



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



RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Nº 173
OCTUBRE - DICIEMBRE
2017

ISSN 1130-7102
Revista Trimestral

RUTAS TÉCNICA

Mejoras en el diseño de marcas viales
para aumentar la eficacia de los vehículos
automatizados

Valoración del patrimonio viario de la red
de carreteras del estado (1 de 2)

Estudio de conversión de la carretera
N-121-A, Pamplona-Behobia, en Vía 2+1.
Criterios de diseño

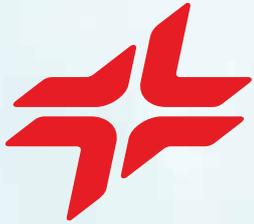
PIARC

Consejo PIARC Bonn

ATC

Legislación y normativa técnica de
carreteras libre y gratuita





CARRETERA A ESTRENAR CADA DÍA

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

Mantener las carreteras es fácil con los Asfaltos de Cepsa.

Más información en el **91 265 47 13** o en cepsa.com/asfaltos



CEPSA

Tu mundo, más eficiente.



5

Tribuna Abierta

- 3** En la contratación de servicios públicos la mejor oferta es la que mayor calidad ofrece, no la más barata

Pablo Sáez

Rutas Técnica

- 5** Mejoras en el diseño de marcas viales para aumentar la eficacia de los vehículos automatizados

Design improvements of road markings in order to enhance the effectiveness of automated vehicles

Alfredo García García, Francisco Javier Camacho-Torregrosa y Pedro Vinicio Padovani Baez

- 13** Valoración del patrimonio viario de la red de carreteras del estado (1 de 2)

Heritage value of roads of the state road network (1 of 2)

Pedro Galán Bueno, José Emilio Criado Morán y Álvaro Navareño Rojo

- 22** Estudio de conversión de la carretera N-121-A, Pamplona-Beobbia, en Vía 2+1. Criterios de diseño

N-121-A, Pamplona - Beobbia. Study conversion into a 2+1 road. Design criteria

Gabriel Morezuelas Igualador y Rafael Diez de Arizaleta Elduáien



40

Cultura y Carretera

- 40** Los itinerarios almadraberos

Aniceto Zaragoza Ramírez, Ana Zaragoza Ramírez y Vicente Zaragoza Casamayor



51

Actividades del Sector

- 49** TRAFIC 2017. XV Edición del Salón Internacional de la Movilidad Segura y Sostenible



53

PIARC

- 51** Consejo PIARC Bonn

ATC

- 53** Legislación y normativa técnica de carreteras libre y gratuita

- 55** La ATC entrega sus medallas de Socio de Mérito

- 57** VII Jornadas nacionales Seguridad vial

- 62** Curso Responsable de Seguridad de Túneles de Carretera

- 65** Próximas jornadas

- 73** Junta Directiva, Comités y Socios de la Asociación Técnica de Carreteras



57



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



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

DIALNET · ICYT ·
LATINDEX (Catálogo y Directorio)



Edita:

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

Comité Editorial:

Presidente:

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

Vicepresidente Ejecutivo:

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

Vocales:

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

Vocales-Representantes de los Comités Técnicos de la ATC:

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

Redacción:

Asociación Técnica de Carreteras

Diseño, Maquetación, Producción, Gestión Publicitaria y Distribución:

Ediciones Técnicas PAUTA
direccion@edicionespauta.com

Publicidad:

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

Arte Final e Impresión:

Gráficas ARIES

Fotografía de Pablo Sáez Villar

Depósito Legal: M-7028-1986 - ISSN: 1130-7102
Todos los derechos reservados.

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

Precio en España: 18 euros +IVA

© Asociación Técnica de Carreteras

REVISTA RUTAS

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

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

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



RUTAS
REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Nº 173 OCTUBRE - DICIEMBRE 2017



En la contratación de servicios públicos la mejor oferta es la que mayor calidad ofrece, no la más barata

La gestión pública no es una actividad sencilla, de eso no cabe la menor duda. Por ello tienen la asesoría, supervisión y hasta control de la intervención (para temas económicos) y de la asesoría jurídica (para temas de legislación), por lo que a los gestores les corresponde establecer los parámetros y líneas estratégicas que tengan cabida con la capacidad de inversión existente y se ajusten a la legalidad.

Algunos de estos asesores, de forma sistemática, inciden en que la mejor oferta para la administración es aquella que es la más barata. Y ello, cuando se trata de contratación de servicio público casi siempre es no sólo falso, sino que además, se demuestra como un error. Afirmación que también se puede extrapolar a la contratación de servicios en los que el valor intelectual de la oferta es significativo.

Los gestores públicos en la contratación de servicios, como en el resto de las contrataciones, deben optimizar los recursos económicos que todos los ciudadanos ponemos a su disposición a fin de obtener los mejores y más competitivos servicios públicos.

No se trata de una tarea fácil pero, en cualquier caso, les corresponde a ellos establecer los cauces que permitan elegir la oferta que mayor calidad del servicio ofrece a un coste razonable y nunca deben caer en el grave error de pensar que la mejor elección es la de la oferta económica más barata, porque a la larga puede ser la más cara para la sociedad.

Con el asesoramiento necesario, deben plantearse que los pliegos de contratación aseguren, en primer lugar y por encima de otros conceptos, la calidad del servicio que va



a recibir la sociedad, y naturalmente ello a un precio razonable y racional. Y para que el precio sea racional es condición necesaria que el mismo cubra los costes en los que la empresa que lo presta va a incurrir.

En esa búsqueda del “mejor”, no del menor, precio los gestores públicos deben favorecer la libre competencia, de los licitadores. Y deben los gestores públicos y sus servicios de intervención y asesoría jurídica establecer las normas que aseguren la inexistencia de elementos ajenos a esa libre competencia, así deberían establecer regulación para que aquellos licitadores que no cumplan con las prescripciones legales en derecho laboral, es decir que estén haciendo “dumping” ofertando por debajo del coste soportado, sean automática-

mente excluidos. Ello es a todas luces un principio de buen gobierno jurídico que en muchas ocasiones es olvidado por algunos de esos asesores.

Los gestores públicos y los servicios de intervención y asesoría jurídica que tienen como único objetivo la minimización del precio del servicio a contratar no sólo no consiguen un mejor servicio a la sociedad con la reducción inicial del coste sacrificando calidad en el servicio, sino que hacen un flaco favor a los ciudadanos.

La prestación del servicio de seguridad del aeropuerto del Prat, en Barcelona, fruto de la huelga encubierta, de celo, y finalmente oficial, que los trabajadores de la empresa adjudicataria de dicho servicio han realizado en este verano, época de mayor utilización de la infraestructura aeroportuaria, nos debería haber demostrado que la contratación de servicios basada en precio en lugar de en la calidad del servicio prestado al usuario, tiene unas conse-

cuencias nefastas tanto para los usuarios de la infraestructura, en consecuencia para la sociedad que debe recibir el servicio, como para la entidad contratante.

En esos días de interminables colas para pasar los controles del aeropuerto, se habló del derecho de los trabajadores a recibir un salario justo, de las peticiones de incremento salarial de los trabajadores (en el entorno del 30 al 35%), de la solicitud de refuerzo de la plantilla en las épocas de mayor demanda, de la utilización de los usuarios como arma de presión a la empresa, de los perjuicios que los usuarios han sufrido, de las esperas de más de tres y cuatro horas, de la pérdida de aviones, de la importancia de que el revuelo formado abriese los informativos de la televisiones y los boletines de noticias,... y también de que todo ello ha tenido su origen en la contratación del servicio atendiendo a la "mejor" (??) oferta del proceso de licitación.

Creo que estaremos de acuerdo en que si el proceso de licitación hubiese elegido la mejor oferta, posiblemente no se hubiese producido este enorme perjuicio en la calidad del servicio prestado.

