

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

NÚMERO 134 - II EPOCA - SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2009 - 18 € (+ IVA)

Tribuna Abierta

■ **Tendencias y tentaciones**

Rutas Técnica

■ **Speed Kidney, un Nuevo Dispositivo Moderador de Velocidad: Descripción y desarrollo geométrico**

■ **Planteamiento general del diseño actual de puentes – Puentes heterodoxos**

Simposios y Congresos

■ **Jornada técnica sobre “Prefisuración de capas tratadas con cemento”**

En Portada

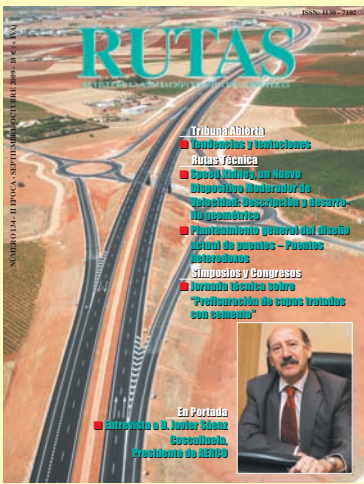
■ **Entrevista a D. Javier Sáenz Cosculluela, Presidente de AERCO**





Muros de suelo reforzado **VSoL®**





RUTAS

Revista de la Asociación Técnica de Carreteras
 Nº 134 - II Época - Septiembre-Octubre 2009

Edita:

ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS.
 Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha.
 28010 MADRID
 Tfno.: 913 082 318 - Fax: 913 082 319.
 www.atc-piarc.com

Presidente:

Roberto ALBEROLA

Comité de Redacción:

Presidente:

Roberto ALBEROLA

Vocales:

José ALBA GARCÍA
 Francisco CAFFARENA LAPORTA
 Alfredo GARCÍA GARCÍA
 Federico FERNÁNDEZ ALONSO
 José María IZARD
 Carlos JOFRÉ
 Sandro ROCCI
 Manuel ROMANA
 Antonio RUILOBA
 Margarita TORRES
 Carmen VELILLA

Directora Técnica:

Belén MONERCILLO DELGADO

Director Ejecutivo:

Vicente BARBERÁ

Redacción, Diseño, Impresión, y

Distribución:

V. Barberá, S.L.

D. Ramón de la Cruz, 71, Bajo Dcha.
 28001 Madrid. Tel. 913 092 471
 Fax: 913 091 140.

Jefatura de Redacción:

Juan VAQUERÍN
 redacción@revistarutas.es

Coordinación y Planificación:

María Luisa BRIZ

Departamento de Publicidad:

Adela GARCÍA.
 Tel.: 914 024 972
 publi@revistarutas.es

Fotomecánica:

Magister Grafistaff

Depósito Legal: M-7028 - 1986.

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.

Nuestra portada:
 Tramo Villarrobledo (O)-
 Carretera N-301.

S u m a r i o

Tribuna Abierta

- 3 Tendencias y tentaciones, por el Comité de Redacción.

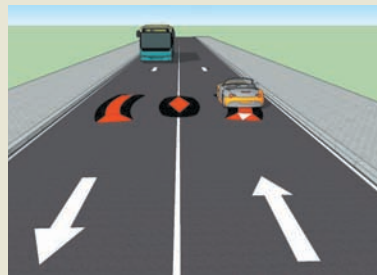
En Portada

- 4 Entrevista a D. Javier Sáenz Coscolluela, Presidente de AERCO, por la Redacción.



Rutas Técnica

- 13 Speed Kidney, un Nuevo Dispositivo Moderador de Velocidad: Descripción y desarrollo geométrico, por Alfredo García García y Mario A. Romero Rojas.



- 21 Planteamiento general del diseño actual de puentes - Puentes heterodoxos, por Javier Manterola.

Autovías del Estado

- 30 Puesto en servicio el tramo Marcilla de Campos-Osorno de la Autovía A-67, Cantabria-Meseta, por José Vidal Corrales Díaz.

- 34 Finalizado el tramo Osorno-Villaprovedo de la Autovía A-67, Cantabria-Meseta, por Eugenio Canicio Sánchez.



- 38 Puesto en servicio el tramo Villaprovedo-Herrera de Pisuegra de la Autovía A-67, Cantabria-Meseta, por Eugenio Canicio Sánchez.

- 42 Puesta en servicio del tramo Herrera del Pisuegra-Alar del Rey de la Autovía A-67, Cantabria-Meseta, por Carlos López Díaz.



- 46 Abierto al tráfico el tramo Villarrobledo (O)-Carretera N-301, por Isidoro B. Picazo Valera.

Simposios y Congresos

- 49 Jornada técnica sobre "Prefisuración de capas tratadas con cemento", por Adolfo Güell y Carlos Jofré.



Actividades de los Comités Técnicos de la ATC

- 58 Mesa redonda sobre las posibilidades que brindan las últimas tecnologías apoyadas sobre los sistemas mundiales de guía por satélite.

- 61 Reunión del Comité Técnico de Túneles de Carreteras.



Próximas Jornadas y Congresos organizados por la ATC

- 69 V Simposios de Túneles. Seguridad para los túneles del siglo XXI.

Premios y distinciones

- 70 La Cofradía de Santo Domingo de la Calzada nombra Hermanos del Santo a "nueve ingenieros", por Alicia Fernández y J. V. Vicente.



- 76 Fomento informa y Noticias

COMENTARIOS: Se admiten comentarios escritos a los artículos técnicos publicados en este número, hasta tres meses después de su fecha de salida. El Comité de Redacción se reserva el derecho de decidir la publicación o no de los que juzgue oportuno. ■ No se mantendrá correspondencia alguna con los autores de los comentarios, a los que se agradece en todo caso su colaboración en la orientación de la Revista.

Paneles LPT de mensaje variable

Los paneles LPT (Low Power Technology) de mensaje variable son una aportación tecnológica I+D+i del Grupo Postigo a la seguridad vial, en el marco de las políticas mundiales de ahorro energético y sostenibilidad.

Su bajo consumo de energía es inferior a 500 W en un panel 64x64 con mensaje de mayor número de leds encendidos.

Menos Consumo + Vida



- *Reducen más del 80% el consumo de energía.*
- *Requieren acometidas sencillas y secciones mínimas de cable.*
- *Ahorran inversión económica en instalación, operatividad y mantenimiento.*
- *Permiten alimentación autónoma con energías renovables.*
- *Contribuyen a disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.*
- *Proporcionan alta eficiencia y alargan la vida de los leds (100.000h = 11 años).*
- *Disponen de Certificado para Mercado CE en la norma europea EN12966, que incluye recomendaciones para la selección de paneles con criterios de eficiencia energética.*



www.grupo-postigo.es



www.albaelectronica.com

Tendencias y tentaciones

Parece comprobado que, desde que la crisis financiera y económica azota a los países de Occidente, el tráfico por carretera ha disminuido. Esta tendencia se ha observado en los EE.UU. (en concreto, un 9%), en la Unión Europea y también en España. Por ejemplo, de julio de 2008 a julio de 2009 el consumo de gasóleos bajó más de un 5%.

La pregunta que surge es: ¿seguirá esta tendencia en el futuro? ¿O, pasado el temporal, volverá a establecerse una tendencia continua y ascendente como la que había en un pasado aún próximo?

Parece evidente la contestación a esta pregunta: volverá a remontar el tráfico en nuestras carreteras, debido al incremento de la demanda de movilidad de personas y mercancías. La tendencia tiene una fuerte componente a largo plazo; sólo en las crisis económicas se resiente, con una cierta elasticidad, durante un periodo que comienza abruptamente con el arranque de la crisis y termina unos meses después remontando poco a poco.

La siguiente pregunta que podemos hacernos es: ¿puede reducirse la inversión en carreteras en estos periodos de decrecimiento de la demanda? La tentación para las autoridades económicas es muy fuerte. Por un lado, en los periodos de crisis económica los ingresos de las Administraciones disminuyen y los gastos sociales aumentan, por lo que el desequilibrio de las cuentas públicas se inclina hacia el déficit público. Por otro, encuentran una justificación para reducir la inversión en infraestructuras en los modos de transporte en los que baja la demanda, con el doble argumento de que ya no es necesario mejorar la capacidad de las carreteras y de que, encima, la importante recaudación fiscal del transporte por carretera también disminuye.

El problema de reducir las inversiones en carreteras en estos periodos es que no se tiene en cuenta que la inversión en infraestructuras es un importante factor para el mantenimiento del empleo y la dinamización del conjunto de la economía. Reconocidos expertos en macroeconomía han sugerido en el pasado, y confirman ahora, que es necesario fortalecer la inversión pública en infraestructuras, aunque esto se traduzca en un aumento del déficit público con carácter temporal. Al mismo tiempo, indican la necesidad de buscar mecanismos de incentivo de la inversión privada en infraestructuras, para apoyar el esfuerzo presupuestario y estabilizar el modelo.

Es ilustrativo remontarse un poco al pasado. Después de la crisis del petróleo de los años setenta, la falta de in-

versión en la red viaria española, provocó un déficit de capacidad que afectó gravemente a la competitividad: la red de carreteras no estaba preparada para la demanda del tráfico. Fue inevitable poner en marcha el Plan General de Carreteras 1984/1993. Las actuaciones contempladas, especialmente en el Programa de Autovías (hoy denominadas “de primera generación”), permitieron, desde una concepción novedosa y posibilista, disponer de una red de alta capacidad y libre de peaje, aunque sin todas las especificaciones de autopistas, calzadas separadas, etc. Su financiación únicamente por la vía presupuestaria (ayudada por generosas aportaciones europeas) se concentró en los itinerarios más transitados, los más urgentes; los mismos que luego hubieran resultado más atractivos para la inversión privada.

Asistimos ahora (y desde hace algunos años) a una priorización de las inversiones ferroviarias con el objetivo de provocar un cambio modal en la movilidad. La realidad es que hasta ahora no se ha conseguido desplazar a la carretera como modo de transporte predominante. No cabe aquí analizar las razones para ello, sino avizorar qué deberíamos (y qué no deberíamos) hacer una vez que pase la crisis. Es evidente que el transporte ferroviario de viajeros, tanto el de alta velocidad como el de cercanías, contribuirá decisivamente a mejorar la movilidad de los ciudadanos con un origen y destino concentrado y localizado en grandes núcleos de población, aunque no se pueda afirmar con contundencia que mejorará sustancialmente la accesibilidad al territorio. En cuanto al transporte ferroviario de mercancías, hay un nicho de mercado que puede ocupar con ventajas de coste, aunque no lleve asociada una reducción del tiempo de transporte.

Por otro lado, también puede existir la tentación no sólo de reducir las inversiones en carreteras, sino aceptar para éstas unos parámetros de funcionamiento que a la larga resulten incompatibles con las necesidades del tráfico futuro. El problema de este planteamiento es que la adaptación posterior de estas infraestructuras a estándares superiores requiere inversiones muy elevadas y de difícil encaje organizativo y presupuestario (como está ocurriendo en la adaptación de las autovías de primera generación).

Así que, desde esta Tribuna Abierta, pedimos atención y reflexión... para que, cuando escampe el temporal, la red viaria pueda seguir prestando su importante función en la economía nacional, como soporte fundamental del transporte de personas y mercancías. La carretera no debe ser olvidada... ¡y menos ahora! ■

Entrevista a D. Javier Sáenz Cosculluela, Presidente de la Asociación Nacional de Empresas Constructoras de Obra Pública (AERCO)

Nacido en Logroño el 11 de octubre de 1944, D. Javier Luis Sáenz Cosculluela es licenciado en Derecho por la Universidad de Barcelona y dirige un bufete de abogados. Fue diputado en el Congreso de 1977 hasta 1996, Ministro de Obras Públicas y Urbanismo de 1985 a 1991, en las II, III y IV Legislaturas.

El 6 de junio de 2008 fue nombrado Presidente de la Asociación Nacional de Empresas Constructoras de Obra Pública (AERCO) durante la celebración de la Asamblea General Extraordinaria de esta asociación. En el momento de realizar esta entrevista, AERCO se ha acabado de unir a la Asociación Técnica de Carreteras.

¿ Qué es AERCO, qué empresas la forman, a cuántas personas representa y qué objetivos persigue?

AERCO es una asociación que aglutina a una treintena de empresas de un tamaño que, podíamos denominar mediano y que representan a una plantilla fija aproximada de unos 13 000 empleados, gran parte de ellos muy cualificados, y que genera alrededor de unos 125 000 empleos indirectos.

Nuestras empresas se dedican fundamentalmente a la obra pública y tienen unas características singulares que nos diferencian con respecto a otras.



¿Cuáles son esas características?

La primera de ellas es que, en su gran mayoría, son unas empresas con una consolidada experiencia y antigüedad en el sector y, por lo tanto, con un gran "bagaje". En segundo lugar, nuestros asociados generan, en proporción al volumen de adjudicación de una obra, entre cuatro y cinco veces más empleo fijo que otras empresas.

Esta característica es realmente una particularidad muy especial...

Por supuesto, estoy hablando de empleo fijo; y, además, este conjunto de empresas tienen otra característica que se debe subrayar y es que disponen, en general, de importantes recursos propios, lo que les confiere una enorme capacidad competitiva para "hacer obra".

Por fin, otra particularidad que las distingue es que son un grupo de empresas que tienen una fuerte presencia territorial. Son muy importantes a nivel territorial y, además, con implantación a nivel nacional.

Sinceramente, creo que somos una asociación interesante, desde el punto de vista de la estructura empresarial.

¿Y en cuanto a sus objetivos?

Pues, lógicamente, como toda asociación de empresas de obra pública, obtener y mantener una cuota de mercado cada vez mayor y eliminar los obstáculos injustos que puedan surgir. Una asociación se hace para generar mecanismos útiles para su colectivo, para "remover" los obstáculos injustos, si se me permite la expresión.

De cuanto me ha dicho hasta ahora, yo destacaría que las empresas de AERCO disponen de una gran capacidad técnica y de creación de empleo fijo...

A mí me gusta decir que las empresas asociadas a AERCO, no sólo organizamos obra, sino que, además, las ejecutamos.



Para nuestro entrevistado, las empresas que forman AERCO tienen una consolidada experiencia y antigüedad en el sector; generan, en proporción al volumen de adjudicación de una obra, entre cuatro y cinco veces más empleo fijo que otras empresas; y disponen de importantes recursos propios, lo que les confiere una enorme capacidad competitiva para "hacer obra".

¿Cómo se estructura AERCO y de qué forma desarrolla su labor?

Creo que tenemos una estructura suficiente y capaz, pero austera y reducida. AERCO, a grandes rasgos, dispone de un grupo directivo y de otro representativo de los socios. En el primero contamos con una Gerencia, a cuyo frente está José M^a Izard, un hombre de probada experiencia y capacidad; tres Vicepresidencias y una Junta Directiva.

La Junta Directiva se reúne con relativa frecuencia, unas diez veces al año con un carácter abierto, porque los socios tienen derecho de asistencia a las deli-

beraciones y de hecho hacen uso de ello.

Así mismo, lógicamente, se celebran asambleas generales, como sucede en todas las asociaciones.

Se trata entonces de una asociación muy participativa y nada excluyente

Yo creo que es bueno que los socios tengan el derecho de acceso a nuestras deliberaciones: eso ayuda a obtener una mayor claridad y transparencia, que son dos características que creo debe poseer todo colectivo que se precie.

Cuando usted dirigía el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, y en una de sus colaboraciones con la revista RUTAS, usted nos habló de que España había sido uno de los países de Europa Occidental más afectados por la crisis económica y por el proceso de desinversión, pero esa situación, en el momento de esta colaboración, había cambiado radicalmente, y se iniciaba una

Nosotros no sólo organizamos obra, sino que, además, las ejecutamos

época expansionista con un incremento cuantitativo y cualitativo importante de la inversión en obra pública. ¿Qué tienen de común aquel momento y el que en la actualidad nos encontramos?

Hay diferencias con la crisis que sufrimos en los años 80, y también varias coincidencias. Es verdad que, en aquellos momentos, la crisis no tuvo un carácter global como ocurre con la actual. Pero hubo elementos de coincidencia, como el hecho de que los españoles tuvimos que destinar 500 000 millones de las antiguas pesetas, para atender la crisis bancaria de aquel entonces, y que, hoy en día, se ha reproducido con un mayor tamaño e incidencia. Afortunadamente, esta crisis financiera ha sido un poco más suave en España, porque –creo– que algo se aprendió de lo sucedido en aquel tiempo. Pero es verdad que el origen de la crisis tiene elementos comunes con aquella época.

¿Cómo se reaccionó entonces?

Lo que hizo el Gobierno fue iniciar un programa de inversión pública productiva muy intenso, como una forma de contribuir a la economía y a la generación de actividad económica y de empleo. Desde luego, la obra pública fue considerada en aquel momento como un motor esencial de lucha contra la crisis económica. Fue así realmente –apostilla nuestro entrevistado–. Estábamos en una situación precaria, con muy pocas vías de gran capacidad, y en la que tan sólo unos 5000 km de nuestras carreteras habían conocido una leve modernización. De hecho, aún recuerdo una frase que empleé en esos tiempos: “En Galicia no había curvas, lo que había eran esquinas”.

Y se produjo un gran cambio

Se hizo un I Plan de Carreteras y se proyectó un segundo; un

Plan de Obras Hidráulicas que aumentó en casi un 33% los recursos hidráulicos españoles; otro de Puertos; de Regeneración de playas; y por supuesto, un Plan de Vivienda muy ambicioso. Y todo esto lo hicimos siendo conscientes de que generaba déficit; fue una política keynessiana pura. Y, al tiempo, se intentó mantener la capacidad de consumo. Y dio resultado.

La crisis de hoy tiene elementos diferenciadores: es mundial;

En esta crisis, la incentivación de la inversión pública productiva se ha revelado como una fórmula extraordinariamente importante y trascendente

ha sido “sorpresiva”, ya que casi nadie la esperaba a excepción de algunos observadores; y ha requerido de una concertación mundial. Pero, al final, los remedios no son tan originales: incentivar la inversión pública, sostener la capacidad de consumo y evitar que se produzca una debacle social. Estos remedios son los que todo el mundo contempla como más significativos.

Y en este contexto, creo que hay que olvidarse un poco de la ortodoxia económica en relación con el déficit público. De hecho, cuando llegó el momento de crisis, la Unión Europea se olvidó de todas las recomendaciones comunitarias. Cuando llega una crisis hay que reaccionar con fó-

mulas que no siempre responden a la ortodoxia económica ni a las exigencias de una política de convergencia.

Además, pienso que, en esta crisis, la incentivación de la inversión pública productiva se ha revelado como una fórmula extraordinariamente importante y trascendente.

Que, además, produce unos efectos beneficiosos a nivel económico y social

¡Claro!. Además tiene la ventaja de que moderniza la economía de un país. No es gasto público, es gasto productivo inversor y, por tanto, este esfuerzo de lucha contra la crisis, desde esa perspectiva, deja una herencia muy positiva, como ocurrió con la red de autovías en su día. Desde todos los puntos de vista, esta fórmula es recomendable. No es la única, pero sí es un medio muy importante de lucha contra la crisis.

Esa “huella” que dejará la inversión pública en estos años, si se confirma que vamos a trabajar en esa dirección, creo que va a ser muy beneficiosa y positiva para la futura economía de nuestro país.

Ya que nos hemos remontado a esos años y desde la perspectiva actual, ¿cómo calificaría la evolución de las empresas de obra pública desde entonces?

Yo creo que ha habido dos líneas evolutivas. Una, la de la empresas de grandes dimensiones, que en los años 80 se dedicaban exclusivamente a la construcción de obra pública y que se han diversificado e internacionalizado bastante, desde el punto de vista económico. A veces –prosigue el Sr. Sáenz Cosculluela– en algunas de estas empresas en este momento tiene más importancia el sector eléctrico, por ejemplo, que el de la obra pública, lo cual no entro a valorar sino a describir; y luego



Las medidas económicas que se tengan que adoptar, en opinión del Sr. Sáenz Coscolluela, no deben de tener obstáculos desde la perspectiva del déficit.



hay otra línea, la de las empresas de tamaño mediano, que se ha tecnificado mucho. Hoy en día contamos con empresas de una gran capacidad productiva y especialización.

De hecho, gran parte de nuestras empresas asociadas están muy especializadas y son las que han ido avanzado mucho en ese sentido.

Por otro lado, también conviene tener en cuenta que la bonanza económica que ha habido durante estos años, ha favorecido la aparición de empresas constructoras pequeñas y ésta, efectivamente, es una gran diferencia con lo que era el modelo de los años 80, en los que sólo había grandes empresas constructoras y grandes plantillas. Eso, hoy en día, ya no existe.

En definitiva, se ha producido una diversificación, una internacionalización y una tecnificación en toda regla. En España se ha producido un gran esfuerzo, pero no sólo de inversión en equipo y maquinaria, sino también en recursos humanos. Hoy en día, cualquier empresa mediana cuenta con un departamento de Inge-

nería Civil realmente notable.

Estos temas en algunas ocasiones han sido rebatidos, especialmente en lo que se refiere a la “modernización” y adaptación de las empresas

Yo creo sinceramente que no es así.

Pero esto no sólo ha sucedido con este tema....

Hay un ejemplo que podemos destacar sobre este efecto. Cuando la Administración Central sacó adelante el Plan General de Carreteras, las Comunidades Autónomas diseñaron el suyo propio y todo ello generó un desencadenante que ha procurado unos grandes beneficios al usuario de la carretera. Ese efecto ha propiciado un desarrollo vial incontestable a lo largo y ancho de nuestra geografía, y unos estándares de seguridad incuestionables.

Volviendo a los momentos actuales, ¿de qué forma está afectando la crisis a las empresas que forman AERCO?

Las empresas suelen estar dimensionadas para posibles situaciones de crisis, aunque, generalmente, nadie está preparado para una debacle. Desde luego hay

una preocupación generalizada en el sector y todos debemos ser conscientes de que hay que adoptar soluciones o medidas paliativas excepcionales.

Una de esas medidas, y ya la ha solicitado el Gobierno, es recurrir a la participación privada, a la inversión y financiación privada, y a cuya propuesta hemos dado un sí incondicional. Naturalmente, lo ideal sería que se pudieran conseguir los objetivos propuestos con los recursos ordinarios presupuestarios, pero, en determinados escenarios, hay que crear mecanismos que se plasmen en recursos financieros.

Nosotros apoyamos al Ministerio de Fomento y a los ministerios inversores en relación con la necesidad de disponer de este tipo de recursos, aunque sea necesario que se revisen los mecanismos del cómputo de déficit. Porque si empezamos a mirar con lupa hasta qué punto llega la afectación del déficit por la necesaria implantación de mecanismos de financiación público-privada, entonces tendremos problemas. Se necesita un poco de generosidad para que no quie-

bre el mecanismo aunque, por otra parte, esperamos que tenga un carácter transitorio.

Precisamente y aunque hablaremos más adelante –supongo del tema, el Presupuesto del Ministerio de Fomento para 2010 no está mal en cuanto a cuantía de inversión, pero es insuficiente para el necesario impulso que requiere esta situación, ya que se necesita ese plus de inversión de 15 000 millones de euros que el ministro de Fomento anuncia.

En todo caso, las medidas que se tengan que adoptar, en mi opinión, no deben tener obstáculos desde la perspectiva del déficit.

Dada la situación del sector, ¿qué soluciones propone AERCO para reconducirla, además de la evidente dinamización de la obra pública que ha quedado patente por medio de sus afirmaciones? ¿Tal vez unas adjudicaciones de obra pública de menor volumen que faciliten la concurrencia de empresas de tamaño mediano?

Creo que el modelo deseable es que las obras tengan unas dimensiones que favorezcan la competencia y la concurrencia del mayor número de empresas posible, porque el interés público se beneficia. Y precisamente, cuando el tamaño de la obra no es desmesurado, se producen estos beneficios. Pero, claro está, existe el límite de las propias características de la obra, algunas de las cuales no pueden dejar de ser grandes.

Mi afirmación hay que entenderla especialmente como un planteamiento general que admite excepciones. Pero sería deseable tanto en la financiación pública privada como en la pública que se facilite esa concurrencia porque es bueno para las empresas y para el sector público. La economía en Europa se basa en los principios de competencia y competencia. Además están los problemas financieros, la necesi-



Para el Presidente de AERCO, lo fundamental es asegurar esa inversión extraordinaria y que los presupuestos generen capacidad de licitación de obra y actividad económica.

ria capacidad de inversión, o asunción de riesgo por parte de las empresas ante una obra de grandes dimensiones.

¿Y cómo solucionaríamos este problema? ¿Con algún tipo de aval o garantía estatal?

El aval considero que es mejor reservarlo, porque no va a ser ilimitado, para esas obras fruto de la inversión extraordinaria, ya que si no hay avales, no va a haber crédito, y, por supuesto, tampoco obras.

¿Y el adelanto de pagos anuales a obras ya licitadas o adjudicadas?

Esa tesis se está manejando en el sector y puede ser muy interesante. Pero, vamos a ver, las constructoras de obra pública podemos escribir una carta a los

Reyes Magos y solicitar todo lo que queremos; pero, obviamente, hay una serie de prioridades.

A nuestro entender, lo fundamental es asegurar esa inversión extraordinaria y que los presupuestos generen capacidad de licitación de obra y actividad económica. Y, si se produce, que existan avales, que se realice una buena negociación con el sector financiero para que, de verdad, haya crédito suficiente para la realización de las obras.

¿Qué haya anticipos de pago? Todo lo que sea anticipo de tesorería va a venir bien porque mejora la liquidez de la empresa.

Y supongo que ese problema ya se está dando.

Pues la verdad es que sí, en algunas empresas se está produ-



Para el Sr. Sáenz Cosculluela, el modelo deseable es que las obras tengan unas dimensiones que favorezcan la competencia y la concurrencia del mayor número de empresas posible.

ciendo. Por ello, como le he comentado, si, en una obra convenientemente adjudicada y dotada de presupuesto, se puede adelantar algún pago, mejor que mejor.

En los próximos años asistiremos a un recorte sustancial de los fondos europeos que han hecho posible el notable desarrollo de nuestra red viaria. De hecho, a nivel social, muchas personas no saben que muchas autovías han sido financiadas en gran parte por las Unión Europea. ¿De qué forma podremos compensar el mencionado recorte?

Como todos saben los fondos estructurales tenían y tienen por objeto conseguir una equiparación entre los países miembros de la UE. Durante los años que los hemos ido recibiendo, España ha hecho sus deberes y ahora debemos ceder el paso a otros países que se han ido incorporando, con las mismas expectativas que teníamos nosotros.

De todas formas yo creo que España tiene una economía con la suficiente capacidad para, cuando pase esta crisis, compensar esa falta de ingresos, con

otros iniciativas. Por ello, he insistido varias veces en que son absolutamente necesarias las medidas productivas y la colaboración público privada.

¿Otras soluciones serían la captación de obras fuera de nuestras fronteras y un cambio de objetivos y actividades dirigidos fundamentalmente a la conservación, al Medio Ambiente, más que a la construcción de infraestructura?

Esa es una vía en la que AERCO ya ha empezado a trabajar, la de promover la internacionalización de las empresas del sector, con vistas a que haya un mercado mayor y más diversificado porque tarde o temprano el sector de la obra pública española se contraerá un poco, ya que no podemos mantener durante 50 años planes de carreteras o de alta velocidad como los actuales.

Por otra parte, también tenemos un programa de incentivo de la investigación y desarrollo, porque esa es otra de las áreas que las empresas deben desarrollar al máximo y no sólo en la reducción de costes, sino en el estudio de nuevas técnicas constructivas,

nuevos materiales, etc. Ese es un campo en el que habrá elementos que favorecerán el mantenimiento de la actividad.

¿Y en cuanto al Medio Ambiente?

Es un factor fundamental a tener en cuenta en todas las decisiones. Personalmente, nunca he estado de acuerdo en que el Ministerio de Medio Ambiente fuera un ministerio de gestión inversora. En general, en Europa, el Ministerio de Medio Ambiente es un ministerio "horizontal", que se encarga de velar y asegurarse de que todas las decisiones que se tomen sean compatibles con el entorno. Y a mí es el modelo que más me gusta.

Por otro lado, las empresas del sector han ido concienciándose progresivamente del valor ambiental y le tienen un alto nivel de respeto.

Además, a lo largo de estos años y desde un principio, usted ha sido un firme defensor del Medio Ambiente. Bástenos recordar en su etapa de Ministro la puesta en marcha de normas contra la contaminación atmosférica causada por el azufre, la incorporación de la

Directiva Europea sobre presencia de contenidos en plomo en gasolinas y gasóleos, la aprobación de la ley de residuos tóxicos para su eliminación de los cauces públicos, así como de vertidos incontrolados, etc.

Es que a mí me tocó poner en marcha el acervo comunitario en materia de medio ambiente en España. Y esto sucedió en una época en la que, por ejemplo, una gran parte de las centrales eran térmicas. Fue un momento duro en el que tuvimos que transformar una estructura industrial, un tanto anticuada, y adaptarla a las exigencias comunitarias y sociales. De aquellos años, 85 ó 86 también fue la introducción del estudio de impacto ambiental en la obra pública.

Hoy ya es inconcebible que una empresa no tenga en cuenta el cuidado ambiental; y, si no la tiene en cuenta, no podrá ser competitiva.

Finalmente y aunque no menos importante, hemos dejado para el final la reciente presentación del proyecto de Presupuestos Generales del Estado, de los cuales le pedimos su opinión

Cualquier afirmación que hagamos sobre este tema no puede ser categórica, mientras no se aprueben los presupuestos definitivos. Estoy seguro de que se va a producir un debate en nuestro Parlamento muy interesante y puede haber cambios.

Pero, ¿en principio?

Para mí hay dos valores en el proyecto de Presupuestos compatibles entre sí muy interesantes. Primero, el Gobierno ha decidido que, a pesar de la crisis, se realice un gasto que mantenga la paz social y además genere cierta capacidad de consumo, con el fin de que la crisis no produzca estrago social. Creo que dentro de 8 ó 10 años, cuando se analicen este conjunto de medidas, mere-



Para el Presidente de AERCO, seguimos teniendo una estructura presupuestaria muy rígida, tanto a nivel central como autonómico.

cerán la aprobación de todos, porque no sabemos qué sería de este país si así no se hiciera.

Luego hay otra medida que me ha parecido acertada como es que se mantenga un presupuesto inversor, que está en más de 19 000 millones de euros. Es una medida interesante, y, si se complementa con una inversión extraordinaria participada con el sector privado, se conseguirán avances importantes. Aunque tenemos que saber si el Gobierno va a tener la suficiente fortaleza para asegurar que habrá financiación por parte del sector financiero. Ahí, el Gobierno tiene que “apretar las tuercas”, porque, si no hay crédito, se viene abajo ese complemento de la inversión.

Asimismo hay un factor que siempre nos preocupa y es la rigidez del gasto público en los capítulos no inversores. Seguimos teniendo una estructura presupuestaria muy rígida, tanto

a nivel central como autonómico. Tenemos muy poca flexibilidad en el gasto corriente.

Estas dos acciones son muy apropiadas porque “cosen” el territorio y generan riqueza para el futuro.

Mire, por ejemplo con el Plan General de Carreteras se generaron cientos de polígonos industriales en España, gracias a la accesibilidad a determinadas zonas que a su vez generaron núcleos de desarrollo. Si además le añadimos la faceta turística y una mayor seguridad vial, que ha sido una constante preocupación social, imagine cuanto hemos avanzado.

Las infraestructuras crean accesibilidad, seguridad y rapidez, lo que produce una expansión económica que repercute en una justicia social.

Finalmente, le agradecemos al Sr. Sáenz Cosculluela la atención dispensada a nuestra revista. ■

projar

estamos aquí

STOP

Malla Volumétrica TRINTER

Estamos aquí para escucharte, darte servicio y ayudarte a encontrar respuestas.

Estamos aquí y estamos allí, siempre conectados. Somos una red viva, dinámica, ágil. Y te ofrecemos nuestro apoyo.

Estamos aquí pero podemos estar en cualquier parte, asesorando, aportando nuestra experiencia y recursos, desarrollando soluciones.

