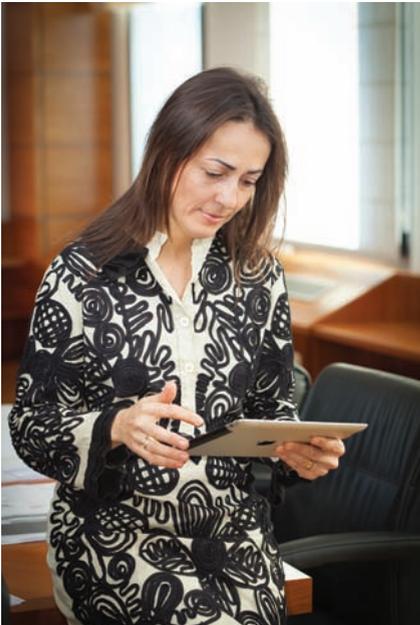
la DGT puede transponer los mensajes, las campañas, de tal forma que podemos tener una amplia colaboración de agentes para llegar a rincones donde antes no habíamos estado.

**Próximamente tendrá lugar la renovación del examen teórico para obtener el carné de conducir ¿Qué efecto inmediato cree que tendrá el cambio en el examen de conducir, estarán los futuros conductores más preparados que los actuales?**

La hipótesis es que tenga un efecto de mejora. La única herramienta que la DGT tiene para garantizar una formación mínimamente razonable es ese examen, que es una prerrogativa legal. Cuando ese examen queda obsoleto hay que renovarlo para que no sea una excusa sino un trámite para formarnos. Cada persona siempre va a tener un examen diferente de el de sus compañeros, generado en el momento, lo que no da lugar a la pillería de intentar conseguir copias del mismo.

Se modifica para poder integrar un mecanismo de examen que permita tener un conjunto de preguntas amplio en constante mejora porque también hacemos un trabajo de calidad: hay preguntas que todo el mundo acierta y otras, en las que todos responden mal. Por tanto, hay preguntas que pueden ser demasiado simples o demasiado difíciles o bien están mal formuladas. Es un conjunto de preguntas vivo que estamos constantemente mejorando y eso hace imposible memorizarlas.

Por tanto, en el momento en que uno no puede memorizar tiene que estudiar para entender. Quizá ésta es la mejor herramienta de que disponemos para cambiar esa actitud mental de que no es un mero trámite sino una validación de un conocimiento, lo que nos preocupa es que el conductor tenga ese conocimiento porque no sólo tiene su vida en sus manos sino la de muchas personas,



Dña. María Seguí Gómez. FOTOGRAFÍA: DGT.

tanto en España como en el resto de países donde tiene validez.

Respecto al examen práctico, queremos que éste se convierta en una clase, puesto que ahora el examinador tiene que tratar con el alumno, interactuar con él, para ver si conoce el vehículo que está a punto de conducir y le puede hacer una serie de preguntas. Hasta ahora, estábamos evaluando un conocimiento teórico determinado y un conocimiento práctico acerca de la operabilidad de una máquina, pero tendrá que conocer la máquina también. Después, hay un diálogo, una situación más flexible: el examinador deja conducir libremente al alumno durante 10 minutos y le puede pedir incluso que le lleve a algún sitio. Al final, habrá un informe en el que en caso de que se hubieran producido problemas tiene que haber también una explicación, porque es nuestra obligación informar a la persona de qué es lo que ha hecho mal y cómo puede mejorar. Se trata de hacer un mejor conductor y más consciente de que no es un mero trámite administrativo sino el otorgamiento de una licencia con un potencial precioso pero también nocivo y que hay que ser muy cauto.

Con respeto a la renovación del permiso de conducir estamos explorando posibilidades pero en cuanto

a la renovación del examen teórico creo que es como mínimo cuestionable poner en duda su validez. No obstante, si tomamos alguna decisión al respecto, la comentaremos y debatiremos abiertamente.

**Y en cuanto al cambio en el límite de velocidad de las carreteras secundarias, que pasa de 90km/h a 100 km/h, ¿cuándo se pondrá en marcha y con qué intención ha surgido?**

Estamos ya cerrando nuestra propuesta de reglamento de circulación y lo que dice éste con respecto a la velocidad va en la dirección de lo que esta Proposición No de Ley decía: estudiéndonos y adecuándose los límites de velocidad a la realidad del 2012 en nuestro país. Por citar un dato, el 76% de los fallecidos se encuentra en carreteras secundarias, así que habrá que garantizar que la circulación en esas vías sea más segura.

**A propósito de la velocidad, ¿cree que sería buena idea cambiar otros límites de velocidad en autopistas y autovías, por ejemplo, cuyo límite está actualmente en 120km/h? ¿O en cambio, para reducir los accidentes no es tanto alterar los límites de velocidad como seguir trabajando en campañas de concienciación y de prevención?**

Cada vía es susceptible de ser evaluada. Planteé delante de la Comisión de Seguridad Vial las dimensiones específicas que se tenían que tener en cuenta. Éstas incluían: el récord histórico de siniestralidad en un determinado tramo, el diseño de esa vía, es decir, no toda vía ha sido diseñada para soportar todas las velocidades, la factibilidad técnica de que cualquier cambio de velocidad fuera asociado a una velocidad variable (hay un máximo en unas determinadas

condiciones pero como hay condiciones peores hay que reducirlo).

Por último, los cálculos de contaminación mediambiental internacional tiene un indicador de los vehículos que circulan por encima de una determinada velocidad, lo que le ha costado a España, en el último pago en créditos de Kyoto 800 millones de euros. Entonces no podemos obviar el hecho de que cualquier aumento de velocidad tendrá que contemplar que haya habido el suficiente avance en otros aspectos como para que ese aumento no acabe gravándonos más como país. Habiendo definido las dimensiones que estamos ponderando, dejo abierto en el futuro el poder llegar a otra modificación, siempre hacia arriba.

**Bajo el lema *A tu lado vamos todos*, la DGT ha concienciado al conductor de la responsabilidad que tiene al volante y en concreto los últimos anuncios emitidos alertaban de los peligros de conducir bajo los efectos de las drogas y el alcohol y a últimos de diciembre, se lanzó la campaña de Navidad. ¿Cuál será la próxima, en qué aspecto se intentará llamar la atención de los conductores?**

La DGT siempre ha sido muy activa pero el 2013 va a ser especialmente activo. Sólo programadas estamos hablando de casi 50 acciones, bien con carácter estatal o local, a las que se suman operaciones de movilidad especial (por fiestas, puentes o vacaciones) y campañas de control de autobuses escolares, uso del cinturón, alcohol, velocidad, y otras intervenciones que también nos ocupan tiempo y espacio pero que son relevantes, como la publicación del reglamento y tarea educativa, pareja a la implementación del mismo. Esperamos tener el informe anual de 2012 antes de lo que ha sido tradicionalmente. Sin descartar que haya

un nivel de actividad basal: si cometes una infracción te van a a detener sea el día que sea.

## Con respecto al ejercicio anterior de Pere Navarro, ¿ha hecho algún cambio con respecto a la organización de la Dirección General de Tráfico?

Quizás sea importante señalar dos aspectos: la reordenación de tareas de tal forma que la DGT se resume en 4 Subdirecciones: Una, donde se recogen los sistemas de información de toda la dirección, se analizan, se explotan se integran y se realiza cierta actividad de investigación, en la propia casa o fuera.

Otra Subdirección donde se deciden las estrategias y políticas a implementar en todos los niveles. Creo que es importante destacar que nos hemos abierto mucho a introducir comentarios respecto al vehículo, mejoras en las carreteras y desde esa Subdirección se pueden iniciar recomendaciones y acciones, puesto que se trata de un problema integral.

Tenemos una tercera Subdirección de operaciones y por último, hay otra que intercede entre las demás. Tal vez, el cambio estructural más notorio sea la integración de esas oficinas locales y provinciales que no son sino nuestras cápsulas en el terreno y la aproximación más directa al ciudadano e instituciones locales que se alinean con esos intereses de la Dirección General de Tráfico y que tienen que hacer que sus empleados se reciclen en una actividad mucho más orientada a la Seguridad Vial. Es esa transformación la que al final sea quizás la más visible para el ciudadano: cuando se den cuenta que desde su Jefatura habrá una Unidad de Víctimas, de Educación y otra de Investigación que tiene que estar presente en la calle.

## Se acerca el invierno y las actuaciones de vialidad

## invernal, ¿qué se debe tener en cuenta a la hora de diseñarlas?

Hemos de ganarnos una credibilidad institucional suficiente para que si en algún momento hay que salir a los medios a decir que los ciudadanos se abstengan de no circular con motivo del estado de las carreteras, la gente respete y aprecie ese mensaje. Creo que ése es el reto institucional más importante. Esa credibilidad social me parece quizás el aspecto más importante que las campañas de vialidad invernal.

El segundo mensaje sería que hay que tener el vehículo preparado adecuadamente. Para ello, una de las medidas concretas es cambiar los neumáticos y poner los de invierno. Pero es la credibilidad lo que tenemos que recuperar de manera que si hacemos una recomendación la gente lo acate de forma voluntaria, sin recurrir a la obligatoriedad.

**“Respecto al examen práctico, queremos que éste se convierta en una clase, puesto que ahora el examinador tiene que tratar con el alumno, interactuar con él”**

## Por último, ¿qué opina de la labor que realiza la Asociación Técnica de Carreteras (Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carreteras – AIPCR-PIARC)?

No puedo ser más ferviente defensora de las modificaciones estructurales y del beneficio que éstas han tenido. Fue el Director General de Carreteras, D. Jorge Urrecho Corrales (Primer Delegado de España en la Asociación Mundial de la Carretera -AIPCR/PIARC) quien me invitó a participar en el Consejo Anual, que



María Seguí Gómez. FOTOGRAFÍA: DGT.

celebra la Asociación Mundial de la Carretera, y lo agradezco profundamente.

Dejé obvio y patente que cualquier reducción en la siniestralidad viaria lo es gracias a una conjunción de factores y el diseño de la vía es fundamental.

La Salud Pública parte del principio de que errar es humano y la mejor manera de conducir el comportamiento humano hacia el bien es modificar el entorno de manera que la buena opción sea la fácil. De tal manera que la asociación en tanto en cuanto representa la agrupación de entidades que diseñan, financian y patrocinan la creación de la vía, el mantenimiento y mejora de la misma tiene que ser legítimamente partícipe de los buenos resultados.

Tenéis todo el apoyo de la DGT para que esas reformas en las vías lo sean realmente; y en todo caso mi ruego encarecido sería que en estos momentos en que las grandes obras tardarán tiempo en volver, pongamos la creatividad al servicio del mejor de los usos: hay modificaciones de bajo coste que pueden resultar magníficas inversiones en salud. Es en esos pequeños cambios repartidos por toda la geografía española y mundial donde recabaréis el beneficio. Cada vida es sólo una y en cada curva que mejoráis, salváis una. ❖

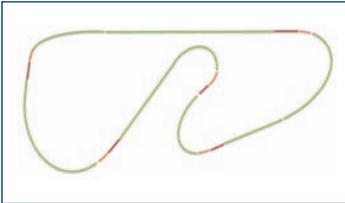


## El futuro va en una única dirección.

Nuestras carreteras están experimentando un gran cambio: la revolución LED.

Las soluciones de iluminación Cree para exteriores se han diseñado con una filosofía de flexibilidad y modularidad, capaces de una extraordinaria capacidad disipadora del calor: el avanzado sistema óptico dirige la salida de la luz y asegura una potencia lumínica equivalente a la tradicional en lámpara de descarga, con un rendimiento cromático muy superior, bajo consumo de energía y sin costes de mantenimiento. Amparamos nuestras luminarias con una garantía de 10 años. No se puede volver atrás.

# Técnicas de trazado de circuitos para carreras



## Layout design of racing circuits

**Sandro Rocci**  
Profesor Emérito  
Universidad Politécnica de Madrid

### Resumen

El autor, proyectista de los circuitos permanentes españoles de Jarama (1964) y Jerez (1983) en los que se han corrido pruebas de Fórmula-1, explica cómo se relaciona el trazado de una pista con la definición geométrica de la trayectoria más rápida inscrita en aquélla. También recuerda el modelo matemático de las prestaciones máximas de un vehículo por él desarrollado, y explica cómo se utiliza para trazar el diagrama de las máximas velocidades a lo largo de la citada trayectoria.

**PALABRAS CLAVES:** pista, circuito, aceleración, deceleración, clotoide, resistencia al deslizamiento.

### Abstract

The author has designed the F-1 Spanish circuits Jarama (1964) and Jerez (1983). He explains how to relate the alignment of a racing track to the fastest trajectory inscribed in it. A model developed by him of the maximum performance of a car is also remembered, and it is explained how to use it to determine maximum speeds along the said trajectory.

**KEY WORDS:** : track, circuit, acceleration, deceleration, spiral transition, skidding resistance.

## 1. Introducción

Cuando en 1964 se me encargó, por parte del Real Automóvil Club de España, el proyecto de construcción del primer circuito permanente automovilístico de España (el del Jarama), contaba yo 27 años. Tenía ya alguna experiencia tanto en carreteras como en carreras; pero pronto pude comprobar que de poco me servirían puesto que, sorprendentemente, ambos mundos tenían pocos puntos de contacto. Así que terminé labrando mis propias herramientas:

- Ante todo, tenía que determinar un trazado por el que las ruedas de un vehículo de competición, en un régimen de máximas prestaciones, no sufrieran deslizamientos sobre el pavimento.
- A continuación, había que relacionar la geometría de la pista con esa trayectoria.
- Por último, tuve que desarrollar un modelo de las velocidades alcanzadas por un vehículo de competición en un régimen de máximas prestaciones, ya que las medidas de seguridad de un circuito dependen de la velocidad en cada punto de la trayectoria.

Con muy pocas excepciones, el desarrollo de estas herramientas ha estado disperso entre diversos documentos, la mayoría de los cuales no ha alcanzado difusión alguna. Y ahora que mi edad alcanza su plenitud, he pensado que quizás debería plasmarlos de una manera algo sistematizada, para que otros puedan aprovechar mi experiencia y avanzar más en este nicho de la tecnología viaria que, si bien es muy especializado, me ha proporcionado comprender mejor el más frecuente funcionamiento de la circulación ordinaria.

Aprovecho, por consiguiente, el amable ofrecimiento de la Asociación Técnica de Carreteras, a la que he dedicado muchas y satisfactorias horas, de contribuir a su difusión.

## 2. La trayectoria

Cuando un vehículo de competición discurre por una trayectoria recta, sus neumáticos no tienen que movilizar rozamiento transversal alguno para inscribirle en una trayectoria curva: luego sólo actúa un rozamiento longitudinal para acelerar y frenar.

A partir de una velocidad dada, para minimizar el tiempo por vuelta lo que interesa al conductor es acelerar lo más posible, para recorrer lo que le queda de recta a la mayor velocidad posible en cada punto subsiguiente, minimizando el tiempo de recorrido de cada segmento elemental. Los límites de esta aceleración son dobles:

- Las posibilidades del vehículo para transmitir la potencia de su motor a las ruedas: lo que se llaman las prestaciones del vehículo, que son características de éste. A este tema se dedica el Capítulo 4 de este documento.
- Las posibilidades de las ruedas para transmitir el empu-

je generado por el motor al pavimento, a través de un mecanismo de rozamiento rodante. Los avances de la tecnología de los neumáticos de competición, que son determinantes para lograr este objetivo, combinados con la mayor presión sobre el pavimento que proporcionan los dispositivos aerodinámicos que se emplean, permiten movilizar en la mayoría de los casos unos coeficientes de rozamiento ampliamente suficientes<sup>1</sup> (del orden de 2,0 y aun más) para que sean las prestaciones del vehículo las que representan una limitación de la aceleración.

Cuando el vehículo se acerca a una curva que habrá de ser recorrida a una velocidad inferior a la de aproximación a ella en recta, habrá de intervenir una deceleración, por la acción de los frenos. Aunque teóricamente es posible movilizar un rozamiento límite que tenga a la vez componentes longitudinales y transversales<sup>2</sup>, y la destreza de los pilotos sea capaz de controlar esta inestable situación, suponer que esta frenada tiene lugar donde la trayectoria es todavía recta no introduce una desviación excesiva respecto de la realidad, y además permite simplificar algo los de por sí complicados cálculos que se exponen más adelante.

A partir del final de la frenada (y de la recta), el conductor gira el volante hasta alcanzar el mínimo radio de curvatura que corresponde a esa curva; si lo gira a velocidad constante<sup>3</sup>, el vehículo describirá una clotoide. Durante ese intervalo de espacio y tiempo, el vehículo sólo estará retenido por su motor, cuyo acelerador estará en principio cerrado. Para caracterizar esta fase, durante el otoño de 1963 realizamos unos ensayos en la carretera (entonces casi abandonada y muy poco frecuentada) que hoy se llama M-115, de la N-II a la Base aérea de Torrejón. Por medio de un conjunto de cronometradores de la Federación Española de Automovilismo, se registraron los tiempos de pasada de un Porsche 956 de mi amigo Isaac Espinosa, retenido sólo por el motor a partir de diversas velocidades. La conclusión que se sacó fue que la fase de retención abarca un recorrido muy corto, del orden de 10 – 15 m.

En el punto de máxima curvatura el radio será **R** (m) y, si el peralte es **p** (%), la velocidad **V** (km/h) compatible con la movilización de un rozamiento transversal **f<sub>t</sub>** está dada por la conocidísima fórmula

$$V = \sqrt{127 \cdot R \cdot \left( \frac{p}{100} + f_t \right)}$$

Sólo hay que estimar el valor de **f<sub>t</sub>**; aplicando el mismo razonamiento que para el rozamiento longitudinal, suelo utilizar el valor 2,0; pero se cambia con facilidad si la experiencia demuestra otra cosa.

<sup>1</sup> Posiblemente la única excepción sea el momento de la salida, en el que el vehículo está parado.

<sup>2</sup> Ligados por la clásica fórmula elíptica.

<sup>3</sup> Se puede admitir en primera aproximación.

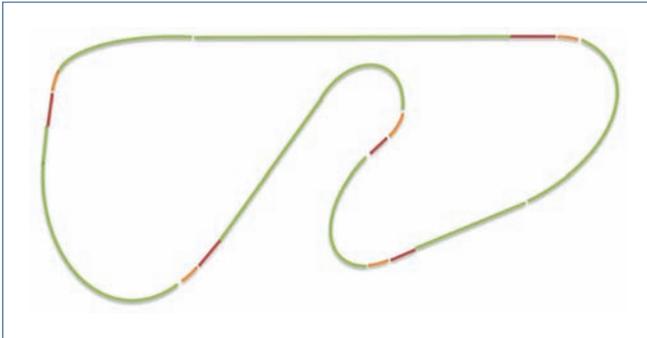


Figura 2-A.

No interesa que el radio **R** abarque una zona larga, puesto que mientras se mantenga el mismo radio no se puede acelerar. Para que la recta siguiente a esa curva sea recorrida en menos tiempo, interesa que se reduzca a un punto la circunferencia (clotoides de vértice) y que se acelere lo más posible en la muy larga clotoide de salida, de manera que se llegue a su final (tangente de salida) y se entre en la recta siguiente a la mayor velocidad posible. Una vez más, los límites de esta aceleración son dobles:

- Las posibilidades del vehículo para transmitir la potencia de su motor a las ruedas: lo que se llaman las prestaciones del vehículo, que son características de éste.
- Las posibilidades de las ruedas para transmitir el empuje generado por el motor al pavimento, a través de un mecanismo de rozamiento rodante. Al principio de la aceleración, la presencia de un importante rozamiento transversal previene la movilización de todo el rozamiento longitudinal<sup>4</sup>; pero en la mayoría de los casos la resistencia al deslizamiento es ampliamente suficiente para que sean las prestaciones del vehículo las que representen una limitación de la aceleración.

De esta manera la trayectoria se esquematiza como una reiteración cerrada de elementos sucesivos (Fig. 2-A), formados cada uno por:

- Una recta, en cuya parte final se realiza la frenada. Para ello se parte de la velocidad en la curva y se retrocede.
- Una clotoide de entrada de unos 10 – 15 m de longitud, recorrida a la velocidad correspondiente a su radio mínimo **R**. Su desarrollo angular es

$$\alpha_L \text{ (rad)} = \frac{L}{2R}$$

siendo **L** (m) la longitud de la clotoide.

- Una clotoide de salida que parta de ese radio mínimo y recoja el resto del desarrollo angular de la curva: con estas dos condiciones queda perfectamente determinada.

### 3. Cómo disponer la pista

A diferencia de lo que ocurre en una carretera, en la que la trayectoria del vehículo se ciñe a la forma del carril por el que circula, en una pista de carreras el vehículo ocupa, dentro de la anchura de ésta, la posición transversal que más le conviene a su conductor para reducir al mínimo el tiempo de recorrido, siempre que su trayectoria no se acerque a menos de 1 m del borde de la pista<sup>5</sup>. Existe así una "trayectoria más rápida" dentro de una pista dada, cuya definición<sup>6</sup> suele constar de alineaciones rectas y circulares (el mundo del automovilismo deportivo no presta atención a las clotoides): sí, pero... ¿cómo relacionar la una con la otra?

En vez de empeñarme en optimizar la trayectoria dentro de una pista dada, resolví el problema al revés: partiendo de una trayectoria, dispuse una pista de anchura **d** alrededor de ella, de manera que sus bordes quedaran a una distancia **f** de la trayectoria.

Esto da origen a tres casos básicos:

- La trayectoria tiene forma de S: una recta de longitud **T<sub>12</sub>**, a la que se llega mediante una clotoide de parámetro **A<sub>1</sub>**, y de la que se sale mediante otra clotoide de parámetro **A<sub>2</sub>** y sentido de giro inverso (Fig. 3-A). Si llamamos **α** (rad) al ángulo que forma la recta de la trayectoria con los bordes de la pista, es fácil comprobar la condición de que la trayectoria pase a una distancia **f** de los bordes:

$$(d - 2f) \cos \alpha = [T_{12} + (x_1 + x_2) + 2f \cdot \text{sen } \alpha] \text{tg } \alpha - (y_1 + y_2)$$

Según que los puntos de mínima distancia de la trayectoria a uno de los bordes de la pista estén o no dentro de la correspondiente clotoide, las definiciones de **x** e **y** varían.

En el primer caso, denominando **l** a la distancia del citado punto al de curvatura nula:

$$l = A \sqrt{2\alpha}$$

$$\frac{x}{\sqrt{2}} \approx \frac{l}{\sqrt{2}} - \frac{\left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right)^5}{10} + \dots + \frac{(-1)^i \left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right)^{4i+1}}{(4i+1)(2i)!} = \sqrt{\alpha} - \frac{(\sqrt{\alpha})^5}{10} + \dots + \frac{(-1)^i (\sqrt{\alpha})^{4i+1}}{(4i+1)(2i)!}$$

$$\frac{y}{\sqrt{2}} = \frac{\left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right)^3}{3} - \frac{\left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right)^7}{42} + \dots + \frac{(1)^j \left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right)^{4j+3}}{(4j+3)(2j+1)!} = \frac{(\sqrt{\alpha})^3}{3} - \frac{(\sqrt{\alpha})^7}{42} + \dots + \frac{(-1)^j (\sqrt{\alpha})^{4j+3}}{(4j+3)(2j+1)!}$$

<sup>4</sup> Están ligados por la clásica fórmula elíptica.