Pero para ello, para elegir la mejor oferta (para quien contrata y para quien debe recibir el servicio), el órgano de contratación, a través del pliego de licitación, debe transmitir al licitador que lo que realmente se va a valorar en el proceso de licitación es el mantenimiento y la calidad del servicio prestado. Ello no será así si el pliego de licitación antepone y sobrevalora la oferta económica a la calidad de la prestación del servicio, cosa habitual en la gran mayoría de las administraciones, máxime en este momento en el que los recursos económicos son escasos y se pretende "hacer más por menos" a costa de minimizar el coste del

servicio, como erróneamente se ha vendido propugnando en estos últimos tiempos.

Minusvalorando la profesionalidad y la calidad del propio servicio que se contrata, estableciendo el precio como máximo exponente de valoración. ¡Error, grave error, que finalmente se acaba pagando!

Deberían aquellas administraciones que priorizan la contratación de servicios valorando más el precio ofertado que la calidad del servicio prestado aprender en lomo ajeno.

Cuando las administraciones contratan, deberían tener en cuenta lo que establece la directiva europea de contratación, es decir, deberían asegurar que la oferta adjudicataria cumple con las estipulaciones legales en derechos laborales, horarios, sueldos, complementos,... y cuando ello no fuese así deberían declararse estas ofertas como incursas en temeridad y no ser admitidas.

Esa es la línea adecuada para gestionar eficaz y eficientemente. Sin duda es más difícil elegir aquella oferta que mejor calidad ofrece al ciudadano y a la sociedad que aquella que es más barata.

Es difícil pensar que cuando una persona se enfrenta ante un problema serio, la elección de la mejor alternativa la realice exclusiva, o fundamentalmente, por la variable del precio. Ante un problema de salud valoramos más la calidad, profesionalidad y eficacia del centro médico que el precio que nos van a cobrar, y acudimos a la consulta del especialista y no vamos al médico más barato que podemos encontrar. Siempre aceptamos pagar un poco más si pensamos que vamos a obtener una ventaja en la calidad del producto o servicio que vamos a recibir. ❖



Mejoras en el diseño de marcas viales para aumentar la eficacia de los vehículos automatizados



Design improvements of road markings in order to enhance the effectiveness of automated vehicles

Francisco Javier Camacho-Torregrosa

Profesor Ayudante Doctor

Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras

Instituto del Transporte y Territorio

Universitat Politècnica de València

Alfredo García García

Catedrático de Ingeniería de Carreteras

Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras

Instituto del Transporte y Territorio

Universitat Politècnica de València

Pedro Vinicio Padovani Baez

Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras

Instituto del Transporte y Territorio

Universitat Politècnica de València

Resumen

La circulación de coches semiautónomos por las carreteras, basada principalmente en el guiado de las marcas viales mediante procesamiento digital de imágenes, requiere un estudio de las mismas para diagnosticar posibles problemas de control asociados a limitaciones de los diseños de marcas viales, pensados para la conducción humana. Para ello, se han realizado observaciones a lo largo de autovías y se concluye que la normativa vigente de marcas viales presenta limitaciones para facilitar la continuidad de funcionamiento de la conducción semiautónoma, al disponer huecos sin marca vial discontinua longitudinal en entradas y salidas, y en aumentos y pérdidas de un carril. Las propuestas que se incluyen suponen la eliminación de los huecos, siguiendo los patrones de señalización horizontal de muchos países, para favorecer la continuidad de guiado y se corresponden con medidas de bajo coste, que requieren la adaptación de la Instrucción de marcas viales.

Abstract

Driving semi-autonomous cars around the roads, mainly based on the guiding road markings by using digital image processing, requires a research to diagnose potential control problems associated with the limitations of road marking designs, intended for human driver.

Therefore, taking into account the remarks made along the highways we can conclude that the existing regulation related to road markings has constraints regarding the need to ensure the continuous functioning of semi-autonomous driving, as there are discontinuous longitudinal spaces without road markings at entrances and exits, and where adding or losing a lane.

The included proposals lead to the elimination of these gaps, following the horizontal signaling patterns from many countries, to promote the continuity of guidance, furthermore these are low cost measures which require an adapted regulation on road markings.

1. Introducción

Los últimos avances en automatización de los vehículos han llegado a un nivel de desarrollo que ha permitido pasar de los sistemas de seguridad activa a los sistemas semiautónomos y autónomos de conducción. En la red viaria se encuentran ya circulando vehículos automatizados (AV), tanto realizando pruebas de experimentación por parte de los fabricantes, como manejados por sus propios conductores. Si bien las pruebas se llevan a cabo en itinerarios o ámbitos autorizados, los coches automatizados vendidos pueden circular por toda la red. En la actualidad su número es reducido, pero previsiblemente su número aumentará en pocos años y la automatización será incorporada por todas las marcas y en todos los modelos.

A medida que se desarrollen estas tecnologías, la dependencia de estos vehículos respecto de la intervención humana será cada vez menor. Un vehículo totalmente autónomo deberá ser capaz de evolucionar por una carretera sin la presencia humana, detectando todo su entorno y adaptándose a él, aunque requiere un dominio operacional, es decir, un conjunto de condiciones que se deben dar para que sea de aplicación un determinado sistema automático en la conducción. Entre las condiciones, se incluyen determinadas características de la vía, del tráfico o ambientales; la localización del vehículo; el rango de velocidades; la posición y postura del conductor; etc.

Un sistema semiautónomo de conducción es capaz de tomar el control del vehículo, dentro de un dominio operacional dado, de forma continua y sostenida en el tiempo, pero necesita de la presencia activa de un conductor que supervise y colabore en la operación, tomando el mando del vehículo ante cualquier incidencia que él o el sistema consideren. Se corresponde con los niveles de automatización 2 y 3 del SAE J3016. La escala de niveles de automatización, que define SAE International y que está siendo adoptada por la mayoría de los países, comprende seis niveles, desde el nivel 0, correspondiente a la conducción exclusivamente manual, hasta el nivel 5, con una conducción totalmente automatizada. Los coches actualmente en el mercado alcanzan el nivel 2, e, incluso, el nivel 3 en ciertos dominios operacionales muy controlados, como autopistas con una buena geometría. Se trata, por tanto, de vehículos que facilitan la conducción semiautónoma.

La conducción semiautónoma requiere la presencia y la supervisión continua del conductor, para estar en condiciones de asumir el control de forma rápida. Para ello, se requiere una interface entre el sistema y el conductor (Human-Machine Interface, HMI) que advierta de forma eficaz al conductor cuando precisa su intervención. Ante la mínima confusión del sistema semiautónomo, se produce la cesión del control al conductor. Sin embargo, los sistemas semiautónomos actuales presentan un desarrollo muy temprano, derivando en cesiones frecuentes al conductor.

Por ello, y con el fin de no generar molestias, el HMI no incluye suficientes y eficaces avisos. Esto provoca el efecto contraproducente de que los tiempos de respuesta de los conductores aumenten y el riesgo sea mayor (Dogan et al., 2017; Shen y Neyens, 2017).

Las nuevas y cada vez mayores capacidades de los vehículos automatizados hay que confrontarlas con la capacidad técnica de la infraestructura actual de la carretera. Las carreteras presentan una geometría que condiciona la velocidad que se puede practicar y las visibilidades disponibles; así como de sistemas de señalización y balizamiento, de sistemas de contención y de pavimentos. Estos son los ámbitos principales que dan la capacidad técnica a la infraestructura viaria, pero fueron concebidos para la conducción humana, debiendo ahora adaptarse a esta nueva forma de conducción sin perder la compatibilidad con niveles inferiores de automatización.

Respecto a la señalización horizontal, la norma de aplicación en España ha sido la Instrucción 8.2-IC de 1987 (Ministerio de Fomento), siendo las marcas viales longitudinales las que facilitan la delimitación de los carriles de circulación. Para los vehículos automatizados, estas marcas viales longitudinales pasan a desempeñar una función primordial de guiado, mucho más trascendente que para la conducción humana. Los patrones de diseño de estas marcas viales establecidos en la norma estaban pensados para la conducción tradicional, por lo que podrían generar problemas localizados para los vehículos automatizados si su guiado no es suficiente.