En Projar somos gente que, por naturaleza,

estamos aquí

REPSOL



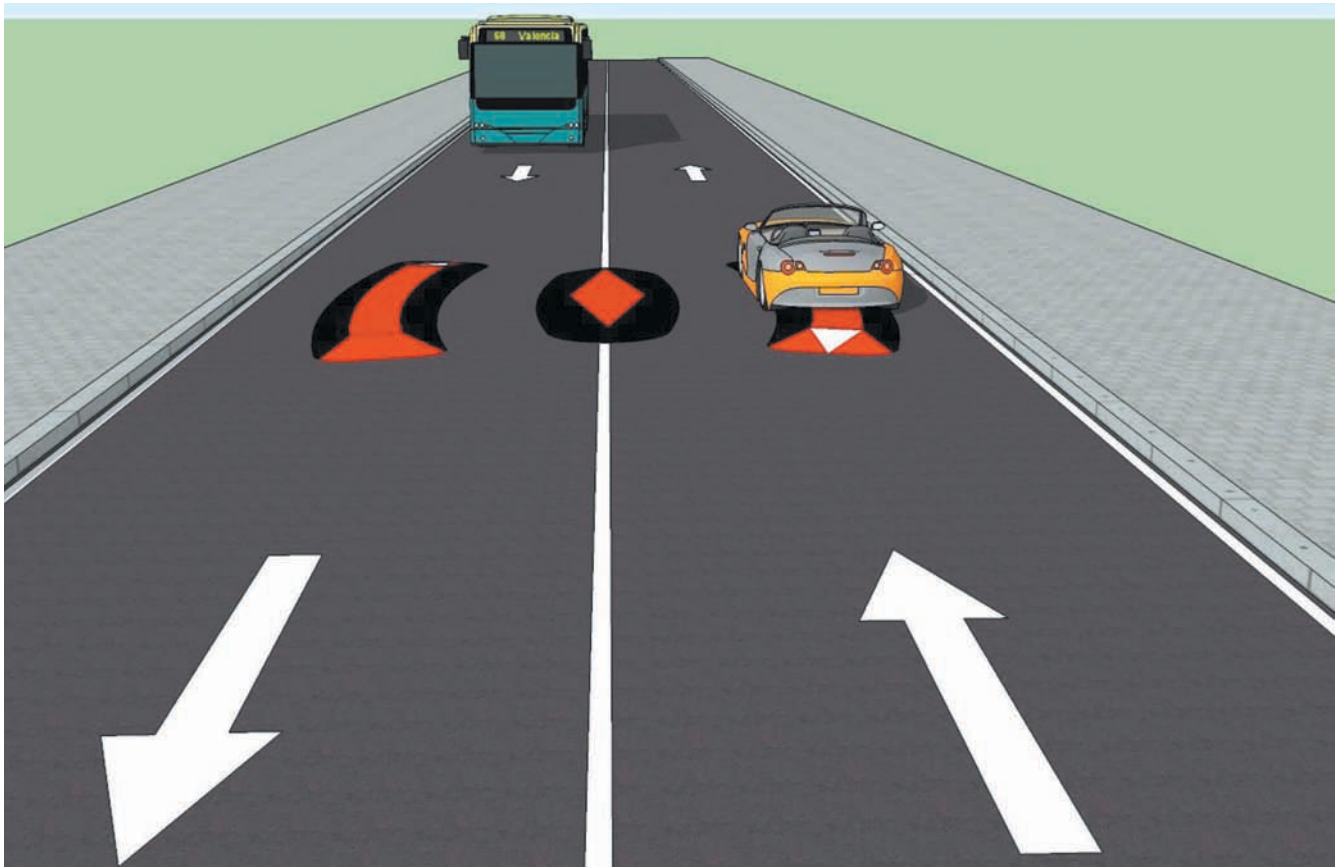
Un camino sólido hacia el bienestar de todos.

Las infraestructuras viales y su constante mejora constituyen el motor del progreso que nos permite a todos aumentar nuestra calidad de vida, aportándonos seguridad, ahorro de tiempo y comodidad. Por eso trabajamos para facilitar la vida de las personas que recorren con nosotros el camino hacia el futuro y el bienestar.

REPSOL YPF Lubricantes y Especialidades, S.A.
Glorieta Mar Caribe, 1. 28043 Madrid.

Más información en repsolypf.com

Speed Kidney, un Nuevo Dispositivo Moderador de Velocidad: Descripción y Desarrollo Geométrico



Alfredo García García, Catedrático, y Mario Alfonso Romero Rojas, Doctorando. Departamento de Transportes, Universidad Politécnica de Valencia.

Resumen

La moderación del tráfico vehicular tiene como objetivos la reducción en el número y gravedad de los accidentes de tráfico y la mejora de la calidad ambiental local de una vía o zona. Esto implica, en ciertos casos, la disminución del flujo de tráfico y, desde luego, la reducción de la velocidad de los vehículos que circulan por la zona.

Los métodos físicos de moderación del tráfico, que obligan al vehículo a modificar su trayectoria y velocidad,

son los más empleados en la actualidad. Por lo que en las zonas urbanas la moderación del tráfico está asociada a cambios del trazado, tanto en planta como en alzado, y a cambios en la sección transversal o en la superficie.

Aunque los beneficios de la moderación del tráfico son comúnmente conocidos y aceptados, en ocasiones se ven ensombrecidos por sus efectos desfavorables. Por ello, el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) de la Universidad Politécnica de Valencia ha diseñado (y solicitado la correspondiente patente de invención) un nuevo dispositivo moderador que consigue, además de moderar la velocidad del tráfico, minimizar las molestias ocasionadas a los ocupantes de

los vehículos, el ruido en el entorno, las averías mecánicas sufridas por los vehículos y las demoras a vehículos de transporte público o de emergencias.

En este artículo se describe el nuevo sistema de moderación, denominado *speed kidney* o riñones moderadores de velocidad por la forma que presentan, así como su desarrollo geométrico.

Palabras clave: Moderación de tráfico, seguridad vial, velocidad.

Introducción

A causa del crecimiento del parque automovilístico, surgió la idea de tratar de solucionar la congestión vehicular por medio de medidas diferentes a la expansión de la red vial. Las

soluciones, basadas en el proceso de expansión de la infraestructura vial eran cada vez más costosas para las ciudades. Las Administraciones se dieron cuenta de que este tipo de soluciones resultaban insuficientes, y, en muchos casos, inadecuadas y contraproducentes. Por este motivo, muchas Administraciones locales orientaron su gestión del tráfico hacia las restricciones a la circulación motorizada en determinadas áreas o en ciertas vías.

La práctica de moderar el tráfico se ha venido implementando principalmente en los países desarrollados. Se entiende por moderar el tráfico: el conjunto de medidas encaminadas a reducir la intensidad y velocidad de los vehículos hasta hacerlos compatibles con el resto de actividades que se desarrollan en la red viaria sobre la que se aplica. En algunas naciones se ha incorporado esta técnica a través del diseño del espacio público y, por lo general, los programas de moderación del tráfico forman parte del plan general de transporte y medio ambiente.

La moderación del tráfico vehicular tiene dos objetivos principales: la reducción en la frecuencia y gravedad de los accidentes de tráfico, y la mejora de la calidad ambiental local de la zona donde se aplica. Esto implica, en ciertos casos, la disminución del flujo de tráfico y, desde luego, la reducción de la velocidad de los vehículos que circulan por la zona.

Según Sanz (2008), existen dos maneras diferentes de moderar el tráfico. La primera hace referencia a una restricción parcial, la cual limita las velocidades excesivas en áreas urbanas, y no comprende ni hace referencia alguna al modelo de tráfico que origina el problema de circulación.

La otra interpretación tiene que ver con una restricción global o total, donde se habla no sólo de restringir la velocidad sino también el número de vehículos circulantes, incentivando de esta forma el transporte público o los modos alternativos, como el peatonal y la bicicleta.

Hoy en día, se utilizan una serie de medidas y técnicas para moderar el

tráfico, cuyo objeto es cambiar la percepción por parte del conductor del área o la vía por la que circula y, además, forzarlo a conducir de acuerdo con las circunstancias que se le imponen.

Los métodos físicos de moderación del tráfico, en especial los que obligan al vehículo a modificar su trayectoria y velocidad, son los más empleados en la moderación del tráfico. Por eso, sobre todo en las zonas urbanas, la moderación del tráfico está comúnmente asociada a cambios horizontales y verticales del trazado, así como en la sección transversal o en el pavimento.

Hasta la fecha, en España, el mayor hincapié se ha realizado en la implantación de resaltes, tanto prefabricados como ejecutados *in situ*, para reducir la velocidad, así como de pasos de peatones sobreelevados y de glorietas.

Los elementos moderadores del tráfico producen un impacto, no sólo sobre la velocidad de los vehículos y la seguridad vial, sino también sobre la dinámica de los vehículos y el confort asociado de sus ocupantes y la explotación del tráfico, tanto en general, como para los vehículos pesados y los de transporte público en particular.

Se destaca que, según Ewing y Hodder (1996), la reducción de velocidad es función de la distancia entre los dispositivos moderadores del tráfico; la organización *Traffic Calming* resume su impacto con arreglo al tipo de moderador estudiado. Según ellos, los resaltes producen una mayor reducción de la velocidad si se comparan con los demás tipos de moderadores del tráfico.

Sin embargo, según Barbosa y otros (2000), quienes realizaron un estudio en el que se analizó por primera vez el perfil de velocidad en tramos con medidas de moderación del tráfico, que incluían almohadas, almohadas con isleta, zigzags ("*chicanes*"), resaltes trapezoidales (pasos de peatones sobreelevados) y lomos transversales, el mayor impacto lo producen los resaltes trapezoidales seguidos de los lomos, posterior-

mente los zigzags, y, finalmente, las almohadas.

Asimismo, se ha observado que la reducción de velocidad disminuye el riesgo de accidentes, ya que, a mayor velocidad, los sucesos que ocurren cerca de los lados del vehículo, como pueden ser peatones que desean cruzar la calle o niños jugando en las aceras, pasan más inadvertidos. Por otro lado, si la velocidad es más alta aumenta la gravedad de los accidentes. Según Sanz (2008), la seguridad depende en un alto grado de la velocidad del vehículo: una velocidad de 50 km/h incrementa el riesgo de muerte casi ocho veces en comparación con la de 30 km/h y 2,6 veces en comparación con la de 40 km/h.

Los moderadores del tráfico tienen efectos sobre su explotación, tanto por la disminución en la capacidad de las vías en las que se implementan como en la elección de los itinerarios por parte de los conductores que intentan evitar zonas con moderadores del tráfico, si esto les implica un incremento en el tiempo de viaje. El efecto de disminución de capacidad se traduce en un desvío de la demanda vehicular, ya que los conductores intentan eludir las zonas tratadas con medidas de moderación de tráfico.

Teniendo en cuenta la preocupación sobre los efectos adversos que producen los dispositivos moderadores del tráfico sobre los vehículos de transporte público, el equipo de Bus Priority (2005), de la ciudad de Londres, ha desarrollado unas recomendaciones técnicas sobre dispositivos moderadores del tráfico en las que se califica la explotación del autobús y la aceptación de las medidas. En ellas se menciona que los cambios de superficie, los cambios de color, los semáforos de control de velocidad y los sistemas automáticos de medición de velocidad se consideran apropiados. Los elementos que modifican el trazado en planta los consideran generalmente apropiados si se tiene en cuenta las características de los vehículos; y en cuanto a las actuaciones sobre el al-

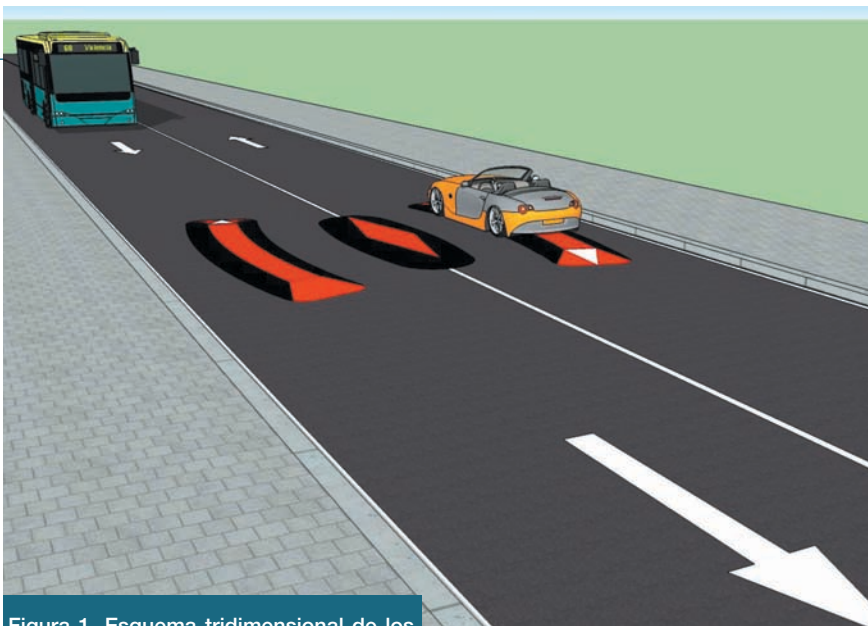


Figura 1. Esquema tridimensional de los Speed Kidneys.

zado, las almohadas y los resaltes trapezoidales son apropiados, pero de ninguna manera los demás tipos de resalte.

Según Litman (1999) existe otra serie de impactos no cuantitativos de los moderadores del tráfico, entre los que se destacan como favorables: el incremento en la seguridad vial, el confort y la movilidad, el fomento de otras actividades y la mejora de la salud pública; y entre los desfavorables se encuentran los incrementos de costes, el aumento de reclamaciones por daños en los vehículos, el incremento de los tiempos de viaje y problemas para los vehículos de servicios y de emergencia.

Es necesario destacar las quejas de los usuarios por el abuso en la utilización indiscriminada de resaltes, puesto que afectan indistintamente a todos los vehículos, incluso a los que transitan a una velocidad adecuada.

Descripción del nuevo dispositivo moderador

Existen en el mercado elementos adaptativos que modifican su altura en función de la velocidad de aproximación de los vehículos pero, en general, son muy costosos y requieren mucho mayor mantenimiento, pues se componen de sensores que miden la velocidad y de actuadores mecánicos que modifican su altura.

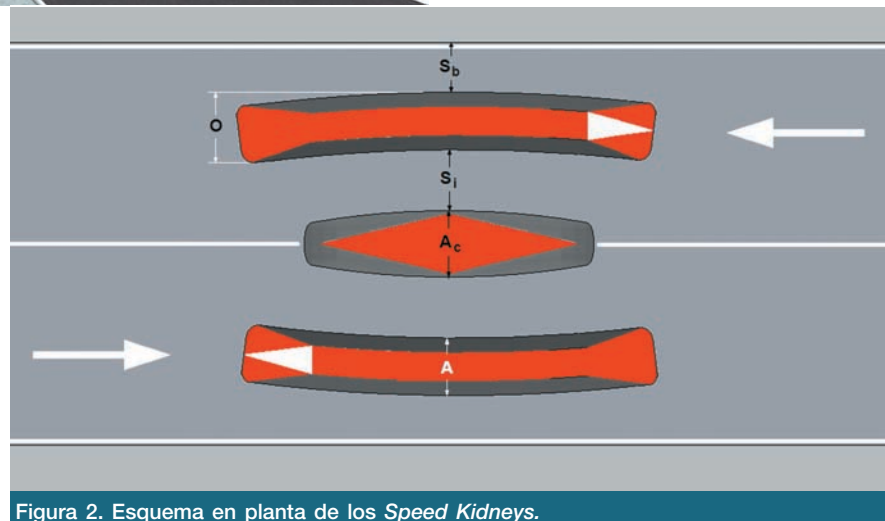


Figura 2. Esquema en planta de los Speed Kidneys.

Los evidentes beneficios de la moderación del tráfico se ven, en ocasiones, ensombrecidos por sus efectos desfavorables. En consecuencia, se hacía necesario el diseño de un dispositivo que consiguiera moderar la velocidad del tráfico, y que, a su vez, minimizara las molestias ocasionadas a los ocupantes de los vehículos, el ruido en el entorno, las averías mecánicas de los vehículos de transporte público o de emergencia y sus necesidades de mantenimiento.

Teniendo en cuenta esta necesidad, el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) de la Universidad Politécnica de Valencia ha diseñado (y solicitado la correspondiente patente de invención) un nuevo dispositivo moderador del tráfico que permite:

- Moderar la velocidad de los ve-

hículos de más de dos ruedas y, en especial, de los vehículos ligeros.

- Minimizar las molestias para los ocupantes de cualquier tipo de vehículo al circular a una velocidad y con una trayectoria adecuada.

- Reducir las averías y daños en los vehículos al no tener que abordar resaltes en altura.

- Minimizar los efectos adversos que tienen los moderadores del tráfico sobre los vehículos de emergencia y el transporte público, así como sobre los camiones.

- Facilitar que los vehículos de

emergencia puedan seguir desarrollando sus velocidades habituales para reducir los tiempos de respuesta urgente.

- Guiar a los vehículos a su paso por el dispositivo.

- Mejorar la seguridad vial por la moderación de la velocidad.

Cómo se puede observar en la figura 1, el dispositivo está compuesto por, al menos, un resalte por carril con forma en planta arriñonada y forma en alzado abultada, que obliga a los vehículos de determinadas dimensiones a modificar su trayectoria si no quieren sufrir efectos al pasar sobre él y, por consiguiente, a moderar su velocidad.

Como se muestra en la figura 2, la curva en planta permite evitar el paso directo de los vehículos al garantizar que la anchura de su proyección sobre el plano transversal a la vía u ocupación, O, sea superior a la an-

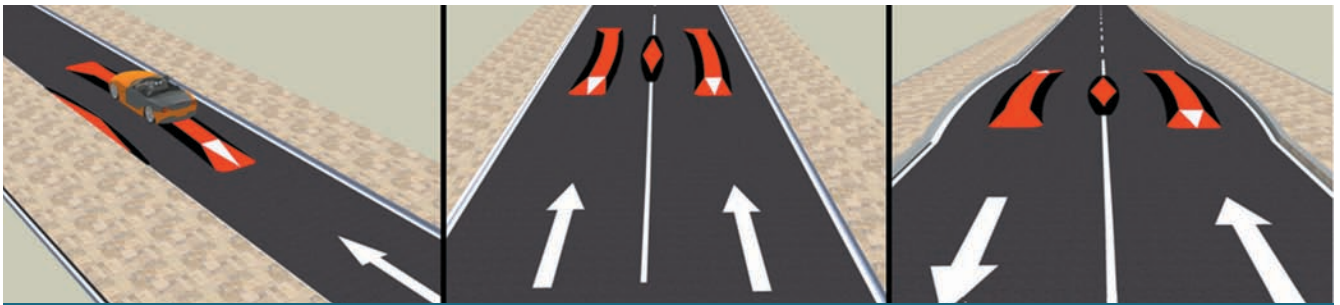


Figura 3. Disposiciones alternativas de los Speed Kidneys.

chura de los ejes del mayor vehículo del que se quiera controlar su velocidad. Por tanto, si un vehículo ligero pretende seguir una trayectoria recta tendrá que subir al resalte sufriendo las molestias correspondientes, hasta ahora habituales.

En cambio, los vehículos con mayor separación de las ruedas de sus ejes si lo podrán hacer, aunque siempre con precaución y, por tanto, con cierta moderación de su velocidad.

Para evitar que los vehículos intenten pasar por el medio de dos dispositivos, se instalan conjuntamente unos resaltes complementarios que por su anchura, A_C , no permitirán el paso directo sobre ellos.

Asimismo, se garantiza que un vehículo no pueda pasar por el medio de los resaltes haciendo que la anchura de estas zonas, S_b y S_r , sea inferior a la anchura de los vehículos.

La sección transversal del resalte se caracteriza por estar rebajada en los extremos del resalte y abultada hacia su interior, siendo la anchura máxima de la sección transversal, A , menor o igual que la anchura entre ruedas del mismo eje del menor vehículo del que se pretende controlar la velocidad, con el fin de que pueda pasar sin tener que subir al resalte al seguir la trayectoria curva de la directriz del resalte. Esta sección transversal tiene, además, la ventaja de que facilita al vehículo seguir la trayectoria a lo largo del resalte, ya que el efecto de la gravedad ayuda al vehículo a caer hacia la superficie de la calzada y, por lo tanto, a seguir la trayectoria marcada por el abultamiento del resalte.

El dispositivo pertenece, por tan-

to, a la categoría de actuaciones sobre el trazado en planta, así como a las actuaciones sobre el trazado en alzado, y, en menor medida, a las actuaciones sobre la sección transversal, ya que consiste en resaltes transversalmente discontinuos cuya geometría curva en planta permite el paso de determinados vehículos sin que les afecte, ya sea por su tamaño o porque adopten una trayectoria curvada acorde con la directriz del resalte. Esta trayectoria curvada es similar a la seguida en un zigzag, pero con la ventaja de que no es necesario actuar sobre el diseño de la vía. El vehículo ligero ha de acometer una ligera curva para enfiar el nuevo resalte, al igual que una vez rebasado el mismo, por lo que la directriz curva del resalte conforma la curva central de un zigzag suave.

Los dispositivos pueden construirse *in situ* o ser prefabricados, y pueden instalarse no sólo en las calles clasificadas funcionalmente como locales, sino también en vías colectoras y travesías. A diferencia de los resaltes transversales, pueden ser instalados independientemente de la composición del tráfico debido a que no tienen impacto negativo sobre los vehículos pesados ni sobre las motocicletas o bicicletas.

Para cada caso en particular es posible adaptar las configuraciones para una mejor utilización del dispositivo. Se observa en la figura 3 la utilización en vías de un solo carril, en la que se utilizará un único elemento principal y uno o dos elementos complementarios para controlar el paso por los laterales del moderador. En el caso de utilizarlos en vías de varios

carriles con un solo sentido de circulación, su disposición será preferiblemente en paralelo, es decir, los elementos deben ser dispuestos de manera que el sentido de giro de la directriz sea el mismo para cada carril. Finalmente, en vías o carriles estrechos cabe la posibilidad de implantar los dispositivos modificando la alineación de los bordillos para adoptar una forma curva cóncava que se acompañe con la geometría de los elementos.

Criterios de implantación del nuevo dispositivo moderador

Con el fin de dar una guía para la utilización de los dispositivos *Speed Kidneys* (SK) y teniendo en cuenta sus características propias, se han establecido los siguientes criterios de implantación:

- Los SK pueden instalarse no sólo en las calles clasificadas funcionalmente como calles locales, sino también en vías colectoras y travesías.

- En cuanto al número y anchura de los carriles, los SK deberían utilizarse principalmente en calzadas con no más de dos carriles de circulación, del mismo o distinto sentido de circulación.

- Sería recomendable que los SK se utilizaran en vías con pendientes menores del 5%. Cuando se instalan en calles con una pendiente descendente significativa, debe tenerse extremo cuidado para asegurar que los vehículos no lleguen a una velocidad excesiva.

- Los SK no deben ponerse en curvas verticales y horizontales pro-

nunciadas.

■ Los SK deberían instalarse sólo en calzadas donde se puede disponer de visibilidad de parada, considerando el percentil 85 de la velocidad de operación de los vehículos en la vía.

■ En lo referente a la velocidad del tráfico, los SK deberían instalarse sólo en vías donde el límite de velocidad establecido sea como máximo de 50 km/h, habiendo establecido otro elemento previo de moderación diferente a este. Es decir, su mayor utilidad radica en mantener las velocidades moderadas, no en reducir las velocidades de circulación desde valores más altos a los urbanos.

■ Los SK podrían ser instalados en distintas vías con un amplio rango de volúmenes de tráfico.

■ Los lugares propuestos para colocar SK deben evaluarse para determinar que esta instalación no provoque el incremento de accidentes potenciales para la vía en estudio. Cuando se instalan por este motivo, las causas de estos accidentes pueden ser corregidas por los SK.

■ Los SK, a diferencia de los resaltes, pueden ser instalados independientemente de la composición del tráfico, debido a que no tienen impacto negativo sobre los vehículos pesados, ni las motocicletas, ni las bicicletas.

■ Los SK pueden instalarse en vías con rutas de transporte público establecidas.

Desarrollo geométrico del nuevo dispositivo moderador

Las dimensiones del dispositivo se determinan en función de: la anchura de los ejes del menor vehículo ligero del que se quiera controlar su velocidad, A ; la anchura de los ejes del menor vehículo pesado que se quiera que pueda pasar con una trayectoria recta, o del mayor vehículo ligero al cual está destinado el dispositivo para controlar su velocidad, O ; el radio de curvatura del dispositivo, R ; el radio de redondeo en las esquinas del mismo, r ; y la longitud de la directriz del dispositivo, L .

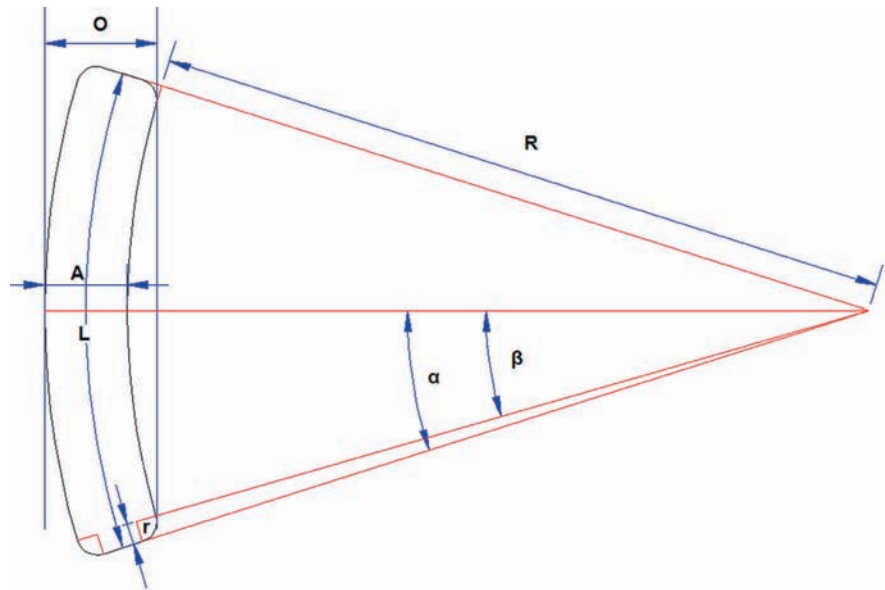


Figura 4. Desarrollo geométrico de los Speed Kidneys

De la figura 4 se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \frac{L}{2 \cdot R + A}$$

$$\beta = \alpha - \arcsen\left(\frac{r}{R+r}\right)$$

$$O = A + R - [(R + r) \cdot \cos(\beta) - r]$$

A partir de las ecuaciones obtenidas de los parámetros geométricos básicos, O y A , y del radio en las esquinas, r , se obtienen las dimensiones de los Speed Kidneys, R y L , que garanticen su funcionalidad. Para ello, en primer lugar se estima una longitud, L , y en función del grado de control de velocidad deseado se elige un radio, R .

Aplicando sucesivamente las ecuaciones 1, 2 y 3, se obtiene la ocupación, O , para los valores estimados. En caso de que no coincida con la ocupación deseada, se realizan los ajustes necesarios a la longitud y se repite el procedimiento de cálculo hasta que converja el resultado.

En todo el proceso de determinación geométrica la longitud es la variable menos condicionada, aunque de ella dependerá directamente el coste final del sistema moderador.

Teniendo en cuenta que los dos parámetros básicos para el correc-

to funcionamiento del dispositivo son su anchura, A , y la ocupación, O , es importante ajustar estas dimensiones a las de los vehículos que habitualmente circulan por la vía donde se vaya a hacer la instalación. Un estudio realizado por Ortega y García (2000), en el que se obtuvieron las dimensiones de los vehículos existentes en el mercado español y el porcentaje de sus ventas, permitió deducir la distribución de las dimensiones de los vehículos del parque circulante en España.

En la figura 5 (véase la página siguiente) se muestran los percentiles extremos y medio de la anchura de vías de los principales tipos de vehículos ligeros, que son las dimensiones fundamentales para el diseño geométrico del nuevo dispositivo.

Para el caso de los autobuses, de acuerdo con Sanz (2008) se han tomado en cuenta las recomendaciones de la norma suiza para la instalación de almohadas en vías con rutas de transporte público, que proponen una anchura de la parte superior de la meseta de 1,3 m y una anchura total de 1,7 m; o las del Departamento de Transportes del Reino Unido (1994), que especifican una anchura total de 1,6 ó 1,7 m, para permitir a los autobuses pasar con cierta comodidad.

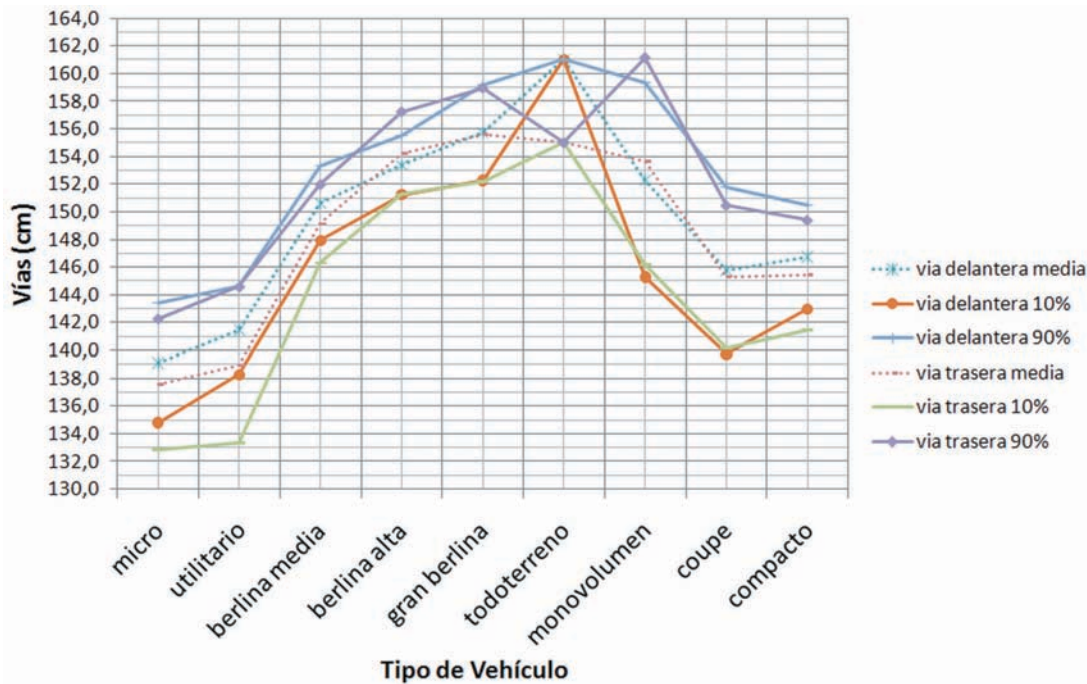


Figura 5
Anchura de vías para diferentes tipos de vehículos.

Es importante resaltar que la afeción de los *Speed Kidneys* sobre los autobuses se produce únicamente sobre el eje trasero, pues la vía delantera permite su paso franco, mientras que el eje trasero, por tener doble rueda en cada extremo, tendrá que remontar parcialmente el dispositivo en los extremos laterales, por lo que la incomodidad será mínima, como ocurre actualmente con las almohadas.

Teniendo en cuenta las anchuras de vía de los tipos de vehículo encontrados en el mercado y el tipo de neumáticos utilizados habitualmente en cada uno de ellos, y las recomendaciones para el diseño de almohadas, se plantea una solución de compromiso que permita moderar la velocidad especialmente para los vehículos ligeros pequeños y medios, que son los preponderantes en el parque, y que minimice la afeción a los autobuses, por lo que se proponen en la *tabla 1* las dimensiones de los *Speed Kidneys*.