<sup>5</sup> Esto lo sugería el Anexo O al Código Deportivo Internacional... de entonces, que se ocupaba de la medición de la longitud de las pistas. La versión actual se ha replegado sobre el eje o punto medio de la pista: cosa que no es de extrañar, a la vista de las complicaciones matemáticas expuestas en este documento.

<sup>6</sup> A lo largo del eje o centro de la calzada.

Si uno de esos puntos de mínima distancia de la trayectoria a uno de los bordes de la pista está más allá de la correspondiente clotoide, dentro de una circunferencia cuyo radio es  $R^7$ :

$$L = \frac{A^2}{R}$$

$$\alpha_L = \frac{\left(\frac{A}{R}\right)^2}{2}$$

$$\frac{x}{\frac{A}{\sqrt{2}}} \approx \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^5}{10} + \dots + \frac{(-1)^i \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^{4i+1}}{(4i+1)(2i)!} = \sqrt{\alpha} - \frac{(\sqrt{\alpha})^5}{10} + \dots + \frac{(-1)^i (\sqrt{\alpha})^{4i+1}}{(4i+1)(2i)!}$$

$$\frac{y_L}{\frac{A}{\sqrt{2}}} \approx \frac{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^3}{3} - \frac{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^7}{42} + \dots + \frac{(1)^i \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^{4i+3}}{(4i+3)(2i+1)!} = \frac{(\sqrt{\alpha_L})^3}{3} - \frac{(\sqrt{\alpha_L})^7}{42} + \dots + \frac{(-1)^i (\sqrt{\alpha_L})^{4i+3}}{(4i+3)(2i+1)!}$$

$$x_0 = x_L - R \cdot \text{sen } \alpha_L$$

$$\Delta R = y_L - R(1 - \cos \alpha_L)$$

$$x = x_0 + R \cdot \text{sen } \varphi$$

$$y = (R + \Delta R) - R(1 - \cos \varphi)$$

Conviene cerciorarse de que el número de términos que se toman en los desarrollos en serie proporciona una precisión suficiente.

En la práctica, se puede dar algún caso en el que uno de los puntos de mínima distancia de la trayectoria a uno de los bordes de la pista se halla sobre otra clotoide, situada al otro lado de la circunferencia de radio  $R$ . La construcción de una figura equivalente a la Fig. 3-A, y la deducción de las correspondientes ecuaciones, no presentan dificultad; pero no se han incluido aquí.

La ecuación que expresa la condición de paso de la trayectoria a una distancia  $f$  de los bordes se resuelve rápidamente por tanteos en  $\alpha$  o en  $\varphi$  según el caso, empleando Excel u otro programa similar.

- b) La trayectoria consta de una recta de longitud  $T_{12}$ , suficientemente larga, a la que se llega mediante una clotoide de salida, de parámetro  $A_1$ , y de la que se sale mediante otra clotoide de entrada, de parámetro  $A_2$ . El giro en ambas clotoides, al recorrerlas, es del mismo sentido. En este caso los bordes de la pista son paralelos a la recta; y el borde más lejano de la trayectoria es el que corresponde al lado hacia donde se desarrollan las clotoides.
- c) Se supone que, mediante los algoritmos descritos en los casos a) o b), se han determinado dos parejas de bordes rectos de la pista. Las correspondientes partes rectas de la trayectoria definen un vértice  $V$ , en el que se forma entre ellas un ángulo de giro  $\omega$  (rad). La distancia entre el origen de coordenadas<sup>8</sup> y la intersección entre las dos partes rectas de la trayectoria la llamaremos  $T$  (Fig. 3-B).

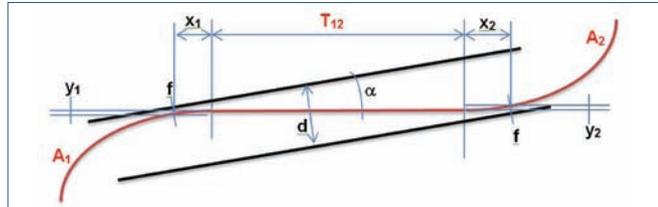


Figura 3-A.

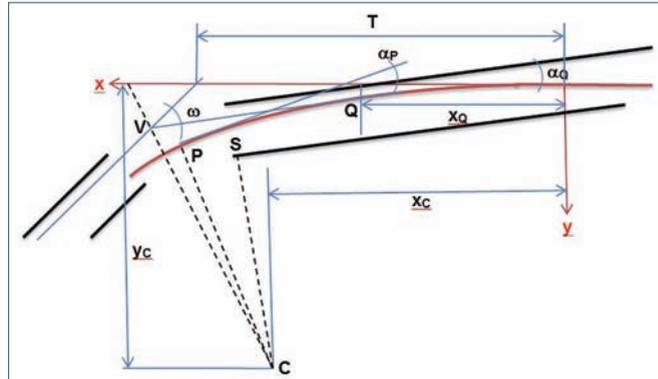


Figura 3-B.

En correspondencia con este vértice hay una pareja de clotoides de vértice: una de entrada y otra de salida, mucho más larga. Se trata de encajar unos bordes, esta vez circulares concéntricos de separación  $d$ , el interior de los cuales pasa a una distancia  $f$  de un punto  $P$  de la trayectoria.

Por el lado de la clotoide de mayor longitud<sup>9</sup>, cuyo parámetro es  $A$ , el punto  $Q$  de la clotoide determina el borde recto<sup>10</sup>. Las coordenadas del vértice están determinadas, y valen

$$x_v = \frac{T \cdot \text{tg } \omega - x_Q \cdot \text{tg } \alpha_Q + y_Q}{\text{tg } \omega - \text{tg } \alpha_Q}$$

$$y = y_v + \frac{x_v - x}{\text{tg} \left( \alpha_Q + \frac{\omega}{2} \right)}$$

y la ecuación de la bisectriz del ángulo que se forma en  $V$  será

$$y = y_v + \frac{x_v - x}{\text{tg} \left( \alpha_Q + \frac{\omega}{2} \right)}$$

<sup>7</sup> Tiene que haber en la trayectoria una circunferencia de longitud no nula. Es entonces  $\varphi > \alpha_L$ .

<sup>8</sup> El origen del sistema de coordenadas está en el punto de curvatura nula de la clotoide, y su eje de abscisas corresponde a la tangente en éste.

<sup>9</sup> Que suele ser la de salida.

<sup>10</sup> Mediante los algoritmos descritos en los casos a) o b).

En el punto **P** de la clotoide en el que la distancia entre la trayectoria y el borde interior es mínima<sup>11</sup>, la tangente a la trayectoria forma un ángulo  $\alpha_p$  con el eje de abscisas. A partir de ese ángulo se pueden calcular las coordenadas  $x_p, y_p$  como en el caso a). La ecuación de la normal a la clotoide en **P** será

$$y = y_p + \frac{x_p - x}{\operatorname{tg} \alpha_p}$$

La normal y la bisectriz se cortarán en el punto **C**:

$$x_c = \frac{(y_p - y_v) + x_p \cdot \operatorname{cotg} \alpha_p - x_v \cdot \operatorname{cotg} \left( \alpha_Q + \frac{\omega}{2} \right)}{\operatorname{cotg} \alpha_p - \operatorname{cotg} \left( \alpha_Q + \frac{\omega}{2} \right)}$$

La distancia entre **C** y **P** será

$$\overline{CP} = \frac{x_p - x_c}{\operatorname{sen} \alpha_p}$$

mientras que la distancia entre **C** y **V** será

$$\overline{CV} = \frac{x_v - x_c}{\operatorname{sen} \left( \alpha_Q + \frac{\omega}{2} \right)}$$

La distancia de **C** al borde recto interior será

$$\overline{CS} = \overline{CV} \cdot \cos \omega - (d - f)$$

y para que la circunferencia tangente a ese borde interior en el punto **S** pase a una distancia **f** del punto **P**, ha de ser Este sistema de ecuaciones se resuelve por tanteos en  $\alpha_p$ , empleando Excel u otro programa similar.

$$\overline{CS} = \overline{CP} - f$$

Puede haber otras configuraciones en las que la trayectoria "toque" a los bordes formando configuraciones algo más complicadas que las descritas; pero pueden ser resueltas en cada caso aplicando los mismos principios. Aquí no se incluyen para no complicar excesivamente el texto.

## 4. Las prestaciones

### 4.1. La ley de empujes

En una ya lejana publicación<sup>12</sup> de 1976, desarrollé un modelo del movimiento de un vehículo de competición en una rasante horizontal y en condiciones de prestaciones máximas, a partir de una ley de empujes - velocidades deducida con las siguientes hipótesis:

- Si la velocidad es nula (al arrancar),  $V_0$ , el empuje es igual al máximo:  $f_0$ .
- Al alcanzar la velocidad máxima en llano  $V_{máx}$ , ya no queda empuje para acelerar:  $f = 0$ .
- Entre los dos extremos anteriores, la ley de empujes - velocidades es hiperbólica, de la forma siguiente

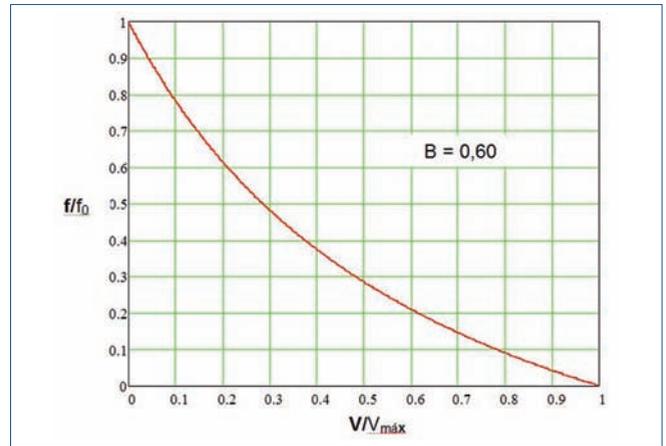


Figura 4-A.

$$\frac{f}{f_0} = \frac{(1-B)b}{1-Bb}$$

siendo

$$b = 1 - \frac{V}{V_{máx}}$$

y  $f_0$  y **B** unas constantes propias del vehículo (Fig. 4-A).

### 4.2. La ley de tiempos

Sustituyendo el empuje dado por la ley anterior en la ecuación diferencial del movimiento del vehículo en un plano con inclinación *i* (%)

siendo *M* la masa (kg) del vehículo, y *g* la aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ), se obtiene la ecuación diferencial que rela-

$$\frac{dV}{dt} = 3,6 \left( \frac{f}{M} - g \frac{i}{100} \right)$$

ciona la velocidad *V* alcanzada (a través de **b**) con el tiempo transcurrido *t*:

En el artículo de 1976 sólo traté del caso de la rasante horizontal (*i* = 0); en otro posterior<sup>13</sup> traté el caso general,

$$-\frac{V_{máx}}{3,6} \frac{db}{dt} = \frac{f_0}{M} \frac{(1-B)b}{1-Bb} - g \frac{i}{100}$$

que se resume a continuación. Definiendo un parámetro auxiliar propio del vehículo y de la rasante

$$b_0 = \frac{\frac{g \cdot i}{100}}{\frac{f_0}{M} - \frac{g \cdot i}{100}}$$

<sup>11</sup> E igual a f.

<sup>12</sup> Estudio de las prestaciones de un vehículo de competición. Revista de Obras Públicas, enero de 1976.

<sup>13</sup> Un modelo de las máximas prestaciones de un vehículo. Revista Rutas nº 66 (1998).

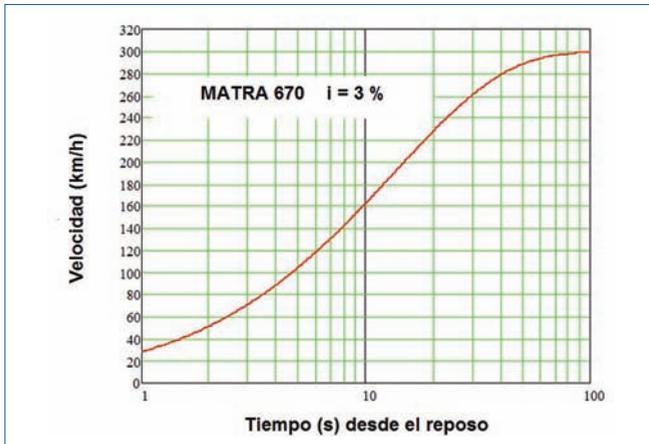


Figura 4-B.

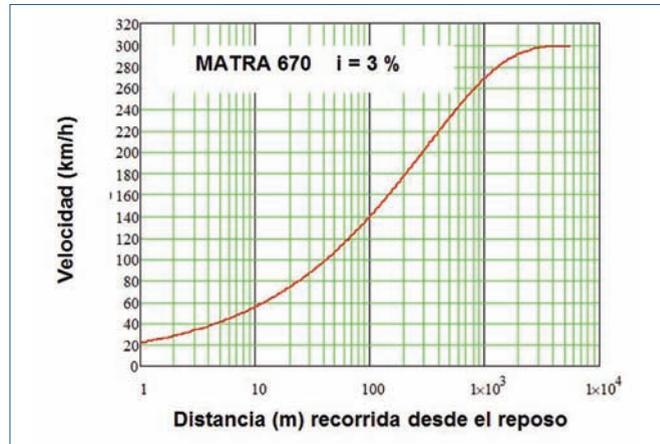


Figura 4-C.

la ecuación diferencial queda así

$$\frac{f_0}{M} \cdot dt = - \frac{1 - B \cdot b}{\frac{g \cdot 100}{f_0} \left( \frac{b}{b_0} - 1 \right)} db$$

Integrando a partir del reposo ( $t = V = 0$ ), se obtiene la ley que relaciona la velocidad alcanzada con el tiempo transcurrido:

$$- \frac{g \cdot 100}{b_0 \cdot \frac{V_{\max}}{3,6}} t = B \cdot (1 - b) + (1 - B \cdot b_0) \cdot \ln \frac{b - b_0}{1 - b_0}$$

Por ejemplo, en el artículo de 1976 se daban datos para el vehículo MATRA 670, que ganó en 1972 las 24 horas de Le Mans (Fig. 4-B):

- $V_{\max} = 310$  km/h
- $B = 0,60$
- $f_0/M = 21,38$  N/kg
- $b_0 = 0,0337$  para  $i = 3\%$

### 4.3. La ley de recorridos

Recordando que

$$\frac{dV}{dt} = \frac{V}{3,6} \cdot \frac{dV}{ds} = -3,6 \left( \frac{V_{\max}}{3,6} \right)^2 (1 - b) \cdot \frac{db}{ds}$$

siendo  $s$  (m) el camino recorrido, la ecuación diferencial desarrollada en el apartado anterior se convierte en

$$(1 - b) \frac{db}{ds} + \frac{f_0 \cdot (1 - B) \cdot b}{M \left( \frac{V_{\max}}{3,6} \right)^2} - \frac{g \cdot 100}{f_0} = 0$$

que se transforma en

$$\frac{g \cdot 100}{b_0 \left( \frac{V_{\max}}{3,6} \right)^2} \frac{ds}{d(b - b_0)} = [B(1 - b_0) + (1 - B \cdot b_0)] + B(b - b_0) - \frac{(1 - b_0)(1 - B \cdot b_0)}{b - b_0}$$

Integrando a partir del reposo ( $t = V = 0$ ), se obtiene la ley que relaciona la velocidad alcanzada con el camino recorrido (Fig. 4-C):

$$- \frac{g \cdot 100}{b_0 \left( \frac{V_{\max}}{3,6} \right)^2} s = \left\{ 1 + B \cdot \left[ (1 - b_0) - \frac{1 + b}{2} \right] \right\} (1 - b) + (1 - b_0)(1 - B \cdot b_0) \cdot \ln \frac{b - b_0}{1 - b_0}$$

Provistos de estas ecuaciones, y conociendo algunos datos de prestaciones reales (en llano) como pueden ser el tiempo invertido en recorrer 400 o 1000 m a partir del reposo, o el tiempo necesario para acelerar de 0 a 100 km/h, además de la velocidad máxima en llano, se pueden determinar las constantes propias del vehículo  $B$  y  $f_0/M$ .

En el artículo de 1998, para dimensionar carriles de aceleración, se estudiaron las prestaciones máximas de un vehículo de turismo Seat Sxi, de 100 CV de potencia y 180 km/h de velocidad máxima. Además, se estudiaron otros cuatro vehículos, llegando a las siguientes conclusiones para ellos:

- Aproximadamente es

$$\frac{f_0}{M} = \left( \frac{V_{\max}}{79} \right)^2$$

- $B$  varía poco, entre 0,5 y 0,6.

### 5. Referencias bibliográficas

- [1] Código Deportivo Internacional. Fédération Internationale de l'Automobile, Paris.
- [2] Estudio de las prestaciones de un vehículo de competición. Revista de Obras Públicas, enero de 1976
- [3] Un modelo de las máximas prestaciones de un vehículo. Revista RUTAS nº 66 (1998). ❖

# Nueva Metodología para la Obtención de Visibilidades Disponibles en Carreteras a partir de Datos LiDAR Mobile



## New Methodology for Determining Available Sight Distances on Highways by Using Mobile LiDAR Data

**José M. Campoy-Ungría**

*Profesor Asociado, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras  
Universitat Politècnica de València*

**Ana María Pérez-Zuriaga**

*Profesor Ayudante, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras  
Universitat Politècnica de València*

**Alfredo García**

*Catedrático, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras  
Universitat Politècnica de València*

**Francisco Javier Camacho-Torregrosa**

*Profesor Ayudante, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras  
Universitat Politècnica de València*

### Resumen

Las distancias de visibilidad requeridas para maniobras de parada, adelantamiento o cruce constituyen un parámetro esencial en el diseño geométrico de nuevas carreteras; sin embargo, su medición y comprobación en carreteras existentes, es una complicada y costosa labor rara vez acometida. La rápida evolución de las tecnologías de captura de información del entorno mediante nubes de puntos LiDAR Mobile, abre un enorme potencial en la evaluación sistemática de las distancias de visibilidad realmente disponibles. Las nubes de puntos LiDAR Mobile permiten considerar tanto la plataforma de la carretera como también otros obstáculos que pueden impedir la visibilidad, tales como barreras, señales, muros o vegetación. En este artículo se describe una nueva metodología basada en los datos LiDAR Mobile originales que permite calcular las distancias de visibilidad sin recurrir a la generación de superficies. El sistema es aplicado a un tramo real de carretera donde se han representado en tres dimensiones tanto las visuales consideradas, como la nube de puntos original, demostrando que los algoritmos desarrollados permiten la identificación y detección precisa de obstáculos incluso de pequeñas dimensiones, pudiendo ser utilizados por los ingenieros en la evaluación y mejora de la seguridad vial.

**PALABRAS CLAVES:** LiDAR, distancia de visibilidad, seguridad vial.

### Abstract

Sight distances are one of most important parameter on new highways geometric design for stopping, passing or crossing maneuvers; however, its measurement and verification on existing roads, is a difficult and expensive task rarely accomplished. Due the rapid development of new technologies based on massive capture environment information from mobile LiDAR data, a huge potential in systematic evaluation of sight distances, actually available, is open. Mobile LiDAR point clouds allow considering both the geometry of the road as well as other obstacles that can avoid visibility, such as barriers, signs, walls or vegetation. In this paper, a new methodology based on original mobile LiDAR data to evaluate sight distances, is presented. Building surfaces is not required. Application of the system to an existing road is described using three examples. The 3-D representation both the point cloud as visibility lines, shows that, the developed algorithms, allow an accurate location and identification of obstacles, including those of small dimensions. These new methodology can be used by practitioners in order to improve road safety.

**KEY WORDS:** LiDAR, sight distance, road safety.

## 1. Introducción

La capacidad del conductor de ver lo que se aproxima es uno de los elementos fundamentales para la operación segura y eficiente de un vehículo a lo largo de una carretera (AASHTO, 2011).

Un adecuado diseño geométrico debe garantizar una distancia de visibilidad suficiente para que los conductores puedan realizar maniobras tales como controlar sus vehículos ante la presencia de un objeto inesperado en la vía, ocupar el sentido contrario de circulación para adelantar a otros vehículos sin riesgo de accidente, o realizar maniobras de cruce o incorporación a la vía en condiciones seguras.

Para conseguir este objetivo, la distancia de visibilidad forma parte de las guías de diseño y condiciona una parte importante de los parámetros geométricos de las carreteras proyectadas; sin embargo, para la mayoría de las carreteras en servicio, la medida de la distancia de visibilidad realmente disponible en cada punto del trazado, es costosa, difícil y peligrosa. Además, la presencia de obstáculos que no forman parte de la plataforma de la carretera, tales como postes, barreras de seguridad, señales o vegetación, incrementan la dificultad sobre la obtención de la visibilidad realmente disponible.

LiDAR (Light Detection And Ranging) es una tecnología óptica de

teledetección que utiliza un haz láser pulsado para determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie mediante la recepción de la parte de radiación que es reflejada por dicho objeto. Su combinación con un sistema global de navegación por satélite (GNSS) y una unidad de medición inercial (IMU) permite determinar las coordenadas x, y, z de un sensor LiDAR en movimiento y a partir de ellas, calcular las coordenadas de los puntos de las superficies sobre los que se ha producido la reflexión del haz láser. El sistema puede instalarse en una plataforma en movimiento como puede ser un avión (LiDAR aéreo) o un vehículo automóvil (LiDAR mobile).

Las precisiones obtenidas por los sistemas Lidar mobile han sido analizadas en numerosos estudios, obteniéndose errores absolutos centimétricos en la posición planimétrica y altimétrica de los puntos (Barber et al., 2008; Ussyshkin et al., 2008).

Por otro lado, las altas frecuencias de funcionamiento de los actuales equipos LiDAR Mobile, que habitualmente combinan varios escáneres láser, proporcionan la posición de miles de puntos por segundo, lo que permite obtener altas densidades de datos.

En los últimos años se ha venido produciendo un notable incremento de la potencia y frecuencia de los escáneres con costes cada vez

menores, lo que permite obtener densas nubes de puntos, y una fiel reproducción del entorno real de la carretera incluso para velocidades de circulación similares a las del resto del tráfico (Figura1).

Cuando se usa en carreteras, este sistema de captura de información topográfica y de la infraestructura presenta ventajas en la velocidad de adquisición, en la interferencia con el tráfico, en la seguridad de la toma de datos y en sus costes asociados respecto a tomas de datos por técnicas topográficas tradicionales (Glennie, 2009).

En este artículo, se dan a conocer los fundamentos y posibilidades del uso de este tipo de tecnologías en la evaluación de la visibilidad realmente disponible y por tanto, también de su potencial de uso en estudios y auditorías de seguridad vial.

El objetivo de la primera fase de la investigación ha sido desarrollar mediante programación, un sistema automatizado de cálculo de distancias de visibilidad en carreteras basado en las tecnologías LiDAR Mobile. El sistema desarrollado proporciona una velocidad de proceso y una precisión de resultados que la hace especialmente útil para su uso en el trabajo diario de los ingenieros de carreteras.