Estas marcas viales permiten al sistema de conducción autónoma conocer el comportamiento de la carretera justo delante del vehículo, así como posicionar el vehículo sobre la misma. Para este último aspecto también se han investigado sistemas que combinan visión artificial con otros sistemas, como GPS, unidades inerciales (IMU) e incluso LiDAR, obteniendo buenos resultados. Sin embargo, el alto coste de estos sensores provoca que sean métodos hoy día inabordables para la disponibilidad general (Du y Tan, 2016a). Es por ello que la gran mayoría de esfuerzos tecnológicos están encaminados a la visión artificial.

Los sistemas de tratamiento de imagen deben procesar una inmensa cantidad de información por segundo, debiéndose hacer en tiempo real y sin posibilidad de error. A tal efecto, estos sistemas suelen comenzar recortando la información disponible y quedándose solo con un área de interés (Region of Interest, ROI), la cual es normalmente establecida en función de la velocidad instantánea del vehículo. A partir de esta imagen, diversos algoritmos descompondrán cada fotograma en matrices, siendo el sistema HSI el generalmente más empleado (Sun et al., 2006).

A partir de las anteriores matrices, se suelen aplicar algoritmos alternativos, pero con una función similar: distinguir dónde se encuentran los bordes de las diferentes texturas. Los algoritmos clásicos de detección de píxeles comparan

píxeles yuxtapuestos, mientras que algoritmos de tipo “ridge” son más avanzados y dan mejores resultados, al considerar más píxeles en la comparación (Du y Tan, 2016b).

Este proceso es crítico, pues las marcas viales pueden no estar bien conservadas, o haber borrones en la imagen o zonas de sombra. En estos casos, los algoritmos es posible que detecten bordes donde no los hay, y viceversa. Cáceres et al. (2017) propusieron una metodología para solventar este problema, basándose en un filtrado RGB y clusterizando según la intensidad, obteniendo unos buenos resultados en cuanto a que las marcas viales conseguían distinguirse de forma más continua.

A partir de la anterior información, otro algoritmo del sistema trazará una línea central por cada una de ellas. A tal efecto, a partir de la imagen visualizada, se suele emplear una restitución cónica inversa (Du y Tan, 2016a), que permite restituir en plano la imagen captada por la cámara. Sobre dicha imagen, diversos algoritmos trabajan para poder leer la información de los bordes del carril. Puesto que estos algoritmos en muchas ocasiones identifican otras marcas viales (pues suponen igualmente un borde), previamente se deben aplicar algoritmos de detección de determinados patrones, como pasos de cebra o marcas viales de orientación. Es de hecho esta parte quizá la más crítica del proceso frente a los marcados complejos.

Además de la correcta detección de las líneas para cada una de las imágenes, es imprescindible la denominada “integración temporal” de las mismas, es decir, la información entre fotogramas consecutivos debe ser consistente (Du y Tan, 2016a), siendo la mayoría de métodos de tipo estocástico.

Para facilitar la labor de los anteriores algoritmos, existen métodos como la comparación de las marcas viales de cada uno de los bordes del carril (que, en general, deben ser paralelas). Esta metodología resulta de ayuda en zonas confusas. Du y Tan (2016b) presentaron un algoritmo basado en esta metodología y basado en detección de bordes mediante filtrado “ridge”. Aplicaron, además, procesos previos de filtrado del ruido para mejorar la precisión del resultado. El sistema que obtuvieron dio buenos resultados, si bien con las limitaciones de que detectaba como marcas viales pasos de cebra y otra señalización horizontal (debido a que no dispusieron algoritmos como los anteriormente citados), y también el no funcionamiento del sistema en zonas de carriles no paralelos, como cuñas de transición. Obviamente, este sistema no es válido tampoco en zonas donde no está alguno de los bordes de carril pintado.

Como se ha indicado anteriormente, no solo es importante para el sistema conocer el comportamiento inmediato del carril, sino también la posición relativa del vehículo. Esta puede obtenerse directamente por la restitución inversa de la perspectiva cónica, si bien se están desarrollando algoritmos más avanzados basados en la visión estereoscópica y una cámara de apoyo (Du y Tan, 2016a). Estos autores desarrollaron en su investigación un método para

tratar adecuadamente la visión estereoscópica incluso en condiciones de baja luminosidad, pues la textura del pavimento generalmente solía suponer un problema para este tipo de sistemas.

Los casos más complejos de visión artificial suelen encontrarse cuando las marcas viales están ausentes de forma total o parcial. Wen y Jo (2016) desarrollaron un sistema para afrontar esta problemática. Clasificaron las marcas viales en tres tipos según su información al sistema de conducción autónoma: secciones con la totalidad de las marcas viales; secciones con parte de las marcas viales, y secciones sin marcas viales. La forma en la que los algoritmos de conducción autónoma procesan la información son completamente diferentes según el caso. Dichos investigadores, por ejemplo, propusieron un método basado en el análisis del gradiente de imagen para las zonas parcialmente con marca vial, y otro basado en detectar el ancho del carril que está sin marcar, en los casos con marca vial parcial o sin marcas viales. Es igualmente importante que el sistema pueda cambiar rápidamente de algoritmo según el caso.

1.1. Necesidad de la investigación

Ante la comparación de las capacidades técnicas de los vehículos semiautónomos y de la infraestructura de carreteras, la respuesta habitual está siendo que únicamente hace falta una señalización que esté en buen estado, mencionando especialmente que las marcas viales faciliten una buena visibilidad y contraste (Du y Tan, 2016a).

Teniendo en cuenta que ya se puede disponer de coches semiautónomos, surge la oportunidad de investigar de forma experimental cómo es esa interacción con las marcas viales. Se plantea la siguiente pregunta de investigación: los vehículos automatizados actuales y a corto plazo (niveles de automatización 2 y 3), ¿serán capaces de mantener el control de la conducción automatizada, basada principalmente en las marcas viales de borde del carril, ante las diversas configuraciones de las marcas viales actuales dispuestas de acuerdo a la normativa de aplicación?

1.2. Objetivos de la investigación

El objetivo de la investigación es desarrollar una aproximación experimental a la capacidad de la infraestructura viaria para acoger los sistemas semiautónomos de conducción; en particular, llevar a cabo observaciones del funcionamiento de los vehículos semiautónomos sin la intervención del conductor a lo largo de autovías con distintas configuraciones de marcas viales.

Para ello, se ha definido como hipótesis de partida que existe una correlación entre la continuidad de las marcas viales de guiado y la disminución de las cesiones de control al conductor por parte de un sistema semiautónomo de conducción.

2. Metodología

La metodología desarrollada para esta investigación ha consistido en la conducción de un coche semiautónomo con nivel de automatización entre el 2 y el 3, manejado por un único conductor, a lo largo de autovías, con el objetivo de registrar en diversas configuraciones de marcas viales de borde de carril si el sistema mantiene el control o cede el mismo al conductor.

El coche semiautónomo empleado es un BMW 520d de 2017, equipado con el paquete "Driving Assistant Plus", que le confiere un nivel de automatización 2 a través del control de crucero activo (ACC) y el asistente activo para el mantenimiento del carril (LKA). Una vez activados ambos sistemas, habiendo seleccionado previamente la velocidad de crucero, el coche toma el control del acelerador, frenos y dirección, siendo capaz de circular solo en un mismo carril gracias a la detección de las marcas viales de borde mediante dos cámaras de video situadas detrás del espejo retrovisor interior. Desde la percepción del conductor, se podría corresponder con un nivel 3 de automatización dentro del dominio operacional de un mismo carril.

El conductor tiene que estar supervisando al sistema semiautónomo de conducción de forma continua y para ello se le requiere que esté en contacto con el volante, sin necesidad de apretarlo. Durante unos segundos puede soltar las manos, siendo avisado si transcurre cierto tiempo. Si el sistema de conducción automatizada es capaz de percibir el carril por el que circula y los vehículos u objetos situados delante en el mismo, a través de los sensores, de procesar toda la información y actuar sobre los mandos del vehículo, el sistema seguirá manteniendo el control. Si en alguna de las etapas se produce un fallo, inconsistencia o confusión, el sistema cede el control inmediatamente al conductor, sin ningún aviso acústico, pero dejando de accionar el volante.