Para evaluar las diferencias de longitud en función del radio R y de la ocupación O , se presenta en la *figura 6* un ábaco de la variación de la longitud en función del radio para los valores mínimo, medio y máximo del intervalo de ocupación. Puede observarse cómo al pasar de un radio de

| Resalte Principal | | | |
|--------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|
| Dimensión | | Valor recomendado | Intervalo |
| Anchura | A | 120 cm | 110 - 125 cm |
| Ocupación | O | 150 cm | 140 - 160 cm |
| Radio | R | función de la velocidad | 10 - 20 m |
| Longitud | L | | 500 - 900 cm |
| Radio esquina | r | 30 cm | 0 - A/2 cm |
| Altura | H | 7,5 cm | 6 - 8 cm |
| Pendiente rampa | p | 10% | 7,5 - 12,5% |
| Pendiente lateral | pl | 20% | 20 - 25% |
| Resalte Complementario | | | |
| Anchura | AC | 150 cm | ≥150 cm |
| Separación | | | |
| SK (lado cóncavo) | | Ajuste según anchura total disponible | |
| — Resalte complementario | S_i | | 100 - 130 cm |
| SK (lado convexo) | | Ajuste según anchura total disponible | |
| — Bordillo | S_b | | 75 - 120 cm |

Tabla 1. Dimensiones recomendadas para los *Speed Kidneys*.

10 m a un radio de 20 m se debe incrementar la longitud en 1,60; 1,95 y 2,25 m para ocupaciones de 1,40; 1,50 y 1,60 m, respectivamente. Asimismo, pasar de una ocupación de 1,40 m a 1,60 m supone un incremento de longitud que varía entre 1,80 m y 2,40 m para radios de 10 y 20 m respectivamente.

En la *figura 7* se presenta la variación de la longitud en función del radio para diferentes valores de anchura, A , del elemento. Puede observarse cómo la disminución de la anchura implica un aumento de la longitud. La diferencia de longitud para anchuras de

1,25 m y 1,10 m varía entre los 1,08 m y 1,69 m para radios de 8 m y 20 m, respectivamente.

En la actualidad, el nuevo sistema de moderación diseñado se encuentra en periodo de pruebas experimentales, lo que permitirá contrastar su funcionalidad esperada y el grado de aceptación por parte de los usuarios de diferentes tipos de vehículos.

Se va a evaluar la influencia de las diferentes dimensiones en la velocidad de paso sobre el elemento, el porcentaje de vehículos que adaptan su trayectoria al dispositivo, el grado de

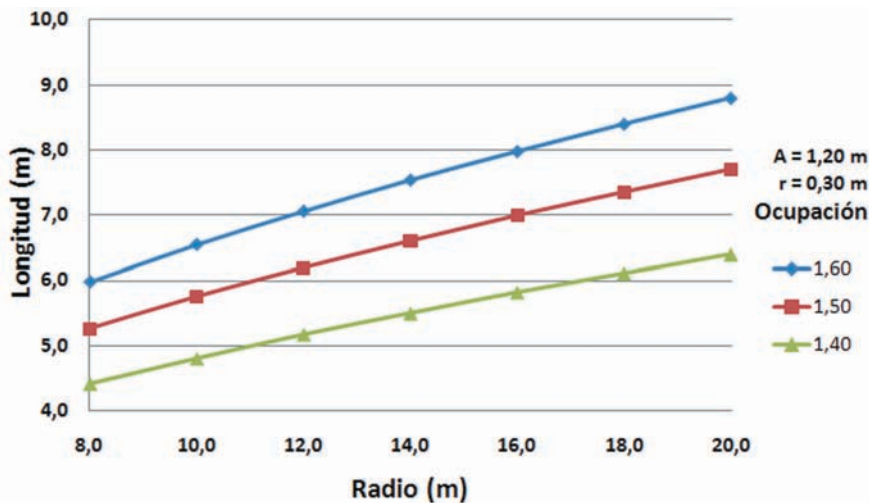


Figura 6. Longitud de los Speed Kidneys dependiendo del radio y la ocupación.

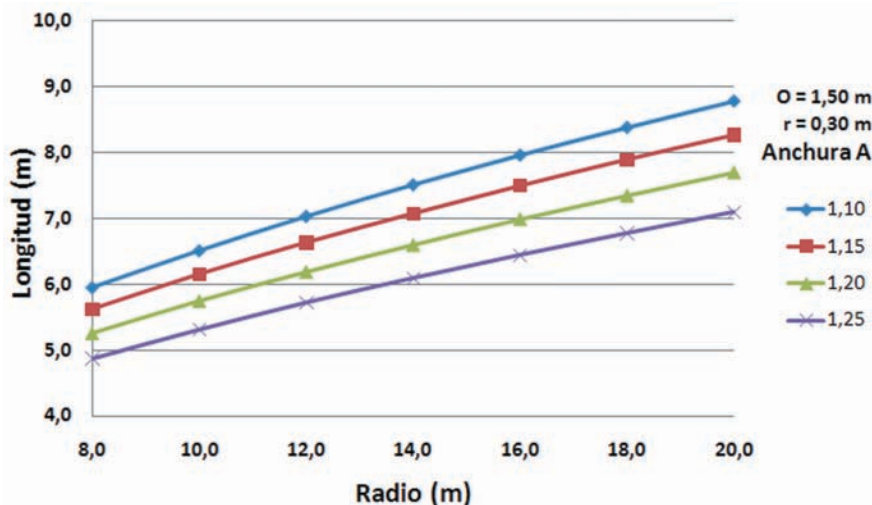


Figura 7. Longitud de los Speed Kidneys dependiendo del radio y la anchura.

aceptación de los usuarios, etc. También se precisa el estudio experimental de la señalización del nuevo sistema para que su funcionalidad y seguridad sea la óptima.

Conclusiones

Las características de los moderadores del tráfico actuales se centran principalmente en la reducción de la velocidad de los vehículos, dejando de lado los efectos adversos que pueden producir, especialmente las molestias a los conductores que sí mantienen moderada su velocidad y los aumentos en los tiempos de respuesta de los vehículos de emergencia.

Para ofrecer una solución que conjugue los beneficios de los moderadores del tráfico con la dismi-

nución de los efectos adversos que ellos suponen, el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) de la Universidad Politécnica de Valencia ha diseñado (y solicitado la correspondiente patente de invención) un nuevo dispositivo moderador del tráfico.

El nuevo dispositivo diseñado consigue moderar la velocidad del tráfico y a su vez minimiza las molestias ocasionadas a los ocupantes de los vehículos, el ruido en el entorno, las averías mecánicas sufridas por los vehículos, las demoras de los vehículos de transporte público o de emergencias y el mantenimiento requerido.

Las pruebas experimentales, que se van a realizar con el nuevo sistema de moderación diseñado, permitirán la verificación de su funciona-

lidad y el grado de aceptación por parte de los usuarios de diferentes tipos de vehículos. También se perfeccionará su procedimiento constructivo, incluyendo la necesaria señalización.

Con esta invención se aporta una solución funcional, viable, sostenible y segura a los sistemas de moderación del tráfico, que integra a los usuarios otorgándoles la calidad y el confort de circulación que se merecen.

Para la construcción o instalación generalizada del nuevo sistema hará falta obtener los resultados de su experimentación y los necesarios acuerdos o licencias con la Universidad Politécnica de Valencia, dada la protección intelectual del diseño que tiene dicha Institución.

Referencias

BARBOSA, H, TIGHT, M y MAY, A. (2000). "A Model of Speed Profiles for Traffic Calmed Roads". Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 34, Number 2, pp. 103-123 (21).

DEPARTMENT FOR TRANSPORT (1994). "Traffic Advisory Leaflet 4/94 Speed Cushions". U.K.

EWING, R y HODDER, R. (1996). "Best Development Practices". National Center for Smart Growth, Universidad de Maryland.

LITMAN, T (1999). "Traffic Calming Costs, Benefits and Equity Impacts", Victoria Transport Policy Institute.

LONDON BUS PRIORITY TEAM (2005). "Traffic calming measures for bus routes, technical advice note BP2/05", Londres.

ORTEGA, V. J. Y GARCÍA, A. (2000). "Estudio de los Factores Relacionados con el Vehículo que Influyen en las Visibilidades en Redes Vías". IV Congreso de Ingeniería del Transporte - CIT2000. Valencia, junio de 2000.

SANZ, A. (2008). "Calmar el Tráfico". Ministerio de Fomento. Madrid.

TRAFFIC CALMING ORG. Página web consultada en junio de 2008. <http://www.trafficcalming.org>.

geotexan

Geotexan, S.A, es una empresa que se dedica a la fabricación de geotextiles no tejidos de PP y fibras sintéticas. Así mismo, se dedica a su comercialización a nivel nacional e internacional, completando la gama con otro tipo de geosintéticos, y así crear una de las empresas expertas en el mundo de los geosintéticos:

Geotextiles no tejidos de Polipropileno: **geotesan**

Geotextiles tejidos
Geocompuestos drenantes
Geomallas
Geoceldas
Mallas volumétricas
Geomembranas



Los geotextiles GEOTESAN son no tejidos formados por fibras vírgenes de polipropileno, unidas mecánicamente por un proceso de agujeteado, con posterior termofusión, lo que le otorga altas resistencias mecánicas.

Sus funciones principales son: Separar, Filtrar, Drenar, Reforzar y Proteger.

Sus campos de aplicación: Carreteras, Ferrocarriles, Obras Hidráulicas, Balsas, Vertederos, etc.

Amplia gama para cubrir la normativa de geotextiles existente en España: Artículo 422 de PG-3, Normativa ADIF, UNE 104424 de Túneles, etc.

Todos los geotextiles tienen su correspondiente marcado CE.

Certificación ISO 9001 e ISO 14001.

geotexan

Avda. Concha Espina, 5
21660 Minas de Río Tinto (Huelva)
geotexan@geotexan.com
Tf.: 959 592 098

Delegación Centro

C/ Perdiz, 75
Polígono Industrial Monte Boyal
45950 Casarrubios del Monte (Toledo)
Tf.: 918 188 115



Planteamiento general del diseño actual de puentes – Puentes heterodoxos



Javier Manterola.
Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos.

Resumen

Estamos en una etapa intermedia entre el clasicismo de los puentes de los años 60 y 70 del siglo XX y la no presencia de los puentes realizados con materiales de fibra de carbono, vidrio, de aramidas del siglo XXI.

Siempre se producen puentes heterodoxos en estas épocas intermedias, muchos malos, otros llenos de talento e invención.

Palabras clave: Heterodoxia, formas de arquitectos, abandono de lo mínimo, nuevas posibilidades.

Estamos viviendo una época intermedia en la concepción de puentes. En los años 60 del siglo XX no había dudas, había que trabajar y desarrollar los puentes de vigas prefabricadas para las luces pequeñas y medias y puentes construidos en avance en voladizo para las luces medias y grandes, y ambas de hormigón. Al final de los sesenta se empieza a trabajar en los puentes atirantados, y ya, en los años 70, se produce el renacimiento de los puentes arco. El espectador atento veía como se sucedían procesos creativos de gran potencia y utilidad. No se podía, no se debía estar en otra cosa que no sea conseguir saltar los 100 m de luz con un puente de hormigón pretensado que seguía más o

menos de cerca al puente de Bendorf sobre el Rin, o penetrar en el “intrínquilis” de las losas aligeradas, en sus versiones diferentes para saber cómo funcionaba con suficiente rigor un puente oblicuo o curvo, la presencia de apoyos únicos, etc.

En construcción “in situ”, todo venía de Alemania; si la construcción era prefabricada, de Francia, y los demás nos esforzábamos en seguir la huella. Aún tardó algo en venir con fuerza la estructura mixta.

Mientras las configuraciones de hormigón se fueron optimizando, los sistemas de pretensado se fueron unificando y los procedimientos de puesta en obra mejorando, las configuraciones en estructura mixta empezaron a ofrecer sus ventajas tanto para las

luces cortas y medias como y sobre todo para las grandes luces.

Todo esto fue un proceso que ocupó décadas, en las cuales se llegaron a optimizar casi todas las configuraciones y en conocer qué era lo adecuado para cada caso. Se podría decir que para cada problema había una solución óptima y se conocía desde el principio, al enfrentarse con cada problema.

Se podía decir que el mundo de los puentes estaba cristalizado, fosilizado. Todo se reducía a conocer bien el catálogo de morfologías y de procesos constructivos para proyectar y construir bien.

En aquellos no tan lejanos años, los puentes normales se nos empezaron a ir de las manos a los diseñadores de puentes. Era difícil competir con una casa de prefabricación que te servía modelos bien diseñados y acoplados, rectos, curvos, apoyados o continuos, para todos los puentes de luces medias. Así los pasos superiores empezaron a salir de nuestras manos para convertirse en modelos que había que comprar en el supermercado de las diferentes casas de prefabricación. El puente de autopista se compraba y se compra “...mándame 25 pasos superiores de autopista y en cuánto tiempo los tendré montados”.

Con las luces medias y grandes los diseños optimizados no eran tan fáciles, sobre todo porque había menos puentes que hacer de esos tamaños. El puente mixto empieza a cubrir gran parte de este espacio, luces de 60 a 100 m, pues era un puente que te lo montaban y construían, aunque en este caso aún necesitaba un diseñador.

Y podríamos seguir en este proceso de construcción de un gran catálogo de los puentes con los que uno se encontraba y en el que la tarea del ingeniero era la de ser un buen conocedor del mismo, y, por tanto, un buen elector del puente más adecuado para el sitio que se tenía.

Para las luces, mayores de 70 m u 80 m, el diseñador aún era importante, sobre todo cuando la presen-



Figura 1

cia de los puentes arco y atirantados no era tan general como para que se pudiese encontrar en un catálogo y resolver cualquier problema.

¿Es ésta la situación actual? Si no exacta, bastante parecida. Sabemos lo que hay, cómo se construye y lo que cuesta.

Si estuviésemos hablando de un estilo arquitectónico, de una tendencia artística, se diría que habíamos coronado la fase del clasicismo y nos encontramos claramente en el manierismo. Aparece “a la manera de...”. La ortodoxia resistente no se cumple, se evita desde muchos puntos de vista. Lo estricto, lo mínimo, lo más barato, aquello que ha configurado nuestro entendimiento de los puentes durante muchos años se cuestiona. Varias veces ha puesto este ejemplo. Cuando en el siglo XVI se están construyendo, en estilo gótico tardío, las catedrales de Plasencia, la nueva de Salamanca y de Segovia, se conocían y bien la catedral de León, la de Burgos, etc. Las buenas catedrales góticas españolas y las francesas; y, sin embargo, sólo se podía hacer lo que hicieron. No pensaron en repetir la catedral de León en Salamanca. Los tiempos te impelen a realizar soluciones menos puras y algo decadentes, pero nuevas.

Y a esta parte voy a dedicar el res-

to de mi artículo: a esos puentes diferentes, más complejos, que serán recordados como ejemplo de lo que se hacía en un tiempo de decadencia, el existente entre el apogeo de la construcción en hormigón pretensado y la construcción mixta; y aquel otro en el que aún los nuevos materiales y las formas derivadas de su utilización no habían abierto el camino de lo nuevo.

Puentes heterodoxos

Lo heterodoxo es difícil de clasificar, simplemente hay que exponerlo, pensando además que, generalmente, mucho de ello está lleno de talento.

Y los hay de muchos tipos, por ejemplo los que enfatizan lo monumental dentro de una ortodoxia resistente. El puente de la Barqueta es un puente algo heterodoxo, pero clásico; el puente del Milenio de Zaragoza es claramente heterodoxo, se busca lo monumental, exagerando la luz, la anchura y las calidades. Esto se ha hecho muchas veces en la historia, enfatizar lo clásico para monumentalizarlo; y no está mal siempre que no se quiera confundir el legado de lo exagerado con lo ingenieril. Este puente no habría sido posible en los años 70. De cualquier manera es un viaducto espléndido (figura 1).

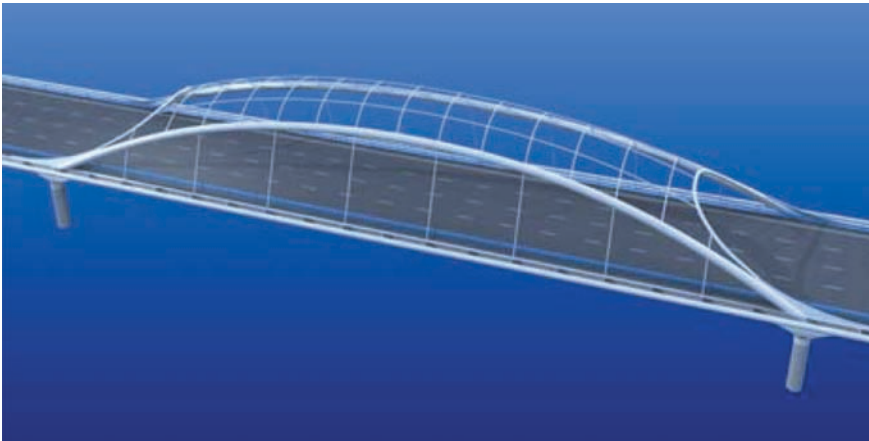


Figura 2.

Dentro del planteamiento de configuraciones resistentes ortodoxas, hechas heterodoxas por circunstancias ajenas, presento un proyecto en el que estamos en ello, ahora con Dragados, y que parece que va por buen camino para un puente en Miami (figura 2).

La forma del puente es totalmente clásica, un tablero metálico soportado por dos arcos superiores. Hasta ahí todo normal. Pero a mí siempre me han parecido desamparados los arcos superiores sueltos, razón por lo cual lo hemos inclinado uno hacia el otro. Aquí hemos dispuesto un tejido complementario, con escaso poder resistente, pero que constituye con los arcos un espacio brillante que, además, puede ser el soporte de un conjunto de “leds” que iluminan por la noche la bóveda que

configuramos. Es lo monumental lo que le proporciona aquí el carácter de heterodoxia. Posiblemente en el

próximo futuro se utilicen bastantes más estas características ajenas.

En otro tramo de este mismo proyecto, la planta es curva. Lo normal es disponer dos arcos planos que se nota que no siguen el trazado de la planta; sin embargo, si a este tejido se le proporciona rigidez horizontal, los arcos pueden ser curvos, acoplándose al trazado en planta de la calzada.

Podría decirse que otra obra espléndida, como el viaducto de Millau (figura 3), es una obra heterodoxa. Me acuerdo que cuando la vi, después de mi asombro, mi reflexión me llevó a la conclusión de que este puente era el fin de algo, más que el principio de algo. Todo en este puente está bien, el acoplamiento de la altura con la continuidad longitudinal, su diseño formal y resistente. El atirantamiento, al colocarse por encima del tablero para resistir no le va bien, estéticamente hablando, a un puente tan alto que sólo lo salva el hecho de que todas las configuraciones son iguales, cualquiera que sea la altura de las pilas.

Dos puentes muy parecidos conceptualmente, con la misma configuración estructural y constructiva, pero muy separados en el tiempo y la distancia son el puente de San José, Costa Rica de T. Y. Lin (197) y el puente de Ingolstadt sobre el Danubio, de Schlaich (1998), de 164 m de luz.



Figura 3.

Rutas Técnica

Son puentes colgados, con cuelgue curvo bajo el tablero, hormigonado en el caso del puente de San José (figura 4), y con cables a la vista en el de Schlaich. Sobre ellos, por medio de elementos verticales, se soporta un tablero recto, cuya rigidez reposa en la del tablero propiamente dicho más la correspondiente al elemento de cuelgue, que es tanto mayor conforme menos flecha tengan los cables (figura 5).

Es, a fin de cuentas, una banda tesa donde están separados los cables de sustentación de la calzada de rodadura. La pasarelas de peatones son auténticas bandas tesas.

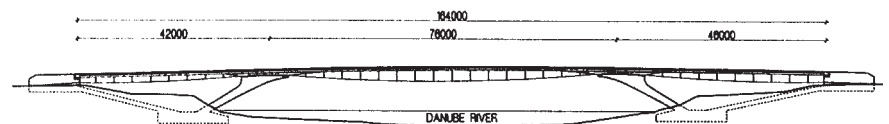
Ahora una pasarela, la del Miho Museum, de 120 m de luz (1998), con proyecto de I. M. Pei y Leslie E. Robertson; y, por otro lado, el puente de Obore Argen, de Schlaich, en los que se utiliza el atirantamiento superior e inferior a la manera de una viga continua de dos vanos. Atirantamiento superior, el correspondiente al apoyo; y, el inferior, a la zona de momentos positivos (figura 6).

En la pasarela del Museo Miho se utiliza un arco como soporte de los tirantes en la pila, planteamiento difícil de cumplir en los puentes por la gran rigidización que debe tener el arco, cuando la carga de los tirantes de un lado sea superior a los de otro. En el caso de una pasarela, con una sobrecarga mucho más uniforme, se puede. Schlaich, en un puente de autopista de 255 m de luz, utiliza el mismo principio, pero con la pila triangular. Los tirantes de la pila se anclan en el dintel, de cuyo punto salen los tirantes situados bajo el dintel. Esta espléndida idea, que produce pilas de la mitad de altura que las de un puente atirantado para la misma eficacia resistente, resulta escasa para el usuario. Este sólo ve una pequeña pila y un solo trozo atirantado. No ve el resto y no queda muy bien. El espectáculo que da el arco en la pasarela del museo Miho compensa la falta de la visión inferior del puente (figura 7).

Christian Menn es un ingeniero muy clásico, formidable seguidor de Maillart, en lo que se refiere a puen-



Figura 4.



ALZADO



Figura 5.

tes arco muy delgados, pero que, por otro lado, ha proyectado y construido dos puentes especiales y muy personales; el puente de Ganter, curvo en planta de 678 m de longitud, 170 m de luz máxima y 160 m de altura,

un puente atirantado con “velas” de hormigón como soporte del dintel (1980); y el muy sofisticado, complejo y refinado de Sunniberg, de 1999, con una longitud de 526 m, vano principal de 140 m y altura de pilas



Figura 6

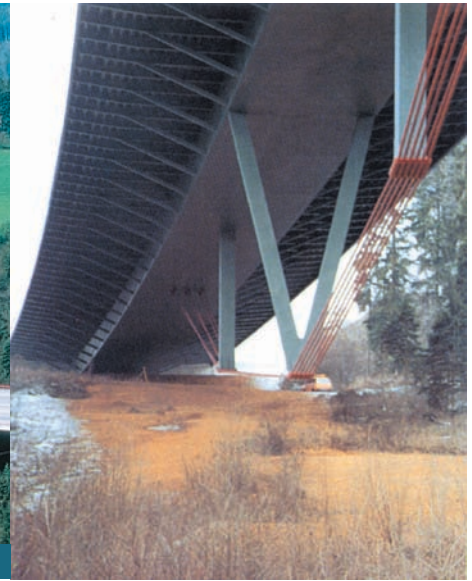


Figura 7.



Figura 8.

de 60 m. Es curvo en planta con un dintel muy delgado (figura 8).

Menn realiza un atirantamiento ex-

tradorsal, con pilas cortas sobre el dintel, condición estética imprescindible para que un puente continuo al-

to quede bien.

to quede bien.

Bajo el dintel, las pilas son altas, tienen una altura de alrededor de 60 m. Sobre el tablero, la pila tiene una altura cuya relación con la luz del dintel es del orden del 10 al 15%. La forma de la pila es muy rígida, con el fin de que las pilas cortas prácticamente sean un anclaje fijo de los tirantes; y éstos sólo se deformen por elongación del acero. A la vez, se reduce el dintel a un espesor de 0,4 m con dos vigas laterales de 0,8 m. Esta extrema flexibilidad del dintel hace que los tirantes trabajen mucho, aun con esa pequeña altura sobre el dintel.

La curvatura en planta, $R=503$ m, le permite empotrar el dintel en las pilas y no necesitar junta de dilatación en el estribo, que es un punto fijo (no se si sólo fijo o empotrado); la dilata-

ción produce un desplazamiento transversal del dintel curvo, arrastrando a las pilas, cuya forma produce una gran flexibilidad transversal (sólo tiene dos riostras intermedias).

La heterodoxia de Menn no reside en planteamientos caprichosos que es capaz de resolver, sino en análisis rigurosos de los mecanismos resistentes habituales que cambia cuando le interesa.

Con la torsión, mejor dicho, con el acoplamiento que existe entre flexión y torsión en los dinteles curvos se pueden conseguir estructuras diferentes y diría que formidables. La pasarela atirantada de la Expo 2008 en Zaragoza, de 140 m + 90 m de luz, es un ejemplo de este acoplamiento. Se puede atirantar a un solo borde, pues la torsión se convierte en flexión, produciendo carga variable en los tirantes. Nunca hemos salido de las pasarelas en la aplicación de esta configuración; va a ser hora de hacerlo con puentes (*figura 9*).

Schlaich ha desarrollado un mecanismo obvio que se concretó, por primera vez, en la pasarela que existe dentro del Museo del Puente en Munich. La torsión puede ser resistida por dos fuerzas horizontales y opuestas. Como se ve en la *figura 10*, la curvatura en planta de los tirantes superiores y del tubo inferior desarrolla las cargas para que la ménsula elemental no gire bajo la influencia de la sobrecarga ¿Procede todo esto de la portentosa cubierta del estadio olímpico de Munich? Unos simples puntales habrían evitado el cable exterior curvo que introduce la carga horizontal en la ménsula, que ellos podrían introducir mucho más simplemente. Esta invención ha resuelto el problema de las cubiertas: desde el estadio olímpico de Sevilla, todas las alemanas, y el nuevo de la Peineta en Madrid, hasta todas las cúpulas *ten-grity* americanas (*figura 11*).

De nuestro trabajo presento dos puentes: el puente de Euskalduna y el puente de Galindo, los dos en Vizcaya.

El puente de Euskalduna, con tres luces de 75,4 m + 113 m + 175,4 m,



Figura 9.



Figura 10.

es una viga en Z constituida por una triangulación superior horizontal, otra vertical y una viga cajón inferior de 2,00 m de canto. La celosía vertical tiene 6,6 m de canto total. Su rigidez a flexión se consigue por el conjunto de los tres elementos, y la rigidez a torsión como suma de la rigidez de la Z más la del cajón inferior. El puente

está en una alineación recta y otra curva de 120 m de radio (*figura 12*).

Los problemas funcionales, dar cobijo a los peatones bajo la intensa lluvia de Bilbao, se convierten en definidores de unos mecanismos definidores de unos mecanismos resistentes eficaces.

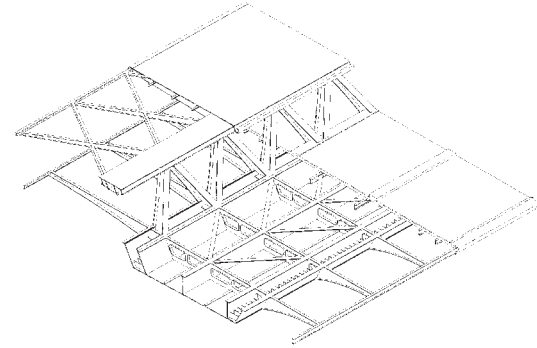
El puente sobre el río Galindo tie-



Figura 11.

ne un arco de 110 m de luz, es curvo en planta, con radio de 250 m. La antifunicularidad del arco curvo se consigue por un atirantamiento transversal cuyas fuerzas se convierten en torsión del tablero (figura 13).

La ingeniería francesa, la formidable ingeniería francesa, está comiendo a mi entender un error. Cuando quiere hacer un puente especial, con un diseño nuevo, convoca un concurso entre arquitectos, como ha



PUENTE EL SKALDUNA

Figura 12.



Figura 13.

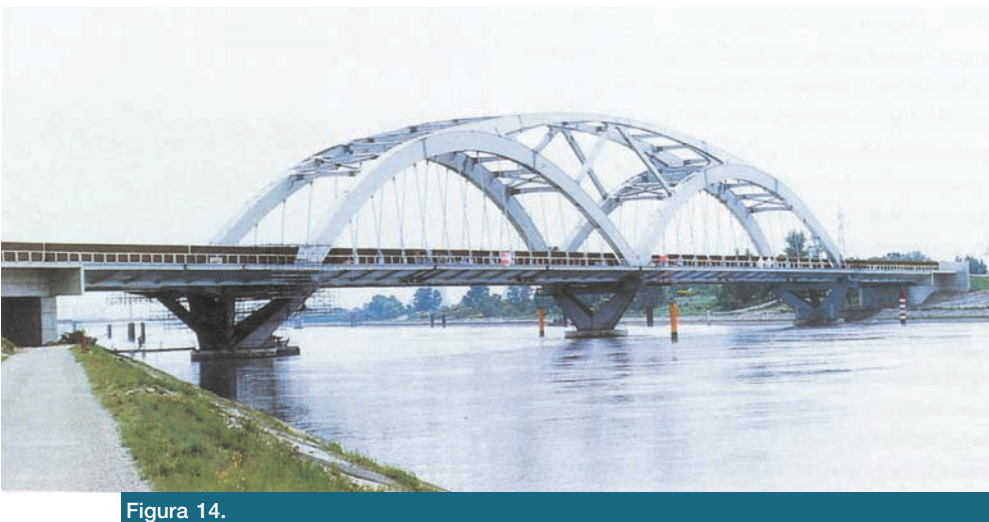


Figura 14.

ocurrido con los puentes del TGV Mediterráneo, supongo que asociados con ingenieros, y, eso sí, realizando el proyecto de construcción por el estudio de Greisch, de Bruselas. De Marc Mirham, arquitecto e ingeniero, autor de la excelente pasarela de Solferino, presento dos viaductos.

El viaducto del canal de Donzare: dos arcos continuos en *bowstring*, de 110 m de luz, y unidos en la parte superior por otro arco que se apun-tala sobre los dos arcos (figura 14). Sus estudios indican que la presen-cia del arco superior y los puntales



Figura 15.

rigidizan los dos arcos *bowstring* para cargas alternadas, estableciendo la continuidad entre ambos sin resultados espectaculares, lo que no nos invita a seguir ese camino.

El puente sobre el Mosa es un dintel continuo de 108 m de longitud, con dos vanos laterales de 28 m y 30 m, y un tramo central de 52 m soportado por un arco doble, sin otra conexión que la que iguala cortantes verticales (figura 15).

Los viaductos de Mornas y Mondragón, del arquitecto Jean Pierre Duval, son dos arcos desdoblados de 84 m y 121,4 m de luz principal, en su cruce sobre el Ródano, acompañados de dos largos viaductos de acceso. Los dos arcos duplicados están asociados por una serie de tirantes verticales, que después se prolongan hasta el tablero, y por una gran pieza central rígida en el centro de la luz de los dos arcos (figura 16).

Se hicieron varios estudios de conexión entre los arcos: desde dejarlo exclusivamente con péndolas verticales, como quería el arquitecto, a establecer una triangulación entre ellos, lo más eficaz y que vetó el arquitecto por antiestética, hasta llegar a un acuerdo entre ingenieros y arquitecto disponiendo la pieza, desgraciada pieza central, que unía entre sí los arcos que, a su vez, impedía los desplazamientos



Figura 16.

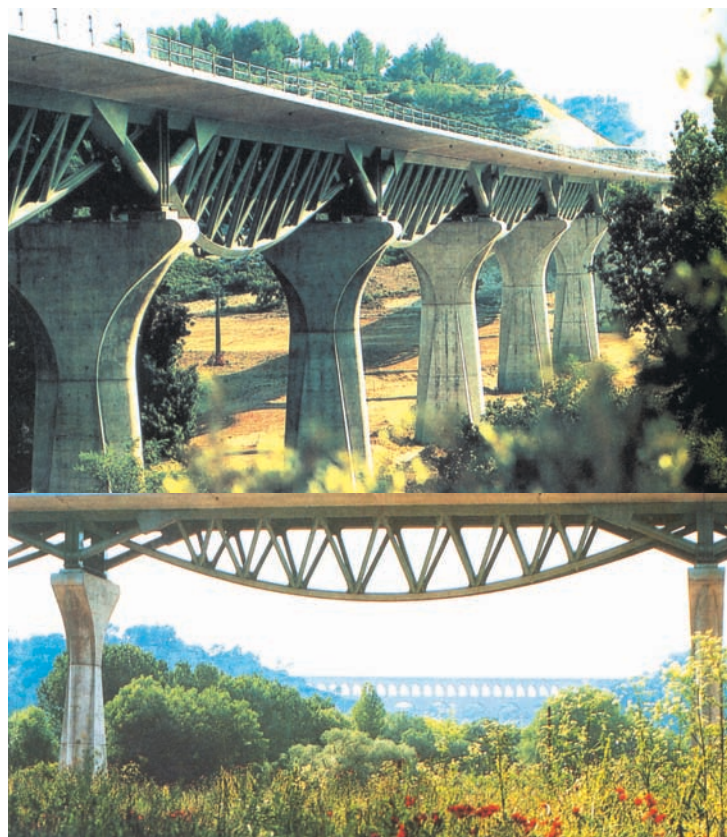


Figura 17.

longitudinales diferentes entre ellos.