Basándose en los avances de la investigación, la metodología de obtención de visuales en tres dimensiones ha sido implementada

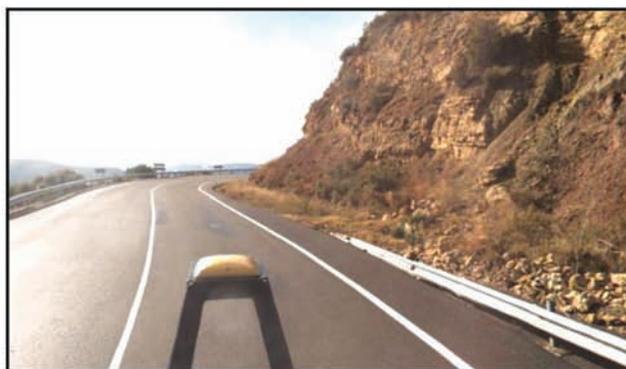
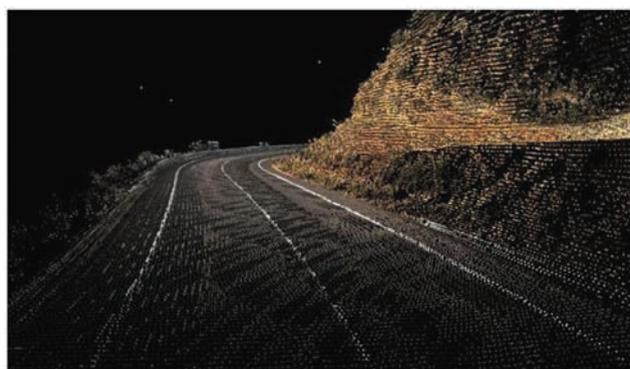


Figura 1. Nube de puntos Lidar e imagen obtenida con un equipo IPS2 de Topcon.

en un visor tridimensional especialmente desarrollado para este fin de las marcas Inproaudit® y Dielmo 3D®.

La primera parte de este artículo describe los principales modelos de cálculo de visibilidades y la investigación previa relativa al uso de las nubes de puntos obtenidas con las técnicas LiDAR en la determinación de las distancias de visibilidad. La segunda parte describe la base conceptual de los algoritmos de cálculo desarrollados. Finalmente, para contrastar la coherencia de los resultados aportados por el sistema, se ha procedido a la toma de datos LiDAR de un tramo existente de carretera convencional, donde tanto las visuales obtenidas, como la nube de puntos obtenida, han sido representadas en tres dimensiones, comprobando que la pérdida de la visión detectada en el proceso se corresponde con la presencia efectiva de obstáculos en la nube de puntos LiDAR.

## 2. Antecedentes

Existen numerosos modelos tridimensionales desarrollados para abordar el cálculo de la distancia de visibilidad a partir de la geometría de la carretera.

Hassan et al. (1996) desarrolló un modelo de elementos finitos que reproducía la carretera mediante elementos triangulares de tres nodos y rectangulares de hasta ocho nodos. El cálculo de la distancia de visibilidad se llevaba a cabo mediante un proceso iterativo en el que se comprobaba si la visual lanzada desde un observador hacia un objeto, interceptaba alguno de los elementos de la red.

Romero et al. (2004) propusieron otro modelo de elementos finitos que calculaba la visibilidad del trazado con una sistemática parecida a la de Hassan. El programa desarrollado calculaba la geometría de la vía aplicando la normativa

española, obteniendo las coordenadas de los puntos singulares del eje y los intermedios para luego evaluar los de la sección. La distancia de visibilidad desde un punto se comprobaba lanzando visuales desde la posición del observador a todas las posibles ubicaciones de objeto hasta que una posición dejaba de ser visible.

Yan et al. (2008) también utilizaron un modelo de elementos finitos pero abordando además el reto de calcular distancias de visibilidad cuando los objetos son móviles, como ocurre en las distancias de visibilidad de adelantamiento. Los vehículos que suponían un obstáculo se modelizaron como elementos rectangulares de modo que pudieran ser introducidos en la red de elementos finitos.

Ismail (2007) presentó un modelo analítico basado en la representación paramétrica de la vía y de los elementos de la sección transversal. A diferencia de los anteriores, el modelo parametrizaba todas las secciones de la vía respecto al eje de la calzada. La obstrucción era solventada como un problema de optimización, en el que se minimizaba la diferencia de cotas entre la altura de la visual y la de la curva parametrizada.

El cálculo de la distancia de visibilidad que requiere el conductor se ha llevado a cabo también mediante simulaciones; así, Easa (2006) recreó la visibilidad tridimensional mediante unas gafas que reproducían las imágenes tridimensionales proporcionadas por un ordenador.

Por su parte, el desarrollo de los modelos de diseño asistido por ordenador (CAD) ha constituido un avance importante en el diseño del trazado de carreteras. Las representaciones tridimensionales permiten evaluar la estética y la integración en el entorno, elementos difícilmente accesibles en la concepción bidimensional tradicional.

Actualmente existen numerosas herramientas informáticas, muchas de ellas integradas en el propio software de diseño de carreteras, que permiten reproducir la carretera en tres dimensiones y, en su mayoría, incluyen además un módulo de cálculo de distancia de visibilidad. Este cálculo se realiza también en base a los modelos analíticos de elementos finitos, o bien, mediante comprobaciones sección a sección en las que se ubica la intersección de la línea visual con el plano de cada sección transversal.

Sin embargo, la mayoría de estos modelos se orientan a la fase de diseño de la carretera, siendo necesario además, profundizar en procesos alternativos que permitan evaluar la visibilidad real de las carreteras existentes.

La tecnología LiDAR se ha aplicado en algunos campos de la ingeniería de carreteras tales como la obtención de información superficial del terreno para la localización y diseño de carreteras (Veneziano et al., 2003), la extracción de características de la carretera (Alharthy et al., 2003) o la modelización de las líneas centrales de la carretera (Cai et al., 2008).

La obtención de superficies desde las nubes de puntos LiDAR ha sido ampliamente utilizada en la generación de Modelos Digitales del Terreno (MDT) y Modelos Digitales de Superficies (MDS), utilizando frecuentemente para ello dos estructuras: cálculo de TINs (Triangular Irregular Nets) o una imagen basada en una malla regular formada por celdas (Korte, 1997).

El cálculo de un TIN se basa en el cálculo de triángulos formados por los puntos LiDAR. Este modelo presupone que los puntos incluidos en su interior pertenecen al plano formado por los puntos del triángulo (Bosque, 1997). La elevación de cualquier punto que pertenezca al triángulo se obtiene por interpolación. La estructura basada

en una imagen utiliza celdas como unidades de observación y en su interior se asigna un único valor de altura. La obtención de superficies a partir de datos LiDAR mobile ha sido empleada en la evaluación de visibilidades mediante algoritmos Ray-tracing; sin embargo, debido a la enorme densidad de puntos característica de la tecnología LiDAR, esta forma de proceder plantea problemas de tiempo de proceso en la generación de superficies, limitando su uso en la práctica y obligando a realizar reducciones en el volumen de la información de partida cuyo efecto sobre la visibilidad obtenida queda por evaluar (Charbonnier, 2010).

Por su parte Khattak et al. (2003) emplearon datos LiDAR aéreo en la evaluación de la distancias de visibilidad en intersecciones generando modelos tridimensionales formados por superficies.

Khattak et al. (2005) analizaron asimismo el uso de datos LiDAR aéreo combinados con ArcGis para evaluar la distancia de visibilidad de parada y adelantamiento en carreteras rurales de dos carriles.

Tsai et al. (2011) desarrollaron una metodología basada en la obtención de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) a partir de datos LiDAR aéreo que permite obtener un cierto porcentaje de obstrucciones que impiden la visión en intersecciones. Algunas de las obstrucciones, no obstante, no pudieron ser detectadas por las bajas densidades de puntos relativas al tamaño del obstáculo.

Constantinos et al. (2012) emplearon datos LiDAR procedentes de un escáner laser terrestre para la obtención de las características geométricas y las distancias de visibilidad en intersecciones, mediante la creación de modelos tridimensionales a partir de los datos LiDAR.

Todos estos modelos tienen en común la generación de superficies continuas a partir de los datos

LiDAR originales para la obtención de las visibilidades, por lo que todos ellos presentan las mismas limitaciones derivadas del tiempo de proceso que éstas requieren.

Por su parte, las metodologías de cálculo basadas en perfiles transversales de la carretera obtenidos mediante técnicas LiDAR cuentan, por su propia concepción, con una importante limitación en su uso desde observadores externos a la carretera, además de los problemas asociados a la transformación de las realidades LiDAR complejas, en un perfil transversal simplificado.

Es necesario por tanto, continuar con la elaboración de métodos alternativos que permitan obtener visibilidades sin recurrir al uso de perfiles o a la formación de superficies.

### 3. Objetivos

El objetivo de la investigación ha sido desarrollar un sistema de obtención de visibilidades 3D a partir de los puntos LiDAR, alternativo a aquellos sistemas basados en la formación de superficies o en la obtención de secciones transversales.

### 4. Sistema desarrollado

El sistema desarrollado se basa, por un lado, en la consideración de la región del espacio constituida por dos planos verticales paralelos, ubicados a una distancia  $a/2$  de la línea visual trazada entre el observador y el obstáculo denominada prisma visual (Figura 2), y por otro lado, en la división de esta región del espacio en unidades prismáticas

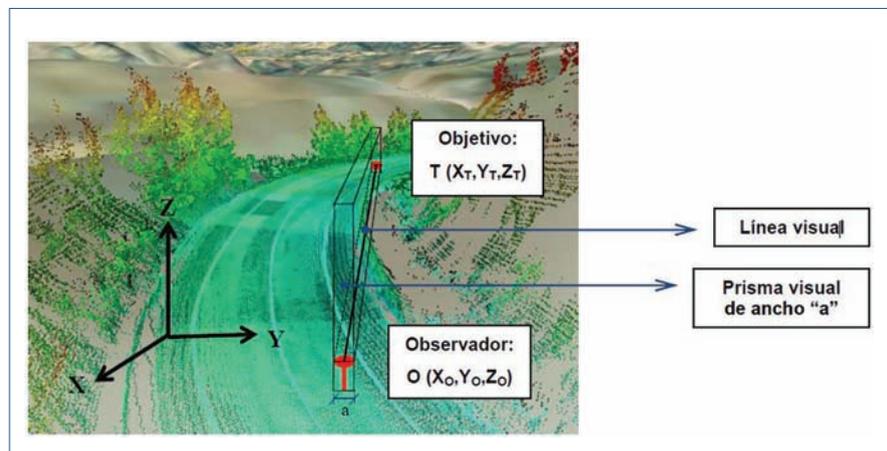


Figura 2. Prisma visual: región del espacio considerada entre los puntos del observador y del objetivo.

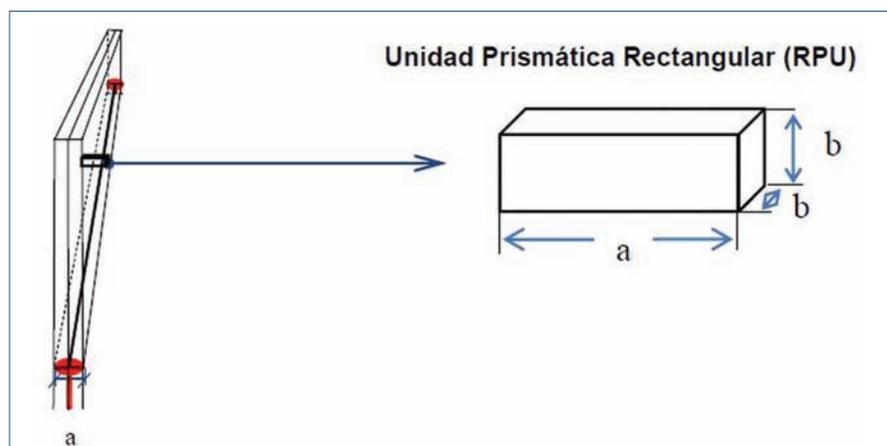


Figura 3. Unidad prismática rectangular (RPU) en que se divide el prisma visual.

# Rutas Técnica

rectangulares (RPU), de dimensiones a y b (Figura 3). Las RPU son de concepción similar al vóxel (volumetric pixel) pero a diferencia de éste, de dimensiones no necesariamente cúbicas, pudiendo tener o no puntos LiDAR en su interior. Tanto a como b son parámetros introducidos por el usuario en función de la densidad y precisión de la nube de puntos de que se dispone.

Para optimizar los tiempos de proceso, de la nube de puntos original se considerarán tan sólo aquellos puntos  $P_i (X_i, Y_i, Z_i)$  susceptibles de constituir un obstáculo a la visión, es decir, aquellos situados dentro del prisma visual (Figura 4).

Para abordar el cálculo, el problema tridimensional de las visuales es transformado en un problema bidimensional con ciertas simplificaciones.

En primer lugar, los puntos LiDAR originales encontrados dentro del prisma visual son proyectados sobre el plano vertical que contiene al punto del observador y al punto objetivo. Los puntos quedarán ubicados dentro de una celda cuadrada de dimensión b resultado de intersectar la RPU en la que se encuentran con el plano vertical (Figura 5).

En este plano vertical se sitúa un nuevo sistema de referencia local bidimensional  $X'Y'$  en el que han de expresarse los puntos (Figura 6).

$$P_i (X_i, Y_i, Z_i)_{(3D)} \rightarrow P'_i (X'_i, Y'_i)_{(2D)}$$

Cada celda cuadrada en la que queda dividido el plano  $X'Y'$ , en la que se encuentre al menos un punto de coordenadas  $P'_i (X'_i, Y'_i)$ , será considerada como un obstáculo a la visión.

De igual manera, la ecuación de la recta visual trazada desde el observador O hasta el objetivo T debe asimismo expresarse en el nuevo sistema de referencia  $X'Y'$ , obteniendo los puntos de dicha recta  $(X'_{vi}, Y'_{vi})$ .

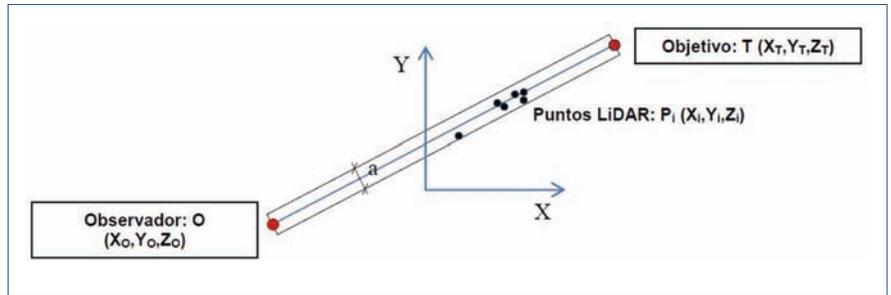


Figura 4. Vista en planta de la proyección vertical sobre el plano XY de los puntos correspondientes al observador, al objetivo y a los puntos LiDAR.

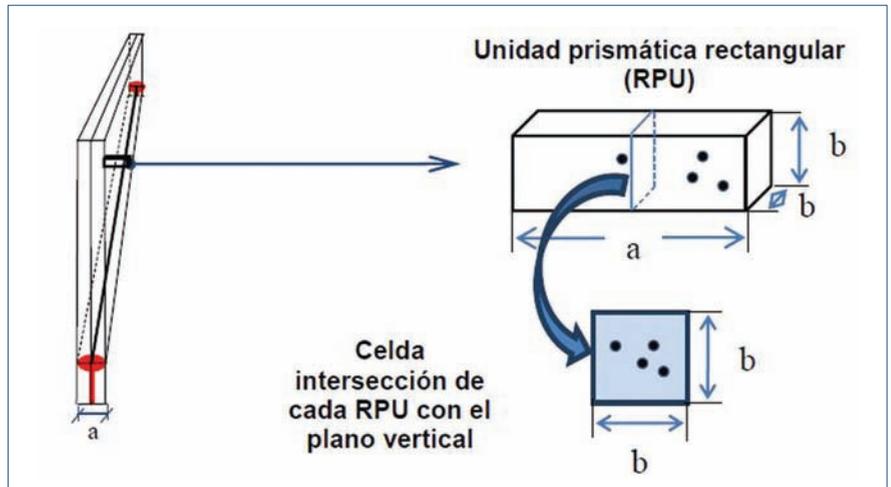


Figura 5. Proyección de los puntos LiDAR sobre el plano vertical que contiene al observador y al objetivo.

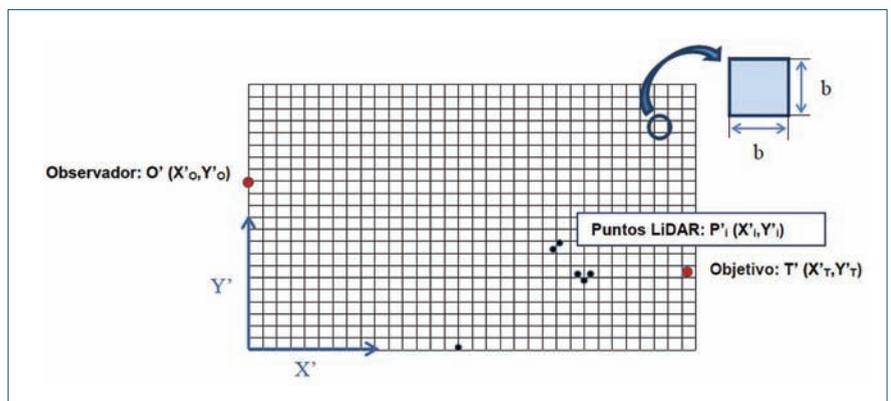


Figura 6. Sistema de referencia local bidimensional  $X'Y'$ .

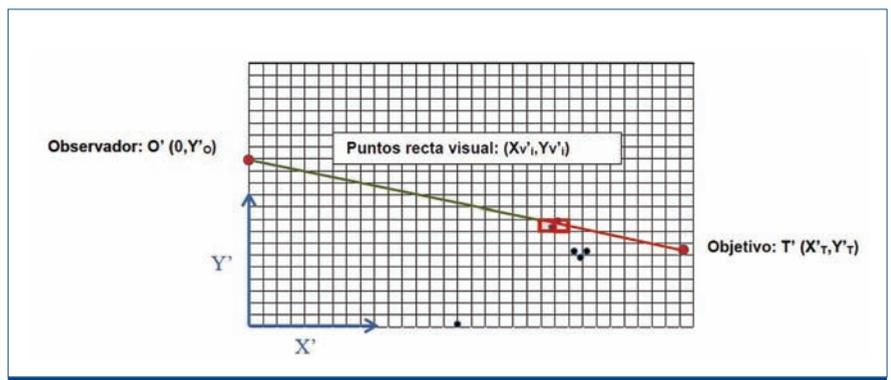


Figura 7. Proceso de localización del obstáculo visual en el sistema de referencia local bidimensional  $X'Y'$ .

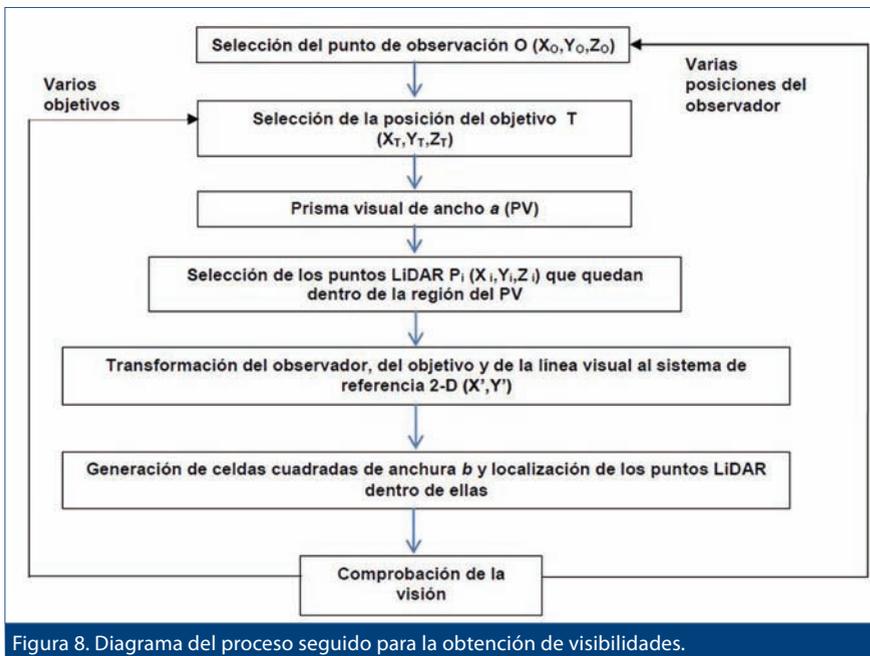


Figura 8. Diagrama del proceso seguido para la obtención de visibilidades.

La comprobación de la visión se realiza recorriendo todos los puntos  $(X'_{vi}, Y'_{vi})$  de la recta visual desde la posición del observador hasta que se encuentre una celda opaca (línea verde), punto a partir del cual deja de haber visión (línea roja, Figura 7).

Por su propio funcionamiento, las coordenadas del punto medio de la celda en la que se produce el obstáculo a la visión, expresadas en el sistema de referencia original de los puntos, son fácilmente identificadas en el proceso.

Las ubicaciones puntuales del observador y del objetivo dentro de la sección transversal, las alturas de ambos así como la forma de realizar la medición de la distancia de visibilidad, vienen determinadas por las diferentes guías de diseño geométrico (AASHTO, 2011; M.Fomento, 1999).

Para obtener la distancia de visibilidad disponible a lo largo de la carretera, el proceso se repite para cada punto kilométrico en que se ubica el observador, alejando el objetivo de él un incremento de distancia de valor constante seleccionado por el usuario, hasta que se obtiene la primera interrupción a la visión de acuerdo con lo expresado en el diagrama de la Figura 8.

## 5. Caso analizado

El sistema ha sido aplicado a un tramo de la carretera CV-35, localizada en la provincia de Valencia (España). El tramo seleccionado es una carretera rural de dos carriles situada en terreno accidentado, donde la geometría ofrece ubicaciones de interés para el cálculo de visibilidades.

Para la obtención de los datos LiDAR se ha empleado el sistema IPS-2 de Topcon. Este sistema cuenta con unidad de medición inercial de 100 Hz, un sistema de posicionamiento global por satélite (GNSS) de 20 Hz, un odómetro y tres láser scanner SICK de 75 Hz

que permiten obtener la posición de 40.000 puntos por segundo (Figura 9).

El error cuadrático medio en la determinación de la posición absoluta de un punto a 10 m de distancia sin pérdida de señal GNSS, es de 0,055 m en planimetría y de 0,04 m en altimetría.

La toma de datos se ha realizado con velocidades de circulación comprendidas entre 40 y 60 km/h sin que sea necesaria la interrupción del tráfico.

Para la visualización tanto de la nube de puntos LiDAR como de las visuales obtenidas, se ha empleado la tecnología de navegación tridimensional desarrollada por Inproaudit y Dielmo 3D que además superpone esta información con un modelo digital del terreno de alta resolución obtenido a partir de los datos LiDAR aéreo del Instituto Geográfico Nacional. De este modo se facilita la identificación de los obstáculos a la visión.

En esta carretera, tres ubicaciones han sido seleccionadas:

- Caso 1: curva a derechas próxima a un talud de desmorte (del P.K. 62+300 al P.K. 62+500).
- Caso 2: intersección con detención obligatoria y giros a izquierda permitidos (P.K. 59+200).
- Caso 3: curva a derechas próxima al pretil de un puente (del P.K. 61+050 al P.K. 61+150).



Figura 9. Equipo IPS-2 de Topcon.