Para el registro de todas las variables, se equipó el coche con una cámara de video Garmin Virb Elite, que graba en HD y dispone de GPS. La cámara se dispuso en un soporte junto a la cabeza del conductor para grabar simultáneamente la carretera, el mapa y la posición en la pantalla del navegador, el cuadro de instrumentos, la posición de las manos en el volante y la voz del propio conductor (Figura 1).

Se han recorrido más de 2,000 km de diversas autovías y se han realizado observaciones de localizaciones donde el sistema de conducción automatizada cedía el control al conductor debido a una pérdida de guiado por falta de continuidad de la marca vial de borde del carril. La geometría de las marcas viales correspondientes se ha obtenido mediante mediciones sobre imágenes de Google Earth.

Las variables, para cada salida y entrada limitativa para la conducción semiautónoma, han sido:



Figura 1. Grabación de recorridos con cámara de video HD

- Carretera.
- P.K.
- Conexión: entrada, salida.
- Longitud sin marca vial junto al inicio/final del carril de salida/entrada.
- Ancho del carril en el inicio de la marca vial discontinua de carril de cambio de velocidad.
- Cotangente de la cuña.
- Elemento geométrico en planta: curva a izquierda, curva a derecha, recta.
- Perfil longitudinal: rasante, acuerdo convexo, acuerdo cóncavo.
- Cesión del control al conductor (S/N).

Además, se ha realizado una observación completa de un tramo de autovía, empleando la metodología descrita. La autovía es la CV-35, situada en la provincia de Valencia. El tramo es el inicial, desde la ciudad de Valencia hasta el PK 25; luego tiene una longitud de 25 km y presenta distinto número de carriles según secciones de la misma. Los radios de las curvas abarcan un rango entre 477 y 3,858 m, siendo el perfil longitudinal llano. El límite de velocidad es de 120 km/h, salvo en la parte inicial que es de 80 km/h y en una curva situada en el PK 9+030 que es de 100 km/h. El tramo presenta 25 salidas y 27 entradas, entre ambos sentidos. Además, en el PK 19+900 hay una reducción de 1 carril en el sentido creciente y un aumento de un carril en el sentido decreciente.

3. Resultados

En los carriles de deceleración y aceleración, la Instrucción 8.2-IC (Ministerio de Fomento, 1987) establece que la marca vial longitudinal discontinua para separación de carriles de entrada y salida se concluya o inicie donde la anchura del carril adicional sea de 1.5 m (Figura 2). Esto provoca que, en una cierta longitud, exista un vano o discontinuidad en la marca vial de borde de la calzada principal, cuya magnitud dependerá de la cotangente de la cuña correspondiente, hasta alcanzar la anchura de 1.5 m de carril adicional. Todo ello suponiendo que la ejecución de la marca vial se ajuste a lo prescrito.

A partir de las observaciones realizadas, ha resultado que un cierto número de salidas y entradas con carril de cambio de velocidad producen que el sistema de conducción automatizada ceda el control al conductor. Así, se logró una muestra de 26 salidas y 17 entradas con carriles de cambio de velocidad que provocaron la cesión del control al conductor.

Para el tramo completo observado de la CV-35, con 25 salidas y 27 entradas, entre ambos sentidos, se cede el control al conductor en un 32% y 19%, respectivamente (Figura 3). Luego para el sistema de conducción automatizada son más limitativas en su funcionamiento las discontinuidades de marcas viales correspondientes a salidas.



Figura 2. Carriles de cambio de velocidad en la CV-35 (Pobla de Vallbona, Valencia)

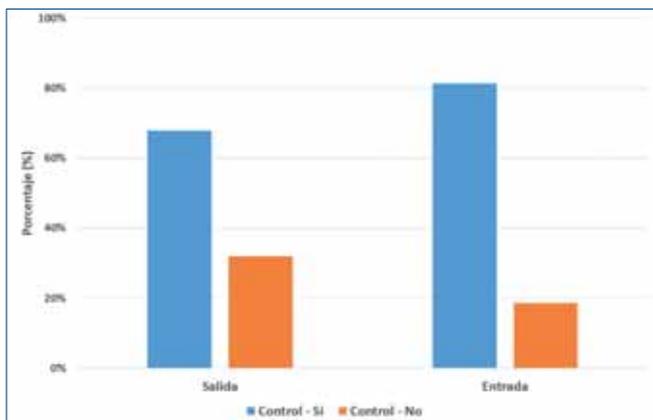


Figura 3. Distribución del control de la conducción semiautónoma en entradas y salidas de la CV-35

Adicionalmente, la mayoría de las pérdidas y aumentos de carriles producían la cesión del control, así como en convergencias y divergencias. Esto tiene su explicación en la disposición de las marcas viales longitudinales correspondientes a estas localizaciones, siguiendo la norma.

Para el inicio y final de un carril adicional, se produce una discontinuidad más larga que las anteriores porque el criterio es el mismo (anchura del carril adicional de 1.5 m), pero la transición de anchura de la calzada se hace en una

mayor longitud que las cuñas anteriores, sobre todo si la configuración es para un carril adicional de circulación rápida.

En bifurcaciones y confluencias de calzadas, si la suma de los carriles de ambas calzadas separadas es distinta al número de carriles de la calzada común, se produce una amplia zona intermedia sin marca vial de guiado para el vehículo automatizado.

Las causas de estas anomalías pueden ser diversas, algunas conocidas pero otras desconocidas según los resultados de esta investigación. Dentro de las causas que se han observado, hay que resaltar limitaciones al funcionamiento del sistema relativas a: excesiva longitud sin una de las marcas viales de referencia para el guiado automático; coincidencia, además, con localización en curva o con acuerdo vertical convexo; y discontinuidades puntuales de la curvatura de una o ambas marcas viales de borde de carril. Las causas ocultas se pueden deber a una posible limitación tecnológica como, por ejemplo, una selección inadecuada de la región de interés y el procesamiento digital de las imágenes.

4. Análisis

Para las salidas y entradas que han producido una cesión de control al conductor, se ha realizado un análisis de las longitudes del hueco sin marca vial y de su coincidencia con localizaciones en recta, curva a derecha y curva a izquierda. La muestra se corresponde con 26 salidas y 17 entradas con carriles de cambio de velocidad que provocaron la cesión del control al conductor.

En la Figura 4, se ha representado el valor medio y la desviación estándar de la longitud del hueco sin marca vial con cesión de control en salidas y entradas. Se confirma que el hueco sin marca vial en salidas presenta más probabilidad de provocar la cesión de control al conductor. La longitud media del hueco ha sido 38.8 m en salidas y 43.6 m en entradas. Los valores mínimos de la longitud del hueco han sido 15.0 m en salidas y 19.5 m en entradas. Luego,

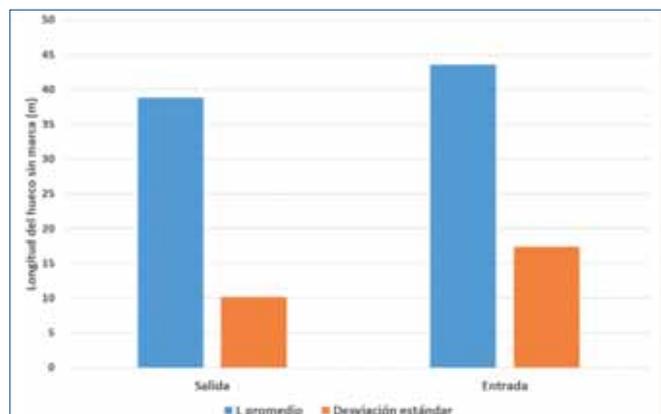


Figura 4. Promedio y desviación de la longitud del hueco sin marca vial con cesión de control en salidas y entradas

Rutas Técnica

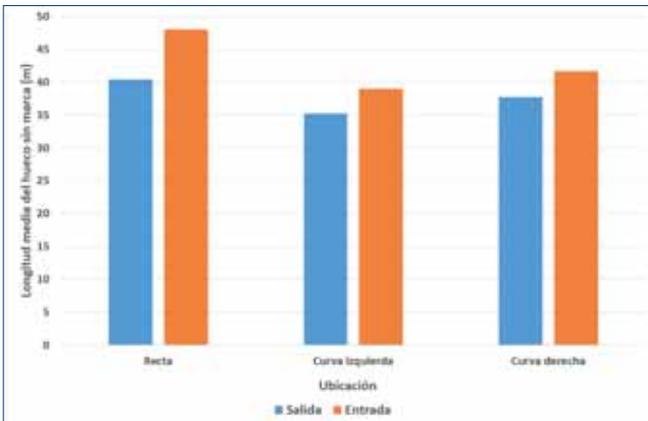


Figura 5. Longitud media del hueco sin marca vial con cesión de control en salidas y entradas en función del elemento geométrico en planta

incluso con huecos cortos se puede producir una cesión del control del vehículo automatizado.