El viaducto del Arco, del arquitecto Bruno Gaudin: se trata de 7 tramos rectos soportado por vigas en celosía en “vientre de pez” (figura 17), de 44,0 m de luz. Este diseño sustituiría a otro preliminar, bижacena. En la Memoria, el arquitecto dice: “La visión arquitectónica de la obra quería ser la de un hilo tendi-

do –expresión dinámica de un puente de alta velocidad– como un ala de hormigón perfilado que cruza el valle y desaparece detrás de la vegetación, el ala se apoya sobre un encaje de metal festoneado que deja pasar el aire del valle”. El extraño apoyo sobre las pilas tiene como misión dar continuidad longitudinal a las vigas en celosía, de 43 m de luz, y cantos que varían entre 3,72 m y



Figura 18.



Figura 19.

6 m. Mantener este apoyo sobre los estribos fue suprimido, pues a los proyectistas les parecía “contra natura”.

Otra obra francesa, cuya “heterodoxia” admito con gusto, pero no como lo que acabamos de ver. Se trata del viaducto Le Corbusier de Lille (*figura 18*), constituido por dos tableros que se apoyan sobre unos arcos inferiores, estructuralmente incorrectos, pero que crean un espacio bajo el puente agradable, en un espacio totalmente urbano.

Finalmente una obra de Calatrava, el puente de Murcia (*figura 19*), no de las más brillantes, pero sí la única que tenía a mano. Calatrava no añade ni ha añadido nada al mundo de lo resistente, pero formalmente está a diez años luz de estos puentes franceses. Dos puentes que me gustan, el acceso al puente de Alamillo y el puente sobre el Spree en Berlín, y el resto, perteneciente desde luego a este mundo de lo heterodoxo, brillantes, pero que, para mí, presentan el contrasentido de la conjunción entre la brillantez formal y la falta de consistencia resistente. No se puede ser tan bueno formalmente y no añadir nada al mundo de los puentes.

Curiosamente, Calatrava, con lo que gusta, ha sido muy poco copiado. ■

Puesto en servicio el tramo Marcilla de Campos - Osorno de la Autovía A-67, Cantabria-Meseta



Vista general y ubicación del tramo.

sado 27 de noviembre de 2008, simultáneamente al tramo Frómista-Santillana de Campos

Características geométricas

El trazado de autovía ha sido diseñado para una velocidad de 120 km/h, con un radio mínimo en planta de 2000 m y una pendiente máxima del 3,3%.

Enlaces y estructuras

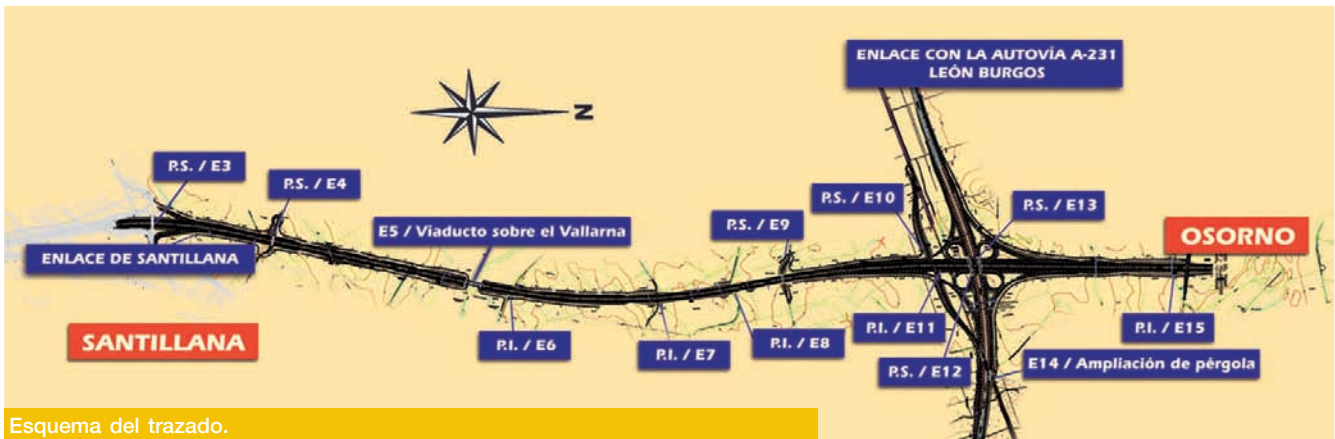
A lo largo del tramo se han diseñado dos enlaces: Santillana de Campos y el de conexión con la autovía

José Vidal Corrales Díaz, ICCP y
Director de las obras

Este nuevo tramo de autovía, de 9,94 km de longitud, discurre por los términos municipales de Marcilla de Campos, Osor-

no y Abia de las Torres, y ha supuesto una inversión de 37,85 millones de euros. Las obras han tenido un plazo de ejecución de 41 meses.

Sin embargo, y antes de continuar, debemos recordar que sus primeros 4 km fueron abiertos al tráfico el pa-



Esquema del trazado.

León-Burgos (A-231). El primero de ellos es de tipo diamante con pesas y permite enlazar la autovía A-67 con la carretera local P-981 y con la N-611.

El segundo es de tipo trébol completo con vías colectoras en las autovías A-67 y A-231.

Así mismo hay que destacar que se ha llevado a cabo la reposición de la N-120 en la proximidad del enla-

ce con la A-231, León-Burgos, así como de la carretera local P-240, entre Osorno y Abia de las Torres.

El cruce de la autovía por encima del Arroyo Vallarna se realiza por medio de un viaducto de 90 m de longitud, construido con vigas prefabricadas.

Finalmente, la permeabilidad de la autovía se consigue gracias a la cons-

trucción de 7 pasos superiores, 8 inferiores, la ampliación de la pérgola actual de paso sobre la N-120, así como a la amplia red de

caminos de servicio agrícolas laterales que dan acceso a las fincas afectadas.

Secciones transversal y del firme

El tronco de autovía está compuesto por dos calzadas de 7 m de anchura con dos carriles de 3,5 m para cada sentido de la circulación, arcenes exteriores de 3,5 m, interiores de 1 m, y una mediana de 10 m.

En cuanto a la sección del firme, la plataforma está constituida por 15 cm de mezclas bituminosas extendidas en tres capas (base, intermedia y de rodadura) sobre 20 cm de suelocemento.

Seguridad vial

Así como ha sucedido con otros tramos de esta misma autovía, se debe destacar el empleo de mezcla bituminosa discontinua en caliente en la capa de rodadura por su baja sonoridad, y la mejora de la visibilidad en condiciones climatológicas adversas.

Además se han colocado barreras para protección de motociclistas en los ramales del enlace de Santillana y en el de conexión con la autovía León-Burgos.



Enlace de Santillana, de tipo diamante con pesas, y que enlaza con la P-981 y la N-611.



Enlace, de tipo trébol, con la Autovía A-231, León-Burgos.

El tramo, de 9,94 km de longitud, ha supuesto una inversión de 37,85 millones de euros y han tenido un plazo de ejecución de 41 meses



Fotos superiores: Vista parcial del tramo abierto al tráfico.
Foto inferior: Viaducto sobre el Vallarna.

Impacto ambiental

Se han ejecutado toda las medidas de protección ecológica y recuperación ambiental previstas en la Declaración de Impacto Ambiental, entre las que se destacan las plantaciones de especies autóctonas, siembras e hidrosiembras para conseguir una adecuada integración paisajística.

Finalmente, se ha realizado la prospección arqueológica de una serie de yacimientos, entre los que se destaca el existentes junto al Dolmen de la Velilla: una de las tumbas dolménicas más emblemática de la Meseta Norte. ■

Unidades importantes

Excavación:
3 400 000 m³

Terraplén:
1 865 000 m³

Suelo estabilizado con cemento:
100 150 m³

Suelocemento:
58 100 m³

Mezclas bituminosas en caliente:
106 800 t

Acero pasivo:
2106 t

Acero activo: 40 t

Hormigón:
43 900 m³

Titular:
Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental.
Ministerio de Fomento.

Dirección de las obras:
D. José Vidal Corrales Díaz, ICCP.

Empresa constructora:
San José Constructora

Jefe de obra:
D. Óscar Albalá, ICCP.

Asistencia técnica control y vigilancia de las obras:

UTE Eysler, Estudios y Servicios, S.A.–

RC Consultores Reunidos Castellanos, S.A.

Asistencia técnica a la redacción del proyecto:
Vigiconsult, S.A.



Autovía A - 67.



Viaducto sobre Vallarna, Autovía A - 67.



Autovía A-45, Córdoba.



Autovía AG-53, Orense.



Autovía A-50, Salamanca.



Conexión AP-68 con la Estación de Delicias, Zaragoza.



C/ General Pardiñas, 15, 2ª 28001 Madrid • Tel. 91 806 54 30 • central@constructorasanjose.com

www.constructorasanjose.com

Finalizado el tramo Osorno - Villaprovedo de la Autovía A-67, Cantabria-Meseta



Vistas generales del tramo finalizado, de 14,56 km de longitud y ubicación del tramo.

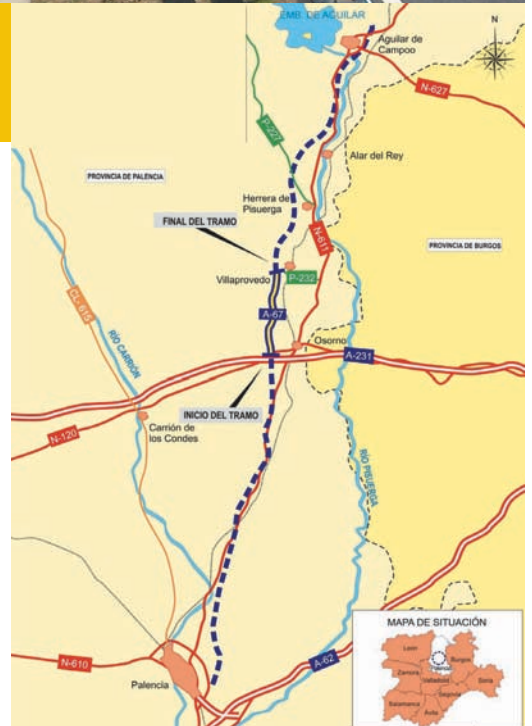
pertenecientes todos ellos a la provincia de Palencia.

Las obras han tenido por objeto evitar que el tráfico de largo recorrido atraviese los núcleos de población existentes a su paso por la N-611, aumentando así la seguridad vial, y consiguiendo una reducción en el

tiempo de recorrido respecto al actual itinerario.

El tramo tiene su origen a unos 200 m después del cruce con la carretera P-240, de Osorno a Abia de las Torres, y finaliza en el p.k. 10+588, antes del enlace de la autovía con la carretera P-232.

La totalidad del tramo proyectado es de nuevo trazado, que discurre sen-



siblemente paralelo a la N-611, desplazándose con respecto a ella entre 3 y 4 km hacia el oeste.

En el proyecto no se incluyó ningún enlace, pues existían ya enlaces próximos en los tramos adyacentes

Eugenio Canicio Sánchez, ICCP y Director de las obras

Este tramo de autovía, de 10 588 m, a los que se le suman 14,56 km de caminos de servicio, afectan de sur a norte a los términos municipales de Osorno la Mayor, Abia de las Torres, Espinosa de Villagonzalo y Villaprovedo,



Esquema del trazado.

de la Autovía A-67, Marcilla de Campos – Osorno, que enlaza con la Autovía León – Burgos, y Villaprovedo – Herrera de Pisuegra, conectando con la carretera P-232, permitiendo el acceso a Villaprovedo.

Características geométricas

El tramo se ha diseñado con un radio mínimo en planta de 2000 m y unas pendientes máxima de 2,1%, y mínima del 0,5%, lo que permite una velocidad de 120 km/h.

Estructuras

La permeabilidad de la autovía se ha resuelto mediante la construcción de 9 pasos superiores, 3 pasos in-

fieriores, así como una amplia red de caminos de servicios agrícolas laterales a las fincas afectadas. Uno de estos pasos superiores, por ser la intersección con una antigua vía pecuaria, se ha provisto de pantalla de madera. El cruce con los diversos cauces se salva con la ejecución de 19 obras de drenaje transversal, destacando por su singularidad el viaducto sobre el río Valdavia, de 204 m de longitud, situado en el p.k. 0+330; y el viaducto sobre el arroyo de San Juan, de 101 m, situado en el p.k. 5+030.

Secciones tipo

La sección tipo básica en el tronco de la autovía está compuesta por dos calzadas de 7 m de anchura, en

las que se alojan dos carriles en cada sentido de la circulación de 3,50 m para cada sentido de la circulación, arcenes exteriores de 2,50 m e interiores de 1 m, a los que se adosan sendas bermas de 1 m de anchura. La mediana es de 10 m.

En cuanto al firme, la sección estructural adoptada está constituida por 15 cm de mezclas bituminosas en caliente, distribuidas en tres capas (base, intermedia y rodadura), extendidas sobre una subbase de 20 cm de suelocemento.

Áreas de servicio

Entre los pp.kk. 59 y 60, en el término municipal de Abia de las Torres, se han construido dos áreas de descanso, una en cada margen, dotadas



Las imágenes pertenecen al viaducto sobre el río Valdavia, de 204 m de longitud.

Autovías del Estado

de aparcamiento tanto para vehículos ligeros como pesados, así como áreas de esparcimiento.

Seguridad vial

Se debe destacar el empleo de mezcla bituminosa en caliente discontinua en la capa de rodadura por su baja sonoridad, y la mejora de la visibilidad en condiciones climatológicas adversas, así como la colocación de barrera metálica como elemento de contención de vehículos.

Impacto ambiental

El tramo tiene control total de accesos e incorpora las prescripciones

El trazado del nuevo tramo de autovía discurre casi paralelo a la actual carretera N-611, separándose de ésta entre 3 y 4 km hacia el oeste

establecidas en la Declaración de Impacto Ambiental. Para ello, se han ejecutado todas las medidas de protección ecológica y recuperación ambiental prescritas en la mencionada Declaración, siendo las más destacada las plantaciones de especies autóctonas, siembras e hidrosiembras para conseguir una adecuada integración paisajística. De igual manera, se debe destacar las actuaciones de protección a la fauna, como han sido la construcción de majanos y de válvulas de escape para animales. ■



Viaducto sobre el arroyo San Juan.



Paso superior E-5.



El tramo ha sido diseñado para una velocidad de 120 km/h.

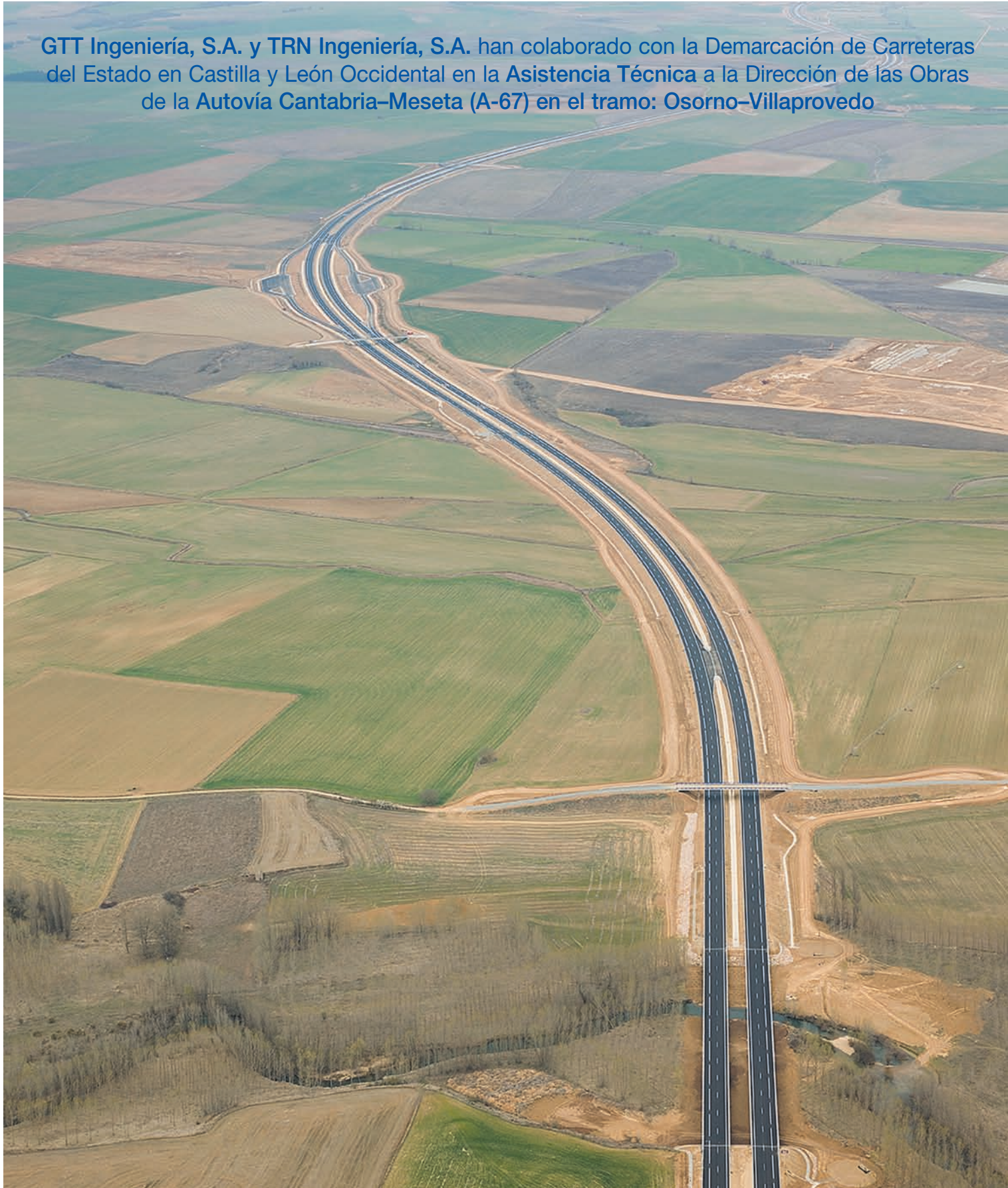
**Um
nám
is
dis
por
ades
tantes**

Excavación en desmonte: 696 562,30 m³
Terraplenes con productos de excavación: 410 643,29 m³
Terraplén con productos de préstamos: 543 691,24 m³
Suelo seleccionado en explanada: 83 062,00 m³
Suelo estabilizado con cemento: 83 062,00 m³
Suelocemento SC40: 55 231,00 m³
Cemento empleado en estabilizaciones: 11 611 t
Mezclas bituminosas en caliente: 78 880,96 t
Acero B-500 S: 1 255 869,13 kg
Acero activo: 177 746,89 kg
Hormigón: 16 456,26 m³
Longitud de pilotes de 850 y 1250 mm de diámetro: 99,68 m
Barrera de seguridad: 28 765,00 m

**F
i
ch
a
T
é
c
n
i
c
a**

Titular:
Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental.
Ministerio de Fomento.
Dirección de las obras:
D. Eugenio Canicio, ICCP y Raúl García Heras (ITOP).
Empresa constructora: UTE Vías y Hormigones Sierra, S.L.
Jefe de obra:
D. Vidal García Izquierdo, ICCP.
Asistencia técnica control y vigilancia de las obras:
UTE TRN Ingeniería y GTT Ingeniería.
Jefe de Unidad:
D. Gerardo Lucio Renedo (ICCP).
Asistencia técnica a la redacción del proyecto:
Proser, Proyectos y Servicios, S.L.

GTT Ingeniería, S.A. y TRN Ingeniería, S.A. han colaborado con la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental en la Asistencia Técnica a la Dirección de las Obras de la Autovía Cantabria-Meseta (A-67) en el tramo: Osorno-Villaprovedo

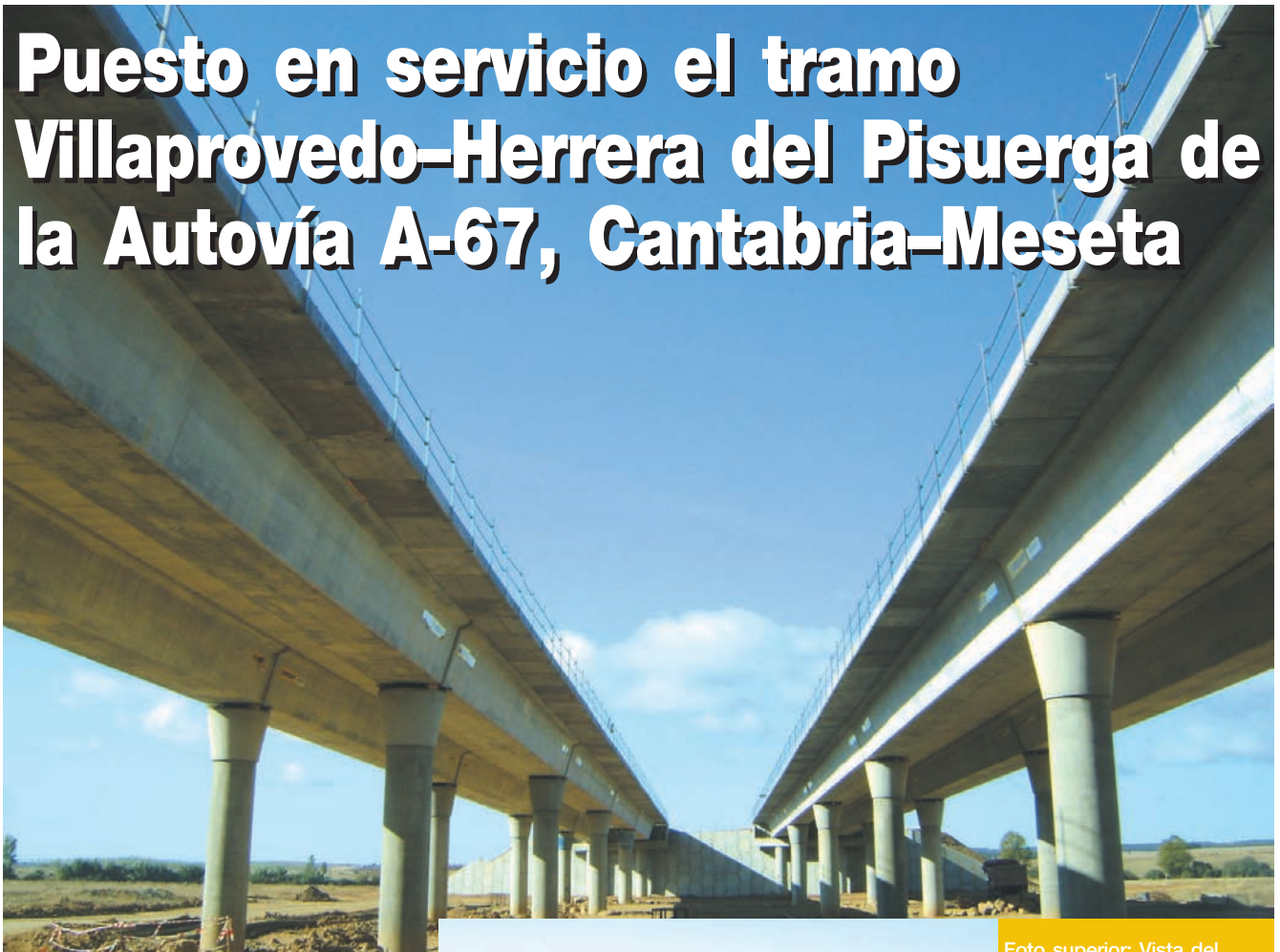


C/ Marqués de Turia, 63, 4º
46005 VALENCIA
Telf: 963514926



C/ Doctor Esquerdo, 97
28007 MADRID
Telf: 914096075
www.trningeneria.com

Puesto en servicio el tramo Villaprovedo–Herrera del Pisuerga de la Autovía A-67, Cantabria–Meseta



Eugenio Canicio Sánchez , ICCP y Director de las obras.

El tramo de autovía A-67, de nuevo trazado y 11km de longitud, tiene su origen en el término municipal de Villaprovedo, en la conexión con el tramo anterior Osorno-Villaprovedo, situándose a unos 500 m antes del cruce con la carretera a Villaprovedo, que se ha resuelto mediante un paso superior. El tramo finaliza en el p.k. 11+000, justo antes del paso sobre la carretera P-231, de Herrera de Pisuerga a Calahorra de Boedo. Todo el tramo se desarrolla en la provincia de Palencia.

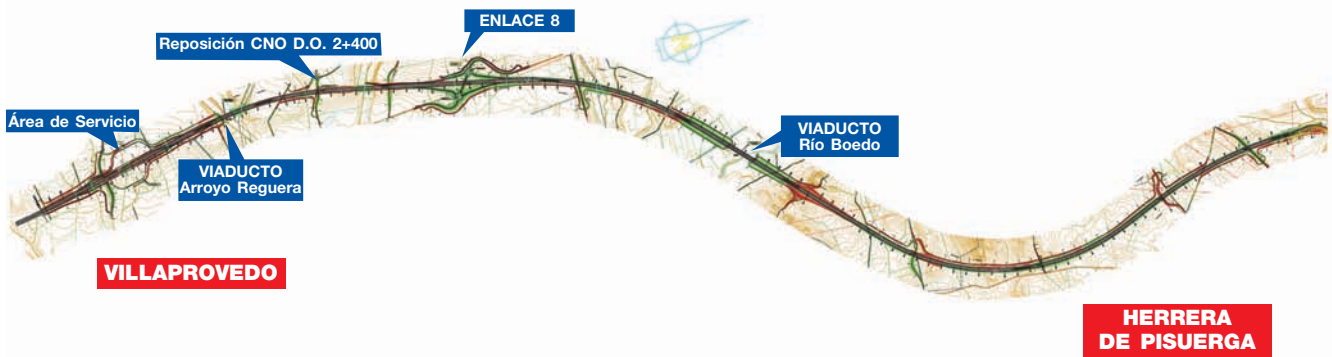
Características geométricas

La totalidad del tramo se ha proyectado para una velocidad de 120 km/h, con un radio mínimo en planta de 1700 m, y una pendiente máxima en alzado del 1,80%.



Foto superior: Vista del viaducto sobre el río Boedo, situado en el p.k. 5+850, de 239,20 m de longitud. Foto central: Inauguración oficial del tramo que fue presidida por el Ministro de Fomento, D. José Blanco, acompañado por los Presidentes de las Comunidades Autónomas de Cantabria y Castilla y León. Imagen inferior: Ubicación del tramo.





Esquema del trazado del tramo Villaprovedo-Herrera del Pisuerga.

Enlaces y estructuras

A lo largo del tramo se contempla un enlace, de tipo diamante, que conecta con la carretera P-232, carretera del valle del Boedo, permitiendo todos los movimientos entre dicha carretera y la autovía.

La permeabilidad transversal se consigue por medio de 7 pasos inferiores y 2 inferiores de caminos, siendo uno de ellos la vía pecuaria *Vereda de Herrera*, con una anchura de 8 m.

Las estructuras más significativas del tramo considerado son:

- Viaducto sobre el arroyo Reguero. Ubicado en el p.k. 1+650, de 95,2 m de longitud y tipo vigas artesas, con vanos isostáticos de 31,60, 32,00 y 31,60 m. Cada tablero descansa sobre dos vigas artesas de 1,60 m de canto.
- Viaducto sobre el río Boedo. Ubicado en el p.k. 5+850, de 239,20 m de longitud, de tipología similar al anterior, y luces de 29,60; 30,00; y 29,60 m.
- 7 pasos superiores. Tableros de hormigón postesado que cruzan la autovía en los pp.kk. 0+560, 2+400, 2+960, 3+560, 4+460, 7+740, y 10+360.
- 2 pasos inferiores. Estructuras de hormigón armado in situ, ubicados en los pp.kk. 8+500 y 9+600 con una sección de 9 x 5,50 m.

Además de las estructuras citadas, se han realizado 35 obras de drena-

je transversal que se han resuelto por medio de cunetas de desmonte, mediana, guarda, y a pie de terraplén; bajantes escalonadas, colectores y drenes para las aguas infiltradas.

Secciones tipo

La sección tipo básica en el tronco de la autovía está compuesta por dos calzadas de 7 m, arcén exterior de 2,5 m, interior de 1 m y mediana de 10 m de anchura.

La sección del firme está formada por 15 cm de mezclas bituminosas, siendo la capa de rodadura de tipo discontinuo, que se extienden sobre 20 cm de suelocemento.

Área de servicio

Entre los pp.kk. 0+400 y 1,200 se ha diseñado un área de servicio en cada margen, preparada para la futura concesión que la ocupe. Estas zonas se ubican íntegramente en el término municipal de Villaprovedo.

Impacto ambiental

Los accesos a las propiedades colindantes a la autovía se han resuelto por medio de caminos y vías de servicio.

El tramo tiene control total de accesos e incorpora las prescripciones establecidas en la Declaración de Im-



Vista del tramo finalizado en el p.k. 2+400.



Vistas parciales del tramo puesto en servicio en diversas fases de construcción..

pacto Ambiental, siendo el coste total de medidas correctoras de 0,8 millones de euros.

En el tramo Villaprovedo – Herrera de Pisuerga se han construido un total de 2 viaductos en cada calzada, 7 pasos superiores y 2 inferiores

Se completa la actuación con las soluciones propuestas al tráfico durante las obras, señalización, balizamiento y defensas, ordenación ecológica, estética y paisajística, obras complementarias, coordinación con otros organismos y servicios, expropiaciones e indemnizaciones y reposición de redes de comunicación, de distribución eléctrica y de abastecimiento. ■



A lo largo del tramo se han dispuesto un enlace en cuyas proximidades está tomada la foto, 7 pasos superiores y 2 inferiores.

**U
n
i
d
a
d
e
s
d
e
T
r
a
n
s
p
o
r
t
e**

Excavaciones: 1 950 000 m³
Terraplenes: 1 620 000 m³
Explanada: 300 00 m³
Suelo estabilizado con cemento: 95 000 m³
Suelocemento: 65 000 m³
Mezclas bituminosas en caliente: 84 000 t
Acero activo (pretensado): 68 800 t
Acero pasivo: 1 600 000 t
Hormigón estructural: 15 800 m³
Ejecución de pilotes: 2940 m
Vigas artesas prefabricadas: 1520 m
Barrera de seguridad: 33 500 m
Actuaciones ambientales
Gestión de tierra vegetal: 550 000 m³
Superficie hidrosiembra: 250 000 m³
Plantación de arbustos: 50 000 u
Valla de cerramiento: 22 175 m

**F
i
c
h
a
T
é
c
n
i
c
a**

Titular:
 Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental.
 Ministerio de Fomento.
Dirección de las obras:
 D. Eugenio Canicio, ICCP, y Raúl García Heras, ITOP.
Empresa constructora: Begar, Construcciones y Contratas.
Jefe de obra:
 D. Luis Fernández Cabezas, ICCP.
Subcontrata principal:
 Vías y Construcciones, S.A.
 Dña. Marta Pérez, ICCP.
Asistencia técnica control y vigilancia de las obras:
 GPO Ingeniería, S.A.
Jefe de Unidad:
 D. Jordi Laguarda Vidal, ICCP.
Asistencia técnica a la redacción del proyecto:
 UTE Intecsa-Inarsa-Egain S.A.