De acuerdo con la guía de diseño geométrica española (M. Fomento, 1999), las visuales se han trazado desde un observador situado a 1,10 m de altura sobre la calzada, hasta un obstáculo situado a 0,20 m de altura siguiendo una línea equidistante 1,50 m del borde exterior de la calzada en los casos 1) y 3) y a 1,10 m siguiendo la línea central de los carriles de circulación en el caso 2).

La anchura del prisma visual fue de  $a = 0,50$  m, que se mostró adecuada para la densidad de la nube de puntos de partida. Valores inferiores de  $a$  no consiguieron localizar todos los obstáculos en algunos casos.

El tamaño de las RPU se completó con una dimensión de  $b = 0,05$  m adecuada a la precisión de posicionamiento de los puntos prevista por el fabricante del equipo. Las celdas cuadradas en que quedó dividido el plano  $X'Y'$  fueron por tanto de  $0,05 \times 0,05$  m, no obstante, futuras investigaciones son necesarias para determinar los valores más adecuados de los parámetros  $a$  y  $b$  para diferentes precisiones y densidades de la nube de puntos de partida.

La representación tridimensional en el sistema de referencia UTM original tanto de las visuales como de la nube de puntos, permite identificar y validar las obstrucciones a la visión detectadas en el proceso, habiéndose encontrado una correcta correspondencia en todos los casos, incluso con aquellos obstáculos de menor dimensión tales como postes de señales, barandillas de pretilas de puente o vegetación de baja frondosidad. A tal efecto, las visuales se han representado en color verde mientras existe visión y en color rojo desde que dicha visión es interrumpida por la presencia de algún obstáculo (Figuras 10, 11 y 12).



Figura 6. Sistema de referencia local bidimensional  $X'Y'$ .

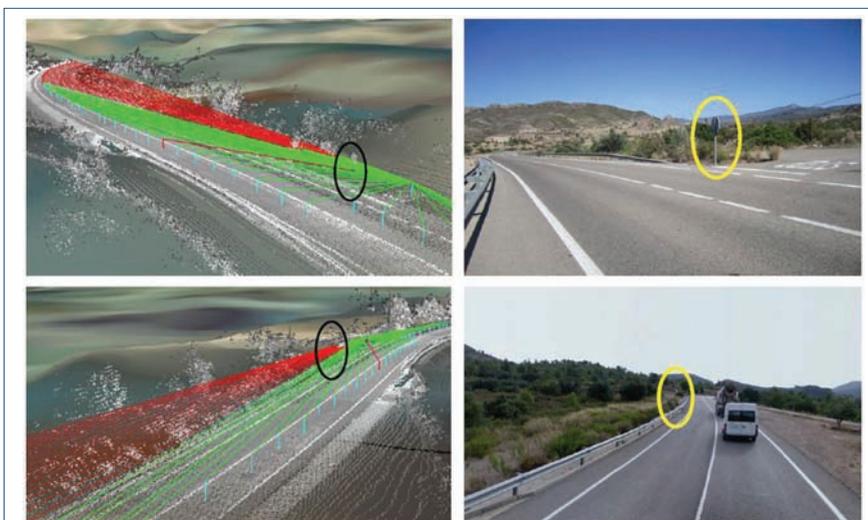


Figura 7. Proceso de localización del obstáculo visual en el sistema de referencia local bidimensional  $X'Y'$ .



Figura 7. Proceso de localización del obstáculo visual en el sistema de referencia local bidimensional  $X'Y'$ .

## 6. Conclusiones

En este artículo se presenta una nueva metodología desarrollada para la obtención de líneas visuales en carreteras existentes basada en nubes de puntos LiDAR mobile, que no requiere la generación de modelos tridimensionales formados por superficies, ni el uso de perfiles transversales de la carretera.

Para ello, el sistema se basa en la subdivisión del espacio en unidades prismáticas rectangulares (RPC), así como en la transformación del problema tridimensional original en un

problema bidimensional.

Las dimensiones de las RPC determinan la precisión del sistema y deben ser coherentes con la densidad de datos de la nube de puntos original y con la precisión que el sistema empleado arroja en la posición absoluta de los puntos.

El sistema desarrollado ha sido aplicado a tres localizaciones reales de carretera con diferentes motivos de obstrucción a la visión: una intersección y dos tramos curvos de una carretera convencional de dos carriles.

Con los datos obtenidos de un

sistema LiDAR mobile IPS-2, la representación tridimensional conjunta, tanto de las visuales como de la nube de puntos LiDAR ha arrojado una correcta identificación de los obstáculos para dimensiones de RPC de 0,50 x 0,05 x 0,05 m, incluso para obstáculos de pequeña dimensión, tales como el poste de las señales o las barandillas de los pretiles de un puente. Investigaciones posteriores son, no obstante, necesarias para establecer las dimensiones de las RPC que mejor precisión y menor tiempo de proceso arrojan para diferentes densidades y precisiones de la nube de puntos original. Es asimismo importante caracterizar el efecto del "ruido" generado por los vehículos en circulación durante la toma de datos, para evitar la detección de obstrucciones a la visión irreales.

La información proporcionada por las nuevas tecnologías LiDAR, la flexibilidad y simplicidad del sistema propuesto y su implementación en herramientas de visualización tridimensional, permite llevar a cabo análisis de visibilidades reales disponibles hasta ahora impensables, eliminando los problemas inherentes al uso de técnicas basadas en perfiles transversales y los asociados a los tiempos de proceso de los sistemas que requieren la generación de superficies.

De esta forma, el conocimiento de la visibilidades reales en las carreteras existentes de una forma totalmente visual para el ingeniero, así como la posibilidad de identificar y georreferenciar los obstáculos, podrán constituir un importante avance en la práctica diaria de los ingenieros de seguridad vial.

## 7. Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Topcon España por su colaboración en la adquisición de los datos y a Inproaudit® y Dielmo 3D® por el desarrollo de los algoritmos de visualización tridimensional.

## 8. Referencias Bibliográficas

- [1] AASHTO (2011). "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets".
- [2] Alharthy, A. y Bethel, J. (2003). "Automated Road Extraction from Lidar Data". ASPRS 2003 Annual Conference Proceedings, Anchorage (Alaska). American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- [3] Barber, D., Mills, J. y Smith-Voysey, S. (2008). "Geometric validation of a ground-based mobile laser scanning system". ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 63. Issue 1, pp 128-141.
- [4] Bosque, J. (1997). "Sistemas de Información Geográfica". 2ª ed.. Madrid: Ediciones Rialp.
- [5] Cai, H. y Rasdorf, W. (2008). "Modeling Road Centerlines and Predicting Lengths in 3-D Using Lidar Point Cloud and Planimetric Road Centerline Data". Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol. 23, pp. 157-173.
- [6] Constantinos, A. y Tsakiri, M. (2012). "3D Laser Scanning as a Tool for Modern Road Design. A Methodology and Applications in Intersection Safety Analysis". Annual Meeting 2012. Transportation Research Board.
- [7] Charbonnier, P., Tarel, J-P. y Goulette, F. (2010). "On the Diagnostic of Road Pathway Visibility". Transport Research Arena Europe 2010, Brussels (Belgium).
- [8] Easa, S. (1993). "Lateral Clearance Needs on Compound Horizontal Curves". Journal of Transportation Engineering. Vol. 119, pp. 111-124.
- [9] Glennie, C. (2007). "Rigorous 3D error analysis of kinematic scanning LIDAR systems". Journal of Applied Geodesy 1, pp147-157.
- [10] Glennie, C. (2009). "Kinematic terrestrial light-detection and ranging system for scanning". Transportation Research Record, No. 2105, pp 135-141.
- [11] Hassan, Y., Easa, S. y Abd El Halim, A. (1996). "Analytical model for sight distance analysis on 3-D highway alignments". Transportation Research Record, No. 1523, pp. 1-10.
- [12] Ismail, K. y Sayed, T. (2007). "New algorithm for calculating 3D available sight distance". Journal of Transportation Engineering. Vol. 133, pp. 572-582.
- [13] Khattak, A., Hallmark, S. y Souleyrette, R. (2003). "Application of Light Detection and Ranging Technology to Highway Safety". Transportation Research Record. Vol. 1836, pp. 7-15.
- [14] Khattak, A. y Shamayleh, H. (2005). "Highway Safety Assessment through Geographic Information System-Based Data Visualization". Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 19, pp. 407-411.
- [15] Korte, B. (1997). "The GIS Book" (4ª ed). Santa Fe (EEUU). Onword Press.
- [16] M. Fomento (1999). "Norma 3.1-IC Trazado". Dirección General de Carreteras. Madrid.
- [17] Romero, M. y García, A. (2007). "Discussion of 3D Calculation of Stopping-Sight Distance from GPS Data". Journal of Transportation Engineering, Vol. 133, pp. 645-646.
- [18] Tsai, Y., Yang, Q. y Wu, Y. (2011). "Identifying and Quantifying Intersection Obstruction and Its Severity Using LiDAR Technology and GIS Spatial Analysis". Annual Meeting 2011. Transportation Research Board.
- [19] Veneziano, D., Souleyrette, R. y Hallmark, S. (2003). "Integration of Light Detection and Ranging Technology with Photogrammetry in Highway Location and Design". Transportation Research Record, Vol. 1836, pp. 1-6.
- [20] Yan, X., Radwan, E., Zhang, F. y Parker, J. (2008). "Evaluation of Dynamic Passing Sight Distance Problem Using a Finite-Element Model". Journal of Transportation Engineering, Vol. 134, pp. 225-235.



# Encuesta a Diputaciones Provinciales



Survey questionnaire for the Provincial Councils

**Comité de Carreteras de Baja Intensidad**  
*Grupo de Trabajo*  
*Asociación Técnica de Carreteras*

## Resumen

**E**n el Comité de Carreteras de baja intensidad de tráfico, de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), se ha constituido un grupo de trabajo que ha centrado su actividad en obtener información sobre cómo se está realizando la gestión de la conservación en las diversas diputaciones provinciales de nuestro país.

Como herramienta de trabajo se ha confeccionado una encuesta, que se ha remitido a las diputaciones, con el objetivo de conocer la tipología y naturaleza de las carreteras de este tipo de administración, las herramientas utilizadas para optimizar su gestión y en que grado y con que satisfacción se ha producido la implantación de la conservación ordinaria.

**PALABRAS CLAVES:** Gestión de carreteras, Conservación de carreteras.

## Abstract

**T**he Committee of Low Traffic Intensity, of the Technical Association of Roads (ATC), has established a working group focused on obtaining information about maintenance management in the different Provincial Councils of our country.

A survey questionnaire has been sent to the Provincial Councils, in order to know the type and nature of the roads in this kind of administrations, the tools used to optimize the road management and the level of satisfaction introducing this regular maintenance.

**KEY WORDS:** Road management, road maintenance.

## 1. Alcance y representatividad de la información obtenida.

La longitud total de la red de carreteras de las diputaciones provinciales de nuestro país asciende a 68.757km, además la red de carreteras de carácter autonómico de la Región de Murcia tiene 3.196km y la red de carreteras de carácter autonómico de la Comunidad de La Rioja es de 1.429km (datos todos ellos obtenidos del Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento de 2009). Con lo que el total de esta red de carreteras asciende a los 73.382km.

A la encuesta han respondido un total de 20 diputaciones y comunidades de carácter uniprovincial (que poseen una longitud importante de carreteras con una baja intensidad de tráfico, por lo que se pueden asimilar a la tipología de las redes de carreteras de las diputaciones), en concreto 18 diputaciones y 2 comunidades autónomas uniprovinciales.

La longitud de la red de carreteras de estas diputaciones asciende a 29.027km, es decir el 40% del total de posibles datos a obtener. Lo cual proporciona un grado de representatividad más que suficiente para poder extrapolar conclusiones en este análisis.

## 2. Longitud media de la red de carreteras y travesías de una diputación

Una primera conclusión que se obtiene del análisis de los datos



Figura 1.

Tabla 1.

IMD	<100	>100 y <500	>500 y <2000	>2000 y <5000	>5000
KM	8.321	11.308	6.341	1.861	1.005
%	28,67 %	38,96 %	21,85 %	6,41 %	3,46 %
% acum	28,67 %	68,07 %	90,06 %	96,51 %	100,00 %

recibidos es que la longitud media de la red de carreteras de las diputaciones es de 1.451Km.

Asimismo se concluye que el número medio de travesías que posee cada diputación es de 187, es decir una travesía cada 7,8Km de carretera, lo que nos da una frecuencia muy importante..

## 3. Longitud de carreteras e IMD

Un dato significativo que se pretendía obtener de las respuestas a esta encuesta era poder llegar a catalogar la red de carreteras de las diputaciones sobre la base de la intensidad media de tráfico que por ellas circula.

A tal fin se ha clasificado la IMD en cinco tramos, que se han considerado suficientemente significativos para poder catalogar la red de carreteras de estas administraciones. Así, los tramos considerados han sido IMD menor de 100 vehículos/día, entre 100 y 500 vehículos/día, entre 500 y 2000, entre 2000 y 5000, y mayor de 5000 vehículos/día y se han obtenido las longitudes de carreteras que las diversas diputaciones tienen en cada uno de estos tramos. Los datos son los siguientes: (tabla 1)

Es decir, casi un 29% de las longitudes de la red de carreteras de las diputaciones soportan un tráfico inferior a 100 vehículos/día, y un 39% de la longitud de carreteras tienen un tráfico entre 100 y 500 vehículos/día.

El 22% de la red de carreteras soportan un tráfico comprendido entre 500 y 2000 vehículos/día y tan solo un 10% soportan un tráfico superior a 2000 vehículos/día, de ellos el 3,5% lo es superior a 5000 vehículos/día.

Dicho de otra forma el 29% de la longitud de la red de carreteras de las diputaciones provinciales soportan un tráfico menor de 100 vehículos/día, el 68% tienen un tráfico menor de 500 vehículos/día y el 90% soportan un tráfico menor de 2000 vehículos/día.

Podemos concluir que la IMD de 2000 vehículos/día cataloga perfectamente la tipología de las redes de carreteras de las diputaciones provinciales, por lo que podemos establecer que se entiende por carreteras de baja intensidad de tráfico aquellas que tienen una IMD inferior a 2000 vehículos/día. Concepto éste específico de las redes de carreteras de las diputaciones provinciales.

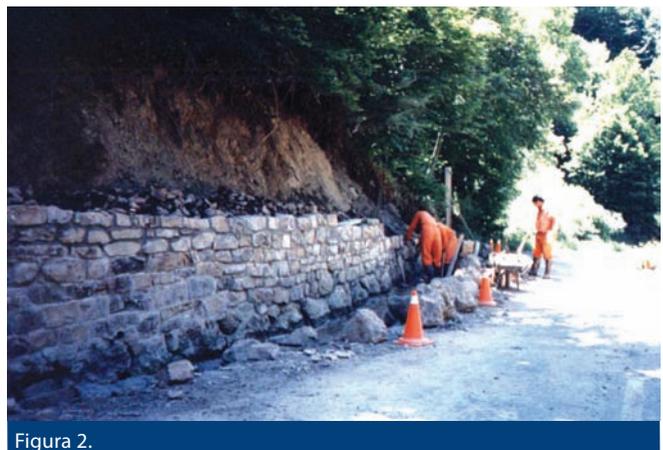


Figura 2.



Figura 3.

## 4. Inventarios de la red de carreteras

Cara a conocer cómo abordan las diputaciones provinciales la gestión de sus redes de carreteras, la encuesta avanza en obtener información sobre la existencia o no de inventarios y que elementos se incluyen en los mismos.

De los datos recibidos se concluye que el 70% de las diputaciones que han contestado la encuesta tienen inventariada su red de carreteras, aunque los datos del inventario no se pueden considerar homogéneos en todas ellas.

Mayoritariamente cuando una diputación ha realizado un inventario, éste se extiende a la totalidad de las carreteras de su red.

En lo que se refiere al formato en que se guarda el inventario realizado éste se documenta en el 50% de los casos tanto en papel como en vídeo y/o fotografía, el resto además de en papel lo tienen alternativamente bien en vídeo, bien en fotografía y tan solo una diputación lo tiene disponible únicamente en papel. (tabla 2)

Concepto	%
Inventario papel+video+fotografía	50,00 %
Inventario papel+video	21,43 %
Inventario papel+fotografía	21,43 %
Inventario papel	7,14 %

Otro aspecto abordado en la encuesta es el contenido de dicho inventario, en el que en el 100% de los casos se tiene la geometría de la calzada y los arcones, mientras que en casi el 80% de los casos se dispone, también, de los radios y peraltes de las carreteras y en algo más del 70% de los casos de sus pendientes. (tabla 3)

Geometría	%
Ancho de la calzada y arcones	100,0 %
Radios y Peraltes	78,6 %
Pendientes	71,4 %

Con relación a la inclusión del tipo de firme en el inventario, éste se efectúa en el 43% de los inventarios realizados, pero tan solo en un caso se tiene información sobre su espesor. (tabla 4)

Firmes	%
Tipo	42,90 %
Espesores	7,01 %

Otros aspectos que incluyen los inventarios, a nivel de cuantías, son la señalización horizontal y vertical, así como los elementos de contención y de forma, menos habitual, se tiene conocimiento de las obras de fábrica. (tabla 5)

Otros datos	%
Señalización horizontal	71,4 %
Señalización vertical	71,4 %
Elementos de contención	50,0 %
Obras de fábrica	35,7 %
Otros	14,3 %

## 5. Sección de la plataforma de las carreteras de las diputaciones

Dada la tipología de las carreteras de las diputaciones se ha considerado interesante incluir en la encuesta un aspecto que permita establecer la anchura de plataforma de la sección transversal de las carreteras de estas administraciones.

De los datos contestados se obtiene que el 28% de la longitud total de las carreteras de las diputaciones tienen un ancho de plataforma inferior a 5 metros, el 32% tienen una anchura de plataforma que se encuentra entre 5 y 6 metros, siendo el 33% de anchura de plataforma comprendida entre 6 y 8 metros y tan sólo el 7% supera los 8 metros.

Todos éramos conscientes de que la anchura de las carreteras de las diputaciones es escasa, pero de la encuesta cuantificamos que el 60% de la longitud de las carreteras de las diputaciones tienen un ancho de plataforma inferior a 6 metros. Por lo que queda mucho que mejorar en este tema. (tabla 6)

Ancho de plataforma	%
< 5 metros	27,78 %
5 a 6 metros	32,42 %
6 a 8 metros	32,53 %
> 8 metros	7,26 %

## 6. Tipología de los pavimentos

Otro de los aspectos abordados en la encuesta ha sido obtener información sobre la tipología de los pavimentos de las carreteras de las diputaciones

nes. Básicamente los datos recogidos son que en el 62% de la longitud de las carreteras el pavimento es de mezcla asfáltica (no habiéndose diferenciado entre mezclas en caliente o en frío), que en el 30% el pavimento está constituido por riegos con gravillas y que en el 6% éste es una lechada bituminosa, quedando algo más del 1,4% aún de macadam y en torno a un 0,6% con pavimento de hormigón. (tabla 7)

Tabla 7.

Tipo de pavimento	%
Macadam	1,35 %
Riego con gravilla	30,18 %
Mezclas asfálticas	61,44 %
Hormigón	0,60 %
Lechadas	6,43 %

## 7. Implantación de sistemas de auscultación de la red de carreteras de las diputaciones

Otro aspecto abordado en la encuesta ha sido la posible realización por parte de las diputaciones de una campaña de auscultación de los firmes de las carreteras, así como la frecuencia de la misma y cuales son los parámetros recogidos. (tabla 8)

Tabla 8.

Auscultación		%
Implantación		1,35 %
Frecuencia	Anual	30,18 %
	Bianual	61,44 %
	Superior	1,35 %
Indicadores	CRT	30,18 %
	IRI	61,44 %
	Deflexión	0,60 %
	Otros	6,43 %

De los datos recibidos se concluye que en el 40% de las diputaciones que han contestado la encuesta existe una auscultación de los firmes de la red de

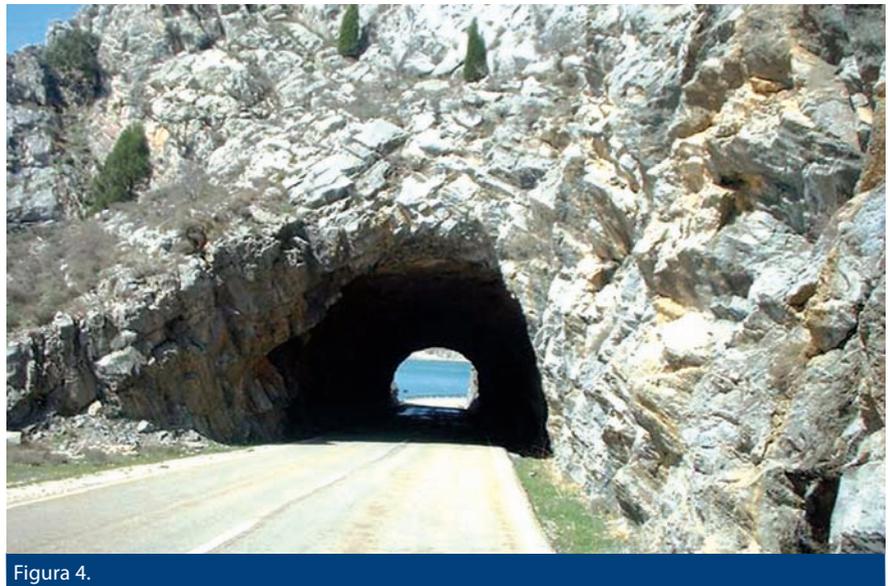


Figura 4.

carreteras, aunque la disparidad de de frecuencias en la repetición de la auscultación y de tipología de las carreteras sobre las que se realiza la misma es muy grande, incluso en algunas de ellas tan solo se dispone de una única campaña de medición.

El IRI es el indicador que es medido en mayor número de diputaciones, estas mediciones habitualmente tan solo se realizan para las carreteras de mayor IMD, por el contrario el CRT es el indicador que se mide en mayor número de carreteras y con mayor frecuencia.

Tan solo una diputación expresa que realiza la medida de la retroreflexión de la señalización horizontal, aclarando que tan solo se realiza en la recepción del repintado de las carreteras.

## 8. Campañas de aforos

En la línea de obtener información sobre el grado de conocimiento que las diversas diputaciones tienen sobre su propia red de carreteras la encuesta aborda la realización de campañas de aforos en sus carreteras.

De los resultados se concluye que el 70% de las diputaciones que han contestado a la encuesta realiza campañas sistemáticas de aforos, que en el 36% de los casos la campaña de aforo se extiende al total de la red de carreteras y que en el 64% restante se

efectúan campañas de aforo sin llegar al 100% de la red de carreteras, extendiéndose a las carreteras de mayor intensidad de tráfico. Así en los aforos que no se realizan sobre la totalidad de la red, en el 43% de los casos esta longitud supone más del 75% del total y por tanto en el 21% restante la longitud aforada es menor del 75% del total de la red. (tabla 9)

Tabla 9.

Realizan campaña de aforo	30,18 %
En el 100 % de la red	35,71 %
Entre el 75 y 100 % de la red	42,86 %
En menos del 75 % de la red	21,43 %

## 9. Uso de herramientas informáticas

Avanzando en el conocimiento de las herramientas utilizadas por las diputaciones en el día a día de la conservación y la posible implementación de las nuevas tecnologías en el conocimiento de las características de las redes de carreteras y en su empleo para la programación y seguimiento de las actividades, se ha abordado en la encuesta el grado de implantación de las herramientas informáticas en la gestión de la conservación ordinaria.