En la Figura 5, se ha representado la longitud media del hueco sin marca vial con cesión de control, en salidas y entradas, en función del elemento geométrico en el que se localiza la conexión, es decir, si se trata de una recta, una curva a izquierda o una curva a derecha. Se puede observar, como antes, que las salidas son más limitativas, y las curvas también, especialmente las curvas a izquierda.

5. Discusión

Tal como se deduce de los anteriores análisis, existe una clara correlación entre la pérdida de continuidad de las marcas viales de guiado y los aumentos de las cesiones de control al conductor por parte de un sistema semiautónomo de conducción.

En las localizaciones con carriles de cambio de velocidad, una mayor longitud del hueco sin marca vial de separación del carril adicional provoca una mayor probabilidad de cesión del control al conductor, habiéndose observado este fenómeno incluso con longitudes cortas.

Teniendo en cuenta que muchos países (Francia, Alemania, Italia, Suecia, China, etc.) no dejan esos huecos en dicha marca vial (Figuras 6 y 7), sería preferible eliminar totalmente el hueco en lugar de pretender buscar un mínimo absoluto de su longitud que mantuviera el control



Figura 6. Marca vial de separación de carril de deceleración sin discontinuidad (Marne-la-Vallée, Francia)



Figura 7. Marca vial de separación de carril de deceleración sin discontinuidad (Shanghái, China)



Figura 8. Marca vial de separación de carril de deceleración con discontinuidad en I-65 (Fair Oaks, Indiana, EE. UU.)



Figura 9. Marca vial de separación de carril de aceleración con discontinuidad en I-65 (Lafayette, Indiana, EE. UU.)

en todas las localizaciones. Además, hay países que presentan el mismo problema, como EE.UU. (Figuras 8 y 9) y Canadá. En ellos, es opcional la prolongación de la marca vial de separación del carril de deceleración y de aceleración, siendo el hueco mayor que en España porque el MUTCD establece que la sección de inicio obligatorio de la marca vial se corresponde con la anchura completa del carril adicional (Figura 10) (Federal Highway Administration, 2012).

Otro problema detectado en la mayoría de las localizaciones se corresponde con la pérdida o ganancia de un carril que produce una larga discontinuidad de marca vial de separación de carriles (Figura 11). Esto no ocurre en todos los países (Figura 12), aunque es relativamente frecuente.

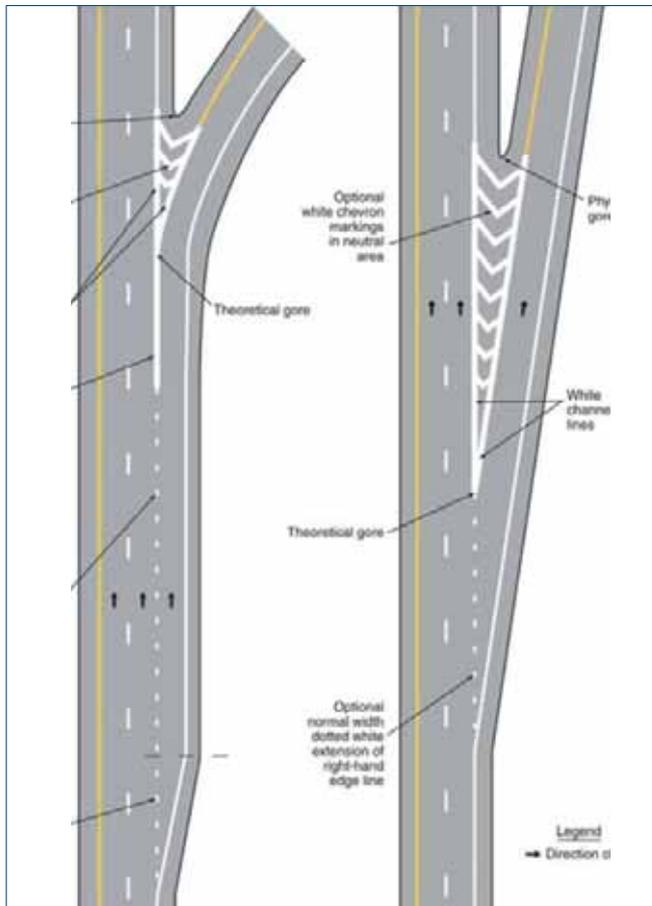


Figura 10. Prolongación opcional de la marca vial de separación del carril de deceleración en EE.UU, según el MUTCD de 2009, revisado en 2012 (Federal Highway Administration, 2012).



Figura 11. Pérdida y ganancia de carril en la CV-35 con discontinuidad de marca vial (Puebla de Vallbona, Valencia)

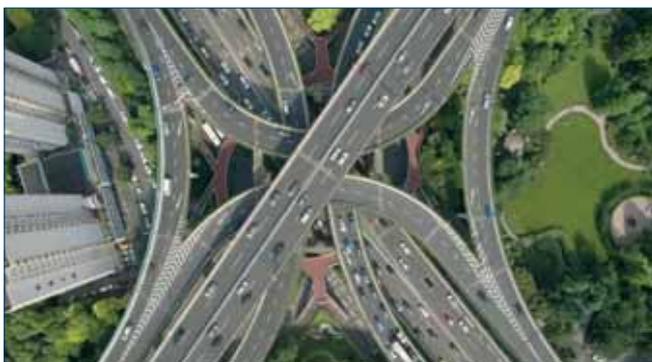


Figura 12. Pérdida y ganancia de carriles con continuidad de marca vial (Shanghái, China)

6. Propuesta de mejoras en marcas viales longitudinales

Teniendo en cuenta los resultados de las observaciones efectuadas y la comparativa con las disposiciones de las marcas viales en otros países, se hace necesario a corto plazo implementar ciertas mejoras del diseño de algunas de las marcas viales contempladas en la Instrucción 8.2-IC, para potenciar la continuidad del funcionamiento automatizado de los vehículos con conducción semiautónoma que ya están circulando por las carreteras y que se van a convertir progresivamente en habituales.

Favoreciendo que los vehículos automatizados mantengan el control a lo largo de las carreteras, especialmente autopistas y autovías, se logrará una mayor seguridad del conjunto de la circulación mixta, ya que habrá menos salidas de carril o calzada al no ser capaces los conductores de reaccionar a tiempo, como han demostrado algunas investigaciones.

En cualquier caso, las propuestas suponen medidas de bajo coste, pero se hace necesario una actualización rápida de la Instrucción 8.2-IC, pendiente desde hace bastantes años. Ahora, para poder aprovechar el potencial de mejora de la seguridad vial que presentan los vehículos automatizados, no se deberían demorar las actuaciones correspondientes en un marco estandarizado.

Las propuestas de mejora, básicamente, se corresponden con aumentar la longitud de algunas marcas viales discontinuas existentes para potenciar el guiado de los vehículos automatizados. En el caso de carriles de cambio de velocidad paralelos (Figura 13) y directos (Figura 14) la propuesta supone eliminar el hueco que se venía estableciendo.