Viaducto de Boedo en la fase de obras



Vista del tramo



Experiencia, profesionalidad y tecnología al servicio de la sociedad

A67 Meseta - Cantabria

Aragón 390 - 08013 Barcelona
Tel. 932 470 069 - Fax 932 316 969

Santa Engracia, 151 - 28003 Madrid
Tel. 915 357 407 Fax 915 348 010

Copérnico, 3 - 15008 A Coruña
Tel. 981 904 255 Fax 981 922 285

San Francisco Javier, 13 - 41005
Sevilla
Tel. 954 656 887 Fax 954 658 257

Avda. Padre Isla, 38 - 24002 León
Tel. 987 208 444 Fax 987 208 351

www.gpo.es



Estudios y proyectos
Dirección de Construcción
Consultoría y Asistencias Técnicas



Puesta en servicio del tramo Herrera del Pisuerga – Alar del Rey de la autovía A-67, Cantabria-Meseta



D. Carlos López Díaz, ICCP y Director de las obras.

Este tramo, de 10,753 km de longitud, atraviesa los términos municipales de Herrera de Pisuerga, Alar del Rey, Páramo de Boedo, Prádanos de Ojeda y La Vid de Ojeda, pertenecientes a la provincia de Palencia.

Como se sabe, la N-611 es una carretera convencional de calzada única con 2 carriles de 3,5 m y arcones de 1,5 m. El tramo proyectado es el comprendido entre los pp.kk. 82,0 y 91,5 aunque el inicio de la autovía se encuentra a más de 2 km al oeste del p.k. 82,0.

Vista panorámica del tramo Herrera del Pisuerga-Alar del Rey y ubicación.



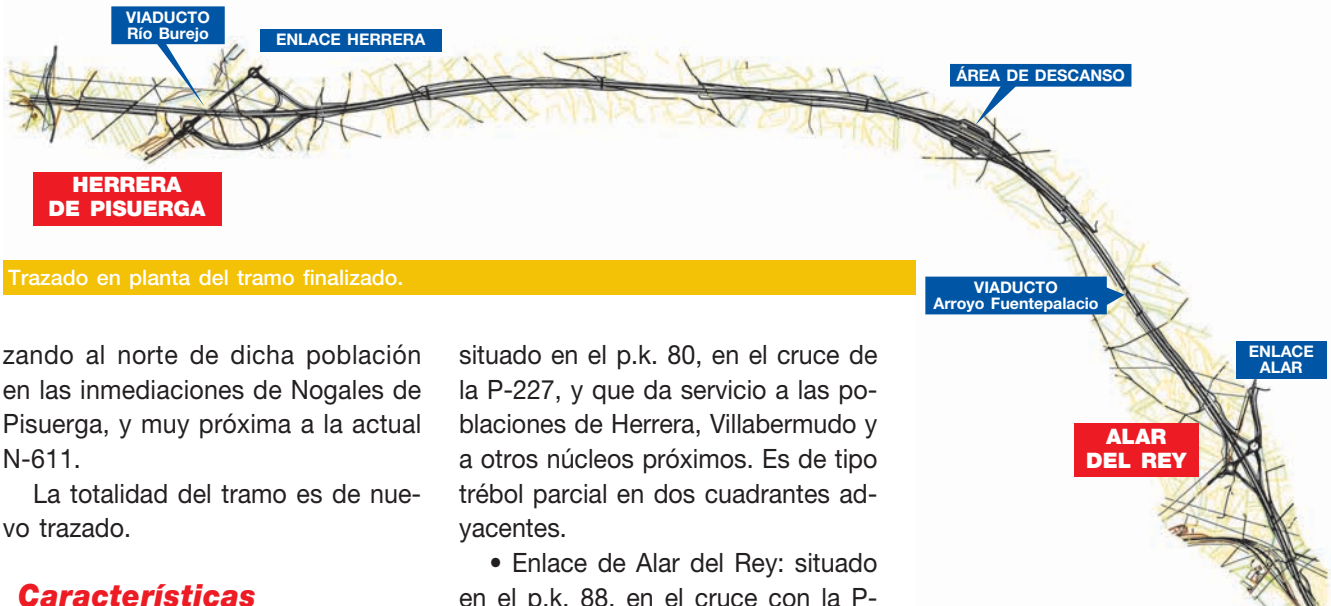
Descripción del trazado

La traza se inicia al oeste de la localidad de Herrera de Pisuerga, en las inmediaciones de su intersección con la P-230, que discurre bajo la autovía.

Posteriormente, la autovía cruza

sobre el río Burejo y bajo la P-227 que se repone formando parte del enlace de Herrera de Pisuerga, entre dicha localidad y Villabermudo.

A continuación, la traza discurre hacia al norte y gira al noreste para cruzar sobre la P-223, donde se ubica el enlace de Alar del Rey, finali-



Trazado en planta del tramo finalizado.

zando al norte de dicha población en las inmediaciones de Nogales de Pisuerga, y muy próxima a la actual N-611.

La totalidad del tramo es de nuevo trazado.

Características geométricas

El trazado se ha diseñado para una velocidad de 120 km/h, con un radio mínimo en planta de 1625 m y una pendiente máxima del 1,80%.

Enlaces y estructuras

A lo largo del trazado se proyectan dos enlaces:

- Enlace de Herrera de Pisuerga:

situado en el p.k. 80, en el cruce de la P-227, y que da servicio a las poblaciones de Herrera, Villabermudo y a otros núcleos próximos. Es de tipo trébol parcial en dos cuadrantes adyacentes.

- Enlace de Alar del Rey: situado en el p.k. 88, en el cruce con la P-223, de tipo diamante, y sirve a Alar, Nogales y demás poblaciones cercanas.

Así mismo, se han proyectado dos viaductos de vigas artesas prefabricadas: uno sobre el Río Burejo, de 180 m de longitud en 6 vanos; y el segundo sobre el Arroyo de Fuente Palacio, de 25 m de longitud, que sirve como paso de fauna.

En total se reponen 2,42 km de las carreteras autonómicas P-223, P-227

y P-230, ramales, y el área de descanso proyectada a mitad del tramo.

Además, se han diseñado, 2 pasos inferiores y uno superior que sirven para reponer vías pecuarias, mientras que las restantes estructuras dan continuidad a 29 nuevos caminos de servicio, con una longitud total de 16,20 km.

En conjunto, el tramo dispone de un total de 13 estructuras: 4 pasos



Enlace de Alar del Rey.



Ubicación de las áreas de servicio.



Reposición P-227.



Viaducto sobre el río Burejo.



Vista del tramo en el p.k. 1+000.

superiores y 9 pasos inferiores. Con estas estructuras la permeabilidad transversal queda garantizada.

Secciones tipo

La sección tipo básica en el tronco de la autovía está compuesta por dos calzadas de 7,00 m de anchura, en las que se alojan dos carriles de circulación de 3,50 m, arcenes exteriores de 2,50 m e interiores de 1,00 m, a los que se adosan sendas bermas de 1,00 m de anchura. La mediana tiene un ancho de 10,00 m.

La sección del firme se compone de 15 cm de mezclas bituminosas extendidas en tres capas (base, intermedia y rodadura) sobre 20 cm de suelocemento.

Seguridad vial

Hay que destacar también que, además del empleo de mezclas bituminosas discontinuas en caliente en la capa de rodadura, se han colocado barreras de protección de motociclistas en los ramales de los enlaces de Herrera de Pisuergra y Alar del Rey.

Unidades transportadas

| | |
|--|-----------------------------|
| Excavación en desmonte: | 1 800 745,32 m ³ |
| Terraplén con productos de excavación: | 503 776,98 m ³ |
| Terraplén con productos de préstamos: | 1 601 299,49 m ³ |
| Suelo seleccionado en explanada: | 156 707,95 m ³ |
| Estabilización de suelos con cal: | 48 920,89 m ³ |
| Estabilización de suelos con cemento: | 73 947,54 m ³ |
| Cemento empleado en estabilizaciones: | 31 702,33 t |
| Mezclas bituminosas en caliente: | 98 999,52 t |
| Acero B-500 S: | 2 229 844,67 kg |
| Acero activo: | 64 875,00 kg |
| Hormigón: | 31 816,22 m ³ |
| Longitud de pilotes de 850 y 1000 mm de diámetro: | 1560,00 m |
| Barreras de seguridad: | 50 982,19 m |
| Actuaciones medioambientales: | |
| Gestión de tierras vegetales: | 540 697,60 m ³ |
| Plantaciones: | 315 777,80 m ³ |
| Hidrosiembras: | 361 154,00 m ³ |
| Balsas de decantación: | 3 u |

Impacto ambiental

El tramo tiene control total de accesos y se han aplicado las medidas de protección ecológica y recuperación ambiental prescritas en la Declaración de Impacto Ambiental, así como las medidas de seguimiento arqueológico y protección del patrimonio cultural. ■

Ficha Técnica

| | |
|--|--|
| Titular: | Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental. Ministerio de Fomento. |
| Dirección de las obras: | D. Carlos López Díaz, ICCP. |
| Empresa constructora: | S.A. de Obras y Servicios, Copasa. |
| Jefe de obra: | D. José Luis Armesto, ICCP. |
| Asistencia técnica control y vigilancia de las obras: | UTE Payd Ingenieros – Urci Consultores |
| Asistencia técnica a la redacción del proyecto: | UTE Payd Ingenieros-Inypsa. |

Carreteras, obras ferroviarias,
viaductos, hospitales, edificios,
aeropuertos, túneles, obras
hidráulicas, puertos, estaciones,
depuradoras, gestión de
residuos, tratamiento de aguas,
servicios urbanos...



Autovías



Recuperación Ríos



Teatros



Viviendas



Puertos



Obras ferroviarias



Depuradoras



Túneles

Tramo Herrera de Pisuerga-Alar del Rey, de la autovía A-67 de Cantabria a la Meseta

Trabajamos con las distancias.

Para que sean más cortas,
más cómodas, más naturales,
más rápidas, más seguras,
más limpias, más próximas,
más atractivas, más fiables,
más breves.

**Y las distancias
desaparecen.**



**pasión
POR LAS obras.**

Autovía A-43 Extremadura-Comunidad Valenciana

Abierto al tráfico el tramo Villarrobledo (0) - Carretera N-301

Isidoro B. Picazo Valera, ICCP
y Director de las obras.

El pasado 29 de julio de 2009, el Ministerio de Fomento abrió al tráfico el tramo Villarrobledo-N-301, de la Autovía de Extremadura-Valencia, en Albacete. El subtramo, de 24,67 km de longitud, pertenece a la Autovía de Extremadura-Comunidad Valenciana, A-43, y ha supuesto una inversión total de 65,28 millones de euros aproximadamente.

El tramo discurre en la mayor parte de su recorrido por el término municipal de Villarrobledo (Albacete), comenzando después del enlace de la N-310 con la carretera CM-3111 a Socuéllamos, y se desarrolla, en sentido oeste-este, hasta unirse con el tramo siguiente en el enlace con la N-301, en el término municipal de San Clemente, en la provincia de Cuenca.

Características geométricas

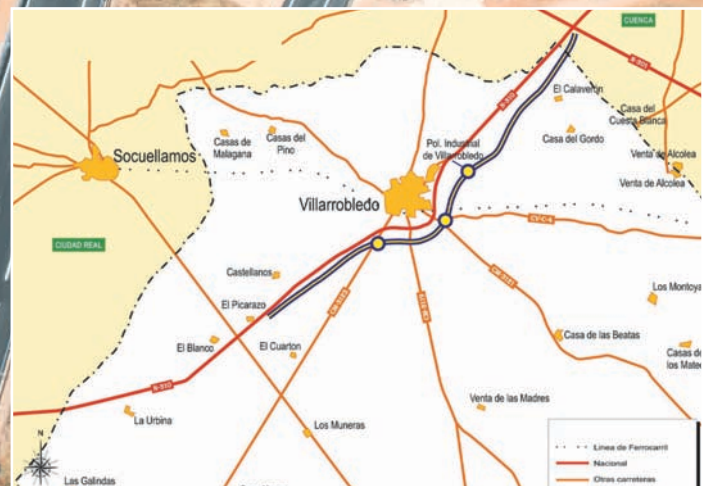
El tramo ha sido diseñado para una velocidad de 120 km/h, con radios mínimos de 2500 m.

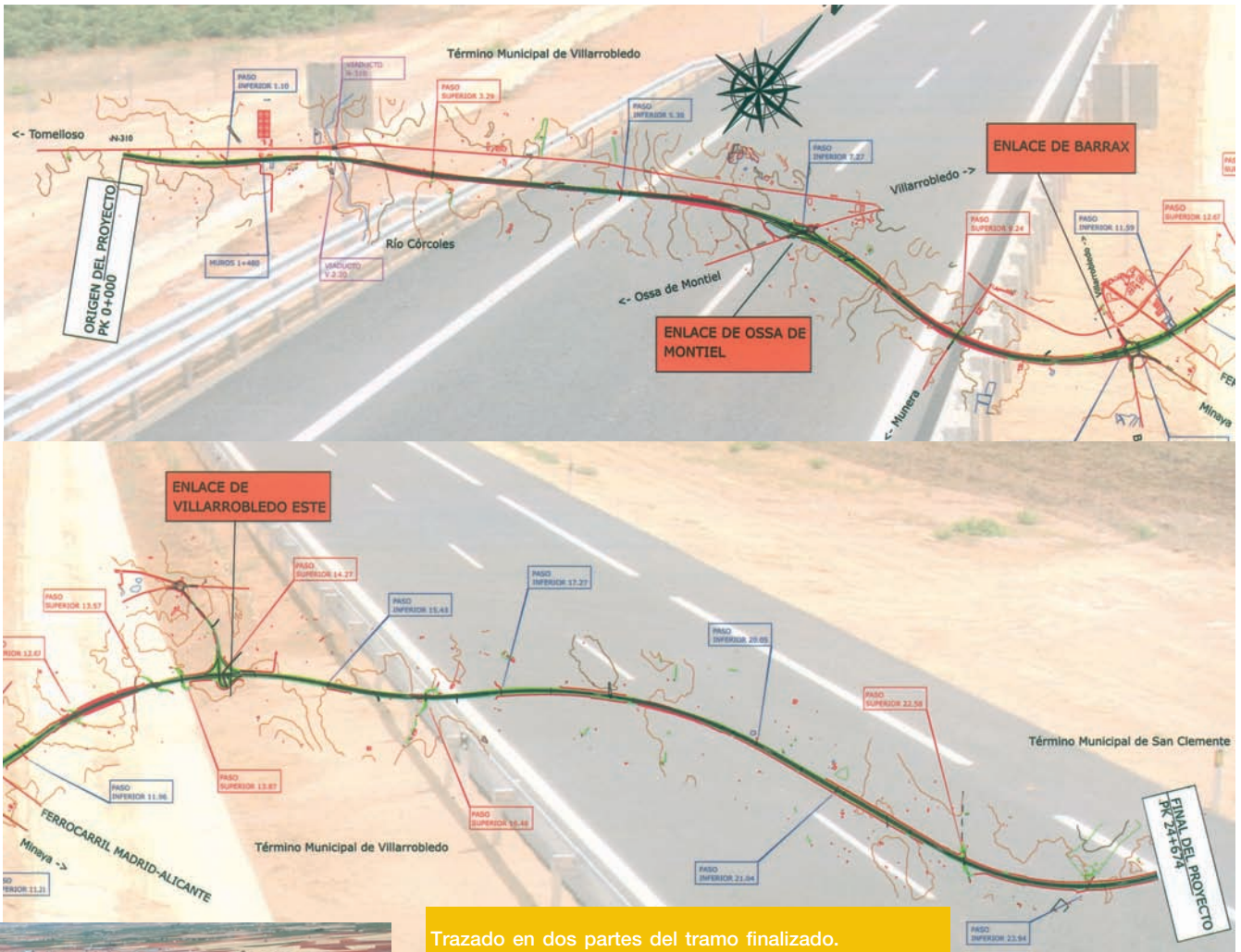
El trazado en planta está definido por 15 alineaciones, siendo la pendiente máxima del 1,0% y la mínima de 0,30%. Los parámetros de los acuerdos verticales convexos varían entre 31 000 y 60 000 m y los cóncavos entre 25 000 y 100 000.

Secciones tipo

La sección transversal tipo del tronco de la autovía consta de

Enlace de Barrax, de tipo diamante con glorieta inferior, y ubicación del tramo.





Trazado en dos partes del tramo finalizado.



Foto superior izquierda: enlace de Ossa de Montiel, de tipo diamante con pesas.
Foto derecha: enlace Villarrobledo Este, de tipo trompeta.

33,0 m, con dos calzadas de 7,00 m de anchura, en las que se alojan dos carriles de circulación de 3,50 m, arcenes exteriores de 2,50 m, interiores de 1,00 m, bermas de 1 m y mediana de 10 m.

Por lo que refiere al firme, su sección tipo del tronco de autovía es la 121, compuesta por 25 cm de zahorra artificial, una capa de base de 20 cm de mezcla bituminosa G-25, otra capa intermedia de 6 cm de D-20 y





A lo largo del tramo se han diseñado un total de 8 pasos superiores.

una capa de rodadura de 4 cm de PA-12.

Enlaces

Se han diseñado tres enlaces:

- Enlace de Ossa de Montiel, que enlaza con la CM-3123, de tipo diamante con pesas.

- Enlace de Barrax, de tipo diamante con glorieta inferior, que permite la conexión con la CM-3121 a Barrax, con la CV-C4 a Minaya, con la carretera N-310 y con la población de Villarrobledo.

- Enlace de Villarrobledo Este, de tipo trompeta, y que también da acceso a la población de Villarrobledo.

Estructuras

La permeabilidad transversal se ha garantizado mediante la construcción de 28 estructuras, distribuidas de la siguiente forma:

- 8 pasos superiores –seis de camino y dos de carretera– formados por una losa continua de cuatro vanos de hormigón pretensado, con sección transversal en ala de gavio-ta y estribos de hormigón armado.

- 15 pasos inferiores: tres sobre carretera, once sobre caminos y uno sobre el ferrocarril Madrid-Alicante. Siete de ellos de tipo marco y ocho de tipo viga prefabricada doble T, cuyos cantos varían entre 0,40 m y 1,50 m. Cuatro de estos pasos inferiores tienen estribos y aletas de suelo reforzado y otros cuatro tienen estribos

y aletas de hormigón armado.

- 2 viaductos: ambos sobre el río Córcoles, uno de ellos en la N-310, de tipo viga prefabricada doble T, con estribos y aletas de hormigón armado.

- Tres muros.

El drenaje transversal consta de 42 obras, siendo 29 de tipo tubo y 13 de ellas de tipo marco. Algunos de estos marcos, además, realizan las funciones de pasos de fauna.

Otras obras

Se ha llevado a cabo la reposición de los servicios afectados, consistentes en 23 líneas eléctricas, 3 líneas telefónicas y varias reposicio-

nes de riegos, así como la restitución de 32 km de la red viaria de caminos.

Impacto ambiental

Se han realizado diversas actuaciones para la reducción del impacto ambiental generado por las obras y el tráfico futuro de la autovía. Entre ellas cabe destacar la instalación de pantallas acústicas, la restauración de préstamos utilizados para la obra, cobertura con tierra vegetal de mediana, zonas interiores de enlaces y taludes exteriores, la ejecución de plantaciones y el seguimiento y protección del patrimonio arqueológico. ■

Unidades más importantes

Excavaciones:

1 360 256,19 m³

Terraplenes:

4 444 871,31 m³

Explanada E-2:

814 843,77 m³

Zahorra artificial:

236 026,34 m³

Mezclas bituminosas en caliente:

398 155 t

Hormigón estructural:

38 555 m³

Acero B 500S:

2 876 943 kg

Acero para pretensar:

56 822 kg

Vigas prefabricadas:

3924 m

Muros de suelo reforzado:

4628 m²

Actuaciones medioambientales:

Pasos de fauna: 5 ud

Restauración de préstamos:

61 960 m³

Extendido de tierra vegetal en taludes:

567 335 m³

Ficha Técnica

Titular:

Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla-La Mancha. Ministerio de Fomento.

Dirección de las obras:

D. Isidoro B. Picazo Valera, ICCP,

Empresa constructora: Vías y Construcciones, S.A.

Jefe de obra:

D. José Alberto González Melchor, ICCP.

Asistencia técnica control y vigilancia de las obras:

Enmacosa, Consultoría Técnica.

Asistencia técnica a la redacción del proyecto:

Eptisa.

Coordinación seguridad y salud:

Darzal, Consultoría y Prevención.

Jornada técnica sobre

Prefisuración de capas tratadas con cemento



Mesa inaugural. De izquierda a derecha: D. Carlos Jofré, D. Roberto Alberola, D. José Luis Elvira y D. Adolfo Güell.

Adolfo Güell Cancela, ICCP y Presidente del Comité de Firms de la ATC; y Carlos Jofré Ibáñez, ICCP y Director Técnico del IECA.

El 29 de septiembre de 2009 se celebró en Madrid esta Jornada, organizada por el Comité de Firms de la ATC y el IECA (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones).

Desarrollada inicialmente en países como Francia y Alemania, para evitar la fisuración por reflexión en los firmes semirrígidos, la prefisuración comenzó a aplicarse en España en los años 80 del pasado siglo. No obstante, ha sido a partir de 2002 cuando ha experimentado un impulso muy importante en nuestro país, al haberla hecho obligatoria la Norma 6.1-IC para las categorías de tráfico más elevadas.

En estos siete años se ha prefisurado una gran longitud de carreteras dependientes de distintas Administraciones, empleado métodos unas veces concebidos en otros países, y, en otras ocasiones, desarrollados por los propios contratistas. Se consideró oportuno, por tanto, organizar esta Jornada, en la que, por una parte, se resumieron los objetivos de la prefisura-

ción, la normativa por la que se rige y los métodos disponibles; y, por otra parte, responsables de varias obras expusieron sus experiencias prácticas. Una mesa redonda estuvo dedicada a discutir los aspectos económicos y técnicos de la prefisuración.

La Jornada estuvo moderada por **D. Adolfo Güell**, Ingeniero Jefe de la Unidad de Carreteras del Estado de Orense y Presidente del Comité de Firms de la ATC; y **D. Carlos Jofré**, Director Técnico de IECA. Se celebró en el Salón de Actos del Centro de Estudios y Técnicas Aplicadas del CEDEX, con una gran asistencia.

La sesión de apertura fue presidida por **D. José Luis Elvira**, Director Técnico de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

La primera ponencia estuvo dedicada al tema de **“Prefisuración de capas tratadas con cemento: objetivos y normativa”** y fue presentada por **D. Jesús Díaz Minguela**, Director de la Zona Noroeste del IECA.

El Sr. Díaz Minguela indicó que la fisuración de todos los materiales tratados con cemento, causada por su retracción hidráulica y térmica, es un hecho inherente a su naturaleza, y, como tal, no debe con-

siderarse un defecto estructural. De hecho es, prácticamente, el único inconveniente que se achaca a estas capas, frente a su excelente capacidad de soporte y ventajas estructurales, por la posible reflexión de estas fisuras sobre la capa de rodadura.

Dicha reflexión se produce por procesos cíclicos de apertura y cierre de las fisuras, debidos a la combinación de diferentes causas (tráfico, variaciones estacionales y diarias de temperatura). Cuanto mayor es la separación de las fisuras (lo cual está ligado a la resistencia a tracción del material tratado con cemento y al espesor del mismo), más probabilidad hay de que se reflejen en la superficie.

El método que ha demostrado ser más eficaz para evitar esta situación es disponer juntas a distancias próximas (2 – 4 m). A este proceso se le denomina prefisuración, y generalmente se realiza estando el material fresco, antes de compactarlo.

Las ventajas que aporta la prefisuración han dado lugar a que varios países la hayan incluido en sus catálogos de secciones de firmes (Francia en 1998, Alemania en 2001 y España en 2002), haciéndola obligatoria para las categorías más importantes de tráfico y recomen-

dándola para el resto de los casos.

El primer intento de prefisurar en España una capa tratada con cemento se realizó en 1988 en un ramal de la Autopista del Atlántico, que tenía una base de hormigón compactado con rodillo. La primera experiencia de prefisuración en fresco a gran escala tuvo lugar en 1990 en la construcción de la base de hormigón compactado de la Variante de Archidona (Málaga), en la Autovía Sevilla – Granada – Baza (A 92). Posteriormente la técnica se empleó en varias autovías y carreteras de una sola calzada en Andalucía, Navarra, País Vasco y Castilla – León, con buenos resultados. Ha experimentado un impulso muy importante a partir de 2001, con el inicio del empleo de gravasemento de altas prestaciones en capas de elevados espesores el red de carreteras de la Diputación de Vizcaya, y, sobre todo, a partir de 2003, cuando en la Norma de Firmes 6.1 – IC se hizo obligatoria la prefisuración de las capas de suelocemento para los tráfico T0, T1 y T2.

Se han utilizado diferentes equipos de prefisuración, algunos originarios de Francia (CRAFT, Juntas Activas) y otros desarrollados por contratistas españoles. Estos últimos están en general basados en principios similares al equipo CRAFT (inyección de emulsión bituminosa en la junta en fresco, para evitar que se vuelvan a soldar sus caras después de la compactación), pero con otros chasis diferentes. Todos ellos fueron tratados con más detalle en otras ponencias de la jornada.

En líneas generales, se considera necesario prefisurar todos los materiales con una resistencia igual o superior a la gravasemento, salvo en el caso de tráfico bajos y clima litoral, y resulta necesario prefisurar el suelocemento únicamente con tráfico altos.

La distancia más adecuada para prefisurar o realizar las juntas transversales en fresco de la base tratada con cemento es de 3 a 4 m, debiendo reducirse a 2-3 m en el caso de materiales de altas resistencias. Con esta distancia se intenta garantizar que todas las juntas se abrirán y trabajarán como tales y limitar su abertura. De este modo, los movimientos debidos al tráfico y las variaciones térmicas podrán ser soportados por las capas superiores de mezcla bituminosa, evitándose

se la reflexión de grietas en superficie.

Las entallas realizadas mediante prefisuración se deben realizar, como mínimo, a un tercio del espesor total de la capa sin compactar, siendo aconsejable penetrar más de la mitad del mismo.

El Sr. Díaz Minguela concluyó su exposición pasando revista a las distintas normativas en las que se recoge la prefisuración, tanto la de la red dependiente del Ministerio de Fomento como las de diversas Comunidades autónomas (Castilla y León, Andalucía, País Vasco, Comunidad Valenciana). Los criterios son, en general, bastante coincidentes (obligatoriedad de prefisurar las capas de suelocemento para tráfico T2 o superiores), con algunas ligeras diferencias (por ejemplo, en varias autonomías se disminuye la separación entre juntas a 2 – 3 m).

La segunda ponencia, dedicada a **“Técnicas de prefisuración”**, estuvo a cargo de **D. Carlos Centeno**, *Director General de INTEF*. Tras repasar las causas de la reflexión de las fisuras de las capas tratadas con cemento, pasó a describir en detalle las técnicas de prefisuración de las que se tiene experiencia en España.

La prefisuración consiste en la creación de discontinuidades (juntas) durante la puesta en obra de la capa tratada. Esto crea unos emplazamientos preferenciales para evitar fisuras de difusión incontrolada. El objetivo es limitar la gravedad de las fisuras reflejadas en la superficie, con grietas finas que requieren poco o ningún mantenimiento.

La prefisuración entre 2 y 4 m, según las técnicas empleadas, persigue mantener un buen engranaje entre las caras de la junta, y, por lo tanto, una transferencia de carga satisfactoria, limitando la magnitud de los movimientos verticales.

Las discontinuidades creadas se pueden agrupar en dos familias:

— Surcos que abarcan menos de la mitad del espesor de la capa (normalmente entre 1/3 y 1/4 de su espesor), realizados en fresco o por serrado del material endurecido.

— Surcos que abarcan la práctica totalidad del espesor de la capa, realizados en fresco, y en los que se introduce algún elemento que impida el fraguado conjunto de ambos lados de la junta formada.

En las discontinuidades realizadas por

serrado se pueden provocar deterioros en los labios de las juntas si el material no presenta la suficiente resistencia. Ello obliga, en general, a esperar un cierto plazo para poder proceder al serrado de la capa, lo que puede causar una fisuración incontrolada del material. Además, el serrado de juntas puede producir una pérdida significativa de transferencia de cargas entre bordes.

Entre los equipos para realizar juntas en fresco se pueden mencionar los siguientes: CRAFT, OLIVIA, de Juntas Activas, Otros equipos y Equipos manuales

El sistema CRAFT es un método automático que realiza el corte e introduce, a la vez, una emulsión bituminosa catiónica de rotura rápida en la junta.

Consta del elemento de corte e introducción de la emulsión, un brazo articulado al que está unido el elemento de corte, y el depósito y bomba de la emulsión. El brazo articulado está instalado en una máquina mixta que avanza sobre la superficie de la capa tratada con cemento.

La máquina realiza las fisuras antes de la compactación, posicionando la cuchilla en un extremo, introduciéndola en la capa y avanzando hacia el otro extremo. El útil de corte es una cuchilla hueca por la que se introduce la emulsión mediante un inyector. El corte realizado es de 30 cm en un ancho de 5 m, lo que obliga a trabajar por bandas en anchos superiores.

La separación de las juntas es generalmente de 3 m.

La máquina CRAFT inyecta entre 1,7 y 2 l de emulsión por m² de surco. Esta cantidad se ha verificado en un gran número de ensayos realizados

Los surcos deben crearse en el material simplemente extendido y nivelado, incluso detrás de la pavimentadora. El esfuerzo mecánico necesario a la apertura del surco es entonces débil; y, por otra parte, las operaciones de compactación y de refino no se alteran y la regularidad superficial de la capa se conserva.

El equipo se integra en el tajo sin perturbar el funcionamiento de las máquinas de extendido o de compactación. La duración de un ciclo completo de trabajo es de 30 segundos, tiempo que incluye el desplazamiento de la máquina por su conductor hacia un surco situado a unos 3 m del anterior, y la prefisuración a lo largo



Tras sus intervenciones, D. Jesús Díaz Minguela y D. Carlos Centeno participaron, junto con los moderadores, en el turno de preguntas y en el coloquio que daría fin a la primera sesión de la Jornada.

de la longitud del surco. Este alto rendimiento permite adaptarlo perfectamente al ritmo de puesta en obra, tanto en extendidos en ancho completo como por semianchos, sin provocar retrasos en la ejecución.

Con el sistema de junta activa (*Joint Actif*) se trata de establecer, antes de la compactación, una discontinuidad transversal en la capa tratada mediante la inserción, por vibrocompresión, de una junta de plástico de forma sinusoidal. El cierre del surco creado para introducir la junta es realizado por otra máquina diseñada específicamente para ello. La separación entre discontinuidades es, generalmente, de 2 m.

Los elementos de juntas tienen una longitud de 2 m y se sitúan en el eje de cada carril, transversalmente al mismo y en posición vertical. Su altura es del orden de los 2/3 del espesor de la capa, y se colocan apoyados en el fondo de la misma, de forma que quede al menos a 5 cm de la superficie, para no perturbar el resto de las operaciones de compactación y refinado. Su forma ondulada permite obtener una adecuada transmisión de cargas entre los labios de las juntas incluso en materiales que no poseen un esqueleto granular con elementos gruesos, como es el caso, por ejemplo, de una arenacemento.

Están disponibles dos tipos de perfiles:

- Con cuatro ondulaciones de 4 cm, y
- con tres ondulaciones de 4 cm.

Después de la colocación de las jun-

tas, y durante el plazo de trabajabilidad del material, hay que realizar el reperfilado de la superficie, la compactación, el refinado final y la compactación definitiva.

En las obras realizadas, se ha comprobado que la utilización del procedimiento aumenta el tiempo de puesta en obra 30 minutos como máximo.

En algunas obras, un análisis de las fisuras reflejadas en superficie condujo a las conclusiones siguientes:

— Dichas fisuras eran generalmente finas y rectilíneas, lo que hacía que el tráfico las degradase poco.

— En relación a las obras realizadas sin prefisuración, el número de fisuras observadas en superficie era, por término medio, unas 5 veces menor, y su gravedad es más débil.

— En los tramos testigo sin prefisurar, las fisuras aparecían dos inviernos antes que en los tramos con juntas activas.

El equipo OLIVIA crea, antes de la compactación, un surco transversal en la capa de material tratado, en el que se inserta una cinta de plástico a una profundidad ajustable. En general, la altura de la cinta se adapta al espesor de la capa tratada (entre 1/3 y 1/5 de la misma). La máquina también cierra el surco. La separación entre juntas es generalmente de 3 m.

El equipo va montado en el chasis de una carretilla elevadora de carga frontal. Está constituido por un sistema de dos vigas telescópicas (una fija y otra móvil), bajo las cuales se desplaza por una cadena sinfín una herramienta en forma de reja que

crea el surco e inserta la cinta de plástico.