La única diputación que ha contestado la encuesta y que gestiona la conservación mediante una concesión emplea una herramienta



Figura 5.



Figura 6.

informática en la que aborda de forma global la gestión de la conservación y en la que se recogen además de dicha gestión global, la de firmes, de obras de fábrica, de señalización vertical y horizontal, de balizamiento,...

En los siguientes datos no se han considerado los de esta diputación ya que se trata de un planteamiento excepcional y que no representa al conjunto de las diputaciones.

Por tanto, de los datos recibidos, sin incluir la concesión, se concluye que el grado de implantación de las herramientas informáticas es bajo, pues tan solo el 20% de los encuestados reconocen que disponen de herramientas informáticas directamente relacionadas con la gestión de la conservación. (tabla 10)

Tabla 10.

Dispone de herramientas informáticas	20,00 %
Gestión global	15,00 %
Gestión de firmes	0,00 %
Gestión de obras de fabrica	5,00 %
Gestión de señ. Horizontal	0,00 %
Gestión de señ. Vertical	0,00 %
Otros	5,00 %

En el 15% de los casos estas herramientas se emplean como método de gestión global de la conservación, seguimiento de actividades, planificación, ... y tan solo en un 5%, es decir

en una diputación, se complementa con una herramienta informática para la gestión de obras de fábrica y para la gestión de los sistemas de contención (barreras de seguridad).

## 10. Gestión de la conservación

El resto de las cuestiones abordadas en la encuesta han tenido un enfoque centrado en obtener un conocimiento de la forma en que las diversas administraciones de las diputaciones están abordando la realización de la conservación ordinaria de las carreteras de su propiedad.

Así la primera cuestión planteada ha sido la de conocer cómo están realizando la conservación de sus carreteras al día de hoy. De las contestaciones recibidas concluimos que el 35% de las diputaciones realizan la conservación ordinaria con medios propios, y el 65% restante tienen una conservación externalizada, bien total, parcialmente o mediante concesión.

Centrándonos en el 65% de las diputaciones que realizan la conservación ordinaria mediante contratos con empresas privadas, en el 5% de los casos la externalización es completa (es decir, tan sólo en una diputación), en el 55% de los casos se trata de una externalización parcial pues se mantiene la presencia de medios propios junto a presencia de empresas privadas ( es decir, en once diputaciones) y en el 5% de los casos (es decir, en una

diputación) la conservación se realiza mediante concesión. (tabla 11)

Tabla 11.

Tipo de gestión	%
Conservación SOLO con medios propios	35,00 %
Conservación externalizada	65,00 %
Conservación SOLO externalizada	5,00 %
Mixta con sectores diferenciados	0,00 %
Mixta con sectores comunes	55,00 %
Concesion	5,00 %

Si cuantificamos esta tipología de gestión de la conservación ordinaria en número de kilómetros de carreteras conservados según una u otra modalidad se obtiene: (tabla 12)

Tabla 12.

Tipo de gestión	Longitud (Km)
Conservación SOLO con medios propios	13.049
Conservación SOLO externalizada	1.400
Mixta con sectores diferenciados	0
Mixta con sectores comunes	13.600
Concesion	998

## 11. Actividades incluidas en los actuales contratos de conservación

Independientemente del sistema de gestión empleado para la realización de las actividades de conservación, se ha preguntado a los encuestados cuales son las actividades que se incluyen en la conservación ordinaria que se realiza en su diputación.

De las respuestas recibidas se concluye que las actividades que mayor grado de implantación tienen, llegando al 80%, son la ejecución de bacheos y reparación de blandones y la reposición del equipamiento y la señalización, junto a la atención a las incidencias, es decir actividades directamente relacionadas con la seguridad vial, lo cual parece un planteamiento muy racional.

Sorprende, algo más, que el mismo grado de implantación, del 80%, se obtenga en la ejecución de herbicidas y desbroces, es decir una importancia muy significativa de temas medioambientales en la gestión diaria de la conservación. (tabla 13)

Actividades que incluyen la conservación que se realiza en las diputaciones	
Limpiezas	75 %
Reposición de equipam. y señales	80 %
Bacheos y reparación de blandones	80 %
Reperfilado de cunetas	75 %
Herbicidas/desbroces	80 %
Actuación en firmes	65 %
Vialidad invernal preventiva	65 %
Vialidad invernal curativa	75 %
Vigilancia	70 %
Atención incidencias	80 %
Retén	45 %
Explotación	65 %
Obras de fábrica y drenaje	70 %
Licencias y sanciones	70 %
Inventarios	55 %

Con un porcentaje algo menor, pero que sigue siendo muy importante, del 75%, nos encontramos con la realización de limpiezas y reperfilado de cunetas, así como en actividades de vialidad invernal de carácter curativo, es decir de retirada de nieve. Actividades éstas con una relación directa con el mantenimiento y mejora de las condiciones de vialidad.

Un escalón más abajo, pero con un porcentaje similar que alcanza el 70% de las diputaciones, nos encontramos con la limpieza de obras de fábrica y drenaje, la vigilancia de la red y la colaboración en labores de explotación (licencias y sanciones).

Con un porcentaje que tan solo llega al 55% de los casos nos encontramos con la realización de inventarios de los elementos de la carretera, aunque recordemos que como ya hemos visto su implementación en herramientas informáticas baja hasta el 20%.

Y tan solo en el 45% de las diputaciones se tienen establecidos retenes de atención a las posibles incidencias que se pueden presentar en la red fuera del horario de trabajo. Ello implica que no todas las diputaciones que tienen externalizada total o parcialmente, mediante un sistema de gestión mixta, la conservación, que recordemos llegaba hasta el 65% de las diputaciones, recogen este tipo de operación de conservación.

Recursos medios empleados por Diputación Gestión mixta (medios propios y externos)			
	Medios propios	Medios externos	Total Medios
Nº de personas	55	17	72
Nº de furgonetas/coches	27	13	40
Nº de maquinaria pesada	16	4	20
Nº de camiones/nieve	9	3	12
Presupuesto en materiales (con IVA)		2.290.410	2.290.410

## 12. Recursos empleados según el tipo de gestión de la conservación

En la encuesta se ha pretendido conocer la cuantía de diversos recursos según sea el tipo de gestión de conservación que se realiza, así se han recogidos el número de personas que se emplean, el número de furgoneta y/o coches utilizados, el número de máquinas pesadas y el número de camiones de nieve destinados, así como el presupuesto destinado a los materiales.

Se obtienen según tipología de gestión los siguientes resultados: (tablas 14, 15 y 16)

Recursos medios empleados por Diputación Gestión SOLO por conservación externalizada	
Nº de personas	25
Nº de furgonetas/coches	10
Nº de maquinaria pesada	0
Nº de camiones/nieve	2
Presupuesto en materiales (con IVA)	3.000.000
Duración del contrato	1460

Recursos medios empleados por Diputación Gestión SOLO por medios propios	
Nº de personas	88
Nº de furgonetas/coches	31
Nº de maquinaria pesada	20
Nº de camiones/nieve	8,5
Presupuesto en materiales (con IVA)	889.250

De estos datos concluimos que los recursos humanos son similares entre la conservación que se realiza “SOLO con medios propios” y la “conservación mixta” (en la que existe un gran peso de mano de obra propia), análogamente los medios mecánicos en estas dos tipologías de conservación están en el mismo orden de magnitud tanto en lo que se refiere a coches y furgonetas como a maquinaria pesada, incrementándose los camiones quitanieves en la conservación mixta. Finalmente se dedica un presupuesto a materiales a emplear notablemente superior en la conservación mixta que en la que se realiza solo con medios propios, del orden de 2,5 veces más.

Si comparamos estos valores con los de la conservación “totalmente externalizada” se observa que el número de trabajadores empleados, de forma fija y con presencia continua en el contrato, es mucho menor en este tipo de gestión de la conservación, pudiendo realizar análogo comentario para la maquinaria pesada, coches y furgonetas, así como para los camiones quitanieve con presencia continua en el contrato. Por otro lado el presupuesto destinado a materiales es un 35% superior al que se destina en el caso de conservación mixta y un 330% sobre el que se dedica en conservación solo con medios propios.

El coste total de la conservación “totalmente externalizada” es del mismo orden que el de la conservación que se realiza solo con “medios propios” ya que el incremento de inversión destinada a materiales se compensa con el menor coste de la partida de recursos humanos y mecánicos empleados en el día a día de la conservación. Debiendo de fijarnos más en la mejora o no de la gestión realizada que en el coste que la misma supone para la administración.

En este análisis no incluimos la concesión por abordarse en ellas aspectos con matices muy diferentes a los planteados para la conservación ordinaria.

### 13. Nivel de satisfacción con el sistema de gestión utilizado, libertad de elección en el sistema empleado y opinión personal sobre el sistema de gestión de la conservación técnicamente óptimo

Las contestaciones de la encuesta se han agrupado en función de cual es el sistema de conservación que se emplea por cada diputación. Pasemos a analizar uno a uno las contestaciones en función de la experiencia habida.

En el caso de las Diputaciones que realizan la gestión de la conservación ordinaria solamente con “medios propios”, que recordamos es un 35%

del total de las respuestas recibidas, en ningún caso se llega a un nivel de satisfacción que se puede catalogar como satisfecho, en el 85% de los casos se queda en razonablemente satisfecho y en el 15% restante su nivel es de insatisfacción.

Por el contrario la diputación que tiene la conservación “totalmente externalizada”, pues recordemos que tan solo es una, tiene un grado de satisfacción que valora como muy satisfecho.

En aquellas diputaciones que realizan la conservación en modo mixto el grado de satisfacción es superior a la de medios propios pues tan sólo el 9,09% la considera como insatisfecha (frente al 14,29% de medios propios), el 63,64% la valora como razonablemente satisfecho (frente al 85,71% de medios propios) y aparece un 27,27% que la valora como satisfecho.

En concesión, donde tan sólo hay una diputación su grado de satisfacción es de satisfecho. (tabla 17)

Es decir, si ordenásemos la satisfacción de mayor a menor, los más satisfechos serían, por este orden, conservación totalmente externalizada, concesión, externalizada mixta y conservación con medios propios.

Sobre la libertad de elección del modelo de conservación que siguen las diputaciones nos encontramos con que los técnicos responsables de las di-

Tabla 17.

		Con medios propios	100% externalizada	Externalización mixta	Concesión
		35,00 %	5,00 %	55,00 %	5,00 %
SATISFACCIÓN	insatisfecho	14,29 %		9,09 %	
	razonablemente satisfecho	85,71 %		63,64 %	
	satisfecho	0,00 %		22,27 %	100,00 %
	muy satisfecho	0,00 %	100,00 %		
LIBERTAD DE ELECCIÓN	condicionada	57,14 %		90,91 %	
	impuesta	28,57 %		9,09 %	
	total	14,29 %	100,00 %		100,00 %
TÉCNICAMENTE OPTIMO	medios propios	0,00 %		9,09 %	
	externalizada	28,57 %	100,00 %	36,36 %	
	mixta	71,43 %		54,55 %	
	concesión	0,00 %			100,00 %

putaciones comentan que tanto en el caso de la conservación externalizada como en la concesión han gozado de total libertad de elección del modelo.

En la conservación mixta muy mayoritariamente, más del 90%, la elección del modelo ha sido condicionada, posiblemente por la existencia de importantes recursos humanos propios de la diputación. Siendo el resto un método impuesto por los responsables de la diputación.

En aquellas que se realizan la gestión mediante medios propios, en el 14%, es decir en una diputación, ésta ha sido elegida por el responsable técnico, en el 57% de los casos ha sido condicionada por razones similares a las ya antes comentadas y en el 29% restante ha sido una elección impuesta.

Análogamente el orden de mayor a menor grado de libertad repite la secuencia del grado de satisfacción, siendo los de mayor libertad de elección la totalmente externalizada y la concesión, seguida de la conservación mixta y la más impuesta la de medios propios.

Sobre la opinión que los responsables de cada una de las diputaciones tienen sobre cuál de los métodos es el óptimo desde un punto de vista técnico se concluye que la diputación que realiza la conservación mediante concesión considera que éste es el mejor sistema de gestión posible, situación que se repite en la diputación que tiene totalmente externalizada la conservación que considera que éste es el mejor sistema de gestión posible.

Mientras que en las diputaciones que realizan la conservación con medios propios considera que el mejor sistema es la conservación mixta en el 71% de los casos y el 29% restante considera que el óptimo está en la totalmente externalizada.

Finalmente entre las diputaciones que realizan la conservación mediante sistema mixto, en el 54% de ellas se considera que el mejor sistema de gestión es que el ellas emplean, el mixto, pero cabe destacar que el 36% de las encuestados consideran que el ópti-

mo es el de conservación totalmente externalizada, y el 9%, una diputación que coincide con la que ha valorado como insatisfecha su experiencia, apuesta por la conservación con medios propios.

#### 14. Sistema a emplear en un futuro próximo

Un aspecto que también se ha abordado en la encuesta es recoger la opinión de los responsables de las diputaciones sobre cuál consideran ellos que será, independiente de cómo se gestiona en su diputación, el sistema de gestión de la conservación que se impondrá en un futuro próximo entre las diputaciones provinciales de nuestro país.

Seguramente en las respuestas se entremezclan sus propios deseos como técnicos con su visión de una gestión más eficiente de los escasos recursos en que habitualmente se mueven este tipo de administraciones y que en los momentos actuales aún se acentúan más. (tabla 18)

Tabla 18.

Sistema de conservación a emplear en el futuro próximo	
Medios propios	5,00 %
Externalizada	50,00 %
Mixta con sectores diferenciados	20,00 %
Mixta con sectores comunes	20,00 %
Concesión	5,00 %

De una forma clara la externalización de la conservación es, en opinión de los encuestados, el sistema con mayor proyección de futuro, llegando al 90% de las respuestas, siendo el 50% los que opinan que la externalización total será el sistema que se impondrá y el 40% restante consideran que se realizará una conservación mixta, bien en sectores comunes o en sectores diferenciados, y tan sólo el 5% consideran que el sistema de gestión será la concesión y otro 5% considera la conservación con medios propios el sistema que finalmente se impondrá en un futuro próximo.

#### 15. Conclusiones

Nos encontramos ante una encuesta que pretende conocer, por primera vez, en nuestro país de que manera se gestiona la conservación ordinaria en las redes de baja intensidad de tráfico.

Los datos obtenidos permiten asegurar que dicha encuesta es suficientemente representativa de la realidad de este tipo de carreteras, pues se han obtenido datos del 40% de los kilómetros que abarcan este tipo de redes.

Una primera conclusión que se obtiene es que la longitud media de la red de carreteras de las diputaciones provinciales es de 1.451Km, con un número medio de travesías por diputación de 187, es decir que existe una travesía cada 7,8Km de carretera, lo que nos da una frecuencia muy importante.

Una segunda conclusión sería que la IMD de 2000 vehículos/día cataloga perfectamente la tipología de las redes de carreteras de las diputaciones, por lo que concluimos que se entiende por carreteras de baja intensidad de tráfico a aquellas que tienen una IMD inferior a 2000 vehículos/día.

Concepto éste específico de las redes de carreteras de las diputaciones provinciales,

El 70% de las diputaciones tiene inventariada su red de carreteras, sin embargo el contenido de dicho inventario varía sensiblemente de unas a otras, mientras que en el 100% de los casos se dispone de la geometría y anchura de las carreteras, la tipología de firmes no llega a ser conocida ni por el 50% de las administraciones y los inventarios de los elementos de señalización horizontal, vertical y de contención son recogidos por el 75% de las diputaciones.

Todos éramos conscientes de que la anchura de las carreteras de las diputaciones es escasa, pero de la encuesta cuantificamos que el 60% de la longitud de las carreteras de las diputaciones tienen un ancho de plataforma inferior a 6 metros.

En lo referente a la tipología de la rodadura de las carreteras el 62% de la longitud de las carreteras el pavimento

está constituido por una mezcla asfáltica, mientras que en el 30% de la longitud el pavimento está constituido por riegos con gravillas y que en el 6% se trata de una lechada bituminosa.

El 40% de las diputaciones realizan auscultación de los firmes de la red de carreteras, aunque la disparidad de de frecuencia de ejecución y de tipología de las carreteras sobre las que se realiza la misma es muy grande. El IRI es el indicador que es medido en mayor número de diputaciones, estas mediciones habitualmente tan solo se realizan para las carreteras de mayor IMD, por el contrario el CRT es el indicador que se mide en mayor número de carreteras y con mayor frecuencia.

En el 70% de las diputaciones se realizan campañas de aforo de tráfico, pero lo habitual es centrarse en las carreteras de mayor intensidad y no en el total de la red.

La implantación de herramientas informáticas para la gestión de la conservación dista mucho de estar implantada en las diputaciones, tan solo en el 20% de ellas, y de forma parcial su uso es habitual.

En lo referente al sistema de gestión empleado para la realización de las operaciones de conservación podemos concluir que en el 35% de las diputaciones la gestión se realiza con medios propios, que en el 55% se realiza de forma mixta, es decir cohabitando los medios propios y contratos de conservación externalizados, y que la conservación totalmente externalizada se realiza en el otro 10%, distribuyéndose un 5% mediante un contrato de conservación integral y el otro 5% en un contrato de concesión.

Independientemente del sistema empleado para la gestión de la conservación las operaciones más habituales incluidas en esta actividad son las relacionadas con la seguridad vial y las menos incluidas son la del servicio de retén para atención de incidencias en horario fuera del laboral.

En lo que se refiere a los recursos empleados para la ejecución de las operaciones de conservación se



Figura 10.

observa que cuando ésta se realiza con medios propios se emplea mucha más mano de obra y medios mecánicos que cuando se externaliza la actividad.

Se puede considerar que el coste total de la conservación totalmente externalizada es del mismo orden que el de la conservación que se realiza solo con medios propios ya que el incremento de inversión destinada a materiales se compensa con el menor coste de la partida de recursos humanos y mecánicos empleados en el día a día de la conservación.

Debiendo de fijarnos más en la mejora o no de la gestión realizada que en el coste que la misma supone para la administración.

Sobre el grado de satisfacción con el sistema de gestión empleado, y ordenándolo de mayor a menor, los más satisfechos serían los que emplean la conservación totalmente externalizada y la concesión, seguidos por la conservación mixta y finalmente tendríamos a la conservación con medios propios.

El grado de libertad que ha existido en la elección del sistema de gestión empleado mantiene el mismo orden que el recogido para la satisfacción, siendo la de mayor grado de libertad la concesión y la de menor la de medios propios.

Sobre la opinión que los responsables de cada una de las diputaciones tienen sobre cuál de los métodos es el óptimo desde un punto de vista técnico se concluye que la diputación que realiza la conservación mediante concesión y la que lo realiza totalmente ex-

ternalizada consideran que la suya es el mejor sistema de gestión.

Mientras que en las diputaciones que realizan la conservación con medios propios considera que el mejor sistema es la conservación mixta en el 71% de los casos y el 29% restante considera que el óptimo está en la totalmente externalizada.

Finalmente entre las diputaciones que realizan la conservación mediante sistema mixto, en el 54% de ellas se considera que el mejor sistema de gestión es que el ellas emplean, el mixto, pero cabe destacar que el 36% de las encuestados consideran que el óptimo es el de conservación totalmente externalizada, y el 9%, una diputación que coincide con la que ha valorado como insatisfecha su experiencia, apuesta por la conservación con medios propios.

Finalmente, e independientemente del sistema que en la actualidad emplea cada diputación, se obtiene que la opinión de los técnicos es que la externalización de la conservación es el sistema con mayor proyección de futuro, llegando al 90%, siendo el 50% los que opinan que la externalización total será el sistema que se impondrá y el 40% restante consideran que se realizará una conservación mixta, bien en sectores comunes o en sectores diferenciados, y tan sólo el 5% consideran que el sistema de gestión será la concesión y otro 5% considera la conservación con medios propios el sistema que finalmente se impondrá en un futuro próximo. ❖



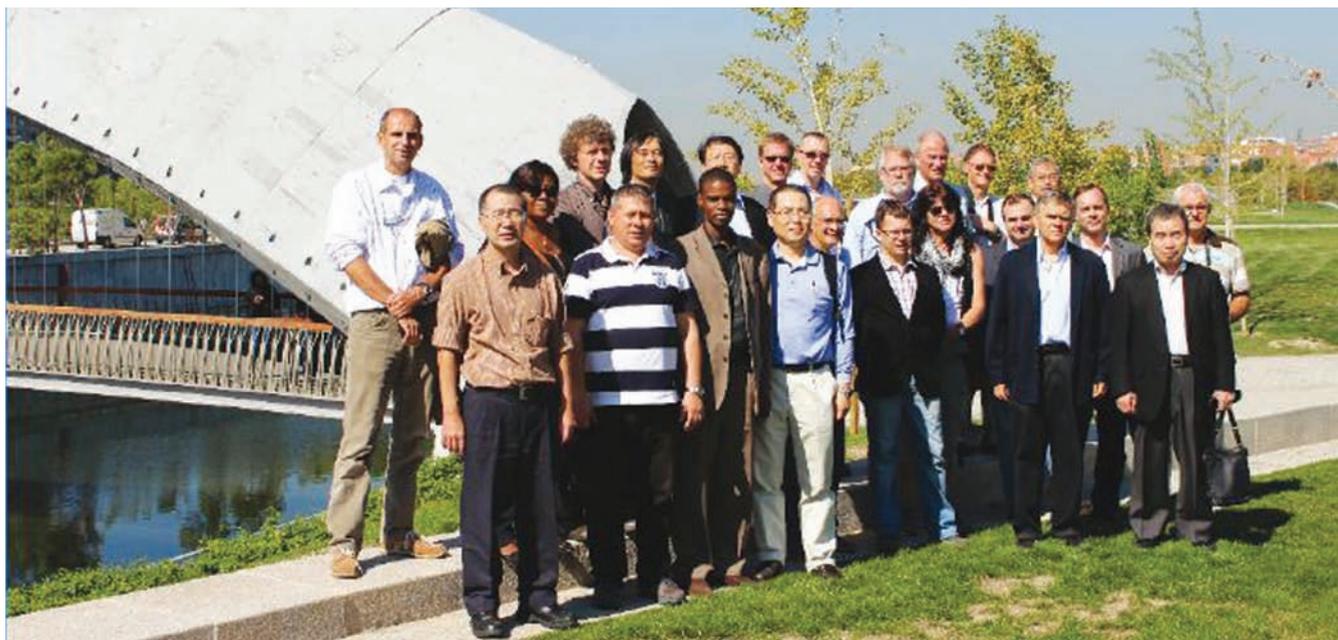
# Hacemos GRANDES hasta los SUEÑOS más pequeños...

... porque en Ferrovia Agromán,  
ponemos en tus manos  
a los profesionales más cualificados del sector,  
las más avanzadas tecnologías y más de 80 años  
de experiencia en servicio y atención al cliente,  
lo que nos ha dado reconocido prestigio  
como empresa líder a nivel nacional e internacional.

Nosotros creemos en cada uno de nuestros clientes,  
creemos en **ese sueño** y lo convertimos  
en el más importante, dándole el respaldo  
y la **seguridad** de hacerlo realidad.

**ferrovial**  
agroman

# Comité Técnico Internacional de Puentes de Carretera de la Asociación Mundial de la Carretera



La Redacción

Miembros del Comité Técnico de Puentes de Carretera.  
FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.