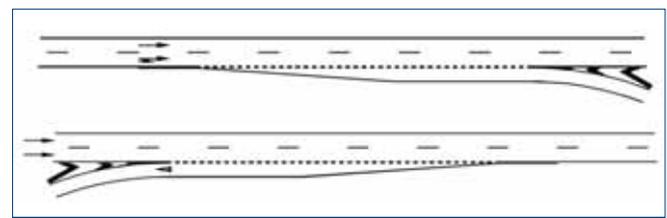


Figura 13. Propuesta de prolongación de la marca vial de separación de carril de cambio de velocidad paralelo

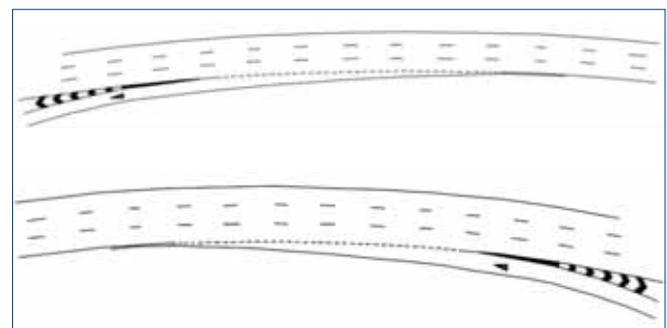


Figura 14. Propuesta de prolongación de la marca vial de separación de carril de cambio de velocidad directo

En las conexiones sin carriles de cambio de velocidad, se hace necesario establecer una marca vial discontinua

Rutas Técnica

en todas las localizaciones, a semejanza de como se hace siempre en las entradas a glorietas (Figura 15).

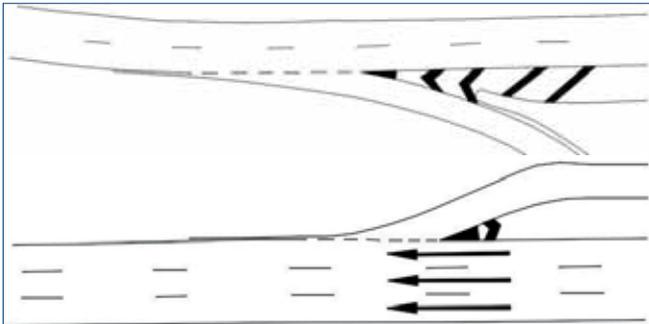


Figura 15. Propuesta de marca vial discontinua de prolongación del borde calzada en salidas y entradas sin carril de cambio de velocidad

En las secciones donde se produce el aumento o la pérdida de un carril, se propone la prolongación de la marca vial discontinua de separación de carriles de forma paralela (Figura 16), aunque también podría ser con disposición en cuña si se quisiera favorecer la continuidad de los vehículos pesados.

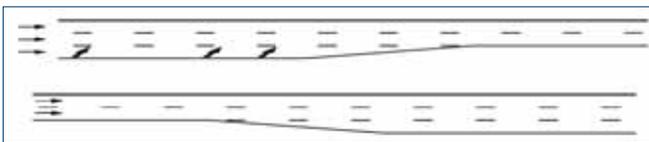


Figura 16. Propuesta de prolongación de la marca vial discontinua de separación de carriles en reducciones y aumentos de carriles

Para el tramo observado de la autovía CV-35, se han analizado las mejoras necesarias, aplicando las propuestas anteriores, y se ha obtenido una estimación del coste unitario de la ejecución de las mismas, suponiendo unos 140 €/km de ejecución material. En otros tramos de autopistas y autovías, con menos densidad de conexiones, el coste será aún menor.

7. Conclusiones

En base a las conclusiones de la investigación, se puede afirmar que la normativa vigente de marcas viales presenta claros problemas para facilitar la continuidad de funcionamiento de la conducción semiautónoma, según su alcance tecnológico actual. Como se ha podido observar en una amplia muestra de entradas y salidas de vías, los huecos sin marca vial, que actualmente se deben disponer, suponen, en un porcentaje muy elevado de casos, la pérdida de orientación del sistema semiautónomo y, por tanto, la cesión de control al conductor, pudiendo ocasionar un accidente si la percepción y respuesta del conductor se demora, como se ha demostrado que ocurre. Esta casuística se ha observado con mayor frecuencia en carriles de deceleración de salidas y en tramos curvos.

A tenor de la problemática observada, y tras observar también el marcado vial de otros países, se han realizado unas propuestas de mejora de la actual Instrucción de señalización horizontal, para su incorporación en la próxima edición, la cual se sugiere se haga con urgencia. A tal efecto, las propuestas

realizadas se centran fundamentalmente en eliminar los huecos de marcado en las salidas e incorporaciones a carreteras. Estos cambios no supondrán, asimismo, cambios de ningún tipo a los vehículos que no dispongan de sistema semiautónomo de conducción. Asimismo, se trata de medidas de bajo coste, estimándose en unos 140 €/km a lo sumo.

Adicionalmente, se proponen mejoras donde se produce el aumento o la pérdida de un carril, con la prolongación de la marca vial discontinua de separación de carriles de forma paralela o en cuña, si se quisiera favorecer la continuidad de los vehículos ligeros o pesados, respectivamente.

Como futura investigación, se plantea abordar otros aspectos relacionados con el procesamiento digital de imágenes que realizan los sistemas de conducción semiautónoma y que han sido introducidos en el estado del arte. Entre ellos destaca la profundización en el análisis de la geometría real de las marcas viales que supone una variación de la curvatura tridimensional, con posibles cambios bruscos localizados por errores en la ejecución; las observaciones de otros patrones de señalización horizontal; las observaciones sistemáticas del estado de conservación de las marcas viales, centrándose en el rastreo de patrones de detección de bordes; así como en otros problemas relacionados con el pavimento y que pueden dar lugar a una detección errónea del marcado vial.

Referencias

- Cácare Hernández, D., Filonenko, A., Shabhaz, A., y Jo, K.-H. (2017). Lane Marking Detection Using Image Features and Line Fitting Model. HSI.
- Dogan, E., Rahal, M., Deborne, R., Delhomme, P., Kemeny, A., y Perrin, J. (2017). Transition of Control in a Partially Automated Vehicle: Effects of Anticipation and Non-Driving-Related Task Involvement. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology Behavior*, vol. 46, 205-215.
- Du, X., y Tan, K. (2016). Comprehensive and Practical Vision System for Self-Driving Vehicle Lane-Level Localization. *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 25(5), 2075-2088.
- Du, X., y Tan, K. (2016). Vision-based approach towards lane line detection and vehicle localization. *Machine Vision and Applications*, vol. 27, 175-191.
- Federal Highway Administration. (2012). *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*.
- Ministerio de Fomento. (1987). *Instrucción 8.2.I.C.: Marcas viales*.
- Shen, S., y Neyens, D. (2017). Assessing Drivers' Response during Automated Driver Support Systems Failures with Non-Driving Tasks. *Journal of Safety Research*, vol. 61, 149-155.
- Sun, T., Tsai, S., y Chan, V. (2006). HSI color model based lane-marking detection. *Proceedings IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)*, (págs. 1168-1172).
- Wen, L.-h., y Jo, K.-H. (2016). Vehicle Localization and Navigation on Region with Disappeared Lane Line Marking. *IEEE/SICE International Symposium on System Integration*. Sapporo, Japan. ❖

Valoración del patrimonio viario de la red de carreteras del estado (1 de 2)



Heritage value of roads of the state road network (1 of 2)

Álvaro Navareño Rojo

*Subdirección General de Conservación
Ministerio de Fomento*

José Emilio Criado Morán

*Subdirección General de Conservación
Ministerio de Fomento*

Pedro Galán Bueno

*Ingeniero de Caminos
Canales y Puertos*

Resumen

Existe abundante literatura sobre el papel de las infraestructuras como factor clave en la economía de un país, así como diversas metodologías para la estimación del valor patrimonial de las carreteras. Una de las más conocidas es la desarrollada por Jose Manuel Vasallo, metodología de estimación directa, en la que se plantea el cálculo del valor de reposición de la red o coste de reemplazamiento. Otras metodologías internacionales (OCDE, fundación BBVA-IVIE) abordan el cálculo de las dotaciones de capital neto mediante el método del inventario permanente, estimación que, pese a su nombre, no se basa en la evaluación directa del patrimonio a partir de los datos disponibles en inventarios y catálogos de características físicas de la red, sino a través de la actualización del valor de construcción.

El artículo se divide en dos partes debido a su extensión.