La cinta de plástico se suministra en rollos, que se montan en el equipo. A menudo tiene un ancho de 8 cm, lo que permite tratar capas de material tratado entre 15 y 25 cm una vez compactadas, y un espesor de 70 a 80 μm . La longitud de los rollos es generalmente de 300 m

Para evitar que sea arrastrada por los equipos de puesta en obra, la cinta se coloca a una profundidad de 6 a 10 cm por debajo de la superficie del material a compactar. Con ello se tiene en cuenta tanto el descenso de la cota de esta última, tras el paso de los rodillos, como un eventual refinado para mejorar la regularidad superficial.

Trabajando a todo el ancho, la máquina ejecuta alrededor de 2000 m/día de juntas, es decir, lo que supone una superficie de material tratado de 5000 a 6000 m².

Entre los equipos diseñados por contratistas españoles pueden mencionarse los siguientes:

— Sistema Victoria (FCC): se trata de un equipo capaz de avanzar sobre bermas no excesivamente compactadas ni niveladas para situarse en los puntos adecuados. Los surcos en la capa tratada se realizan por medio de un ripper, que a su vez inyecta una emulsión bituminosa.

— Sistema OHL: se acopla al brazo de una retroexcavadora una viga doble T a la que se ha unido un perfil que hace el efecto de cuchillo para penetrar en la capa, sin ninguna vibración. La prefisuración se ejecuta tras el extendido y antes de ejercer ningún tipo de compactación en la capa

(excepto la precompactación de la extendidora).

En la fisura se introduce una cinta de plástico flexible, consistente en una lámina de polivinilo de 13 cm de ancho que se obtiene de cortar mangueras de riego del diámetro correspondiente. El proceso de ejecutar la fisura e introducir la lámina es simultáneo: dos operarios sujetan la lámina contra el perfil hasta que es introducido en la capa

— Empleo de *buggy*: el sistema más generalizado es mediante el empleo como elemento portante de un *buggy*, al que se le acopla una placa con una cuchilla triangular, soldada a su cara inferior, con un dispositivo de inyección de emulsión. Estos equipos no suelen dar resultados satisfactorios cuando en el extendido se utiliza maquinaria con elevada precompactación, ya que resulta muy difícil introducir la cuchilla

— Sistemas manuales: los más usuales consisten en placas vibrantes con una cuchilla triangular, soldada a su cara inferior, o bien rodillos provistos de una cuchilla anular. Las placas vibrantes pueden ser propulsadas manualmente, en cuyo caso disponen de ruedas permitiendo su elevación y facilitando así su traslado entre surco y surco, o bien se pueden acoplar a otros equipos que controlen su desplazamiento (rodillos compactadores, pala excavadora, etc.). En el primer caso su eficacia es limitada y exigen un gran esfuerzo físico, por lo que en general no son recomendables en obras importantes.

Siempre que se prefisure transversalmente una capa tratada con cemento, y que la anchura de la misma sea superior a 5 m, se deben realizar también juntas longitudinales para evitar que surjan fisuras cuya reflexión pueda coincidir con la zona de rodada de los vehículos. En general, se pueden situar en el centro de los carriles o, en todo caso, muy próximas a la línea de separación de los mismos, procurando que se formen losas con una relación entre sus lados mayor y menor no superior a 2.

Se realizan preferentemente por prefisuración con equipos similares a los empleados para crear las juntas transversales, o bien mediante cuchillas o discos acoplados a la extendidora. Si esto no fuera posible, se pueden crear por serrado del material endurecido, formando una



D. José Luis Elvira intervino de una manera activa en los coloquios de la Jornada.

entalla del orden de un tercio del espesor de la capa.

Aparte de la prefisuración, existen otros sistemas para evitar la reflexión, aunque son mucho más caros:

— Disponer un espesor de mezcla bituminosa suficiente como para que las fisuras de retracción no se reflejen en la superficie durante la vida de servicio. Para ello, el espesor de mezclas bituminosas debe ser al menos igual al espesor de la capa de material.

— Disponer entre la capa de material tratado y las capas de mezcla bituminosa, una capa de material no tratado (las denominadas secciones inversas) cuyo espesor es de aproximadamente 10 cm. La misión de esta última es formar una pantalla que evite la reflexión de la fisura.

Para finalizar su intervención, el Sr. Centeno señaló que sería conveniente que alguna asociación o empresa pudiera emitir en España "Informes técnicos" sobre los equipos de prefisuración, similares a los que se realizan en Francia.

A pesar de su carácter esencialmente informativo, los "Informes técnicos" son un documento importante para el ingeniero director, tanto antes como durante las obras, con el fin de poder aceptar una técnica.

Dichos "Informes técnicos" deberían ser asimismo objeto de un seguimiento de control y de una revisión cada tres o cuatro años, en caso necesario.

En la tercera ponencia, **D. Fernando Pedraza**, *Jefe de Área de Planeamiento, Proyectos y Obras de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura*, pre-

sentó el tema "**Experiencias de prefisuración de capas tratadas con cemento en la Red de Carreteras del Estado**".

La utilización de capas de materiales tratados con cemento se ha venido realizando en las obras de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura muy paralelamente a su introducción y desarrollo por la normativa técnica.

Los primeros tramos se ejecutaron durante la construcción de la Autovía de Extremadura (hoy Autovía del Suroeste, A-5). Fruto de estas experiencias fue la adopción de forma casi sistemática de los tratamientos con cemento en capas de firme en las más recientes actuaciones desarrolladas: la Autovía de la Plata (A-66) y la Autovía Trujillo-Cáceres (A-58).

La Autovía de la Plata, a su paso por Extremadura, tiene una longitud total de 301 km, ya ejecutados, donde mayoritariamente se han empleado explanadas mejoradas estabilizadas y subbases de suelocemento. Por su parte, la Autovía Trujillo-Cáceres tiene una longitud de 46,5 km, y en este caso todas sus explanadas están estabilizadas y todos sus firmes son semirrigidos.

Los materiales granulares empleados en los trabajos han sido diversos: jabres procedentes de la alteración de macizos graníticos, rechazos de canteras de diabasa, granito o cuarcita, arcosas, tobas andesíticas, calcoesquistos, grava silíceo machacada, areniscas de rañas, granodioritas, pizarras, y machaqueos de granitos y grauvacas de la propia traza.

En la Autovía de la Plata los tráficos en el itinerario (datos oficiales de 2007) se en-



A lo largo de la Jornada se sucedieron varios debates de gran interés para los asistentes.

cuentran entre 5500 v/día, con un 32% de pesados, y 16 500 v/día, con un porcentaje de pesados del 15%. En los correspondientes proyectos la categoría de tráfico que se adoptó fue T1 en general, y puntualmente T0. En cuanto a las categorías de explanada, en todos los casos es del tipo E3.

Respecto a la Autovía Trujillo-Cáceres, la intensidad de tráfico contabilizada en el itinerario se encuentra en el entorno de los 8000 v/día, con un porcentaje de pesados del 5%. En los proyectos el tráfico se clasificó como T2. Las categorías de explanada adoptadas fueron E3 y E2.

La sección de la vigente Instrucción que se adoptó mayoritariamente para la Autovía de la Plata fue la 132, con 20 cm de suelocemento en subbase, o la 131, cuando puntualmente se recurrió a una subbase granular. En la Autovía Trujillo-Cáceres se optó por la solución 222, con 22 cm de suelocemento, y la 232, con 20 cm de SC, modificada esta última en algún caso para mantener 18 cm de MBC.

Se trata, por tanto, de soluciones con un espesor reducido de mezcla bituminosa (15, 18 ó 20 cm), y en las cuales es preceptivo prefisurar con separaciones de 3 - 4 m entre juntas.

A este respecto, se puede indicar que durante la construcción de la A-5 ya se observaron problemas de fisuración en uno de los tramos (variante de Mérida). En esa época, la lógica prudencia frente a una nueva y poco conocida unidad, como era el suelocemento, condujo al empleo de contenidos de cemento relativamente eleva-

dos. El tramo Trujillo-Miajadas, en donde el espesor de mezcla bituminosa (18 cm) era menor, presentó también moderados problemas de fisuración transversal.

Un aspecto importante que hay que tener en cuenta se refiere a las condiciones climáticas de la zona donde se realizaron los trabajos. Ello ayuda a entender mejor las precauciones adoptadas en el diseño de la capa de suelocemento.

Todos los índices climáticos son coincidentes en calificar la zona como semiárida/árida. En lo que se refiere a las temperaturas, en la zona se pueden alcanzar habitualmente en verano oscilaciones diarias del orden de 15° C, o incluso superiores, con temperaturas máximas cercanas a los 40 °C.

En el caso del suelocemento, el contenido mínimo de cemento exigido por la normativa es del 3%. De forma orientativa, los porcentajes de cemento con los que se trabajó variaron entre dicho valor, en el caso de los rechazos de canteras de granito, y un 5,5 % para las tobas andesíticas, que, por otra parte, eran los materiales con una mayor plasticidad.

En todos los casos se utilizaron para la fabricación del suelocemento centrales móviles de mezcla discontinua con dosificación ponderal, que aseguraban unas producciones teóricas de 500-600 t/h. Los tiempos de amasado solían estar entre los 8-10 segundos por tonelada y dependían de la amasadora, especialmente de su longitud e inclinación. Ocasionalmente se emplearon plantas con producciones teóricas de 250 t/h.

Para la puesta en obra, habitualmente se utilizaron extendedoras automotrices trabajando a todo el ancho de la capa, que solía ser de 9,2 m, si se incluye el arcén interior, o de un máximo de 11,3 m, si se ejecutaban simultáneamente todos los arcenes. Obviamente, en estas últimas condiciones resultaba importante el control de las segregaciones.

El arcén exterior, que se ejecutaba con suelocemento, requería un recricado de 10 cm o el extendido de los 30 cm totales en dos capas, según la anchura de trabajo del extendido de calzada. Estos suplementos se ejecutaban con extendidora lateral o convencional.

Entre la extendidora y el tren de compactación se emplazaba el equipo de prefisuración.

El rendimiento de los trabajos de extendido fue del orden de 700-800 m de calzada/día, en condiciones meteorológicas favorables.

El tren de compactación solía estar formado por dos rodillos con varias alternativas de composición.

El riego de curado se programaba para seguir inmediatamente al extendido del suelocemento. Se solía utilizar una emulsión tipo ECR1 con una dotación de 300 g/m² de betún residual.

Centrándose en la prefisuración, las técnicas en fresco empleadas en las obras fueron diversas, como la utilización de una uña inyectora de emulsión montada sobre equipo móvil o bien de una excavadora mixta con una viga en su brazo mecánico que introducía una lámina de polietileno para constituir la junta. También se utilizó el serrado en seco de la capa ya endurecida.

Para la ejecución de las juntas transversales, la uña inyectora se montaba sobre equipos como minitractores o *quad*.

La experiencia demostró que las juntas eran compactables hasta el completo enrase con el terreno circundante. Finalizada la capa resultaba imperceptible determinar la posición de las juntas, salvo que la fisuración de retracción/dilatación las delatase a temprana edad.

Para la prefisuración longitudinal, la uña inyectora se podía emplazar sobre la propia extendidora. Alternativamente se recurría a un elemento punzante en la regla de la extendidora para premarcar la fisu-

ra y utilizar los mismos medios que para la prefisuración transversal.

En los tramos en los que se optó por el serrado se hicieron pruebas para determinar el momento óptimo de corte. En unos casos se realizó antes del riego de curado y, en otros, posteriormente. Para alcanzar el rendimiento de la puesta del suelocemento eran necesarias dos cortadoras. La profundidad de serrado adoptada solía ser de 1/4 del espesor. Este método puede ser útil para la prefisuración a posteriori de los arceles, o bien para tratar zonas donde, por avería del equipo de prefisuración, haya sido preciso postergar la ejecución de la junta.

En el marco climático de estas obras se comprobó que una separación de 5 m entre juntas transversales resultaba excesiva, sobre todo con dotaciones de cemento elevadas cuando se trabajaba en verano, por lo que, en general, se prefisuraba transversalmente cada 4 m.

La junta longitudinal se ejecutaba en coincidencia con el eje definitivo de la calzada.

En la cuarta ponencia, a cargo de **D. José Luis Ruiz Ojeda**, *Subdirector General del Departamento de Obras Públicas de la Diputación Foral de Bizkaia*, se presentó el tema **“Experiencias en otras redes de carreteras: prefisuración con juntas activas en Bizkaia”**.

En 1984 dicha Diputación Foral asumió la competencia exclusiva en materia de carreteras dentro de su límite territorial: planeamiento, proyección, construcción, conservación y explotación. En la actualidad gestiona un total de 1336 km de carreteras, de los que 239 km pertenecen a la red de interés preferente y 212 km a la red básica.

El proyecto de los firmes de dichas carreteras se basó, en un principio, en las Normas Técnicas (Normas BAT) que, a mediados de los años 80, elaboró la Diputación Foral.

Para las categorías más elevadas de tráfico las soluciones de mayor empleo en aquellos años fueron las de base de gravaescoria. Como alternativa se recurría a firmes con base bituminosa sobre subbase de zahorra artificial.

No se utilizaban secciones con base de gravacemento debido a las malas experiencias obtenidas en las escasas rea-

lizaciones llevadas a cabo.

En 1995 desapareció la actividad de la siderurgia integral en Bizkaia, aunque se siguió utilizando la gravaescoria con escoria granulada de Avilés.

Por otro lado aparecieron estudios basados en cálculos analíticos que demostraban la fragilidad de los firmes de base bituminosa sobre subbase granular frente a los de base tratada con cemento.

Como consecuencia, se inició un proceso de reflexión sobre el futuro de los firmes en las carreteras vizcaínas, teniendo en cuenta las peculiaridades de la red, los incrementos de los tráfico y las tendencias que se vislumbraban en las nuevas versiones de la Instrucción 6.1 - IC de secciones de firme.

A partir de 2001, con el apoyo técnico del IECA, el proyecto de los firmes en Bizkaia se decantó hacia soluciones basadas en la normativa francesa. El procedimiento de cálculo de esta última es homologable al caso español, al utilizarse cargas por eje de 13 t y clasificaciones de explanadas similares, en función de su capacidad de soporte.

Se optó por soluciones de firmes con base de gravacemento de altas prestaciones, de gran espesor, sobre explanadas equivalentes a la E2 española (módulo $E_{v2} > 120$ MPa).

Desde 2001 hasta la actualidad, al margen de las repercusiones que pueda tener la entrada en vigor de la Norma de Dimensionamiento de Firmes del País Vasco, las secciones de firme de uso más común en las carreteras de nueva construcción en Bizkaia, para categorías de tráfico comprendidas entre T00 y T2, están constituidas por una explanada tipo E2 con una base de gravacemento de altas prestaciones, de espesor variable entre 28 y 35 cm, y varias capas de mezclas bituminosas en caliente, de espesor total entre 10 y 15 cm.

En todos los casos, las capas tratadas con cemento se prefisuran con el sistema CRAFT o con el de Juntas Activas (*Joint Actif*).

Después de unos tímidos inicios en el empleo de bases tratadas con cemento prefisuradas en 2001, con la obra del acceso desde la N-240 a la cantera de Apario (en donde se utilizó el sistema CRAFT), su empleo se ha generalizado, constituyendo hoy en día una solución imprescindible en los

proyectos de carreteras de Bizkaia.

Por su parte, la primera obra en Bizkaia con el sistema de juntas activas fue la Variante de Larrabetzu, construida en 2004.

El sistema de prefisuración mediante juntas activas aporta las siguientes ventajas:

- Eficacia en la transmisión de cargas.
- Rapidez de ejecución, con rendimientos normales del orden de 1 junta transversal completa cada 4 minutos en calzada de 10 m de anchura (1 m de avance cada 2 minutos).
- Retraso en la reflexión de las fisuras a la capa de rodadura.
- Cuando se han reflejado, las fisuras son muy finas, casi imperceptibles y rectilíneas.
- Bajo mantenimiento de las fisuras, por ausencia de degradación en sus bordes.

— Posibilidad de reducción de los espesores de la capa tratada con cemento del orden del 10-20%.

Como inconvenientes, se aprecian los que se indican a continuación:

— Baja disponibilidad de equipos por su escasez para la ejecución de las juntas.

— Mayor coste económico que el de otros sistemas de prefisuración (2,5 - 3,0 euros/m² con separación de 2 m, frente a 0,9 - 1,2 euros/m² con el equipo CRAFT).

A finales de 2008 se superaban los 300 000 m³ de gravacemento ejecutados en las bases de las carreteras vizcaínas, con una previsión de alcanzar los 580 000 m³ en 2010. En la presentación se proporcionaron datos de las distintas obras donde se ha utilizado esta técnica, algunas de ellas con tráfico T00 y capas de gravacemento de hasta 34 cm de espesor.

En 2007 se llevó a cabo una campaña de auscultación de la capacidad de soporte de la red de carreteras de Bizkaia con el deflectógrafo Lacroix. En ella se incluyeron los tramos recientemente ejecutados con bases de gravacemento prefisuradas con juntas activas.

Los resultados indicaron una buena capacidad de soporte de estos firmes, con valores homogéneos.

Dicha situación se corresponde con un adecuado dimensionamiento, una correc-



De izquierda a derecha, Sres. Jofré, Ruiz Ojeda y Pedraza.

ta ejecución y un período de servicio aún pequeño en la fecha de celebración de la Jornada.

En la superficie de los firmes no se apreciaban fisuras reflejadas de las juntas de la base, aún habiendo transcurrido, en algunos casos, casi cinco años desde la puesta en servicio de la carretera.

En agosto de 2009 se realizó una campaña de auscultación de las juntas de varios tramos mediante el deflectómetro de impacto Dynatest.

Como resumen de la misma pueden destacarse los siguientes resultados:

— Los firmes auscultados poseen una alta capacidad de soporte, con deflexiones por debajo de 15 centésimas de milímetro.

— Las deflexiones medidas en las juntas son similares a las correspondientes al centro de las losas.

— El porcentaje de transferencia de carga entre losas del firme está comprendido, en general, entre el 90 y el 100%.

— La flecha entre bordes de las juntas es muy pequeña, en general por debajo de 5 centésimas de mm.

— Los huecos bajo las juntas son insignificantes.

Todo ello confirma el buen comportamiento de los firmes con bases de gravamento de altas prestaciones prefisuradas, de elevados espesores y apoyadas directamente sobre la explanada, empleados en la red de carreteras de Bizkaia.

Después de las exposiciones de los ponentes se celebró una **Mesa Redonda** sobre **“Aspectos económicos y técnicos de la prefisuración”**.

D. Carlos Centeno expuso los distin-

tos mecanismos de reflexión de las fisuras de contracción de una capa tratada con cemento y los problemas que pueden provocar en las capas de mezclas bituminosas. Al igual que los restantes ponentes, destacó que las juntas creadas mediante prefisuración a distancias cortas, en caso de reflejarse en la superficie son finas, y su evolución es mucho menos dañina que las de las fisuras que se producen cuando no se recurre a la prefisuración.

Entre los factores que pueden influir en la formación de fisuras destacó los siguientes

— *Naturaleza de los áridos*: la diferencia de los coeficientes de dilatación térmica entre los áridos calizos y silíceos se traduce en una mayor fisuración de las capas con éstos últimos.

— *Tamaño máximo del árido*: la disminución del mismo suele traducirse en un aumento de la deformabilidad antes de la rotura, al mejorar la homogeneidad de la mezcla, aumentar la unión conglomerante-árido y reducir el módulo de deformación

— *Características del conglomerante*: los más ricos en clinker suelen dar lugar a fisuraciones más importantes que aquellos con un contenido más elevado de adiciones.

En su intervención, **D. Fernando Pedraza** destacó que, desde el punto de vista de una Administración, resulta bien conocida la cantidad que se abona por una determinada unidad de obra, pero intentar estimar su coste real resulta una tarea de mayor complejidad.

No obstante, sí es posible conocer las operaciones que entraña dicha unidad y

los medios dispuestos para su ejecución con carácter general. En una primera aproximación se pueden distinguir los siguientes costes parciales:

- materiales
- fabricación
- ejecución
- control

Hay que tener presente que las condiciones específicas del mercado de la Obra Pública en cada región tienen una influencia determinante en todos los costes. Además, las condiciones climáticas pueden dar lugar a unos rendimientos muy diversos en esta unidad.

Dentro del coste de los materiales, el del suelo puede ser muy variable atendiendo a su naturaleza, punto de extracción y tratamientos necesarios. En general, la utilización de suelos procedentes de las excavaciones de la obra supone un importante ahorro, que puede revertir en los tratamientos que son necesarios para conseguir un material con una granulometría satisfactoria. Otros materiales, como el cemento y la emulsión para el curado, son objeto de comercialización, por lo que están sujetos a menores incertidumbres en la evaluación de su coste. En cuanto al agua, hay que prever su suministro.

En lo que se refiere al coste de fabricación, la situación habitual es que no existan plantas de suelocemento estables en una zona, por lo que es necesario proceder a su montaje. Pueden darse varias situaciones para decidir su emplazamiento (aprovechamiento de otras instalaciones existentes, alquiler de un terreno y obtención de los permisos necesarios).

La ejecución comprende diversas operaciones: barrido y/o riego de prehumec-



La imagen recoge a los miembros de la mesa redonda, moderada por D. Adolfo Güell, que trató sobre los aspectos económicos y técnicos de la prefisuración. De izquierda a derecha, Sres. Zabala, Ruiz, Pedraza, Güell y Centeno.

tación, extendido de la capa (en donde pueden ser precisas una o varias extendedoras), prefisuración, compactación y extendido del riego de curado. Dependiendo de la distancia de transporte del suelocemento a la extendidora, el ciclo de alimentación puede precisar más o menos camiones.

Puede que todas o parte de estas tareas sean objeto de subcontratación. Tal es el caso de la propia prefisuración.

En cuanto al control, aparte de los trabajos de apoyo topográfico a la ejecución y el control geométrico de la capa ejecutada, es necesario elaborar una fórmula de trabajo del suelocemento, realizando los ensayos correspondientes, y ejecutar un tramo de prueba previo al inicio de los trabajos. No hay que olvidar que la tarea fundamental del control reside en las labores de autocontrol del Constructor, que serán desarrolladas con el auxilio de un laboratorio propio o subcontratado para la ocasión. El Plan de Control de la obra definirá los ensayos que hay que realizar y su intensidad.

Finalmente, es necesario subcontratar tareas como la determinación del IRI de la capa terminada.

Resulta elemental que, en el contexto de todo lo enunciado, el coste adicional del equipo de prefisuración no resulta relevante. Tampoco se observa que la prefisuración afecte significativamente al rendimiento de la unidad.

En lo que se refiere al comportamiento estructural de las capas de suelocemento, el Sr. Pedraza destacó que, en vías de alta capacidad, parecen indiscutibles las ventajas de todo tipo que representan frente

a las capas de material granular sin tratar.

La subbase de suelocemento, apoyada sobre una explanada estabilizada, es la responsable en gran medida de la rigidez final del firme, siendo capaz de reducir las deflexiones de la propia explanada en un 40% o más. Las capas de mezcla bituminosa proporcionan un reparto inicial de tensiones y aseguran la protección de las capas tratadas con cemento.

Buscando que la resistencia a compresión simple a siete días se encuentre por encima del mínimo de 2,5 MPa que marca la normativa, se han observado coeficientes de variación de entre 15 y 35%.

En cuanto a los ensayos de placa de carga estática, se han realizado a título informativo, al no ser obligatorios en el suelocemento y presentar algunos problemas (lentitud, necesidad de alcanzar una cierta resistencia). Por ello, tampoco se dispone de un gran número de resultados, habiéndose podido comprobar que presentan una apreciable dispersión, superior a la observada en laboratorio para la resistencia a compresión simple. En la mayoría de los casos el coeficiente de variación resulta superior al 50%, pero con valores medios habitualmente elevados (módulo E_{v2} mínimo siempre superior a 300 MPa). Con otros equipos de más rendimiento, como el deflectómetro de impacto o el curviámetro, se han detectado asimismo dispersiones importantes.

También se han realizado experiencias de control de calidad de la capa mediante equipos de seguimiento continuo de la compactación. El módulo de rigidez que proporciona el compactador puede utilizarse como valor relativo para detectar zo-

nas más débiles o, incluso, puede ser calibrado para proporcionar una interpretación cuantitativa.

Sobre la regularidad que se puede alcanzar con la capa de suelocemento (mediante determinación del IRI), y conforme a la experiencia adquirida en las obras de Extremadura, puede señalarse que valores medios de 4,5 dm/hm permiten obtener bases con resultados dentro de la norma, siempre que se ejecuten correctamente. Valores medios superiores a 5,5 dm/hm ya no garantizan que pueda obtenerse con facilidad la regularidad superficial prescrita, requiriendo extremar las condiciones de puesta en obra de las mezclas para corregir la mala tendencia.

El Sr. Pedraza comentó también las diferencias de temperatura que pueden producirse dentro de un firme, como consecuencia de las variaciones de la temperatura ambiente. Ello es una de las causas de la fisuración de las capas tratadas con cemento.

El beneficio de la técnica de prefisuración se centra en normalizar el patrón de fisuras, lo cual tiene un doble efecto. Por un lado, se geometriza la fisuración, localizando las fisuras secuenciadamente en posición transversal. Con ello se reduce su longitud, siendo más sencillos de ejecutar los eventuales tratamientos de sellado en caso de ser necesarios. Y por otro, lo que es más importante, se introduce un efecto de reparto que disminuye sustancialmente el tamaño de las potenciales fisuras y sus movimientos.

Estos aspectos redundan en la durabilidad del firme, en su economía de mantenimiento y en la sostenibilidad de los tra-

bajos, y, por tanto, en la rentabilidad global de la inversión.

En la fecha de celebración de la Jornada había en Extremadura tramos con sub-bases de suelocemento prefisuradas que llevaban en servicio 4 años, sin que en las distintas inspecciones realizadas se hubieran identificado problemas de fisuración.

Por ello puede ser procedente plantearse la posibilidad de elevar ligeramente la resistencia que debe alcanzar la capa de suelocemento, siempre que vaya acompañada de prefisuración.

En una línea similar, **D. José Luis Ruiz Ojeda** abogó por eliminar los límites superiores de resistencia de los materiales tratados con cemento impuestos en la normativa, siempre que se haga una prefisuración eficaz. Ello permitiría utilizar gravas de resistencias elevadas que, a igualdad de espesores, permitirían elevar notablemente la resistencia a la fatiga de los firmes semirrígidos utilizados actualmente.

El Sr. Ruiz Ojeda también defendió que los equipos de prefisuración estén sometidos a un sistema de certificación en el que se evalúe su eficacia mediante algunos ensayos (transferencia de cargas en las juntas, extracción de testigos para comprobar la disminución de resistencias causada por la prefisuración) y el seguimiento de las obras en las que se hayan utilizado.

En la intervención final de la Mesa Redonda, **D. Iñaki Zabala**, *Director de IECA Zona Norte*, indicó que la eficacia del sistema CRAFT se comprobó por primera vez en España en 1995, en un tramo de ensayo de 300 m de longitud, promovido por la Diputación Foral de Álava y el IECA, dentro del tronco de la N-1, el cual está sometido a un tráfico T00 (más de 5000 camiones diarios por sentido). Las variaciones de temperatura son muy importantes (cerca de -15 °C en invierno y 35 °C en verano). El firme de la autovía estaba compuesto en los tramos adyacentes por 15 cm de mezcla bituminosa en caliente, 23 cm de gravacemento y 20 cm de suelocemento, sobre una explanada E3. En el tramo de ensayo se redujo en 3 cm el espesor de mezcla bituminosa y se aumentó en otros 3 cm el de gravacemento, la cual se prefisuró con un equipo CRAFT.

Se extrajeron testigos tanto de puntos donde se había creado una junta como de



D. Carlos Jofré presentando las conclusiones de la Jornada.

zonas sin juntas, los cuales se ensayaron a tracción indirecta. Se pudo comprobar que la resistencia de los testigos con junta era 3 ó 4 veces menor que las de los obtenidos en zonas sin juntas.

Por otra parte, se llevaron a cabo ensayos con deflectómetro de impacto, en los que se constató la buena transmisión de cargas en las juntas creadas con el sistema CRAFT.

El comportamiento del tramo de ensayo ha sido muy bueno, con una fisuración más reducida que la de los tramos adyacentes. Las fisuras reflejadas eran rectilíneas y de ancho reducido, por lo que se degradaban poco con el tráfico.

Como **conclusiones principales** de la Jornada pueden citarse las siguientes:

1. Se ha comprobado, a partir de las numerosas obras realizadas, que la obligatoriedad de prefisurar las capas tratadas con cemento ha sido un acierto. Se considera que sería muy interesante que se realizase un estudio para analizar la eficacia de los distintos sistemas utilizados.

2. La experiencia acumulada en la técnica de prefisuración es muy importante, tanto en la Red de Carreteras del Estado como en las dependientes de otras Administraciones. Ni la economía ni la ejecución de las obras se ven perjudicadas por la prefisuración.

3. Además de las juntas transversales es necesario disponer juntas longitudinales, cuyo número depende del ancho de la capa construida. Esta prescripción debe ser incorporada de forma más explícita a la actual normativa. Es deseable que dichas juntas queden fuera de las roda-

das de los vehículos.

4. La prefisuración ha permitido que en algunas Administraciones resurja una unidad de obra de gran interés, como es la gravacemento, que se había abandonado en muchas zonas por los problemas de reflexión de fisuras.

5. Según algunos expertos la imposición de un límite superior a la resistencia de los materiales tratados con cemento se podría soslayar con la prefisuración. Por ello, en la próxima revisión normativa, podría considerarse este extremo.

6. La prefisuración también permite construir capas gruesas, que se comportan mejor estructuralmente que las formadas por dos capas tratadas con cemento funcionando por separado.

7. Hay una gran variedad de equipos de prefisuración, desarrollados en muchos casos por contratistas españoles. Conviene crear alguna entidad que fijase las condiciones que deben cumplir estos equipos y emitiese una certificación de los mismos. En principio debe favorecerse el empleo de aquellos equipos cuyos resultados no dependan en exceso de la habilidad de su operador.

8. Para un correcto funcionamiento de los firmes semirrígidos es imprescindible que haya una adherencia completa entre las capas de mezcla bituminosa y las capas tratadas con cemento que los componen. Por ello debe hacerse obligatoria la eliminación del riego de curado de estas últimas antes de extender la siguiente capa de mezcla bituminosa, no tratando de utilizar el mismo como riego de adherencia. ■

Mesa redonda sobre las posibilidades que brindan las últimas tecnologías apoyadas sobre los sistemas mundiales de guía por satélite



La Asociación Técnica de Carreteras, siempre atenta a los desarrollos tecnológicos que puedan proporcionar una explotación más eficiente de las carreteras españolas, organizó en la mañana del día 14 de septiembre de 2009 una Mesa redonda restringida (por invitación), en la que se analizaron las posibilidades que brindan las últimas tecnologías apoyadas sobre los sistemas mundiales de guía por satélite (GNSS: *Global Navigation Satellite Systems*) para posibilitar el pago por el uso de las carreteras según la distancia recorrida, la velocidad, las vías empleadas para el desplazamiento, y el momento en el que se haya



En la foto superior, vista general de la mesa redonda, presidida por D. Roberto Alberola, Presidente de la ATC. En la foto inferior, el Dr. Bern Grush, y D. Sandro Rocci, Vicepresidente de la ATC y Presidente del Comité Técnico de Carreteras Interurbanas quien también actuó como traductor de la presentación.



La mesa redonda estuvo compuesta por 16 participantes que siguieron atentamente la presentación.

efectuado.

Se trata de un tema muy interesante, sobre el cual están tomando posiciones varias Administraciones y Empresas, tanto europeas como americanas. Es muy probable que, después de un período de coexistencia voluntaria, estas tecnologías terminen por sustituir a las actualmente existentes, no sólo en materia de peajes (incluyendo entre éstos los relacionados con el acceso a áreas urbanas congestionadas), sino también en otros campos no directamente relacionados con ellos, como son:

- La gestión de estacionamientos regulados.

- El cobro de tasas por emisiones contaminantes o de gases de efecto invernadero.