El pasado mes de octubre tuvo lugar en Madrid la celebración del Comité Técnico Internacional de Puentes de Carretera de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC). Durante los días 2 y 3 de octubre el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas), acogió a los miembros del Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera (Asociación Técnica de Carreteras -ATC).

El CEDEX es un organismo público, adscrito orgánicamente al Ministerio de Fomento y funcionalmente a los Ministerios de Fomento y de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, encargado de apoyar de manera multidisciplinar los sectores de la ingeniería civil, la edificación y el medio ambiente, según informa la propia web del organismo.

## Características del Comité

Presidido por Mr. Satoshi Kashima, el Comité de Puentes de Carretera (C.T.4.3) está formado por los siguientes

grupos de trabajo, como indica la página web de la Asociación Mundial de Carreteras, cuyos grupos de trabajo y los resultados que éstos han producido se explican a continuación:

- **Adaptación al cambio climático:** Los expertos identifican los aspectos técnicos de los puentes de carretera, influenciados por el cambio climático y teniendo en cuenta a su vez la evaluación realizada por el *Grupo de Trabajo II: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, IPCC*. Esto hace posible que se tengan en cuenta los potenciales impactos en la construcción de puentes de carretera, conservación y explotación.
- **Nuevos materiales de reparación y rehabilitación:** Tiene como objetivo ofrecer un estudio de casos con un resumen del análisis coste-beneficio de los nuevos materiales

de reparación y rehabilitación, además de realizar un informe sobre los métodos de evaluación así como unas recomendaciones.

- **Gestión de riesgos del inventario de puentes:** Los miembros del Comité revisan de que forma se utiliza la evaluación de riesgos en la gestión del conjunto de puentes (tipo de riesgos que se consideran, análisis de riesgos o relación con la toma de decisiones. Así, publican por un lado, un Informe sobre el estado del arte y por otro, un Informe sobre las herramientas existentes.
- **Estimación de la capacidad de carga de los puentes basada en los daños y las deficiencias:** Analizan métodos e identifican las mejores prácticas y enfoques para la utilización de datos para la valoración de la capacidad de carga con el fin de reducir daños y deficiencias.

## Historia

Los Comités Técnicos Internacionales suponen una parte clave de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR), junto con los Congresos Mundiales que organiza. Por ello, se reúnen frecuentemente en diferentes países. Especialistas de todo el mundo constituyen estos Comités (ya sea como miembros permanentes, miembros corresponsales o miembros adheridos temporalmente). Cada Comité, centrado en un área específica, debe redactar un informe técnico de sus trabajos con vistas a su presentación y discusión en un Congreso Mundial.

La página web de la Asociación Mundial de la Carretera informa que los expertos son designados por los países miembros para trabajar en las cuestiones identificadas en el Plan Estratégico, un documento que contiene las directrices, aprobadas por los países miembros.

Los Comités Técnicos permiten que los participantes puedan acceder a la información global y a la experiencia de otros miembros, y contribuyen al desarrollo profesional y a las oportunidades de networking.

Este Comité está formado por 35 miembros, 21 miembros corresponsales y 6 miembros asociados.

## Agenda

Durante los dos días que duró la reunión internacional del Comité de Puentes de Carretera, sus miembros compaginaron sesiones de trabajo con visitas técnicas. Así, el 1 de octubre, el Secretario de Habla Española del Comité, D. Pablo Díaz, dio la bienvenida a los miembros de este grupo internacional a la sede del CEDEX en Madrid. Después explicó el programa que iban a seguir y tuvieron una primera reunión preliminar.

El martes 2 de octubre fue D. Mariano Navas Gutiérrez, Director del



Visita técnica a Madrid Calle 30. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.



Centro de Control de Madrid Calle 30. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.

CEDEX el que se dirigió a los miembros del Comité, seguido por D. Rafael Astudillo, Director del LCEYM (Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX) y por D. Jorge Urrecho Corrales, Director General de Carreteras, y primer delegado en representación de España de la AIPCR. Éste ofreció una presentación a los miembros del Comité sobre la red nacional de carreteras. A continuación, fue el Presidente del Comité, Mr. Satoshi Kashima, quien les dio la bienvenida. El martes por la tarde los asistentes pudieron disfrutar de una cena, ofrecida por el Comité Nacional Español de PIARC (Asociación Técnica de Carreteras).

## Calle 30

Los miembros de esta reunión internacional visitaron Madrid Calle 30, un proyecto de transformación urbana de la ciudad de Madrid, que incluye una remodelación del viario y el territorio por donde discurría la antigua M-30, con más de 50 km de túneles. Éstos se han convertido en un referente mundial por las características especiales de trazado urbano y densidad de tráfico esperada.

Además, cuenta entre sus características con las siguientes: control total del sistema, tanto desde el Centro de Control como desde el Área de Movilidad, integración del manual de

## Los Comités Técnicos Internacionales suponen una parte clave de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR), junto con los Congresos Mundiales

explotación dentro de la aplicación, gestión del tráfico rodado mediante algoritmos inteligentes de tiempos de recorrido (SAETA) y estado de la vía, proporcionando información al usuario indicando rutas alternativas, detección de incidencias de todo tipo (tráfico, túneles y alarmas de equipamiento, integrando el sistema DAI - Detección Automática de Incidentes) e integración y coordinación con el Centro Integral de Servicios de Emergencia (CISEM), el Centro de Control de Movilidad y se comparte información con la DGT y el Centro de Control de Túneles Urbanos de Madrid.

Asimismo, consta de un Centro de Control desde el que se supervisan y controlan todas las instalaciones.

La empresa SICE fue la encargada de llevar a cabo esta obra de integración de la M-30 en la ciudad.

### Informes

Los Comités publican informes en los que ponen de manifiesto el resultado de los trabajos y conclusiones de sus reuniones. Este tipo de publicaciones pueden ser posteriormente debatidos en algún Congreso Mundial. Durante el ciclo 2008- 2011 se han producido 56 informes, 24 de los cuales están disponibles en español en la web de la Asociación Mundial de la Carretera, además de inglés y francés.

En el caso del Comité Técnico de Puentes de Carreteras, se pueden destacar los siguientes:

**Grandes Puentes de Carretera: gestión, evaluación, inspección y**



Visita a los túneles de Madrid Calle 30. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.



Visita a Madrid Calle 30. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.

**nuevas técnicas innovadoras de gestión**, que describe de 10 grandes puentes de distintos tipos, diseminados por varios países.

**Acreditación de inspector: análisis no destructivo y análisis de estado para puentes:** En el área de la acreditación de inspectores, este informe examina y compara las características y calificaciones necesarias en los distintos países. Proporciona información sobre los cursos de formación, sobre cómo están organizados, el contenido de los cursos y su duración, a fin de obtener la acreditación como inspector de puentes y la recalificación de forma periódica.

La segunda parte del informe es un análisis exhaustivo de los métodos de ensayo no destructivos utilizados

por los inspectores de las estructuras. Para las estructuras de hormigón y acero, los cables, mampostería y madera, el informe presenta, en relación con los diversos aspectos evaluados, los métodos de ensayo no destructivos que se aplican, sus ventajas y desventajas, y recomienda el método más apropiado.

Por último, el informe describe los métodos de evaluación del inventario del estado de los puentes: catálogos sobre los daños, condiciones de los métodos de calificación, por elemento y la calificación general del puente. El informe también hace recomendaciones sobre los procedimientos de evaluación y el uso de la valoración del estado de las calificaciones.



Visita a los túneles de Madrid Calle 30. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.



Visita a Madrid Calle 30. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.



Cena ofrecida por el Comité Nacional Español de PIARC. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.

Los miembros de esta reunión internacional visitaron Madrid Calle 30, un proyecto de transformación urbana de la ciudad de Madrid, que incluye una remodelación del viario y el territorio por donde discurría la antigua M-30

### **Gestión del inventario de puentes:**

Este informe presenta los resultados de una encuesta, a la que respondieron 16 operarios de puentes de 11 países, sobre la gestión de su inventario de puentes. El primer grupo de preguntas trata la naturaleza del inventario de los puentes, los programas de gestión y los fondos asignados anualmente para la gestión de puentes y los programas de inspección.

El segundo grupo de preguntas trata del sistema de gestión de puentes (SGP) que se utiliza: si un sistema se lleva a cabo, ¿quién está a cargo de la gestión de datos en el sistema, de la experiencia requerida y de las calificaciones necesarias para dirigir la gestión del sistema, y

si el SGP es útil para establecer prioridades para un programa de conservación.

Por último, los directivos fueron encuestados sobre la existencia de los objetivos fijados anualmente sobre el estado de los puentes y qué medidas serían necesarias para mejorar la priorización de los proyectos.

El informe concluye con recomendaciones, incluida la aplicación del SGP sobre la base del análisis de riesgos.

**Adaptación al cambio climático de los puentes de carretera:** La importancia de los efectos que provocan las emisiones de Dióxido de Carbono como parte de las emisiones de gases de efecto invernadero hace

que este Comité también deba tener en cuenta las consecuencias que produce en los puentes de carretera.

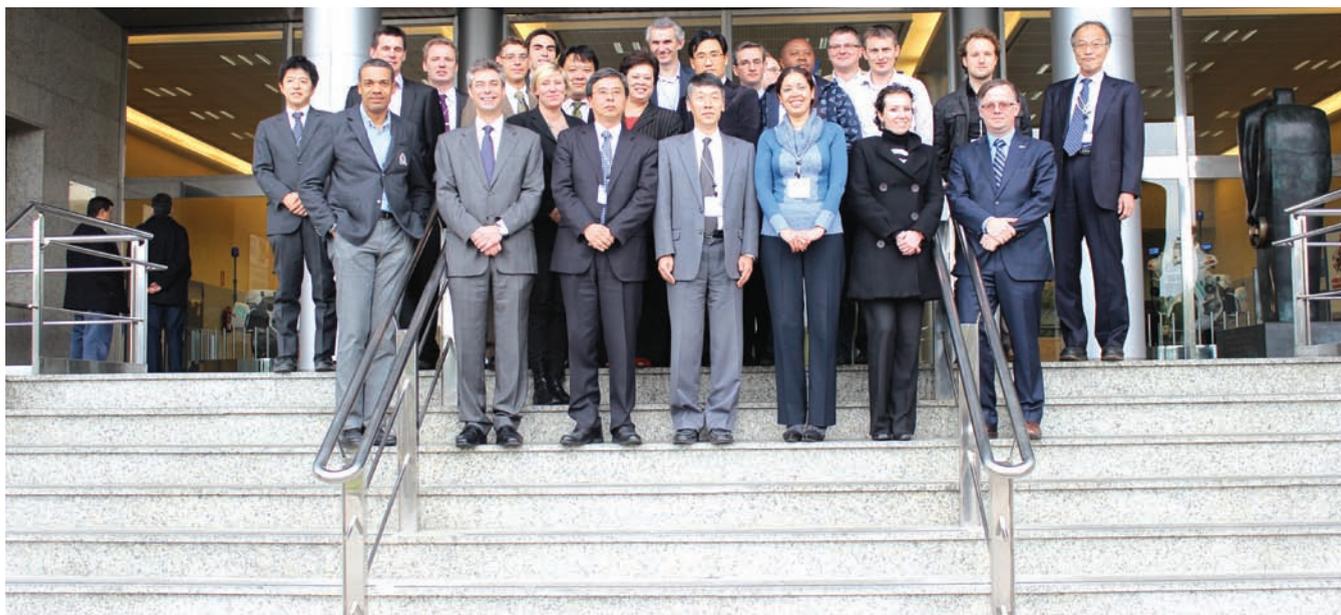
Este Comité ha celebrado otras reuniones internacionales durante el ciclo 2008-2011, entre las que destacan:

En el año 2008, el Comité Técnico Internacional de Puentes de Carretera se reunió en París durante los días 1 y 2 de abril y en Kuala Lumpur (Malasia) del 28 al 30 de octubre.

En 2009, los lugares elegidos fueron Nanjing, China, (20-21 de octubre) y Helsinki, Finlandia del 5 al 7 de mayo.

En 2010, los miembros del Comité se reunieron en Bucarest, en Rumanía, del 4 al 6 de octubre y en Quebec, (Canadá), el 11 y el 12 de mayo. ❖

# Comité Técnico Internacional de Gestión de Riesgos de la Asociación Mundial de la Carretera



La Redacción

Miembros del Comité Técnico de Gestión de Riesgos. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.

El pasado 14 de noviembre, el Comité Técnico Internacional de Gestión de Riesgos de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC) se reunió en la sede de la Dirección Mundial de la Carretera, este Comité debate sobre los siguientes temas: el papel de la evaluación de riesgos en el desarrollo de las políticas y en la toma de decisiones, las metodologías y herramientas para la evaluación y gestión de riesgos aplicados a la explotación de carreteras, la gestión de situaciones de emergencia, los riesgos y gestión de emergencias, cuando éstos son combinados y de gran magnitud.

Del miércoles 14 al viernes 16 de noviembre, los asistentes a esta reunión internacional tuvieron una agenda compuesta tanto por visitas guiadas como sesiones de trabajo, todo ello organizado conjuntamente entre el Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera (Asociación Técnica de Carreteras - ATC) y la DGT (la Dirección General de Tráfico es una organización estatal perteneciente al Ministerio de Interior del Gobierno de España).

El Comité Técnico de Gestión de Riesgos (C.T. 1.5.) tiene como objeti-

vo hacer frente tanto a los peligros que son naturales como aquellos provocados por el hombre. Según informa la página web de la Asociación Mundial de la Carretera, este Comité debate sobre los siguientes temas: el papel de la evaluación de riesgos en el desarrollo de las políticas y en la toma de decisiones, las metodologías y herramientas para la evaluación y gestión de riesgos aplicados a la explotación de carreteras, la gestión de situaciones de emergencia, los riesgos y gestión de emergencias, cuando éstos son combinados y de gran magnitud.

Ésta es la segunda reunión que celebra el Comité de Gestión de Riesgos en lo que va de año. La anterior tuvo lugar en París los días 7 y 8 de febrero de 2012.

## Características e historia

El Comité de Gestión de Riesgos trata sobre los siguientes temas:

**El papel de la evaluación de riesgos en el desarrollo de las políticas y en la toma de decisiones:** El grupo internacional analiza cómo se incorpora esta gestión de riesgos en el desarrollo de las políticas y en la toma de decisiones de las administraciones de transporte y agencias; y se actualiza el trabajo del Comité Técnico de años anteriores. Asimismo, se realiza un informe sobre el estado del arte y recomendaciones por las autoridades de la carretera, así como una actualización sobre la percepción pública y aceptación de riesgos.

**Metodologías y herramientas para la evaluación de riesgos y de gestión aplicados a la explotación de carreteras:** consiste identificar la estrategias aplicadas para gestionar los riesgos asociados con peligros naturales y los que son provocados por el hombre, incluyendo la adaptación de la infraestructura vial al cambio climático. Se van

desarrollando así nuevas herramientas y estudios de casos reales

**El tercer tema de estudio es la Gestión de situaciones de emergencia (que afectan al sistema de transporte por carretera):** dicha investigación, en base a una selección de estudios, tendrá en cuenta en particular las cuestiones de coordinación entre los diferentes modos de transporte, la información de los usuarios y la respuesta del público; para de esta forma, poder ofrecer una serie de recomendaciones basadas en la presentación de estudios de casos reales.

**Riesgos y gestión de emergencias para los riesgos combinados y de gran magnitud:** en este caso se trata de analizar cómo se lleva a cabo la gestión de riesgos o emergencias a partir de estudios de casos de riesgos de escala combinada de gran magnitud (como puede ser un terremoto o un deslizamiento de tierra). De este modo, el resultado obtenido consiste en un informe sobre el estado del arte y recomendaciones por las autoridades de la carretera preparándose para dichos casos.

Los Comités Técnicos Internacionales desempeñan un papel fundamental dentro de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR), junto con los Congresos Mundiales que organiza. Por ello, se reúnen frecuentemente en diferentes países.

Los Comités están formados por tres tipos de miembros: permanentes, miembros corresponsales o miembros adheridos temporalmente. Todos ellos son expertos en la materia, procedentes de distintos países del mundo. Cada Comité, centrado en un área específica, debe redactar un informe técnico de sus trabajos con vistas a su presentación y discusión en un Congreso Mundial.

La página web de la Asociación Mundial de la Carretera informa que los expertos son designados por



El Comité Internacional de Gestión de Riesgos en la DGT. FOTOGRAFÍA: M<sup>a</sup> José Sánchez.



Presentación en la DGT. FOTOGRAFÍA: M<sup>a</sup> José Sánchez.

los países miembros para trabajar en las cuestiones identificadas en el Plan Estratégico, un documento que contiene las directrices, aprobadas por los países miembros y explica la estructura organizativa de los Comités para cada ciclo. Cada uno de ellos tiene una duración de 4 años.

El Comité Internacional de Gestión de Riesgos, designado actualmente como CT 1.5. no se llamaba así en el ciclo anterior (2008-2011), es decir, cada Plan Estratégico supone una reorganización de los Comités y de la manera de designarlos. Por ello, este Comité en el ciclo an-

terior recibió el nombre de Gestión de Riesgos en la explotación nacional e internacional de las carreteras (CT 3).

Este Comité Técnico se creó como un Grupo de Trabajo de la AIPCR, en 1991 en el marco del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales por decisión de la ONU (1990-1999). Fue llamado entonces "Grupo de Trabajo sobre la Reducción de los Desastres Naturales" y se convirtió en un Comité Técnico de la AIPCR en el año 2000, con el nombre Gestión de Riesgos para las Carreteras hasta el año 2007.

El Comité Internacional de Gestión de Riesgos, designado actualmente como CT 1.5. no se llamaba así en el ciclo anterior (2008-2011), es decir, cada Plan Estratégico supone una reorganización de los Comités y de la manera de designarlos

### Inauguración

En su discurso de inauguración, la Directora de la DGT, Dña. María Seguí, dio la bienvenida a los asistentes y les transmitió una calurosa acogida por parte de la Dirección General de Tráfico. A continuación, Dña. María Seguí explicó las funciones que tiene la DGT y la presentó como una organización estatal con 15.000 trabajadores por todo el país: "Somos responsables de dar los permisos de conducir a los nuevos conductores y de validar los que procedan de otros países.

Tenemos competencias legales como regular la circulación de los vehículos y gestionar el tráfico". De hecho, presentó a la persona encargada específicamente de esta tarea, D. Federico Fernández, (Subdirector General de Tráfico y Movilidad de la DGT), así como al Presidente del Comité, D. Keiichi Tamura.

Posteriormente, la Directora de la DGT dedicó unas palabras al Comité de Gestión de Riesgos, del que dijo que realiza "un duro trabajo" y desarrolla una específica labor técnica dentro de la Asociación Mundial de la Carretera. Esta tarea también tiene mucho que ver con



El Comité Internacional de Gestión de Riesgos en la DGT. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.



Centro de control de la DGT. FOTOGRAFÍA: M<sup>a</sup> José Sánchez.

la que realiza la DGT, cuando estos riesgos proceden de grandes desastres, ya sean humanos o naturales de gran magnitud, que en ocasiones pueden prevenirse o reducirse.

Asimismo, Dña. María Seguí animó a los asistentes a que cada uno, desde su ámbito de trabajo, continúe potenciando las políticas de prevención. Con esta influencia, todo aquello que hagan, beneficiará positivamente a la reducción de accidentes de tráfico. Por último, doña María Seguí les deseó a los miembros del Comité una estancia productiva en Madrid, poniendo la DGT a su disposición.

### Agenda de actividades

Tras el almuerzo el Presidente del Comité D. Keiichi Tamura presentó al Subdirector General de Tráfico y Movilidad, D. Federico Fernández, quien dio la bienvenida a los asistentes y explicó la agenda prevista para los siguientes días. Asimismo, D. Federico Fernández explicó que la DGT pertenece al Ministerio del Interior del Gobierno de España y comentó que entre las funciones de esta organización se encuentran la seguridad vial y la gestión de la movilidad en este país.

A última hora del miércoles, los miembros del Comité de Riesgos



El Comité Internacional de Gestión de Riesgos en la DGT. FOTOGRAFÍA: Eva Lázaro.

visitaron el centro de control de la DGT, acompañados por D. Enrique Belda (Secretario de Habla Española del Comité). El jueves 15 de noviembre tras el almuerzo, visitaron el Centro de Control de Túneles de Calle 30, de gran interés para este Comité, lo que dio paso más tarde a tiempo libre, durante el cual quienes quisieron pudieron visitar los madrileños Museos del Prado o Thyssen-Bornemisza. Finalmente, tuvo lugar la cena, ofrecida por el Comité Nacional Español de PIARC (Asociación Técnica de Carreteras). El viernes 16 de noviembre concluyó este Comité.

### Calle 30

Los túneles y Centro de Control de Calle 30, es decir, el trazado de la M-30, siempre supone una visita atractiva para los miembros de un Comité, ya que así pueden ver un proyecto de transformación urbana de la ciudad de Madrid, que incluye una remodelación del viario y el territorio por donde discurría la antigua M-30, con más de 50 km de túneles. Éstos se han convertido en un referente mundial por las características especiales de trazado urbano y

densidad de tráfico esperada.

Asimismo, consta de un Centro de Control desde el que se supervisan y controlan todas las instalaciones. Además, cuenta entre sus características con las siguientes: control total del sistema, tanto desde el Centro de Control como desde el Área de Movilidad, integración del manual de explotación dentro de la aplicación, gestión del tráfico rodado mediante algoritmos inteligentes de tiempos de recorrido (SAETA) y estado de la vía, proporcionando información al usuario indicando rutas alternativas, detección de incidencias de todo tipo (tráfico, túneles y alarmas de equipamiento, integrando el sistema DAI - Detección Automática de Incidentes) e integración y coordinación con el Centro Integral de Servicios de Emergencia (CISEM), el Centro de Control de Movilidad y se comparte información con la DGT y el Centro de Control de Túneles Urbanos de Madrid.

La empresa SICE fue la encargada de ejecutar esta obra y por tanto de hacer posible este proyecto. El ingeniero D. J. Manuel Portilla, de la empresa SICE, acompañó al Comité por estas instalaciones.

La Directora de la DGT, Dña. Seguí animó a los asistentes a que cada uno, desde su ámbito de trabajo, continúe potenciando las políticas de prevención.

### Informes técnicos

Bajo el nombre C.3 Gestión de Riesgos en la explotación de carreteras, este grupo internacional llevó a cabo los siguientes informes:

*Guía para la gestión del riesgo en una organización de carreteras.*

*Riesgos asociados con desastres naturales, cambio climático, desastres producidos por el hombre y amenazas para la seguridad.*

*Gestionar el riesgo de explotación de carreteras: aceptación social de los riesgos y su percepción.*

Este Comité también se ha reunido en años anteriores en las siguientes ciudades:

En 2008, tuvo lugar una reunión de este grupo internacional en París, el 26 y el 27 de marzo; mientras que en Madrid también se reunieron ese año, del 5 al 7 de noviembre. El 13 y 15 de mayo de 2009 tuvo lugar otra reunión del Comité en Vancouver, Canadá, y el 3 y 4 de noviembre se reunieron en Iasi (Rumanía). En el año 2010 también hubo dos reuniones: del 4 al 8 de mayo en Roma; y en Beijing, China, durante los días 9 y 10 de noviembre.