En esta primera parte, se hace un repaso a los distintos inventarios de carreteras habidos hasta la fecha y posteriormente se exponen las diversas estimaciones realiza-

das del valor patrimonial de las carreteras de la red del estado (RCE), fundamentalmente de los últimos 60 años, así como de las metodologías empleadas, para acabar presentando una valoración pormenorizada actualizada de las carreteras españolas, sin incluir el viario urbano, del que sí se presenta, sin embargo, una mera aproximación.

En la segunda parte, se presentará también una aproximación al valor patrimonial de las mismas a partir de algunos de los inventarios actuales de elementos de la carretera, como son los firmes o las estructuras, como ejemplo del actual desarrollo e implementación de sistemas de gestión de infraestructuras que permiten un conocimiento exhaustivo de la vía y constituyen herramientas eficaces para la conservación y planificación óptima de las actuaciones. Finalmente, se abordará también el concepto de valor patrimonial teniendo en cuenta su trascendencia histórica y cultural; aspectos sumamente importantes desde el punto de vista de la carretera debido a la creciente sensibilización en Europa y en muchos sectores de la sociedad que debe hacernos reflexionar sobre la necesidad de una correcta identificación del mismo y de su adecuada protección.

Abstract

There is abundant literature on the role of infrastructure as a key factor in the economy of a country, as well as various methodologies to estimate the heritage value of roads. One of the best known is the one developed by Jose Manuel Vasallo, a direct estimation methodology, which proposes the calculation of the replacement value of the network or replacement cost. Other international methodologies (OECD, BBVA-IVIE Foundation) address the calculation of net capital endowments using the permanent inventory method, an estimate that, despite its name, is not based on direct evaluation of heritage from available data in inventories and catalogs of physical characteristics of the network, but through the updating of construction value.

The article is divided into two parts due to its extension.

In this first part, a review of the different inventories of roads to date is made. Subsequently, the various estimates

of the heritage value of the State Road Network, mainly of the last 60 years, as well as the methodologies used, are exposed, to end up presenting an updated detailed assessment of Spanish roads, without including the urban ones, of which, however, a mere approximation is presented.

In the second part, an approximation to the heritage value of roads from some of the current inventories of road elements, such as pavements or structures, will be presented, as an example of the current development and implementation of infrastructure management systems that allow a thorough knowledge of roads and are effective tools for optimal conservation and action planning. Finally, the concept of heritage value will also be addressed, taking into account its historical and cultural significance; very important aspects from the point of view of roads due to the growing awareness in Europe and in many sectors of society, that should make us reflect on the need for its correct identification and adequate protection.

1. Introducción

La red de carreteras y puentes de un país constituye un enorme activo nacional. En España la carretera ha jugado un papel importante en la modernización, con una amplia incidencia económica, de articulación territorial y social así como generadora del sistema patrimonial.

El importante patrimonio constituido por la Red de Carreteras del Estado (RCE) unido a su diversidad, supone que su gestión sea una tarea compleja porque es necesaria una mayor optimización en términos de costes, al mismo tiempo que se deben satisfacer las necesidades de los usuarios que reclaman paulatinamente mayores condiciones de comodidad y seguridad.

La toma de decisiones exige el manejo de gran número de datos de origen diverso, por lo que es necesario disponer de un inventario y realizar el seguimiento de su estado a lo largo del tiempo. A partir de estas premisas, aparecen las herramientas llamadas sistemas de gestión, que nos permiten recopilar la información, procesarla, analizarla y explotarla con distintos niveles de decisión, tal y como se describirá a lo largo de estos dos artículos.

2. Tendencias en la valoración del patrimonio viario

Las Administraciones Públicas, cuentan con una serie de bienes y derechos que conforman su patrimonio. Sin

embargo, éste tiene algunas peculiaridades que se reflejan, sobre todo, en la existencia de los bienes demaniales, en general aquellos de titularidad pública, afectados al uso general o al servicio público.

El Valor Patrimonial de la Red de Carreteras del Estado, como otro activo cualquiera, se puede definir según criterios muy distintos. En el caso de un bien susceptible de compra o venta, se podría considerar su valor patrimonial, como aproximación, el precio de mercado de ese bien. Sin embargo, una carretera de titularidad pública por su carácter inalienable, no puede comprarse o venderse, por lo que no es posible determinar de manera directa su valor mediante un posible precio de mercado al no existir éste.

Como bienes inmuebles se podría considerar el valor catastral, pero según el artículo 61 del Texto Refundido de la Ley Reguladora de Haciendas Locales 2/2004 de 5 marzo, las carreteras, los caminos, las demás vías terrestres y los bienes del dominio público marítimo terrestre e hidráulico, siempre que sean de aprovechamiento público y gratuito para los usuarios no están sujetas al pago de IBI. Por lo tanto, solamente para aquellas autopistas, carreteras y túneles con establecimiento de peaje, en general, se determinaría su valor catastral.

En la determinación del verdadero valor de una carretera habría que tener en cuenta, lógicamente, los beneficios que ésta genera sobre los ciudadanos, que de una manera directa o indirecta se benefician de ella. En especial la red capilar, constituida por carreteras convencionales, que posibilitan la vertebración social del territorio y el acceso

de los ciudadanos a los servicios básicos. Pero esta tarea, como puede entenderse, es de difícil cuantificación por la multitud de variables que intervienen y el carácter subjetivo de muchas de ellas.

Ante la escasez de criterios claros existentes en esta materia, debe considerarse la **Orden ECO/805/2003, de 27 de marzo, sobre normas de valoración de bienes inmuebles y de determinados derechos para ciertas finalidades financieras (BOE de 9 de abril, Corrección de errores, BOE de 20 de mayo)**. Entre otros objetivos, trata de determinar la valoración objetiva de los inmuebles Bienes de Interés Cultural (BIC) que tienen limitaciones rigurosas para ser destinados a un uso lucrativo, por lo que, en una gran parte de casos, es inviable cualquier iniciativa de transformación. Por otro lado, el régimen de catalogación o protección supone la obligatoria permanencia del inmueble, requiriendo a la propiedad el adecuado mantenimiento del mismo. Ante esta situación, los propietarios de un bien de estas características se encuentran con un inmueble, con un valor indiscutible, pero con una gran limitación para hacer efectivo ese valor o rentabilizar su inversión. Si bien el problema de los bienes demaniales es ciertamente distinto, muchos de los términos y criterios que se detallan en dicha orden pueden servirnos de ayuda.

Puede afirmarse, que tradicionalmente las administraciones encargadas de la gestión de las carreteras emplean el cálculo del **Valor de Reposición/Reconstrucción Bruto (VRB) de la Red**, que equivale al importe de la inversión realizada como suma del valor del suelo, coste de construcción y gastos necesarios; es decir, la inversión que habría que realizar en el momento en que se calcula dicho valor, para reconstruir toda la red de carreteras.

Este sería un valor teórico, ya que no considera el estado de deterioro en el que se encuentra la infraestructura, lo que supone una depreciación respecto de su valor inicial en el momento de su construcción. Por tanto al Valor de Reposición/Reconstrucción Bruto habría que descontarle el valor de la **depreciación física y funcional** para un momento determinado. A tenor de lo descrito anteriormente el cálculo del Valor de Reposición Neto es una tarea compleja.

La primera tarea para la valoración del patrimonio será por tanto conocer lo que se tiene. Disponer de inventarios precisos del conjunto de la red. En esta ardua tarea se ha avanzado enormemente en los últimos años. La Dirección General de Carreteras, cuenta con varios inventarios que describen las características del conjunto de la red. No obstante, en algunos casos es difícil conocer determinados datos sobre la construcción de las vías y obras de paso más antiguas. Por otro lado los costes de construcción según el tipo de vía varían considerablemente en función de parámetros como el entorno (urbano, suburbano, rústico), la orografía del terreno, las técnicas y materiales empleados, etc.

En cuanto a la depreciación física y funcional, el artículo 19 de la Orden ECO/805/2003 puede aportar ideas para su

estimación, aunque es de difícil aplicación en el ámbito de la carretera.

La depreciación física "es la pérdida que experimenta el valor de reposición bruto de un bien en función de su antigüedad, estado de conservación y duración de sus componentes"; consecuencia del uso y envejecimiento de la infraestructura.