- La fijación de las primas de seguros según el uso que se haga de la carretera.

- El control de flotas de vehículos comerciales.

Tras unas palabras de bienvenida pronunciadas por el *Presidente de la Asociación*, **D. Roberto Alberola**, el experto canadiense **Dr. Bern Grush**, fundador y científico principal de *Sky-meter Corporation (de Toronto, Ontario, Canadá)*, realizó una presentación en inglés (con las figuras traducidas al español). Actuó de traductor el *Vicepresidente de la Aso-*

ciación y Presidente de su Comité Técnico de Carreteras Interurbanas, **D. Sandro Rocci**.

La presentación, cuyo título general era “Cambiando de la tasa sobre el combustible al pago por uso”, versó sobre los puntos siguientes:

- Hay dos temas clave: cómo financiar nuestra infraestructura superficial en un futuro que verá una creciente eficiencia automóvil, la electrificación de la flota y unos crecientes costes de construcción; y cómo resolver la congestión del tráfico y su efecto sobre el comercio, la calidad de la vida urbana, el planeamiento territorial, la salud, la productividad y las pérdidas económicas.

- Si la resolución de la congestión depende de una voluntad política, lo único que obtendremos serán soluciones puntuales y lujosamente caras, y muchos más fiascos totales. Se necesita otro enfoque, otra forma de pensar. que contemple el peaje para la gestión de la demanda desde el punto de vista del consumidor, más que como un sistema de control del flujo o como un problema político.

- Hay que lograr que el usuario se percate de los costes de cada desplazamiento según su tipo y la hora a la que se realiza. De esta forma podrá evolucionar de la tasa por com-

bustible al pago por uso, a tiempo para su próximo coche (o el siguiente), el cual será eléctrico, y en todo caso le sacará de la moribunda tasa por combustible. Aumentar las tasas sobre el combustible no resolverá el problema: una proporción creciente de nuestra flota deberá tributar de otra manera. Imponer una tasa fija a los vehículos eléctricos estorbaría la electrificación de la flota. Hacer que la electricidad para uso viario tribute a un tipo distinto del residencial será difícil de controlar. Aumentar el tipo para todas las electricidades no sería equitativo, y tendría efectos no deseados.

- Hay que transmitir señales relacionadas con los precios, como parte de un paquete de servicios que se pague voluntariamente y con alegría: ¿recompensas por cambiar la hora del desplazamiento? ¿Por encadenar desplazamientos? ¿Por compartir el coche?

- La solución lógicamente mejor es emplear un GPS “crítico en cuanto a riesgos”. Pero los GPS se consideran ciegamente por muchos como poco fiables, invasores de la privacidad, complejos y caros. El origen de estas cuatro inquietudes ha sido una inadecuada aplicación de elementos de GPS de nivel de orientación (que no son “críticos en cuan-



Tras la presentación se celebró un interesante debate en el que todos los asistentes dieron a conocer su opinión sobre este tema.

to a riesgos-), y la creencia en que el peaje requiere un “rastreo” (en el sentido de la gestión de la infraestructura): lo cual no es cierto.

■ Las barreras al cobro por el uso viario en grandes áreas utilizando equipos telemáticos basados en GPS son mayormente sociales y políticas, y se pueden contemplar en términos de confianza y fe. Las Administraciones no se fían de que la tecnología GPS sea fiable o aceptable. Los usuarios de la vías no confían en que los cobros serán justos, que los ingresos se emplearán como se prometió, y que su privacidad quedará protegida (es posible ofrecer, dentro de un único sistema, desde un anonimato total a una total transparen-

cia, según desee el usuario).

■ Planear el arranque de un sistema masivo y monolítico de peaje al cual todos se deben someter, superpuesto a una red que hasta ahora ha sido mayoritariamente gratuita, desencadenará un rechazo masivo: es decir, se convertirá en un problema político, más que en la solución de la congestión. Se necesita un enfoque voluntario y evolutivo que atraiga a los usuarios a los sistemas de medición, más que rechazarlos por unos programas de cobro mal comprendidos.

■ Una amplia gama de servicios puede resultar muy atractiva para los automovilistas. El truco estriba en ofrecer el paquete sin imponer ningún nuevo peaje al principio. Esto

proporcionará la experiencia tecnológica que necesitan tanto las Administraciones como los conductores.

■ La gestión de la demanda de estacionamiento ha demostrado sus efectos reductores de la congestión. Con unas variables de hora y lugar adecuadas, se puede proporcionar comodidad, ahorro y premios a los usuarios urbanos:

– Estacionar en la calle sin necesidad de pagar a ninguna máquina: *Estacione-y-márchese*. Se carga automáticamente el importe en una cuenta, y opcionalmente se envía un resumen mensual para la gestión de gastos.

– Permitir el pago por minutos, con los excesos de tiempo resueltos a través de tarifas incrementadas, al tiempo que se promete que no habrá denuncias para los infractores: *Estacionamiento-sin-multas*.

– Créditos de fidelización por utilizar el mismo estacionamiento o centro comercial. Para complacer a los comerciantes, un estacionamiento gratuito de 20 minutos.

– Reservar pequeñas zonas de estacionamiento para gestionar ese inventario; y ofrecer servicios de búsqueda y reserva de plazas.

A continuación se celebró un animado debate que duró más de una hora. ■



En la foto, Dr. Bern Grush, fundador y científico principal de Skymeter Corporation.

Periodo 2008-2011.

Reunión del Comité Técnico de Túneles de Carreteras



ASISTENTES

D. Rafael López Guarga (*Ministerio de Fomento-Aragón*), D. Ignacio del Rey Llorente (*Cemin*), D. Juan Manuel Sanz Sacristán (*Euroestudios*), D. José Manuel Erauso Eizaguirre (*Diputación Foral de Guipúzcoa*), D. Lorenzo Espinosa Román (*Sice*), D^a. Eva María Montero Yeboles (*Typsa*), D. Luis Bittini Iradier (*Alliance Ceramic Steel*), D. Ramón Morera i Fauquier (*Generalitat de Catalunya*), D. Raúl Berganza Collado (*Telvent*), D. Álvaro Martín Hernández (*Abertis Autopistas*), D. José Ramón Ochoa Vega (*Inocsa*), D. Rodrigo Martínez Zarco (*Inocsa*), D. Ignacio Alonso Berrioategortua (*Ministerio de Fomento-DGF*), D. Cesar Blázquez Capitán (*T.V.A.*), D^a. Belén Monercillo Delgado (*ATC*), D. Faustino Esteban Morejón (*Intecsa-Inarsa*), D. Miguel Torrens Recellado (*Sedesa*), D. Alejandro Sánchez Cubel (*Tekia*), D^a. Fernanda Bermejo Martínez (*AENA*), D. Antonio Martín Crisenti (*Indra*), D. Miguel López Rodríguez (*Tekia*). D. José Manuel Portilla Saiz (*Sice*), D. Santiago Vilariño (*Calle 30*), D. Jesús Ramos Estrada (*Promat Ibérica, S.A.*), D. Vicente Prado Peñalvert (*Alliance Ceramic Steel*), D. Ángel J. Muñoz Suarez (*D.G.T.*), D. Marcel Masana Esteve (*Acisa*), D. Marcos Perelli Botello (*CEDEX*), D. Manuel Alberto Abella Suárez (*Seoprin S.L.*), D. Vicente Sebastián Alapont (*Grupo Etra*).

EXCUSAN SU ASISTENCIA

D. Antonio Martín Crisenti, D. Juan Ramón López Laborda, D. Ángel Fernández-Aller Ruiz, D. David Luiz Fernández, D. Manuel Romana Ruiz, D. Emilio Leo Ferrando, D. Enrique Fernández González, D. José Luis González Álvarez, D. Pedro Soria García-Ramos, D. Javier Bellés Ros, D. Carlos López Carreras, D. Luis Ayres Janeiro, D. Samuel Estefanía Puebla, D. Francisco Palazón Rubio y D. Álvaro Martín Hernández.

A las 11:30 horas del pasado 8 de junio de 2009, se celebró la reunión de este Comité de Túneles en las salas 3 y 4 de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, bajo la Presidencia de D. Rafael López Guarga.

El Sr. López Guarga, tras dar la bienvenida a los asistentes, informó que las próximas reuniones que se celebren en Madrid serán en esta Escuela, ya que se ha firmado un convenio entre la ATC y esta institución.

1. Lectura y aprobación del acta de la reunión nº 2 del 21 de enero de 2009.

Tras procederse a su lectura, por parte del Secretario, D. Juan Manuel Sanz, se solicitaron algunas correcciones, y, con ellas, se aprueba el acta que se situará en la página Web del Comité. Entre dichas correcciones cabe destacar que Alberto Abella excusó su asistencia y que Ignacio del Rey envió unas notas escritas, por lo que no habló en la reunión, dado que no asistió.

A continuación, D. Rafael López Guarga solicitó a los participantes que, cuando intervinieran, enviaran a D. Juan Manuel Sanz un resu-

men de su intervención, ya que ello sería de gran ayuda para la posterior redacción del Acta.

2. Asuntos informáticos. Página web y otros.

Dña. Belén Monercillo explicó las mejoras llevadas a cabo en la página Web: archivos de mayor tamaño, página de noticias, etc., e informó que los miembros del Comité de Túneles ya pueden acceder a la zona restringida de éste con una clave, que se dio en ese momento, y que es diferente de la genérica de los socios de la ATC.

Así mismo, informó que se había abierto un espacio para el Grupo de Trabajo 1 del Comité y que, con motivo del Simposio, se va a elaborar una página específica para éste.

Tras ello, se acordó que se siguiera insistiendo a D. Emilio Leo, miembro del Comité responsable de la página web, para que prepare una selección de los principales documentos que se van entregando en las reuniones y se cuelguen en la web. También se comentó que sería interesante coordinar la base de datos de la ATC con la de PIARC.

En otro orden de cosas, D. Rafael López Guarga comentó que no había recibido las actas ni la documentación relativa a las reuniones de Presidentes de comités de la ATC, siendo contestado por Dña. Belén Monercillo a la cual indicó que no se habían levantado actas de las mismas, pero que le enviaría unas notas al respecto.

3. Informe de la reunión del Comité C4 del 25 y 26 de marzo en Madrid, así como de las últimas reuniones de los grupos de trabajo (WG).

3.1. Reunión del Comité C4 en Madrid.

D. Rafael López Guarga explicó el desarrollo de la reunión, destacando que fue un éxito rotundo, habiéndose enviado, por parte de Mr. Pierre Schmitz, una carta de agradecimiento por la buena organización, dirigida tanto a los miembros de la ATC como a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Así mismo informó que el acta no

se había incluido en la documentación de la presente reunión, ya que sólo se disponía en inglés, y que se colgaría próximamente en la web.

A la reunión asistieron 37 miembros pertenecientes al Comité Internacional, más 7 miembros del Comité Nacional que pertenecen a los diferentes Grupos de Trabajo.

La reunión se celebró en el palacio de Zurbano, propiedad del Ministerio de Fomento, asistiendo a su apertura D. Roberto Alberola, Presidente de la ATC, que dio la bienvenida y deseó un trabajo fructífero; y D. Carlos Bartolomé, Jefe del Gabinete del Director General de Carreteras del Ministerio de Fomento, que hizo un repaso de la situación de la red de carreteras del Estado y de las previsiones de futuro, fundamentalmente en lo que a vías de gran capacidad se refiere, resaltando que en la actualidad se disponen de casi 14 000 km de este tipo de vías, incluidas las autopistas de peaje. Por parte de D. Rafael López Guarga se hizo un resumen de la situación de los túneles en nuestro país y avanzó las mejoras previstas para el cumplimiento de la Directiva y del Real Decreto sobre condiciones mínimas de seguridad. Actualmente existen 405 túneles en la red del Estado de los que 238 son de la Red Transeuropea y 150 de ellos son de más de 500 m de longitud.

Durante el transcurso de la reunión se actualizó el desarrollo y avance de las relaciones del Comité con otros organismos y grupos de trabajo, principalmente con COSUF "Comité de Seguridad en Explotación de Infraestructuras Subterráneas", ITA, Comité de Seguridad de la Comisión Europea, ADR, Terminología, etc.

Además, se dio un repaso al estado de avance de los diferentes Grupos de trabajo, analizando sus programas, la organización, la planificación y las publicaciones que está previsto que se editen.

Otros temas abordados fueron los relacionados con la organización de Seminarios en los países en vías de desarrollo y en transición, con la participación del Comité en el próximo

Congreso internacional de Vialidad Invernal, que se celebrará en febrero de 2010, en Quebec, y con la página web del Comité. También se presentaron diversos artículos relacionados con los Sistemas de Detección de fuego, Método italiano de Análisis de Riesgo y Aceptación social del riesgo y su percepción.

Las jornadas de trabajo se completaron con otras actividades que permitieron aumentar los conocimientos en relación con la ingeniería y la gestión de los túneles.

En este orden de cosas, se visitaron los túneles de la Calle 30 en Madrid, en los que tuvo lugar una exposición técnica sobre explotación, simulación de tráfico, sistema de ventilación y diseño de sus instalaciones, habiendo resultado de gran interés el Centro de control, las instalaciones de filtrado, el pozo de ventilación, los cuartos técnicos y las galerías de emergencia.

Además, se viajó a la Sierra de Guadarrama y a Segovia para visitar el nuevo túnel de la autopista AP-6, siendo la concesionaria Abertis la encargada de explicar el funcionamiento reversible, según la demanda del tráfico, de los tres túneles que componen la infraestructura.

Por último, en las oficinas del administrador ferroviario ADIF tuvo lugar una exposición de los túneles de 28 km de longitud que permiten el acceso de la alta velocidad a la Meseta, haciendo hincapié en su sistema de ventilación con su conjunto de toberas tipo Saccardo.

Finalizó esta exposición informando que la próxima reunión está previsto que se celebre en octubre, en Auckland (Nueva Zelanda).

A continuación, D. Ignacio del Rey, en relación con las actividades de otros organismos, informó lo siguiente:

- En mayo se han celebrado en Budapest unas Jornadas sobre "Operadores y servicios de emergencia -una parte esencial de la Seguridad en Infraestructuras Subterráneas" organizadas por ITA - COSUF, y se está planteando otra jornada para 2010 so-



Vista general de la sala.

bre "Evaluación de riesgos: una herramienta práctica para instalaciones subterráneas".

- Se está organizando un Foro para Responsables de Seguridad en Túneles, estando prevista una primera reunión en Lyon, a primeros de noviembre de 2009, abierta para todos los Responsables de Seguridad, según la definición de la Directiva Europea, con el objeto de compartir experiencias y preguntar cuestiones.

A raíz de la inclusión en la Directiva de la iluminación de emergencia como requisito en túneles, en 2008 el grupo de trabajo del CEN (Comité Europeo de Normalización) se ha reactivado para tener en cuenta este tipo de iluminación y trabajar sobre el asunto.

En relación con lo anteriormente dicho sobre los Responsables de Seguridad, D. Rafael López Guarga indicó que reenviará a los miembros del Comité el correo electrónico enviado al respecto por parte de M. Didier Lacroix, que incluye la invitación de asistencia.

3.2. WG2: "Gestión y mejora de la seguridad de los túneles"

D. Juan Manuel Sanz indicó que todavía no ha resuelto del todo su pertenencia al Grupo de Trabajo WG-2, ya que en el Comité Internacional no

figuraba como que hubiera pagado la cuota de socio. Ha enviado ya el justificante de pago de la empresa Euroestudios a la que pertenece y espera que en breve se resuelva el asunto. Parece, por la experiencia de varios de los presentes, que es un problema habitual.

D. Alejandro Sánchez Cubel asistió el 29 y 30 de abril a la última reunión en Viena e hizo un resumen de los temas tratados, indicando que diversos documentos se encuentran en fase de borrador, haciendo especialmente referencia a los dos siguientes:

1) La práctica actual de evaluación de riesgo en los túneles de carretera.

El documento "Risk Evaluation" que se está generando es una evolución del realizado en el ciclo anterior. Describe prácticas, fases y posibles metodologías para el análisis de riesgo, y sienta la terminología "oficial". Tiene un resumen de 6 metodologías que se usan actualmente (holandesa, alemana, francesa, italiana, austriaca y DG-QRA) en el que se comparan y comentan. En una visión general manifiesta que:

- No va a haber una metodología oficial ni recomendada, sólo guías generales, recomendaciones en sentido amplio y resúmenes del estado del arte.

- Sigue habiendo un lugar para el análisis de riesgo "cualitativo" que ahora se va a llamar "Expert Judgement". La mayoría de los métodos de análisis son numéricos, pero, dado que los modelos y metodologías tienen muchos problemas, se sugiere que siempre sean realizados por expertos que sepan interpretar adecuadamente los datos.

En estos métodos numéricos se enfrenta el resultado con valores umbrales o curvas patrón, o también aplicando el método al túnel objeto del estudio y a uno que cumple los requerimientos normativo (patrón) y comparando.

Los métodos numéricos ya no son sólo para mercancías peligrosas (DG), aunque es cuestionable su aplicación fuera del país donde se han recogido los datos para elaborar los modelos (ejemplo: métodos austriaco o italiano mediante árboles de probabilidades de ocurrencias y efectos de accidentes).

- Para mercancías peligrosas se utiliza QRAM. QRAM no se puede utilizar en otros casos, aunque tenga dos escenarios de incendio (20 MW y 100 MW) son para ajustar el modelo.

- Toma una gran importancia el llamado "Societal Risk" y los conceptos de percepción del riesgo o riesgo to-



En el centro de la foto, D. Rafael López Guarga.

lerable por parte de la sociedad, asociados básicamente a DG.

2) El refuerzo de la seguridad en los túneles existentes

Este informe va a ser eminentemente práctico, con herramientas y ejemplos de mejora de la seguridad, aunque sin "recetas" para no correr el riesgo de que se apliquen sin pensar ni análisis previo. Va a tener también un listado de puntos débiles típicos en túneles.

También está trabajando de forma directa en el Manual de Túneles de PIARC, en coordinación con el WG5. Concretamente va a intervenir en la parte que tiene que desarrollar el WG2, estando prevista una reunión en Lyon el próximo 11 de junio.

Se está preparando una nueva edición del curso de formación en el modelo QRAM, que se celebrará en 2010 en París. Constará de una jornada teórica y de dos prácticas. Al respecto, se afirmó que sería interesante presentar experiencias de la aplicación de la DG-QRAM en diferentes países (y, si es posible, aportar un ejemplo): cómo aplican el modelo, cómo lo alimentan, resultados, etc.

Se establece un debate sobre las posibles metodologías de análisis de riesgo a aplicar en túneles en España. D. Juan Manuel Sanz indicó que Euroestudios tiene muy avanzado un proyecto de I+D+i al respecto y que lo

quieren presentar en breve al Ministerio de Fomento. En él se obtienen mediante fórmulas, basadas en métodos estadísticos, el número de accidentes esperados en un túnel y de vehículos implicados en función de diversos parámetros. Se comentó que, en el Congreso de ITS de Andorra (2 a 4 de junio de 2009), el Ministerio de Fomento informó que está trabajando en una metodología cuantitativa basada en el borrador que desarrolló el CEDEX.

A continuación, se debatió sobre varios estudios de análisis de riesgo ya realizados en túneles en proyecto y/o construcción, incidiéndose que suelen ser cualitativos, apoyados o no con diversos estudios cuantitativos, tales como de evolución de humos, evaluación, etc.

A continuación, D. Miguel López señaló que el QRAM es un modelo de consecuencias, y no de probabilidades ya que esto exige disponer de experiencias.

Por último, D. Ignacio del Rey indicó que hay dos metodologías interesantes como son la italiana, que es propuesta por la Administración, habiéndose entregado un artículo al respecto en la documentación proporcionada; y la austriaca, denominada "Turismo", sobre la que mandará información a través de internet. Al final consideró que, por muchas metodologías que haya, si al final no se vali-

dan por la Administración, tienen poco valor

3.3. WG4: "Optimización de la ventilación y lucha contra incendios en túneles"

D. Ignacio del Rey expuso que la última reunión se realizó en Nueva York, los días 12 y 13 de mayo, coincidiendo con el Congreso de Ventilación y Aerodinámica en túneles del BHRA.

El estado en que se encuentran los trabajos que están desarrollando los diferentes subgrupos es el siguiente:

TG1: Se ocupa de la revisión de los criterios de dimensionamiento de la ventilación en situación de servicio. Se están actualizando los documentos de 1996 y 2003.

TG2: Aborda la elaboración de un documento sobre el "Incendio de Proyecto", en el que se contemplarán la potencia que hay que considerar y su relación con el dimensionamiento, la modelización y la evaluación de su influencia en la seguridad. Se quieren hacer Recomendaciones sobre Tamaño de Incendio.

TG3: Es el encargado de la revisión y continuación del documento sobre sistemas fijos de extinción, prestando especial atención a definir cómo actuar y con qué criterio, estudiando la relación coste/beneficio.

TG4: Es el subgrupo que tiene interacción con el Manual de Túneles

que está desarrollando el WG5.

En la reunión, se presentó el Proyecto realizado en Canadá sobre sistemas de detección de incendios en túneles, cuyo informe se espera que se publique en tres meses. Se han comparado 7 sistemas y se han realizado ensayos a gran escala. También tuvo lugar la publicación “no oficial” del informe PIARC sobre “Ventilación y Pautas de actuación”, que se ha situado en la parte privada de la página Web del Comité.

La próxima reunión se celebrará en Lyon, en el mes de octubre, y en ella se espera tener los borradores de los distintos documentos.

3.4. WG5 “Evaluación, estructuración y transmisión del conocimiento sobre explotación y seguridad en túneles”

Sobre este tema, D. Rafael López Guarga (miembro correspondiente) explicó los avances de este Grupo de Trabajo:

En octubre los distintos subgrupos deberán entregar su documentación.

Se quiere que los resúmenes de los distintos documentos estén traducidos al español.

4. Informe de la reunión nº 1, de 12 de febrero, del Subcomité de Explotación.

Dña. Fernanda Bermejo informó que en esta reunión se confirmó la constitución del Grupo de Trabajo “Explotación de Túneles”, ya nominado en la reunión del Comité en Barcelona (el 21 de enero de 2009), habiendo sido confirmada como Coordinadora del Grupo, nombrándose a D. Antonio Martín Crisenti como Secretario.

Así mismo, se informó que D. Antonio Martín Crisenti ha realizado la traducción del documento de PIARC “Guía para la organización, reclutamiento y entrenamiento del personal de explotación de túneles de carretera”. Por ello, D. Rafael López Guarga le felicitó y solicitó en el Comité voluntarios para que sea revisado con el objeto de verificar que esté bien redactado y que se corresponde con el original. Es decir, se trata de efectuar un “filtrado”. A continuación, Dña. Fernanda Bermejo planteó la



La reunión contó con 30 asistentes. En la foto, Dña. Belén Monercillo, acompañada por los Sres. (de izquierda a derecha) Sánchez Cubel, Torrens Recellado, Esteban Morejón y Blázquez Capitán.

necesidad de acordar un glosario de términos que utilizar en la traducción, quedando el Sr. López Guarga encargado de enviar el diccionario de Terminología que actualmente se está revisando.

La revisión se realizará por: Dña. Fernanda Bermejo, D. Antonio Martín, D. Miguel López, D. Vicente Sebastián, D. Joan Almirall (ausente) y D. Alberto Abella. Por su lado, Dña. Fernanda Bermejo se encargó de enviar el documento a cada uno de ellos para que lo revisaran, y, posteriormente, mantendrán una reunión conjunta para acordar y proponer una versión final, al objeto de que pueda distribuirse a todos los miembros del Comité para su aprobación posterior.

Dña. Fernanda Bermejo indicó que los principales objetivos del Grupo de Trabajo son el de apoyar a la representación española en el Grupo homólogo del Comité internacional (WG1) y tratar los temas de interés propios de la explotación en España.

Como ya es sabido, las principales líneas de actuación del WG1 son:

- Desbroce y actualización de las diferentes publicaciones de PIARC (Trabajo general para todos los subgrupos).

- Reclutamiento y formación del personal de explotación de túneles: operación, primera intervención y mantenimiento.

- Definición de ejercicios, simulacros, formación del personal externo a las instalaciones y documentación básica de retorno de experiencias de incidentes destacables.

- Análisis de la duración de la vida útil de las instalaciones y sus costes.

Para poder abordar estos temas, se acuerda crear tres subgrupos de trabajo:

- 1.- Definición del perfil y formación del personal de explotación, primera intervención y mantenimiento. Animadora: Dña. Fernanda Bermejo.

- 2.- Ejercicios, simulacros y formación del personal externo a la explotación. Animador: D. Alberto Abella.

- 3.- Costes de explotación en túneles. Animador: D. Ramón Morera.

Posteriormente, se presentó la nueva página web para los miembros del Grupo de Trabajo, indicando que en ella se colgarán los documentos del Grupo y las actas, y que existirá un foro para su mejor funcionamiento. Entre los documentos ya colgados se encuentran: Planes de Autoprotección de túneles (partes 1, 2, 3, 4 y 5), Simulacros de ensayos, Guías técnicas para el análisis y comunicación de riesgos, Plan de emergencia de Somport, Formación Plan de Actuación Psicosocial, Plan conjunto emergencias Somport v0 Abril2002.

5. Informe sobre el Seminario ITS celebrado en Santiago de Chile (16

Actividades de los Comités Técnicos de la ATC

y 17 de abril de 2009).

D. Antonio Martín Crisenti explicó el desarrollo de dicho Seminario en el que hubo una amplia presencia internacional (Chile, Argentina, Noruega, Suecia, Austria, Colombia, Bélgica, España, etc.) y un amplio apoyo gubernamental, asistiendo el Ministro a algunas charlas. En total hubo cerca de 200 asistentes.

El Comité de túneles estuvo muy bien representado con tres ponencias: de Mr. Pierre Schmitz (preparada conjuntamente con D. Rafael López Guarga), de D. Vicente Sebastián Alapont y de él mismo. Hubo además otra ponencia española presentada por D. Julio Arroyo, de *Zitrón*, relativa a ventilación, y otras tres más preparadas por empresas españolas (Sice e Indra), pero presentadas por técnicos chilenos. También se presentó una ponencia a nivel individual por parte de Dña. Fernanda Bermejo, pero no se pudo exponer.

Los principales temas sobre los que versaron las ponencias fueron:

- Ejemplos de túneles ferroviarios y de carretera en proyecto y construcción, y presentación de proyectos de eventuales túneles entre Chile y Argentina.

- Normativa europea y española.
- Sistemas de control y ejecución: Ventilación, DAI y tuneladoras.
- Explotación de túneles.

Finalmente, informó que está previsto que se celebre un próximo congreso en Argentina, sin concretar la fecha, aunque probablemente sea en septiembre.

6. Estado del avance del V Simposio de Túneles.

D. Rafael López Guarga comunicó que el V Simposio de Túneles se celebrará en Bilbao, los días 24, 25 y 26 de febrero de 2010, y que ya se disponía del apoyo del Ministerio de Fomento, de la Diputación Foral de Bizkaia y del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Demarcación del País Vasco). Así mismo explicó el contenido del primer boletín de convocatoria que iba a ser distribuido en breve.

Continuó el Presidente indicando la



Diversas vistas parciales de los asistentes que tuvieron una densa sesión de trabajo.

conveniencia de que se envíe lo antes posible las propuestas de ponencias, con una duración aproximada de entre 30 y 45 minutos, indicando título, ponente y resumen del tema a tratar (en un plazo de 15 días).

Además, comentó que todos los miembros del Comité deberían presentar al menos una comunicación libre, siendo el plazo para ello algo mayor. La exposición de cada comunicación tendrá una duración de entre 10 y 15 minutos.

Igualmente, prosiguió informando que, en principio, las comunicaciones se expondrán en la tarde del primer día distribuidas en tres salas, proponiendo, como posibles temas genéricos para cada una de ellas, los si-

guientes: Responsables en la gestión del túnel, Adaptación a la normativa y nuevas tecnologías, Operación, explotación y análisis de riesgo.

7. Análisis de la documentación que se entrega.

Posteriormente, se repasó la ingente documentación entregada, así como todo tipo de explicaciones sobre su uso.

8. Ruegos y preguntas.

No habiendo más asuntos que tratar, la próxima reunión se fijó en el túnel de Bracons, en las proximidades de Vic (Barcelona), para la tarde del miércoles 14 de octubre, de 17,00 a 20,00 horas, y la mañana del jueves 15 (reunión del Comité y visita a los túneles respectivamente). ■

D. Rafael López Guarga, Presidente del Comité Técnico de Túneles de Carreteras de la ATC

¿Qué objetivos se plantea para este período el Comité que preside?

Uno de los objetivos del Comité nacional es el de servir de apoyo técnico a sus representantes en el Comité internacional C4 "Explotación de túneles de carretera", colaborando en la propuesta, redacción y revisión de los documentos que se les haya encomendado, dentro de los objetivos que hay que cumplimentar en el ciclo correspondiente.

El Comité nacional también constituye un foro de debate y de intercambio de conocimientos entre los técnicos que lo componen, principalmente en materia de explotación, seguridad y gestión de los túneles de carretera, intercambiándose además información técnica al respecto.

Desde el Comité también se elaboran propuestas y recomendaciones para la buena práctica en el desarrollo de las actividades anteriormente indicadas.

Cabe destacar nuestra página *web* en la que, entre otras informaciones, se pueden encontrar las actas de las reuniones, la relación de miembros del Comité, bibliografía, legislación y diversos datos de interés.

¿Qué contribución espera que desarrolle el Comité que preside, de cara al próximo Congreso Mundial de Carreteras?

Como ya he indicado anteriormente, el Comité nacional colabora con el C4 en la elaboración de sus documentos, que precisamente se suelen presentar coincidiendo con los Congresos Mundiales de Carreteras, y que, como ya se sabe, el próximo tendrá lugar en el 2011, en México. También se va a intentar presentar alguna ponencia específica desde nuestro propio Comité.

Como gran novedad en este ciclo,



el Comité internacional está elaborando un Manual de explotación de túneles que pretende evaluar, estructurar y transmitir el conocimiento sobre explotación y seguridad en túneles. Desde el año 1959, el Comité ha publicado una gran variedad de documentos, recomendaciones, informes y artículos en la revista *Routes/Roads* que en el momento actual están desfasados, repetidos e incluso, en algún aspecto, son contradictorios, por lo que se pretende hacer una recopilación y actualización que dará origen al Manual, que en definitiva será una Enciclopedia electrónica que consideramos básica para los técnicos dedicados a la explotación de túneles de carretera. Desde el Comité español estamos colaborando también en la supervisión de algunos de los capítulos y en la traducción al español de un resumen de cada uno de ellos.

¿Qué grupos de trabajo están activos en este momento y cuáles son sus líneas de actuación?

Los Grupos de Trabajo que se han establecido en el Comité internacional, y a los que se presta apoyo, son los siguientes:

- WG1: "Mejora de la explotación y el mantenimiento de los túneles".

- WG2: "Gestión y Mejora de la seguridad en los túneles".

- WG3: "Comportamiento de los usuarios de los túneles".

- WG4: "Optimización de la ventilación y lucha contra incendios en túneles".

- WG5: "Evaluación, estructuración y transmisión del conocimiento sobre explotación y seguridad en túneles".

Como ya se ha dicho, su línea de actuación es la elaboración de recomendaciones sobre los temas específicos de cada Grupo.

¿Cuáles son los trabajos más importantes que va a desarrollar este Comité?

A su vez, en el seno del Comité nacional, se ha constituido un grupo de trabajo denominado "Explotación de Túneles" que se ha fijado como objetivo preparar unos documentos de recomendaciones respecto de los siguientes temas:

- Definición del perfil y formación del personal de explotación, primera intervención y mantenimiento.

- Ejercicios, simulacros y formación del personal externo a la explotación.

Actividades de los Comités Técnicos de la ATC

- Costes de explotación en túneles.

Además se va a intentar traducir al español algunos de los documentos, los que se consideran más interesantes, redactados por el Comité internacional. Concretamente ya se está trabajando en la traducción de la "Guía para la organización, reclutamiento y entrenamiento del personal de explotación de túneles de carretera".