La celebración del Comité Internacional de Gestión de Riesgos ha resultado ser un éxito en cuanto al desarrollo de los trabajos realizados. En esta reunión han participado 28 delegados, procedentes de 19 países en representación de sus respectivas naciones, entre los que se encontraban dos representantes españoles adscritos al Ministerio del Interior.❖

# Nota sobre la reunión de la Junta Directiva del 27 de noviembre de 2012

D. Francisco Caffarena, Secretario de la Junta Directiva de la ATC/Madrid.

Como resulta preceptivo por estas fechas, el pasado 27 de noviembre tuvo lugar la reunión anual de la Junta Directiva de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC). El objetivo principal de esta reunión es la aprobación del presupuesto para el próximo año 2013 que fue presentado por el Tesorero y aprobado por unanimidad. Las duras circunstancias económicas por las que está pasando nuestro sector han impedido la realización de algunas de las actividades que había previstas para el presente año 2012 y que han tenido que ser trasladadas al próximo, concretamente las tradicionales Jornadas de Conservación de Carreteras.

Después de dar la bienvenida al nuevo miembro de la Junta, D. Juan Antonio López Aragón, del Ministerio de Fomento; el Presidente, D. Roberto Alberola, informó a la Junta sobre los hechos más importantes acaecidos desde la reunión anterior. Dentro del ámbito internacional lo más destacado ha sido la reciente elección de D. Oscar de Buén como nuevo Presidente de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC), quien además de ser un gran profesional de brillante trayectoria tanto en su país, México, como en la Asociación Mundial de la Carretera, es un gran amigo de España y, por supuesto, impulsor del idioma español dentro de las actividades de la Asociación Internacional. Así pues, al fin se ha visto recompensado el esfuerzo que la ATC ha venido realizando desde hace más de diez años para facilitar la difusión del idioma español en la AIPCR. También informó el presidente a la Junta de los nombramientos de D<sup>a</sup> M<sup>a</sup>



Junta Directiva y premiados por la ATC. En primera fila, de izquierda a derecha aparecen D. Luis Alberto Bardesi, D. Jorge Urrecho, D. Antonio Silván y D. Carlos Delgado. FOTOGRAFÍA: M<sup>a</sup> José Sánchez.

del Carmen Picón y de D<sup>a</sup> Belén Moner-cillo como miembros, respectivamente, del Comité Ejecutivo y del Comité de Finanzas de la Asociación Mundial. La Junta celebró todos estos nombramientos.

En lo referente a las actividades de la ATC, el presidente pasó a informar sobre las actividades realizadas en el presente semestre, en el que han destacado los cursos específicos sobre operadores de túneles, geotecnia vial y firmes. También presentó un análisis realizado sobre los mismos que ha llevado a la Asociación a la decisión de realizar Cursos on-line para facilitar el acceso a los mismos a profesionales que tienen problemas de desplazamiento o de tiempo. Finalmente y

como viene siendo habitual, la Junta Directiva se trasladó al Nuevo Club de Madrid en donde tuvo lugar el acto de entrega de distinciones a los socios de Honor y de Mérito nominados por la Junta Directiva en la pasada reunión de Junio, que recayeron en D. Pedro Gómez, D. Jordi Follia i Alsina y D. Luis Alberto Solís Villa, los primeros, y en D. Carlos Delgado Alonso-Martirena y D. Alberto Bardesi Orue-Echevarria, los segundos. El acto fue presidido por el Director General de Carreteras del M<sup>o</sup> de Fomento, D. Jorge Urrecho, y por el Consejero de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, D. Antonio Silván. En nombre de los distinguidos dio las gracias D. Luis Alberto Solís. ❖

**LIVING NEBRIJA**  
**LIVING UNIVERSIDAD**



## TÍTULO OFICIAL DE GRADO

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
AUTOMOCIÓN**

**GRADO EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

Curso de Grado aprobado por la ANECA

**Modalidad Presencial**

## CURSOS DE ACCESO al título oficial de

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
para **INGENIEROS TÉCNICOS**  
**INDUSTRIALES** de especialidad  
**MECÁNICA**

**GRADO EN INGENIERÍA EN**  
**ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**  
**INDUSTRIAL** para **INGENIEROS**  
**TÉCNICOS INDUSTRIALES** de  
especialidad **ELECTRÓNICA**

Curso de Adaptación a Grado aprobado por la ANECA

**Modalidad On-Line**



**www.nebrija.com**

Información e inscripciones

**gradoelectronica@nebrija.es**  
**gradomecanica@nebrija.es**  
Tel.: 91 452 11 00

# La Asociación Técnica de Carreteras premia a sus Socios de Honor y Socios de Mérito



La Redacción.

Fotografía: M<sup>a</sup> José Sánchez

D. Pedro Gómez, D. Jordi Follia i Alsina, D. Alberto Bardesi, D. Carlos Delgado, D. Antonio Silván Rodríguez, D. Jorge Urrecho Corrales, D. Alberto Solís Villa y D. Roberto Alberola (de izqda. a dcha.).

El pasado 27 de noviembre la Asociación Técnica de Carreteras (ATC - Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera, AIPCR), distinguió a sus Socios de Honor y a sus Socios de Mérito.

Como Socios de Honor fueron distinguidos D. Pedro Gómez González, D. Jordi Follia i Alsina y D. Luis Alberto Solís Villa. Asimismo, D. Carlos Delgado Alonso - Martirena y D. Alberto Bardesi Orue-Echevarría recibieron una medalla que les acreditaba como Socios de Mérito.

La concesión de los premios tuvo lugar después de la Junta Directiva de la Asociación Técnica de Carreteras, en un acto que contó con el presidente de la ATC, D. Roberto Alberola, D. Francisco Caffarena, Secretario de la Junta Directiva de la ATC/Madrid, además de

otras personalidades que participaron en este acto de entrega de premios: D. Jorge Urrecho Corrales, Director General de Carreteras, quien entregó el premio a D. Jordi Follia i Alsina y a D. Alberto Bardesi Orue-Echevarría; y D. Antonio Silván Rodríguez, Consejero de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y León, quien hizo entrega de este reconocimiento a D. Luis Alberto Solís Villa y a D. Carlos Delgado Alonso-Martirena.

Tras la entrega de los premios y una introducción de D. Francisco Caffarena, D. Luis Alberto Solís Villa tomó la palabra y agradeció en primer lugar la presencia del Consejero de Castilla y León, quien le había entregado el premio. Asimismo, afirmó: "Valoro enormemente esta distinción que viene de una asociación que es el faro de

la tecnología en España, en materia de carreteras".

## Saber, trasladar saber y reconocer los méritos

Después, el Consejero de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y León, D. Antonio Silván Rodríguez, agradeció a la Asociación Técnica de Carreteras su invitación a "este acto de reconocimiento a los vuestros" y añadió lo siguiente: "El hecho de que hayáis elegido a este grupo de personas demuestra lo que sabéis hacer desde hace mucho tiempo: Por un lado, cumplir con vuestra obligación, saber y trasladar vuestro saber hacer así como reconocer los méritos de las personas que hoy han sido, por méritos propios, dignísimas acreedoras de vuestra dignísima decisión. ❖"

## SOCIOS DE HONOR

**D. Pedro Gómez González**

D. Pedro Gómez recibe el premio de manos del presidente de la ATC D. Roberto Alberola. FOTOGRAFÍA: M<sup>a</sup> José Sánchez.

**D.** Pedro Gómez González pertenece a la Junta Directiva de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) desde 1996 como vocal y representante de las empresas de Consultoría. Desde el año 2001 es Tesorero de la Asociación Técnica de Carreteras (Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carreteras -AIPCR/PIARC). Este año ha sido nombrado Socio de Honor de la ATC.

D. Pedro Gómez, premiado como Socio de Honor por la ATC, es ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (Madrid 1978), además de diplomado en Hidrología y Recursos Hidráulicos.

### Carrera profesional

Asimismo, en el ámbito profesional D. Pedro Gómez es Presidente de la empresa de ingeniería GETINSA y de la Fundación Ingeniería y Cooperación Internacional. D. Pedro Gómez ha desarrollado su carrera profesional durante más de 30 años en el sector de



D. Pedro Gómez, D. Jordi Folià i Alsina, D. Luis Alberto Bardesi y D. Carlos Delgado (de izqda. a dcha.)

la consultoría en ingeniería de infraestructuras. Ha sido Vicepresidente de Tecniberia, Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios

Tecnológicos y también Presidente de la Asociación Madrileña de Empresas de Ingeniería ASICMA y Director de la Asociación Panamericana FEPAC. ❖

## SOCIOS DE HONOR

**D. Jordi Follia i Alsina**

D. Jorge Urrecho Corrales, Director General de Carreteras, felicitando a D. Jordi Follia i Alsina.



D. Jordi Follia i Alsina.

**D.** Jordi Follia i Alsina pertenece a la Junta Directiva de la ATC desde el 2000 como vocal. Asimismo, detentó el cargo de Vicepresidente en septiembre de 2001 y de Vicepresidente de la Junta en representación de las Comunidades Autónomas en 2009.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (con la especialidad de Transportes, Puertos y Urbanismo por la Universidad Politécnica de Cataluña, - promoción de 1980), D. Jordi Follia i Alsina ha realizado toda su actividad en el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas (actualmente Territorio y Sostenibilidad) de la Generalitat de Catalunya, donde ingresó el 15 de febrero de 1982.

A lo largo de su carrera profesional se pueden citar los siguientes logros profesionales: durante el último trimestre de 1981, participó en la consultora *Ibering* en estudios previos para la confección del Plan de Carreteras de la Generalitat de Cataluña.



D. Carlos Delgado, D. Antonio Silván Rodríguez, D. Jorge Urrecho Corrales, D. Alberto Alberola y D. Alberto Bardesi Orue - Echevarria.

Entre febrero de 1982 y febrero de 1987, participó en las tareas de Inspección de Transporte Terrestre en el Servicio Territorial de Transportes de Tarragona.

Durante estos años, D. Jordi Follia i Alsina ingresó a través de una oposición, al cuerpo de Ingenieros de

Caminos, Canales y Puertos de la Generalitat de Cataluña.

D. Jordi Follia i Alsina, fue nombrado el 29 de diciembre de 1999 Director General de Carreteras de la Generalitat de Cataluña, cargo que ha ocupado hasta este momento. ❖



## SOCIOS DE HONOR

**D. Luis Alberto Solís Villa**

D. Francisco Caffarena, D. Luis Alberto Solís y D. Antonio Silván Rodríguez. (De izda. a dcha.).



D. Antonio Silván Rodríguez entrega el Premio a D. Luis Alberto Solís.

Perteneciente a la Junta Directiva desde el 2001 como vocal en representación de las Comunidades Autónomas, D. Luis Alberto Solís Villa es también Socio de Honor de la Asociación Técnica de Carreteras (Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera -AIP-CR). Por ello, se reconoció su labor con este premio, entregado por D. Antonio Silván Rodríguez, Consejero de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Precisamente, su carrera ha estado muy ligada a esta Comunidad Autónoma.

Por otro lado, está vinculado con la ATC como miembro del Comité Nacional de Firms Flexibles de la Asociación Técnica de Carreteras y con la AIPCR, como miembro del Comité Internacional A-4.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, con la especialidad de Transportes, Puertos y Urbanismo, por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid (1978) y funcionario de Carrera del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos,

D. Alberto Solís Villa es Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Consejería de Fomento desde el 26 de Julio de 1995.

Se puede citar también entre sus anteriores cargos el de Jefe de la Sección de Proyectos, del Servicio Territorial de Fomento de Ávila o el de Delegado Territorial en Ávila, de la Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio desde julio de 1986 al 28 de agosto de 1987.

### Méritos y publicaciones

D. Luis Alberto Solís ha participado en muchas ocasiones, a lo largo de su carrera profesional, en jornadas y congresos como por ejemplo las Jornadas Nacionales sobre Calidad en la Construcción, celebradas en Valladolid en abril de 1994, así como en el III Congreso Nacional de firms en Burgos "Recomendaciones de Proyecto y Construcción de Firms y Pavimentos" (mayo de 1996).

En la andadura profesional de D. Alberto Solís Villa también aparecen las siguientes publicaciones:

*Acondicionamiento y refuerzo con hormigón seco compactado de la carretera CL-803. Tramo Sanchidrián-San Pedro del Arroyo. Revista Cemento y Hormigón nº 683 de agosto de 1990.*

D. Luis Alberto Solís es coautor junto con D. Jesús Díaz Minguela de la obra *El suelocemento en Castilla y León. Otras soluciones no contempladas en la instrucción de firms*. Publicado en la revista *Carreteras* de junio de 1995.

También fue coautor y Director Técnico del libro *Recomendaciones de Proyecto y construcción de firms y pavimentos de la Junta de Castilla y León*, en las ediciones de 1996 y de 2004 así como del artículo "Los firms con suelocemento en la red autonómica de Castilla y León", publicado en la revista *Cemento y Hormigón* nº 835 de abril de 2002. Autores: Luis Alberto Solís Villa y Jesús Díaz Minguela.

También Con D. Jesús Díaz Minguela y D. Aurelio Ruiz Rubi ha participado en el artículo "Auscultación de firms construidos con suelocemento", publicado en el nº 130 de noviembre/diciembre de 2003 de la revista *Carreteras*. ❖

## SOCIOS DE MÉRITO

**D. Carlos Delgado Alonso-Martirena**

D. Carlos Delgado Alonso-Martirena (izqda.), D. Antonio Silván Rodríguez (centro), D. Jorge Urrecho Corrales y D. Roberto Alberola (dcha.)



D. Carlos Delgado (izqda.), en el centro D. Antonio Silván Rodríguez y D. Jorge Urrecho Corrales (dcha.)

**D.** Carlos Delgado Alonso-Martirena pertenece a la Junta Directiva de la Asociación Técnica de Carreteras como vocal desde el 2005, en representación de los Departamentos Universitarios de las Escuelas Técnicas.

D. Carlos Delgado es catedrático de Geotecnia de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), y recientemente ha renovado su mandato como director de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Obras Públicas, tras obtener el 56,09 por ciento del voto ponderado frente al 39,75 por ciento del otro candidato, Jaime Marco, en las elecciones que tuvieron lugar el pasado 20 de marzo, como informa la página web de la Universidad Politécnica de Madrid.

Asimismo, D. Carlos Delgado es Dr. en Ingeniería Civil por la Universidad Politécnica de Madrid y tiene un MBA del IESE (Instituto de Estudios Superiores de la Empresa) de Barcelona. Inicialmente, combinó su actividad profesional con la enseñanza como profesor a tiempo parcial en la Universidad Politécnica de Madrid, y ha colaborado con las empresas especializadas

Swissboring (Suiza) y Rodio (España) en un gran número de estudios y proyectos en España, América Central y del Sur, Suiza, Francia, Italia, Holanda, Oriente Medio y África, principalmente en el ámbito geotécnico.

### Proyectos

Entre los proyectos que ha realizado por todo el mundo se encuentran los siguientes: los proyectos hidroeléctricos en Aguacapa y Chixoy, El Cajón (Honduras), Tipitapa (Nicaragua), Guavio (Colombia), el Rey Talal Dam (Jordania), Sefi Rud (Irán), presa de Mosul (Irak), Senzier Dam (Suiza); túnel Peña Angulo (Burgos, España), túnel de El Goloso (Madrid), extensión de la línea V del metro de Madrid, la estación de tren Zumikon (Zurich), Medidas Correctivas para la Avenida de la Ilustración (Madrid), Puerto Olímpico (Barcelona), Observatorio Astronómico La Palma; puente sobre el Nilo en Jartum (Sudán), vaciado del dique de Fomen to en Gijón, etc.

Por otro lado, el director de la Escuela Técnica de Obras Públicas ha diri-

gido muchos trabajos en el campo de los estudios de investigación de procesos y mezclas de inyección para el tratamiento de rocas, suelos, cimentación de presas y otras estructuras, publicando en diversos medios de difusión.

Ha sido Director de Exterior en RODIO de 1980-85, y de 1985-2004 Director General de RODIO España, Portugal y Sudamérica. D. Carlos Delgado pasó después al Grupo San José como Consejero Delegado y posteriormente fue presidente de CIMSA (empresa del Grupo para Ingeniería Civil).

Actualmente también es miembro del Consejo de Gobierno y Consejo Social de la de la ETS de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Madrid y ha sido representante español en la Federación Europea de Empresas de Cimentaciones (EFA) y Presidente de AEGAIN (Asociación Española de Geología aplicada a la Ingeniería).

También fue socio fundador de ANCI (Asociación Nacional de Constructores Independientes). Actualmente es Presidente de la Asociación Internacional de Ingeniería (IAEG) por un periodo de cuatro años. ❖

SOCIOS DE MÉRITO

# D. Alberto Bardesi Orue - Echebarría



D. Antonio Silván Rodríguez, D. Jorge Urrecho Corrales, D. Roberto Alberola y D. Alberto Bardesi Orue - Echebarria (de izqda. a dcha.)



D. Jorge Urrecho Corrales, D. Roberto Alberola, D. Alberto Bardesi.

**D.** Alberto Bardesi Orue-Echevarria es miembro de la Junta Directiva desde el 2005 y ejerce como vocal , en representación de las empresas relacionadas con los Productos y Mezclas Bituminosas.

El pasado 27 de noviembre recibió la distinción como Socio de Mérito de parte de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC).

D. Alberto Bardesi, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid, es asimismo Director de Asfaltos de Repsol YPF Lubricantes y Especialidades S.A. Anteriormente, D. Alberto Bardesi desempeñó el cargo de Director Técnico de la empresa Composán Distribución S.A. (1988- 1997).

En su carrera profesional también destaca su labor en la docencia, siendo desde 1996 Profesor Asociado del Departamento de Transportes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Por otro lado, pertenece a varias asociaciones del sector de la ingeniería. ❖



D. Jorge Urrecho Corrales entrega el premio a D. Alberto Brdesi Orue-Echevarria.



# Fotos del acto de entrega de Premios



D. Carlos Delgado, D. Antonio Silván Rodríguez, D. Jorge Urrecho Corrales, D. Roberto Alberola y D. Alberto Bardesi. (Izqda. a dcha.).



Ambiente antes del acto de Entrega de Premios de la ATC.



Ambiente en la entrega de Premios de Honor y Premios de Mérito de la ATC.

# BETUNES DE BAJA TEMPERATURA



## ¿QUÉ SON LOS BETUNES DE BAJA TEMPERATURA?

La disminución en el consumo energético, fundamentalmente el derivado del uso de los denominados combustibles fósiles, y la consiguiente reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, que se producen durante su combustión, se han convertido en los grandes retos a los que la sociedad actual debe enfrentarse.

En el caso de la fabricación y extendido de las mezclas asfálticas, se ha venido realizando un importante esfuerzo tecnológico encaminado a obtener la disminución de las temperaturas de trabajo (figura 1), bien sea modificando los procesos de fabricación de las mezclas (áridos húmedos), bien añadiendo distintos tipos de productos (zeolitas) o utilizando ligantes especiales (betunes de baja temperatura para mezclas semicalientes y emulsiones para mezclas templadas).

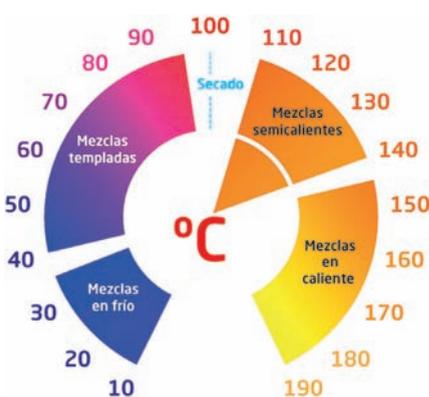


Figura 1. Tipos de mezcla por temperatura de fabricación.

En el caso de los betunes de baja temperatura existen diferentes técnicas para reducir la temperatura de fabricación de la mezcla asfáltica: unas se basan en la reducción de la viscosidad del betún, mediante la aditivación con ceras, que cambian completamente la reología de los mismos, y otras en la reducción de la tensión superficial en la interfase árido ligante, utilizando betunes especiales. Este último tipo de betunes, tienen la ventaja de que su comportamiento reológico es equivalente al de los ligantes convencionales, cumpliendo sin problemas las especificaciones recogidas en la norma EN 12591 y teniendo por tanto su correspondiente marcado CE. Las mezclas “templadas”, que consisten en la fabricación de mezclas con emulsión bituminosa a temperaturas en el entorno de los 80 °C, y las mezclas “semicalientes”, que utilizan betunes con propiedades específicas para fabricar mezclas en caliente a temperaturas inferiores a las habituales (hasta 40 °C menos), son en las que más importancia ha tenido la innovación en los ligantes y en las que PROAS tiene una mayor experiencia.

PROAS ha desarrollado una gama completa de BETUNES DE BAJA TEMPERATURA, a partir de betunes “convencionales” (CEPSASFALT BT) y “modificados” (STYRELF BT y STYRELF RAF BT).

## EL BETÚN DE BAJA TEMPERATURA EN PROAS

PROAS ha desarrollado una avanzada y novedosa tecnología para producir betunes de baja temperatura con un comportamiento óptimo en la pavimentación de carreteras todo ello cumpliendo con los más estrictos estándares de la normativa de calidad establecida.

En PROAS estos betunes de baja temperatura están incluidos dentro de sus gamas CEPSASFALT BT y STYRELF BT según se trate de betunes convencionales CEPSASFALT o modificados con polímeros STYRELF.

Son productos de la más alta calidad que optimizan la pavimentación de la red viaria y que representan un nuevo avance en la vía del compromiso y la apuesta permanente de PROAS por el desarrollo sostenible y el medio ambiente.

Figura 2. Temperaturas de fabricación de las mezclas CEPSASFALT BT.

	Cepsasfalt BT 35/50	Cepsasfalt BT 50/70
T ligante	155°C - 160°C	150°C - 160°C
T áridos	>125°C	>125°C
T mezcla	>125°C	>125°C
T compactación	>115°C	>115°C

En la actualidad PROAS, conjuntamente con expertos de diferentes Administraciones de Obras Públicas, tiene en marcha ensayos y obras en distintas zonas del territorio nacional. Tanto las pruebas como las aplicaciones comerciales ya realizadas, están resultando exitosas y permiten que PROAS sea considerado el líder de esta actividad por el mercado.

### CEPSASFALT BT

PROAS ha completado su gama CEPSASFALT, en la que se incluyen los betunes tradicionales para la pavimentación de carreteras, con los nuevos betunes de baja temperatura.

En ella se incluyen el CEPSASFALT BT 35/50 y el CEPSALFALT BT 50/70, betunes convencionales de baja temperatura, que cumplen con las especificaciones recogidas en el artículo 212 del PG-3 y en la norma EN 12591 y que tienen su correspondiente marcado CE. Los betunes de baja temperatura incluidos en esta gama tienen unas propiedades reológicas y unas temperaturas de manejo y bombeo similares a las de los betunes convencionales B 35/50 y B 50/70, pudiéndose reducir las temperaturas de fabricación de las mezclas, tal y como se recoge en la figura 2, en función su tipo y características.

### STYRELF BT

Igualmente dispone de betunes de baja temperatura en la gama STYRELF, entre los que cabe destacar el STYRELF BT y el STYRELF RAF BT.

- **STYRELF BT:** es un betún modificado con polímeros, que cumple con las especificaciones recogidas en la norma EN 14023 de betunes modificados (figura 3), para un PMB 45/80-65, similar al actual BM3c.
- **STYRELF RAF BT:** es un betún modificado de altas prestaciones que cumple con las especificaciones recogidas en la norma EN 14023 de betunes modificados (figura 4) para un PMB 45/80-75.