¿Qué expectativas y conclusiones más importantes se esperan obtener del próximo V Simposio de Túneles que se va a celebrar en Bilbao, del 24 al 26 de febrero de 2010?

Para este V Simposio se ha seleccionado el lema "La seguridad para los túneles del siglo XXI". En él se pretenden abordar básicamente los condicionantes que deben tener en cuenta en los túneles que actualmente están en proyecto y en construcción, para cumplir la normativa vigente, y aquellas actuaciones que se han de realizar en los túneles existentes para adaptarlos al R.D. 635/2006 y a la Directiva 2004/54/EC sobre requisitos mínimos de seguridad.



Concretamente se van a tratar temas relacionados con los sistemas de ventilación, control de incendios, sistemas de extinción, reparación y rehabilitación, pavimentos, planes de intervención y seguridad, simulacros, análisis de riesgo, responsables en las distintas fases, manual de explotación, y la integración y homogenei-

zación de las instalaciones y equipamientos.

Por último, en este Simposio se va a hacer la presentación, como primera de entre todos los países, del Manual de explotación anteriormente citado, que correrá a cargo de Pierre Schmitz, Presidente del Comité Internacional C4. ■

RUTAS

REVISTA DE LA A.I.P.C.R. ESPAÑOLA

Para información y suscripciones pueden dirigirse a:

Asociación Técnica de Carreteras
Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha.
Teléf. 91 308 23 18/19
28010 MADRID

Deseo suscribirme por un año a la revista RUTAS, cuyo importe de 60,10 € para miembros de la A.I.P.C.R. y 66,11 € para no miembros + 4% I.V.A. correspondiente envío adjunto por:

Talón

Giro

Transferencia

NOMBRE

CIF

DIRECCIÓN

TFNO. CIUDAD

PROVINCIA

AÑO 2009

FECHA:

FIRMA:

V Simposio de Túneles

Seguridad para los túneles del siglo XXI

Los próximos 24, 25 y 26 de febrero de 2010, en la ciudad de Bilbao, se celebrará este V Simposio, promovido por el Ministerio de Fomento, y organizado por la Asociación Técnica de Carreteras, con la colaboración del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del País Vasco, la Diputación Foral de Bizkaia e Interbiak.

Presentación del congreso

Ha pasado ya mucho tiempo desde que, en junio de 1994, se organizaron en Gijón unas jornadas técnicas sobre túneles, con referencia a la seguridad en la construcción y el servicio. Dado el éxito obtenido, el Comité Técnico de Túneles de la ATC acordó que tal convocatoria fuese considerada como un primer Simposio Nacional de Túneles.

Posteriormente vendrían otros tres: el segundo celebrado en Jaca, en mayo de 1998, relativo a la Explotación, Seguridad, Conservación y Reparación; el de Pamplona, en febrero de 2003, que versó sobre las Nuevas Tecnologías, Métodos y Soluciones aplicadas a la Explotación; y, por último, el del Principado de Andorra, en octubre de 2005, que reflexionó sobre la pregunta ¿por qué son seguros los túneles?

Aunque, cuando se celebró el IV Simposio, ya estaba aprobada la Directiva Comunitaria sobre Seguridad en Túneles, es con el R. D. 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, y, posteriormente, con otras normas similares adoptadas en el seno de diversas Comunidades Autónomas, cuando ya se hace obligatorio para los túneles en proyecto, construcción y en servicio el cumplimiento de unas medidas que suponen una nueva cultura en la ingeniería de túneles, y exigen una, no despreciable, capacidad inversora al propietario de la infraestructura, para lograr su adaptación en el horizonte de 2014.

Se es muy exigente con lo condicionantes que deben ser cumplidos para la

aprobación de los proyectos, del manual de explotación y para la autorización de la puesta en servicio de un túnel, así como para sus modificaciones, siendo obligatoria la realización de simulacros periódicos

Por otra parte, con la determinación que se establece para acotar responsabilidades de los distintos intervinientes en todo el proceso de la vida de un túnel, desde su concepción hasta los momentos de la puesta en servicio y explotación, es preciso abrir un debate que permita aclarar las ideas debido a todos los nuevos conceptos que se han puesto sobre la mesa, principalmente en lo que a los Responsables de Seguridad, Director de Explotación y Organismos de Inspección se refiere.

Por último, se hace preciso también establecer un foro de discusión en relación con el Análisis de Riesgo previsto en el citado Real Decreto y su Metodología, en consonancia con las normas de buena práctica disponibles. Este Análisis de Riesgo deberá tener en cuenta todos los factores que afecten a la seguridad.

Para abordar todos estos asuntos, ya en el marco de la Normativa específica vigente, la ATC convoca el V Simposio de Túneles, bajo la denominación "**Seguridad para los túneles del siglo XXI**", que se desarrollará en febrero de 2010, en Bilbao, donde se está actualmente ejecutando las obras de su Variante Sur Metropolitana, que incluyen la construcción de cinco túneles bitubo, con una longitud total superior a 11 x 2 km.

Rafael López Guarga, *Presidente del Comité Técnico de Túneles de la ATC y Director Técnico del Simposio.*

Temario

Análisis de riesgo, responsables en las distintas fases, sistemas de ventilación, control de incendios, sistemas de extinción, reparación y rehabilitación, pavimentos, planes de intervención y seguridad-simulacros, manual de explotación, la integración y homogeneización de las ins-



talaciones y equipamientos. Comunicaciones libres.

Comunicaciones libres

Los interesados en presentar comunicaciones técnicas deberán enviar un resumen de texto a la Secretaría del Simposio, antes del 20/09/2009, con una extensión máxima de 300 palabras mecanografiadas en una sola hoja (tamaño A4) y escrita por una sola cara.

Deberán incluir los siguientes datos: Título de la comunicación, nombre del autor, empresa u organismo, dirección, teléfono, fax y/o correo electrónico.

El Comité Técnico estudiará los resúmenes recibidos y decidirá sobre su aceptación, comunicando su decisión a los autores antes del 15/10/2009, junto con las instrucciones pertinentes para la presentación de los trabajos.

Las comunicaciones deberán ser recibidas en la Secretaría del Simposio antes del 30/11/2009, en: comités@atc-piarc.com

Así mismo, se informa que se prevé realizar una visita técnica a los túneles de la Variante Sur de Bilbao y la edición de un libro, que se entregará a todos los participantes, con la totalidad de los trabajos que se presenten a este certamen.

Exposición

Se organizará una exposición de bienes y servicios relacionados con los temas del simposio. Para más información, los interesados deberán dirigirse a la Secretaría del Simposio.

Secretaría de la jornada

Asociación Técnica de Carreteras, C/ Monte Esquinza, 24; 4º dcha. - 28010 Madrid (España). Tel.: (34) 91 308 23 18 - Fax.: (34) 91 308 23 19.

E-mail: congresos@atc-piarc.com
Recepción de comunicaciones:
comites@atc-piarc.com

La Cofradía de Santo Domingo de la Calzada nombra Hermanos del Santo a “nueve notables ingenieros”

D. Enrique Balaguer Camphuis, D. José Manuel Loureda Mantiñán, D. Antonio Medina Gil, D. Máximo Cruz Sagredo, D. Aureliano López Heredia, D. José Luis Elvira Muñoz, D. Antonio García Cuadra, D. Luis Alberto Solís Villa y D. Alvaro Miranda Simavilla.



De izquierda a derecha, D. Juan Carlos Sampedro, D. Francisco Suárez, Dña. Esther Vargas, D. Pedro Sanz, D. Agustín García, D. Edelmiro Rúa y D. Roberto Alberola.

Alicia Fernández y J. V. Vicente.

El pasado día 30 de septiembre tuvo lugar en Santo Domingo de la Calzada el acto de imposición de medallas de nuevos Hermanos del Santo que, a petición la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) y la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX), se ha otorgado a nueve ingenieros de caminos, que son un referente obligado en la historia reciente de las carreteras de nuestro país.

La ceremonia fue presidida por el *Presidente de La Rioja*, **D. Pedro Sanz Alonso**, que estuvo acompañado en



D. Pedro Sanz en un momento de su intervención en la que subrayó el lado más humano de la ingeniería de caminos.

la mesa presidencial por el *Alcalde de Santo Domingo de la Calzada*, **D. Agustín García Metola**; la *Priora de*

la *Cofradía del Santo*, **Dña. Esther Vargas Domingo**; el *Presidente del C.I.C.C. y P.*, **D. Edelmiro Rúa Álva-**

rez; el Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), **D. Roberto Alberola García**; el Presidente de la Asociación de Empresas de Conservación, Explotación de Infraestructuras, **D. Juan Carlos Sampedro Baeza**; y el Abad de la Cofradía del Santo, **D. Francisco Suárez**.

El Director Gerente de ACEX y Prior Viejo, D. Pablo Sáez Villar, fue el encargado de coordinar el acto. Tras una breve presentación, la primera en tomar la palabra fue la Priora, Dña. Esther Vargas, quien destacó la antigüedad de la cofradía y su labor asistencial de atención a los peregrinos. Seguidamente intervino el Alcalde de Santo Domingo de la Calzada, D. Agustín García Metola, quien resaltó la figura de Santo Domingo y su importancia como forjador del Camino de Santiago. A continuación, se procedió a la bendición de medallas por parte del Abad de la cofradía, D. Francisco Suárez, y a la entrega de diplomas. D. Pablo Sáez Villar nombró uno a uno a los homenajeados, exponiendo brevemente sus currículos. La Priora impuso las medallas, mientras el Alcalde, el Delegado del Gobierno y Presidente de La Rioja hacían entrega de los títulos a los Hermanos.

Posteriormente, D. Álvaro Miranda, en nombre de todos los nuevos Hermanos del Santo, agradeció el nombramiento con unas afectuosas palabras, haciendo alusión a sus relaciones personales con la mayoría de los nuevos Hermanos que, habían sido sus profesores, antiguos superiores, etc.

Por su parte, D. Pedro Sanz Alonso dirigió unas palabras a los asistentes en las que subrayó el lado más humano de la ingeniería de caminos, su vocación de servicio a la sociedad, y la importancia la labor de los ingenieros como creadores de vías de comunicación para unir a las personas, misión de la cual Santo Domingo de la Calzada ha sido y es su máximo exponente.

Más adelante, D. Pablo Sáez Villar realizó una propuesta a las dos Asociaciones, solicitando que este acto tuviera una continuidad en un futuro próximo, para así, en un par de años,



Vista general del Salón de las Doncellas.



D. Enrique Balaguer en el momento de la imposición de la medalla.



D. Álvaro Miranda, Vicepresidente Segundo del Gobierno de Navarra, recibiendo la felicitación del Presidente de La Rioja, D. Pedro Sanz.

reunirse nuevamente en el mismo Salón de las Doncellas y nombrar Hermanos del Santo a otros ingenieros que hayan trabajado para la carretera y sean un referente en este sector.

El acto se cerró con un discurso de D. Arturo Calvo Espiga, abogado del Tribunal de La Rota y Catedrático

de Derecho Eclesiástico del Estado de la Universidad de Málaga, con una conferencia sobre la vida de Santo Domingo.

Este homenaje, que se enmarca dentro de los actos de celebración del IX centenario de la muerte del santo, supone el reconocimiento a la

D. Enrique Balaguer Camphuis.

Doctor y Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid, ha sido Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid; Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid y Director General de Carreteras del entonces Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Durante ocho años fue Presidente Ejecutivo de la hoy Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR), siendo en la actualidad su Presidente de Honor, así como miembro permanente de su Comité Ejecutivo y del Consejo.

A lo largo de su vida profesional ha desarrollado una intensa actividad en la Administración Pública, así como en la de Ingeniero consultor en las áreas de Transporte e Ingeniería Civil, especialmente en el campo de la infraestructura viaria.

D. José Manuel Loureda Mantuán

En el periodo 1965-1986, desarrolló su labor en la Empresa Constructora Ferroviaria, ocupando diversos cargos: desde Jefe de Obra a Subdirector de Construcción.

En 1986, funda la Empresa Sacyr que, en el año 2003, se fusiona con Vallehermoso, habiendo desempeñado los puestos de Consejero Delegado y de Presidente del Consejo de Administración hasta su jubilación en el año 2004. Actualmente es Consejero de Sacyr Vallehermoso y de Repsol.

Desde su primera actividad viaria en 1968 como Jefe de Obra en el Redia de la N-1, pk. 140-200, ha participado en la construcción y conservación de numerosas obras de carreteras, autovías y autopistas, tales como las autovías A-1, A-2 y A-3, y la N-525, así como en las Autovías Murcia-Almería y A-92, Autopistas del Atlántico, Accesos a Galicia, Autopistas Radiales de Madrid y en el Puente de la Isla de Arosa.

D. Antonio Medina Gil

Ha desarrollado casi toda su actividad profesional en la Diputación Provincial de Alicante, donde ha desempeñado el cargo de Ingeniero Director de Vías y Obras desde



D. Aureliano López Heredia recibiendo la felicitación del Presidente de La Rioja.



La foto recoge el momento en el que D. José Luis Elvira agradece el nombramiento a Doña Esther Vargas.



D. Antonio García Cuadra besando la medalla de la Hermandad.

trayectoria humana y profesional de estos nueve ingenieros de caminos, que vieron y ven en Santo Domingo un precursor, un patrono y un guía de su actividad, al tiempo que un acercamiento a la ciudad y a la cofradía que mantienen vivas las tradi-

ciones centenarias de la figura del santo de la Calzada, del santo ingeniero y constructor del Camino.

Génesis del acto

La Orden Ministerial que declara a



D. José Manuel Loureda recibe la felicitación de Don Pedro Sanz, antes de la imposición de la medalla.



D. Antonio Medina besando la medalla del santo.



Luis Alberto Solís siendo felicitado por D. Pedro Sanz.

Santo Domingo de la Calzada patrono oficial de los cuerpos que integran los diferentes servicios de obras públicas, inicia su exposición de motivos reconociendo que el nombramiento de Santo Domingo se realiza a petición expresa de los ingenieros

de caminos, canales y puertos, que lo venían solicitando desde hacia unos años.

En este 2009 se conmemora el IX centenario de la muerte de Santo Domingo, y es la primera celebración de un centenario en el que el santo es

1975. Actualmente es Director del Área de Infraestructuras, en el que se incluyen, aparte de la red provincial de carreteras, las obras del ámbito municipal que desarrolla la Diputación Provincial.

Su dedicación primordial, precisamente, ha sido la gestión y mejora de esa red provincial. Se añade a esta labor la atención de las redes complementarias de caminos del ámbito local.

D. Máximo Cruz Sagredo

Ha desarrollado básicamente su carrera en la Diputación de Cáceres. Es, además, Profesor Titular de Escuela Universitaria de la UEX, Consejero fundador de Caja Extremadura, Consejero de la Asociación Española de la Carretera y del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Presidente de la Asociación de Ingenieros de C.C. y P Funcionarios Provinciales. Además es Miembro de la Asociación Internacional de Caminería Hispánica, del Comité Atlas Caminería y coautor de la Investigación y elaboración del Inventario de Puentes de Extremadura I.P.E.X.

D. Aureliano López Heredia

Su carrera profesional en las Administraciones se inicia en 1971, en el antiguo Ministerio de Obras Públicas, y, desde entonces, entre las Administraciones Central y Autonómicas, ha ido ocupando puestos de relevancia desde 1979, entre los que destacan:

Jefe Provincial de Lleida en ambas Administraciones y Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla La Mancha.

Tras ello fue nombrado Consejero de Obras Públicas de la Junta de Castilla-La Mancha, volviendo posteriormente a la Administración Central como Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña.

Más adelante fue Subdirector General de Conservación y Explotación, en el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Cataluña; y Subdirector General de Planificación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Desde octubre de 2008, es Director General de Carreteras del Mi-

nisterio de Fomento.

Además, está en posesión de la Encomienda de la Orden de Isabel la Católica, y ha sido nombrado "Personalidad Popular del año 2009" por la Nueva Alcarria.

D. José Luis Elvira Muñoz

Profesor y Doctor Ingeniero de Caminos, promoción de 1970, ha trabajado siempre en el Área de Carreteras del Ministerio de Fomento: en el CEDEX (1970-1994) y en la Dirección General de Carreteras desde 1994, como Director Técnico.

Ha sido simultáneamente profesor de la Escuela de Caminos de Madrid (1971-1986), de Santander (1975-1976), así como de varias Universidades Iberoamericanas.

Está en posesión de la Encomienda del Mérito Civil, la Medalla al Mérito Profesional del Colegio de I.C.C y P y la Medalla de Oro de la A.E.C.

También ha sido nombrado Socio de Honor de la A.T.C. y tiene el Reconocimiento del Mérito del Consejo de Directores de Carreteras de Iberoamérica.

D. Antonio García Cuadra

Su actividad profesional ha estado siempre vinculada a La Rioja. Entre otras responsabilidades ha sido:

Director de Vías y Obras de la Diputación de La Rioja, durante ocho años.

Director General de Carreteras y Transportes del Gobierno de La Rioja, en los años 1982 y 1983.

Director General de Obras Públicas desde el año 1987 a 1990 y de 1995 a 2008. A partir de julio de 2009, Director General de Carreteras y Transportes.

Ha gestionado en estos años los principales Proyectos de Infraestructuras de la Comunidad Autónoma de La Rioja relativos a Carreteras, Obras Hidráulicas y Transportes del Gobierno de la Rioja.

D. Luis Alberto Solís Villa

Funcionario de Carrera del Cuerpo de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, ha ocupado, entre otros, los siguientes destinos en la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento:

Jefe de la Sección de Planeamiento y Proyectos del Centro de



D. Máximo Cruz en los momentos previos a la imposición de la medalla.



D. Pablo Sáez, Prior Viejo de la Cofradía y Director Gerente de ACEX, fue el encargado de presentar y conducir el acto.



D. Álvaro Miranda, Vicepresidente Segundo del Gobierno de Navarra, agradeció el nombramiento en representación de todos los premiados.



D. Arturo Calvo Espiga en un momento de su intervención.

patrono de los cuerpos de obras públicas.

Santo Domingo es un santo eminentemente carretero. Recordemos que planifica el camino, diseña la variante del Camino de 46 km entre Nájera y Belorado, y los puentes sobre

el Ebro, el Najerilla y el Oja, además construye gestionando la obtención de los materiales necesarios (recordemos el corte de madera de encinas, que se recoge en el primer escudo de la ciudad, o el amansamiento de toros para conducir el carro don-



Los nueve ingenieros premiados posando con los representantes de la Cofradía y del Municipio.

de transportaban los materiales), y finalmente conserva el Camino, entre Logroño y Santo Domingo a petición del Rey Alfonso VI, y es un precursor de los ingenieros de seguridad vial, todas sus obras buscan la seguridad del peregrino: el cambio de trazado del camino, la construcción de los puentes para salvar el paso de los por aquel entonces caudalosos ríos, el toque del tambor con el que llamaba al amanecer y al atardecer a los peregrinos...

Esto ha llevado a la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) y la Aso-

ciación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX) a plantearse en este IX Centenario la iniciativa de acercar el mundo de la carretera a la figura de su santo patrono.

Este acto supone, además, una aproximación de los ingenieros de caminos que vieron y ven en Santo Domingo un precursor y un patrono, guía de su actividad, a la ciudad y la cofradía, que mantienen vivas las tradiciones centenarias de la figura del santo de la Calzada, del santo ingeniero y constructor del Camino. ■

La Cofradía de Santo Domingo de la Calzada

Dice la jota riojana:

*Una calzada y un puente,
Un templo y un hospital,
Éstas son las cuatro joyas
que dio el santo a su ciudad*

No tuvo su mejor día el jotero, se olvidó de la joya que mantiene vivo, no ya el recuerdo sino la labor del santo, novecientos años después de su muerte. Se olvidó de la quinta joya, la que da mayor brillo, la que engarza a las demás. Se olvidó de la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada, popularmente conocida como "La Cofradía del Santo".

Fundada en el año 1106, por Santo Domingo, con el objetivo de prestar atención a los peregrinos jacobeos, es la cofradía más antigua de nuestro país, que a día de hoy sigue cumpliendo sus objetivos asistenciales, ratificados en los nuevos estatutos de 1990: *"imitar las virtudes de su patrón y fundador, conservar y fomentar las tradiciones religiosas y populares de la ciudad del santo, y prestar un especial interés en la atención de los peregrinos jacobeos"*.

Si digna de mención es esta labor asistencial, aún merece, si cabe, mayor reconocimiento, engrandeciendo aún más a esta cofradía, su actividad en el mantenimiento de las tradiciones centenarias de la figura de su patrono y fundador, así como los de la ciudad que él fundase junto a las orillas del río Oja, a los pies de la Sierra de la Demanda. ■

Estudios y Apoyo Técnico de la Dirección General de Carreteras en Zaragoza.

Jefe Provincial de Carreteras de Ávila hasta mayo de 1984.

Transferido a la Junta de Castilla y León en el año 1984, pasó a ocuparse de la Sección de Proyectos y Obras, en el Servicio Territorial de Ávila. Posteriormente, ocupó el puesto de Jefe de Área de Carreteras de la Dirección General de Transportes y Carreteras de la Consejería de Fomento, desde julio 1992.

D. Álvaro Miranda Simavilla

Tras un breve paso por el sector privado, como Jefe de obra en empresas constructoras (Constructora Internacional y Ferroviaria), pasó a ocupar la Gerencia de la Mancomunidad de Aguas de Montejurra, con sede en Estella. Desde 1986 a 1996 fue Director Técnico de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Dentro ya del Gobierno de Navarra, en 1996 fue nombrado Director General de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, cargo que desempeñó hasta su nombramiento como Consejero de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones en febrero de 2004, consejería que dirigió hasta agosto de 2007, cuando fue nombrado Vicepresidente Segundo del Gobierno de Navarra y Consejero de Economía y Hacienda, responsabilidad que desempeña en la actualidad.

Miembro y Presidente de Comités Técnicos relacionados con el mundo del agua, en el ámbito nacional e internacional. Así, por ejemplo, de AEAS (Asociación española de abastecimiento de Aguas y Saneamientos), AENOR y EUREAU (Federación europea de asociaciones nacionales de proveedores de agua potable y servicios de aguas residuales).

Presidente del Consejo de Administración de "Ciudad del Transporte de Pamplona", AUDENASA, Nafinco, Agencia Navarra de la Innovación, TRACASA, Sociedad de Promoción de Inversiones de Navarra, también es miembro del Consejo de Administración de SODENA, Canal de Navarra, y Caja de Ahorros de Navarra. ■

Carreteras

Inauguraciones

N-232

El 23 de octubre de 2009, el Ministerio de Fomento ha puesto en servicio la variante de La Puebla de Alcolea de la N-232, que ha supuesto una inversión de más de 13,1 millones de euros. Al acto de apertura asistieron la Secretaria General de Infraestructuras del citado Ministerio, Dña. Inmaculada Rodríguez Piñero; el Subdelegado del Gobierno en Castellón, D. Antonio Lorenzo; y el Alcalde de Morella, D. Joaquim Puig.

Con esta variante, se suprime la circulación a través del sinuoso tramo que discurre a lo largo de esta pedanía del municipio de Morella. Además, se han reducido notablemente los tiempos de recorrido al pasar de los 7 km actuales a los, escasamente, 4,5 de la variante, y se ha mejorado la seguridad vial. Las obras han sido financiadas por la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre.

La N-232, de Santander a Vinaroz, constituye el itinerario viario que permite la conexión entre el norte de la Comunidad Valenciana, Aragón, País Vasco y Cantabria. En la zona limítrofe, entre las provincias de Castellón y Teruel, su trazado discurre por terrenos muy accidentados correspondientes a las comarcas de Els Ports y El Matarranya, presentando tanto tramos ya acondicionados como otros en obra o en proyecto.

La variante da continuidad al tramo que discurre entre Morella y el Puerto de Torremiró, ya acondicionado. Las obras han incluido la realización de las actuaciones necesarias para completar el tramo de acondicionamiento en la población de Morella, en el límite de las provincias de Castellón y Teruel.

La obra ejecutada consiste en un tramo de carretera convencional de 4400 m. Además, se ha ejecutado un enlace para dar acceso a Puebla de Alcolea, y el trazado del tronco incluye un carril adicional para vehículos lentos debido a la existencia de un tramo en rampa. De forma inversa, al final del tramo y en pendiente se ha dispuesto un lecho de frenado. Las estructuras que incluyen las obras son un falso túnel de 220 m, dos pasos inferiores y 13 obras de drenaje transversal.

GRUPO POSTIGO

El Grupo Postigo, la investigación española ha conseguido un importante avance con el desarrollo y comercialización de una nueva tecnología de bajo consumo, bautizada LPT (*Low Power Technology*), que, manteniendo las prestaciones, permite reducir a menos de 500 vatios el funcionamiento de cualquiera de los paneles de mensaje variable que, en carreteras y vías urbanas, brindan información en tiempo real a los conductores. La incorporación de esta relevante mejora no supone sobreprecio alguno para los paneles; al contrario, además de ahorrar en consumo de energía, permiten abaratar su instalación al precisar secciones bastante menores de cable y, por tanto, obras de acometida más sencillas.

Tras superar con éxito ensayos y pruebas, cerca de 60 de estos innovadores paneles han sido instalados recientemente en autopista, lo que representa un valioso paso adelante en la integración de la carretera en los criterios de ahorro energético y sostenibilidad. Baste considerar que si todos los paneles de mensaje variable existentes actualmente en España incorporasen esta tecnología de bajo consumo, a las ventajas ya citadas habría que añadir la de evitar que 10 000 t de CO₂ fueran emitidas a la atmósfera.

Los paneles LPT de mensaje variable son una aportación tecnológica I+D+i del Grupo Postigo a la seguridad vial, que está siendo estudiada con gran interés para su implantación también fuera de España.

PROJAR PRESENTA SU COMPROMISO EMPRESARIAL EN UN EVENTO CORPORATIVO INNOVADOR

La empresa presentó su balance anual y sus retos de futuro a clientes, empresarios, etc.

El 27 de octubre de 2009, **Projar** quiso compartir sus resultados y retos del futuro con todos sus clientes, amigos y representantes del mundo económico y social en un evento corporativo que organizó, en el restaurante Lay-down de Valencia, el pasado día 15 de octubre y que ha supuesto una prueba más del cambio cultural que está implantando Projar, reflejado en sus valores: escuchar, asesorar y solucionar.

Lucas González -director general de Projar- explicó a los asistentes al evento la situación de la compañía. Situó el entorno económico y de mercado en el que se encuentra Projar. Desgranó las principales cifras de la compañía: ventas por áreas de mercado, proveedores..., para concluir con una buena noticia, tal y como está la situación económica: Projar igualará cifras de ventas que el año pasado y mejorará las cifras de FCO (Flujo de Caja Operativo).

El director general de Projar explicó también los hitos en los que está inmersa la empresa en los dos últimos años: Plan Estratégico, cambio cultural, organización empresarial, misión, visión y el camino que lleve hacia el cambio generacional.

Asimismo, presentó los retos de futuro: Innovar en el campo de la cultura empresarial, implementar soluciones informáticas que permitan mejorar procesos o completar su proceso de internacionalización. En definitiva, orientar la compañía en busca de nuevas oportunidades para lograr nuevas soluciones.

Projar: una empresa que mira al futuro

Projar, que tiene su sede central en Valencia, cuenta con 70 em

pleados, dos fábricas (una en Almería y otra en Sri Lanka), cinco centros logísticos repartidos por el territorio nacional, cerca de 200 proveedores repartidos en todo el mundo y 6000 clientes. Sus cuatro principales mercados nacionales – la Comunidad de Madrid, Murcia, Almería y la Comunidad Valenciana- representan el 52% de su volumen total de ventas y, también están presentes en Cataluña, Málaga, con volúmenes importantes, así como en la mayoría del territorio nacional.

“Queremos levantarnos todos los días pensando cómo podemos ser mejores en nuestro sector para diferenciamos de nuestra competencia”, comentó Lucas González a los presentes, quien terminó su alocución lanzando un mensaje a todos: *“Lo más importante para nosotros es que contamos con pasión y con un personal comprometido para trabajar duro”.*

Shoe-off party: una manera diferente de transmitir valores

Con todo, lo realmente novedoso fue el modo en que Projar quiso presentar la empresa. En un momento de tiempos inciertos y aires de crisis e inseguridad, la compañía eligió el momento para ser más conscientes del terreno que pisamos. Recuperar la capacidad de empatizar, de considerar como nuestras las necesidades de los demás y acercarnos a ellos.

Por eso, quiso que sus clientes, empresarios, amigos, etc., tuviesen un espacio para conversar. Crear un ambiente distendido donde establecer relaciones más intensas. Liberarse por un momento de las tensiones y transmitirles los valores que representan a Projar: escuchar, asesorar y solucionar.



Energía Portátil Industrial y Sistemas de Tráfico

Crear nos ha hecho Crecer



Parece que fue ayer... pero en Cegasa ya llevamos más de 25 años dedicados a la señalización vial y el control de tráfico.

Afortunadamente, mantenemos clientes fieles desde el primer día. Clientes que han creído en nuestro trabajo tanto o más que nosotros mismos y que gracias a su

confianza nos hemos proyectado mucho más lejos de lo que en su día pudimos imaginar.

Las principales empresas privadas y administraciones públicas del país conocen perfectamente la calidad de los productos CEGASA.

A todos ellos, GRACIAS por creer en Cegasa.

Ingeniería Energética



Con el fin de proporcionar un mayor y mejor servicio hemos decidido seguir creciendo.

La nueva **DIVISIÓN** de Cegasa centra su actividad en **LA ENERGÍA PORTÁTIL INDUSTRIAL y LOS SISTEMAS DE TRÁFICO**, y nace con el objetivo dar respuesta a todas y cada una de las necesidades surgidas en nuestros clientes.

El factor humano que compone la división se encuentra distribuido en los departamentos de ingeniería, compras y comercial. Todos ellos suman sus esfuerzos para aportar **SOLUCIONES PERSONALIZADAS**, siempre enfocadas a la atención al cliente y optimizando al máximo los recursos destinados a cada proyecto.

Energías Renovables



Estas son nuestras dos grandes áreas de trabajo:

ENERGÍA PORTÁTIL INDUSTRIAL

- **Ingeniería Energética.** Soluciones a medida para aplicaciones en entornos aislados.
- **Energías Renovables.** Energía verde y respetuosa con el medio ambiente (solar, pila hidrógeno, pila metanol, sistemas híbridos).
- **Pilas Industriales.** Tecnología Air Alkaline, máxima energía en el menor espacio (Pilas señalización, parquímetros, etc...).
- **Baterías Secundarias.** Acumuladores recargables para aplicaciones de consumo cíclico y Stand-By (VRLA, GEL).

Pilas Industriales



SISTEMAS DE TRÁFICO

- **ITS.** Sistemas para el control de tráfico con aplicaciones adecuadas a cada cliente (Radares, aforadores, semáforos foto-rojo, etc...).
- **Sistemas de Protección Vial.** Máxima seguridad para cualquier usuario de la vía (Sistemas de protección para motoristas y distintos absorbentes de impactos).
- **Señalización Vial.** Los sistemas más punteros para la correcta señalización de cualquier trabajo en carretera (Remolques, balizamiento, luminarias, PMVs, etc...).
- **Servicio de Señalización Integral y Alquiler.** Señalización personalizada y profesional de obras (servicio integral, alquiler, mantenimiento de señalización).

Baterías Secundarias



ITS



Sist. Protección Vial



Señalización Vial



Servicio de Señalización Integral y Alquiler



CEGASA INTERNACIONAL
 Artapadura 11 · 01013 Vitoria-Gasteiz · España
 TELÉFONO DE ATENCIÓN AL CLIENTE 902 322 232
 info@grupocegas.com · pedidos@grupocegas.com
 www.cegas.com



Lo último de PROAS es el mejor invento después de la rueda.

Porque hemos creado el BETÚN mejorado con CAUCHO.

En PROAS llevamos más de 50 años liderando el desarrollo tecnológico y el servicio al cliente en el sector del Betún. Por eso, no es de extrañar que hayamos sido la primera compañía española capaz de fabricar el BETÚN mejorado con CAUCHO estable al almacenamiento y de hacer frente a cualquier demanda del mercado. Un Betún de la más alta calidad que supone un claro beneficio para la carretera, la naturaleza y para todos los que vivimos en ella.