Figura 3. Propiedades del STYRELF BT.

Características	Unidad	Norma	min.	max.
<b>Betún Original</b>				
Penetración (25 °C; 100 g; 5s)	0,1 mm	EN 1426	45	80
Punto de reblandecimiento	°C	EN 1427	65	
Punto de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	-	-15
Estabilidad al almacenamiento:		EN 13399	-	
• Diferencia Punto reblandecimiento	°C	EN 1427	-	5
• Diferencia penetración (25 °C)	0,1 mm	EN 1426	-	9
Recuperación elástica a 25 °C	%	EN 13398	70	-
Punto de inflamación	°C	EN 2592	235	-
Fuerza Ductilidad	J/cm <sup>2</sup>	EN 13598 EN 13703	3	-
<b>Residuo después de película fina y rotatoria</b>				
Variación de masa	%	EN 12607-1	-	1,0
Penetración (25 °C; 100 g; 5 s)	% p.o.	EN 1426	60	-
Δ punto de reblandecimiento	°C	EN 1427	-	10
<b>Temperaturas orientativas de trabajo</b>				
T ligante	°C		155	165
T áridos	°C		130	140
T mezcla	°C		130	140
T compactación	°C		125	-

Figura 4. Propiedades del STYRELF RAF BT.

Características	Unidad	Norma	min.	max.
<b>Betún Original</b>				
Penetración (25 °C; 100 g; 5s)	0,1 mm	EN 1426	45	80
Punto de reblandecimiento	°C	EN 1427	75	
Punto de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	-	-15
Estabilidad al almacenamiento:		EN 13399	-	
• Diferencia Punto reblandecimiento	°C	EN 1427	-	5
• Diferencia penetración (25 °C)	0,1 mm	EN 1426	-	13
Recuperación elástica a 25 °C	%	EN 13398	80	-
Punto de inflamación	°C	EN 2592	235	-
Fuerza Ductilidad	J/cm <sup>2</sup>	EN 13598 EN 13703	3	-
<b>Residuo después de película fina y rotatoria</b>				
Variación de masa	%	EN 12607-1	-	1,0
Penetración (25 °C; 100 g; 5 s)	% p.o.	EN 1426	60	-
Δ punto de reblandecimiento	°C	EN 1427	-	10
<b>Temperaturas orientativas de trabajo</b>				
T ligante	°C		175	185
T áridos	°C		130	140
T mezcla	°C		135	145
T compactación	°C		130	-



Figura 5. Carretera N 420 (Gandesa, Tarragona). Detalle de la compactación de la mezcla.

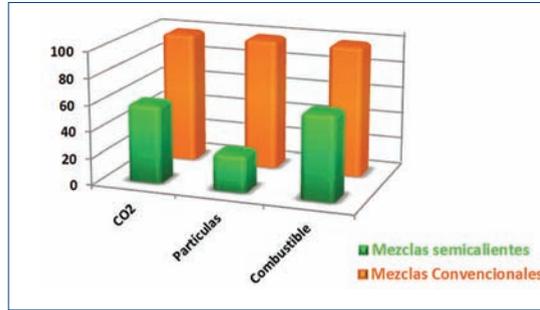


Figura 6. Disminución de las emisiones de gases.

	Reducción
CO <sub>2</sub>	60 %
Partículas	29 %
Combustible	65 %

**APLICACIONES**

Las principales aplicaciones de los BT de PROAS son:

- Mezclas semicalientes**  
Mezclas bituminosas cuya fabricación y extendido son exactamente iguales que los de las mezclas convencionales, pero reduciendo la temperatura de los áridos hasta en 40 °C. (Mezclas con bajo consumo de combustible, bajas emisiones y rápida apertura al tráfico).
- Mezclas fabricadas a temperaturas convencionales**  
La fabricación de mezclas bituminosas a temperaturas convencionales con este tipo de betunes, amplía el rango de temperatura de compactación de las mismas, lo que permite mayores tiempos de transporte o extendido de las mezclas en condiciones adversas (mezclas con largos tiempos de transporte, extendidos a baja temperatura ambiente, extendido en túneles, bacheos y reparaciones).

**VENTAJAS FRENTE A LOS BETUNES CONVENCIONALES**

El uso de betunes de baja temperatura de PROAS presenta unas ventajas notables frente al de los betunes convencionales, entre las que podemos destacar:

- Reducción de consumos de combustibles**  
La reducción de la temperatura de fabricación de las mezclas implica un menor consumo de combustible, que oscila entre un 25 % y un 35 %, dependiendo del tipo y la humedad de los áridos. Esta reducción del consumo se traduce en un ahorro económico, que depende del precio del combustible en cada momento.
- Reducción de emisiones**  
Este ahorro implica también una importante disminución de las emisiones de gases (figura 6). El CO<sub>2</sub> emitido se reduce entre un 25 % y un 40 %, contribuyendo por tanto a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, ocurriendo algo similar con las emisiones de CO y partículas NOx.

- Mejora de la trabajabilidad**  
La posibilidad de manejar y extender estas mezclas a baja temperatura tiene además otras implicaciones pudiéndose aumentar los tiempos de transporte al extendido o el margen de temperaturas en el que trabajar las mezclas para obtener buenos resultados.
- Igual calidad que las mezclas en caliente**  
Las propiedades obtenidas en la carretera para este tipo de mezclas son completamente equiparables a las de una mezcla en caliente fabricada a temperatura convencional.
- Fabricación y puesta en obra convencional**  
Una de las grandes ventajas de esta técnica es que no necesita ninguna adaptación de la Planta, pues tanto la fabricación de la mezcla como su extendido y compactación, se producen de forma similar al de una mezcla en caliente, con la única diferencia de que los áridos se calientan a una temperatura inferior. ❖



Figura 7. Carretera CL 612. Medina de Rioseco -Villafrecós, Valladolid. Detalle de la mezcla final.



Figura 8. Autopista A 62 (Palencia). Detalle del extendido de la mezcla.

# Andorra 2014

## XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal

(4 al 7 de febrero del 2014)

### Reunión del Comité Técnico de Vialidad Invernal 2.4 en Andorra



Reunión del Comité Técnico de Vialidad Invernal 2.4.

El Comité Técnico 2.4 Vialidad Invernal se reunió este septiembre en Andorra. El acto contó con la participación de treinta expertos de los diferentes países de la Asociación Mundial de la Carretera. Durante dos días, el Comité Técnico desarrolló su programa de trabajo de acuerdo con los temas del plan estratégico 2012-2015.

Los participantes fueron informados sobre la estructura organizativa

del Congreso de Vialidad Invernal Andorra 2014. Los asistentes visitaron el Palacio de Congresos y el espacio de exposición y, además, discutieron el programa técnico y social que ofrecerá, entre otros, demostraciones y concursos de máquina quitanieves.

Por otra parte, también se ha creado un grupo de trabajo para seleccionar las 120 ponencias y los pósteres que formarán parte del programa.

El representante de Andorra en el Comité Técnico 2.4, David Palmitjavila, indicó que los asistentes habían valorado muy satisfactoriamente la reunión. "Cada participante se marchó convertido en un embajador del Congreso Internacional de Vialidad Invernal Andorra 2014", explicó antes de añadir que se habían encontrado con una organización muy profesional en un país acogedor y accesible. ❖

### Se firma el acuerdo entre el Gobierno de Andorra y la AIPCR

El Ministro de Economía y Territorio, Jordi Alcobé y la presidenta de la Asociación Mundial de Congresos de Carreteras (AIPCR), Anne-Marie Leclerc, firmaron este octubre en Lucerne el protocolo de acuerdo para la organización del XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal. El acuerdo define las tareas que deben asumir la Asociación y el Gobierno antes, durante y después del Congreso.

Así, el Comité Organizador se encargará de toda la logística de Andorra para la organización de la conferencia y exposición, de la inscripción, alojamiento, seguridad y atención a los visitantes y de organizar la apertura y el cierre. En cuanto a la AIPCR, es

responsable de establecer el programa de sesiones técnicas, las traducciones simultáneas y la promoción internacional del Congreso.

Durante el Consejo y el Comité Ejecutivo, el segundo delegado de la AIPCR por Andorra, David Palmitjavila, expuso un extenso informe sobre la organización del XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal.

Actualmente, y desde hace casi cinco meses, la Oficina Andorra 2014 está trabajando en todos estos aspectos organizativos, supervisada por el Comité Organizador del Congreso para garantizar que la celebración del Congreso Internacional de Vialidad Invernal sea todo un éxito.❖



Jordi Alcobé con Anne-Marie Leclerc.



Louserne.

# Reunión Anual del Consejo de la Asociación Mundial de la Carretera en Lucerna



Mr. Friedrich Zotter (izqda.), representante saliente de los Comités Nacionales en el Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC) y Mr. Bojan Leben, elegido nuevo representante de los Comités Nacionales en el Comité Ejecutivo de PIARC.



D. Oscar de Buen Richkarday.  
FOTOGRAFÍA: Asociación Mundial de la Carretera.

La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC) celebró su Consejo anual en Lucerna (Suiza), del 22 al 26 de octubre. El lugar de celebración fue el Museo de Transportes de Lucerna y allí se dieron cita los delegados de los países miembros que conforman este Consejo.

La Asociación Mundial de la Carretera tiene miembros en 142 países, de los cuales 120 son Gobiernos y el resto se dividen en Autoridades Regionales, Miembros Colectivos y Miembros Individuales. Cada uno de los países miembros cuenta como mínimo con un representante en el Consejo, que se denomina Primer Delegado. En el caso de España se corresponde con el Director General de Carreteras, D. Jorge Urrecho Corrales.

Durante los días que ha durado la reunión internacional del Consejo, se han dado cita a su vez otros organismos que forman parte de la AIPCR:

El **Comité Ejecutivo**, que es responsable del gobierno de la Asociación Mundial de la Carretera, bajo las directrices que marca el Consejo y con el apoyo de las Comisiones de Plan Estratégico, Finanzas y Comunicaciones.

Los **Comités Nacionales** contribuyen a difundir las actividades de la AIPCR y organizan reuniones y

conferencias locales además de ofrecer servicios a los socios. (Es el caso de la **Asociación Técnica de Carreteras** en España, que es el Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera). Hay Comités Nacionales en 37 países miembros.

En cada Consejo Anual, los Primeros Delegados de los países miembros también se reúnen para compartir experiencias y debatir sobre un tema específico. En esta ocasión, los representantes debatieron sobre *La Seguridad en las Carreteras*. La directora de la Dirección General de Tráfico (DGT), Dña. María Seguí, explicó, en representación de España, *las Medidas aplicadas por España para mejorar la Seguridad Vial*.

Por otro lado, hay que destacar que la reunión internacional del Consejo se completó el 26 de octubre con la visita técnica al Túnel de base de Saint-Gothard.

## Elección del nuevo Presidente

El nuevo presidente de la AIPCR, cargo que será efectivo a partir del 1 de enero de 2013, fue elegido durante la Reunión Anual del Consejo. En esta ocasión, resultó elegido D. Oscar de Buen Richkarday, ingeniero civil

por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y titular de un Máster en Ciencias del Transporte por el Massachusetts Institute of Technology (MIT), Estados Unidos. D. Oscar de Buen Richkarday ha desempeñado varios cargos dentro del sector público, en concreto, para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México. En la reunión internacional del Consejo también se eligieron los nuevos miembros que constituyen el Comité Ejecutivo de PIARC.

## Representación española

Entre los miembros que forman parte del Comité Ejecutivo de PIARC encontramos representantes de diferentes países y en esta ocasión, España cuenta con la presencia de Dña. M<sup>a</sup> del Carmen Picón, Subdirectora General Adjunta a la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento). Desempeña su labor en el departamento de Relaciones Internacionales.

El Consejo renovó en el cargo a Mr. Jean - François Corté, como Secretario General hasta 2016. Por otra parte, los Comités Nacionales eligieron a Mr. Bojan Leben (Eslovenia) como representante en el Comité Ejecutivo. ❖





# 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 Audibería. 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

## D. Carlos Delgado es investido de nuevo Director de la Escuela de Ingeniería Técnica de Obras Públicas de la Universidad Politécnica de Madrid



28 de noviembre del 2012 - Madrid  
La Redacción

El Sr. Rector Magnífico, D. Carlos Conde Lázaro, Dña. Cristina Pérez García (Secretaria General) y D. Carlos Delgado Alonso-Martirena.  
FOTOGRAFÍA: María José Sánchez.

El Salón de Actos de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Obras Públicas de Madrid acogió el pasado mes de noviembre el acto de toma de posesión de D. Carlos Delgado Alonso - Martirena como Director de dicha Escuela.

Acompañado del Sr. Rector Magnífico, D. Carlos Conde Lázaro y Dña. Cristina Pérez García (Secretaria General), D. Carlos Delgado Alonso-Martirena se dirigió a los asistentes para agradecerles una vez más su confianza, ya que repite en el cargo.

A continuación, comentó los aspectos relacionados con esta titulación que más interés tienen para los alumnos y profesores de la Escuela de Obras Públicas (EUITOP), muchos allí presentes: "En el pasado hemos puesto en marcha el capítulo de los nuevos títulos de grado con una numerosa matrícula de alumnos, y estamos ya preparando el segundo, con máster oficiales universitarios para ofrecer alreosto del alumnado esta posibilidad así como atraer alumnos de otros centros". Después de esta introducción, D. Carlos Delgado hizo referencia a las mejoras en

las instalaciones de la EUITOP y pasó a comentar brevemente los puntos más importantes de su programa:

El primero y más urgente, comentó el nuevo Director de la Escuela, es "la consolidación y reforma de nuestro grado en ingeniería civil, con especial énfasis en las tres dobles titulaciones ofertadas y en la formación en lenguas

**"Hoy por hoy lo que es innegable es que la ingeniería civil española ocupa un puesto relevante a nivel mundial"**

extranjeras". A continuación, se refirió fue la preparación de la oferta de títulos de Máster oficiales y doctorado.

"No quiero olvidar el curso de acceso para los titulados en Obras Públicas que deseen pasar a obtener el grado de ingeniería civil. Procuraremos tenerlo preparado para este próximo curso que viene, para aquellos que lo deseen", afirmó el Director de la Escuela de Obras Públicas. Asimismo, tam-

bién quiso dejar claro el compromiso que llevará a cabo con la calidad de la docencia y sobre todo con la investigación: "Tengo ya preparado el crear una nueva Subdirección, para esa tarea exclusivamente".

### El futuro

Antes de terminar su discurso, D. Pedro Delgado se dirigió muy especialmente a los alumnos, para mandarles un mensaje de esperanza: "Hoy por hoy lo que es innegable es que la ingeniería civil española ocupa un puesto relevante a nivel mundial". Esto se ha conseguido, en su opinión, gracias a la constancia y la valía de sus ingenieros que son el auténtico capital, "el capital humano de las empresas". Y el reto es eso, afirmó D. Carlos Delgado: "Debéis ser capaces de mantener y continuar esa trayectoria, que ha costado muchos esfuerzos y sacrificios a tantos profesionales ingenieros y que no podemos dejar caer". De esta forma, les animó diciendo que hay mucho que realizar y cooperar con otros países en desarrollo, además de en España. ❖

# Fomento e Interior ponen en marcha la Campaña de Vialidad Invernal 2012-2013 en la Red de Carreteras del Estado

**E**l Ministerio de Fomento y el Ministerio del Interior, a través de la Dirección General de Tráfico y de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, ya han puesto en marcha la campaña de vialidad invernal 2012-2013 en la Red de Carreteras del Estado.

Con esta Campaña se trata de garantizar, en la medida de lo posible, el tráfico y defensa de las carreteras ante situaciones de frío y nevada intensa así como la seguridad de sus usuarios, potenciando los trabajos de prevención y de gestión de las incidencias ocasionadas con motivo de las nevadas.

Los principales objetivos de la campaña son informar al usuario, con la antelación suficiente, minimizar las perturbaciones al tráfico como consecuencia de las nevadas y evitar la formación de placas de hielo.

### Equipos y material fundente

El Ministerio de Fomento dispone en la Red de Carreteras del Estado de 1.340 máquinas quitanieves y más de 225.000 toneladas de fundentes (sal) para la próxima campaña invernal.

Todo este esfuerzo se traduce en una inversión para la campaña 2012-2013 de 65,4 millones de euros.

### Aparcamientos de emergencia

Asimismo, para facilitar y hacer más operativo el establecimiento de restricciones a la circulación de vehículos pesados, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento continúa con la ejecución de un programa para la construcción de una serie de aparcamientos de gran capacidad situados estratégicamente donde poder estacionar, de forma ordenada, aquellos vehículos que tengan restringida su circulación por problemas, en principio, de vialidad invernal. En la actualidad, se encuentran en servicio 34 aparcamientos, y existen 2 más en fase de ejecución.

### El Comité Estatal de Coordinación se reúne el 6 de noviembre

La Campaña de Vialidad Invernal para la Red de Carreteras del Estado, en la que participan principalmente

los Ministerios de Fomento e Interior, está coordinada por el subsecretario del Ministerio del Interior, Luis Aguilera, que preside el Comité Estatal de Coordinación sobre Vialidad Invernal, en el que se actualizan los mecanismos necesarios para conseguir una adecuada cooperación entre los órganos competentes en esta materia de la Administración General del Estado. Este Organismo se reúne mañana, 6 de noviembre.

Intervienen la Dirección General de Carreteras y la Dirección General de Transporte Terrestre del Ministerio de Fomento; la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y de Tráfico, del Ministerio del Interior; la Dirección General de Política de Defensa, del Ministerio de Defensa; y la Agencia Estatal de Meteorología del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. En situaciones de mayor gravedad, podrá intervenir la Unidad Militar de Emergencias junto a otros medios del Estado.

La Coordinación Territorial y Desarrollo del Operativo a nivel de la Administración General del Estado se realiza por las delegaciones y subdelegaciones de Gobierno del Ministerio de Administraciones Públicas, los servicios de Conservación y Explotación de Carreteras, la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil y las Jefaturas Provinciales de Tráfico, en colaboración con los Órganos y Servicios previstos en los Planes Territoriales de Emergencias de las Comunidades Autónomas.

### Colaboración ciudadana y medidas de autoprotección

La Dirección General de Protección Civil recuerda que en esta campaña es fundamental la colaboración ciudadana. Ante los temporales de frío y nieve, los ciudadanos deben extremar las precauciones e informarse de la situación



Campaña de vialidad invernal. FOTOGRAFÍA: Ministerio de Fomento.

meteorológica y del estado de las carreteras antes de iniciar sus desplazamientos.

Asimismo, deben prestar especial atención a las normas preventivas de su comunidad autónoma, que puede adoptar algunas medidas puntuales en función de la evolución de la situación meteorológica en esa zona concreta, y adoptar medidas de autoprotección.

## Seguimiento de las predicciones meteorológicas y difusión de Alertas y Avisos Preventivos

La Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior realiza una serie de actuaciones previas encaminadas a potenciar los trabajos de prevención y previsión ante las nevadas y mejorar la gestión de las incidencias. Destaca el seguimiento de las predicciones meteorológicas.

Asimismo, las actuaciones de carácter preventivo tienen su reflejo en la difusión de Alertas y Avisos a los Organismos y Servicios de las Administraciones involucradas en el Protocolo.

## Campaña de concienciación de la Dirección General de Tráfico

A partir del 5 de noviembre, la Dirección General de Tráfico (DGT) pondrá en marcha una campaña de concienciación a los ciudadanos sobre la conducción en invierno. Durante la estación de invierno hay que cambiar la forma de conducir. La campaña tendrá dos fases. Una primera aconsejando la preparación del vehículo: neumáticos, alumbrado, cadenas, etc... Y una segunda con recomendaciones sobre cómo afectan a la conducción las condiciones meteorológicas adversas y como se debe adaptar la conducción a dichas condiciones.

De esta forma desde la DGT se trata de sensibilizar a los conductores sobre el especial cuidado y precaución que hay que tener en esta época del año. La campaña se emitirá principalmente en las cadenas de radio, en anuncios y cuñas informativas.

## Ante los temporales de frío y nieve, los ciudadanos deben extremar las precauciones e informarse de la situación meteorológica y del estado de las carreteras antes de iniciar sus desplazamientos

### Información del estado de la circulación

La Dirección General de Tráfico ofrece gratuitamente información del estado de la circulación y de las incidencias que pueden afectarla, para una correcta planificación de los viajes por carretera, a través de los siguientes medios:

Desde teléfono móvil  
 Movistar 505 / 404 / e-moción  
 Vodafone 141  
 Orange 2230  
 WAP <http://wap.dgt.es>

Uno de los sistemas que potencialmente más posibilidades ofrece es el de información mediante mensajes cortos desde teléfono móvil o sms.

### Recomendaciones de Protección Civil y DGT

Ante los temporales de frío y nieve, los ciudadanos deben tener en cuenta las medidas de prevención y autoprotección, que favorecen tanto la seguridad propia como la de los demás:

- Si es imprescindible viajar por carretera, debe ir muy atento y tener especial cuidado con las placas de hielo. Infórmese de la situación meteorológica y el estado de las carreteras, extreme las precauciones,

revise el vehículo y atienda las recomendaciones de Tráfico.

- Si va conduciendo, extreme las precauciones, especialmente en la salida de túneles, adelantamientos y cruce con vehículos pesados en carreteras de doble sentido. Preste atención ante la posible presencia de obstáculos en la carretera.
- Revise los neumáticos, anticongelante y frenos. Además, hay que tener la precaución de llenar el depósito de la gasolina y llevar cadenas.
- Es útil llevar ropa de abrigo y un teléfono móvil con batería de recambio y/o cargador de automóvil. Si está atrapado en la nieve, se aconseja permanecer en el coche, con la calefacción puesta, renovando cada cierto tiempo el aire y vigilar que el tubo de escape no esté obstruido para evitar que los gases penetren en el interior del vehículo.
- En caso de quedarse aislado y necesitar ayuda, no intente resolver la situación por sí mismo, trate de informar de este hecho y, salvo que la situación sea insostenible, espere asistencia. ❖



Actuaciones de la DGT en la A-395. Accesos a Sierra Nevada. FOTOGRAFÍA: Archivo ATC.

# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Comité Nacional de la Asociación Mundial de Carreteras



asociación técnica  
de carreteras  
comité español de la  
asociación mundial de carreteras



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



[http://www.atc-piarc.com/rutas\\_digital.php](http://www.atc-piarc.com/rutas_digital.php)

Si quiere anunciarse en **RUTAS** póngase en contacto con nosotros:

Tel.: 913082318 Fax: 913082319

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



Para más información:  
puede dirigirse a:

**Asociación Técnica de Carreteras**

**Tel.: 913082318 Fax: 913082319**

**[info@atc-piarc.com](mailto:info@atc-piarc.com) [www.atc-piarc.com](http://www.atc-piarc.com)**

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

Forma de pago:

Domiciliación bancaria CCC nº \_\_\_\_\_

Transferencia al numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa

NIF

Dirección

Teléfono

Ciudad

C.P.

e-mail

Provincia

País

Fecha

Firma



**IDEAS**  
QUE  
ILUMINAN  
UN NUEVO  
CAMINO



Con PROAS  
vuelve a estrenar  
carretera.

*Nuestra amplia gama de productos cuidan y conservan el buen estado de las carreteras. Sea cual sea tu necesidad elige PROAS y estarás apostando por productos de última tecnología pensados para alargar la vida de la carretera.*

[www.proas.es](http://www.proas.es)

**PROAS**

*Innovando para ti*