La depreciación funcional, más compleja en su estimación, aunque no menos importante, es la pérdida que experimenta el valor de reposición bruto de un bien atendiendo a su defectuosa adaptación a la función a que se destina. Comprende las pérdidas producidas en el inmueble por obsolescencia, diseño, falta de adaptación a su uso, etc. Contemplaría el cambio en las condiciones técnicas exigida por la nueva legislación, así como nuevas exigencias en cumplimiento de materia medioambiental y seguridad vial, o incluso capacidad de la propia infraestructura.

3. Inventarios de características geométricas de carreteras

Desde mediados del siglo XX, los inventarios de características geométricas se han venido realizando al tiempo que los grandes planes de carreteras. En este periodo se enmarca el inventario de la Red de Carreteras del Estado de la década de los años 60, en el ámbito del Plan General de Obras Públicas de 1960 donde la red inventariada alcanzaba los 80.000 km.

Tras este inventario, habrá que esperar hasta 1985 y en el contexto del Plan General de Carreteras de 1984-1993, para inventariar los 20.000 km de la red de la entonces RIGE, una vez transferido el resto de la red a las comunidades autóno-

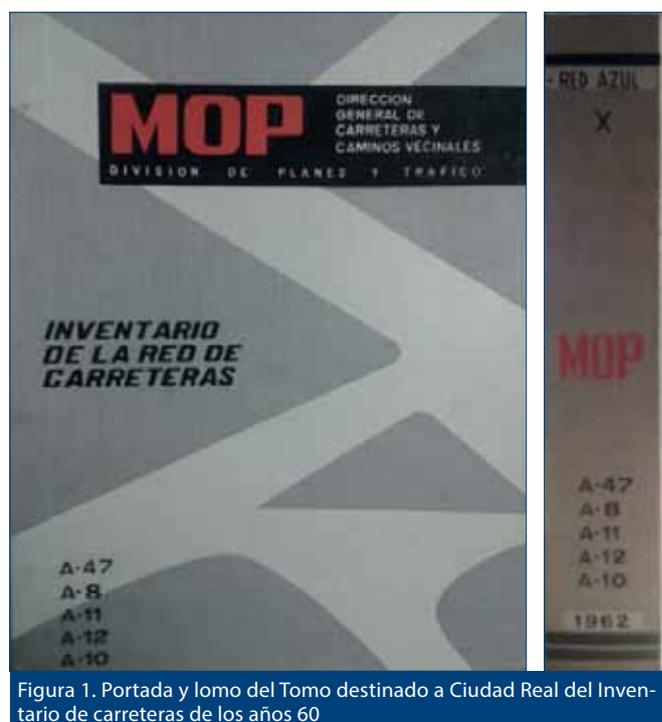


Figura 1. Portada y lomo del Tomo destinado a Ciudad Real del Inventario de carreteras de los años 60

mas. En 1987 concluyó el inventario de características físicas y geométricas de la RCE realizado mediante un proceso semiautomatizado de obtención de datos con aporte de imágenes y video que ya incluía información en cada punto de la denominación, ubicación, punto kilométrico y las principales características geométricas (sección, radio de curvatura y pendiente). El tercer inventario se realizó en 1996 como cierre del plan anterior y desarrollo del PDI (Plan Director de Infraestructuras). Las bases de datos de este inventario permitían su uso en ordenadores personales y al igual que el anterior fue distribuido en todas las unidades de carreteras (cintas de video y bases de datos) convirtiéndose en la referencia de planificación así como el catálogo de la Red de Carreteras que se iría actualizando en lo sucesivo.

El inventario actual surge con la elaboración del PEIT 2005-2020. Este último 'Inventario de carreteras' (Inventario de Características Geométricas y Equipamiento) elaborado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento se realizó en el periodo 2005-2008. Este inventario dispone de las imágenes gráficas digitalizadas y de toda la información de características geométricas y de equipamiento (685 variables) en una base de datos que permite su tratamiento personalizado por los técnicos de la administración. Como resultado de este trabajo se publicó el catálogo completo de la red a 31-XII-2008 que ha servido de base al resto de inventarios y cuyo SIG es el empleado en el mapa de tráfico, inventario de firmes y puentes entre otros. En la página web del ministerio de fomento se puede consultar esta información (http://www.fomento.es/ MFOM/ LANG_CASTELLANO /DIRECCIONES_GENERALES/CARRETERAS/ CATYEVO_RED_CARRETERAS/ CATALOGO_RCE).

En dicho enlace se recogen además los manuales del inventario (síntesis, criterios, usuario, variables, informática e incidencias) así como la información actualizada (2016) de las longitudes de las distintas redes de carreteras.

La reciente Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras, establece además la obligación al Ministerio de Fomento de actualizar, con el nivel de detalle suficiente, el inventario de las carreteras estatales, incluyendo sus características geométricas, estructurales y dotacionales.

De acuerdo con los últimos datos recogidos, a 31 de diciembre de 2016, la red de carreteras de España tiene 165.483 kilómetros correspondientes al Estado, CCAA y Diputaciones, de los cuales 26.395 km constituyen la Red de Carreteras del Estado (RCE) que están gestionados por la Administración Central; por ella circula el 51,8% del tráfico total y el 63,3% del tráfico pesado. Además de este viario hay 489.698 km gestionados por Ayuntamientos de los cuales 361.517 km son interurbanos y otros 11.355 km gestionados por el Ministerio de Defensa, Confederaciones Hidrográficas y Puertos del Estado.

La RCE se compone de 2.539 km de autopistas de peaje, 8.910 km de autovías y autopistas libres, 508 km multicarril y 14.438 km carreteras convencionales.

En el conjunto de las redes, España cuenta con 15.444 km de vías de gran capacidad (autovías, autopistas libres y autopistas de peaje) sin contar los 1665 km de carreteras multicarril, lo que hace que, según los últimos datos disponibles de Eurostat correspondientes a 2015, España cuente aproximadamente con 2500 km de vías de gran capacidad más que Alemania y 4000 km más que Francia que dispone respectivamente de 12.917 km y 11.882 km en esa fecha.

España por tanto, tiene una gran dotación de carreteras y la labor fundamental de las administraciones radica en su correcta conservación y explotación de ahí la importancia de cuantificar su patrimonio y disponer de los inventarios accesibles, compartidos, actualizados y actualizables que posibiliten dicha tarea.

4. Las valoraciones del patrimonio viario

Estimaciones del patrimonio de carreteras realizadas por la DGC.

La cuantificación del patrimonio ¿Qué tenemos? ¿donde lo tenemos? ¿Cuánto vale? Ha sido una ocupación de la DGC desde 1960 en la que además de la realización de los inventarios y catálogos específicos (punto 3 y segunda parte del artículo) necesarios para la correcta gestión de la red de carreteras en todas sus fases (planificación, proyectos, conservación y explotación) ha sido preciso conocer su valor económico también denominado "stock de capital" fijo o neto en carreteras. Su importancia radica en que junto a los otros bienes generados a través de la formación bruta de capital fijo, tanto público como privado, conforman el patrimonio nacional, productor en el caso de las infraestructuras de servicios y en general de la riqueza de la nación. Por otro lado es un dato básico para regular las inversiones necesarias y muy en particular para los gastos de reposición y conservación, existiendo un acuerdo al respecto en que el gasto óptimo anual en este apartado para mantener en un estado ideal la red de carreteras es un 2% del valor patrimonial de la red.

Los procedimientos empleados tal y como se han indicado en el punto 1, se basan en proceder a una actualización de las inversiones netas (Uriol Salcedo -1965, Lopez Tolezano-1975, Pedro Galan-2005-2013) o bien procediendo a cuantificar en un momento dado el valor real de la red (Fernando de Caso 1965, Jesús Linares y Pedro Galán 1993, Balaguer/Víctor Sánchez Blanco y Gonzalo Navacerrada, 1995).

Este segundo procedimiento requiere una información precisa de las características de la red solo disponibles a través de un inventario actualizado y una información precisa de los costes reales solo disponibles cuando se acomete un gran plan como sucedió en 1984 y parcialmente en 1960; ya que en esta última fecha se acometieron pocas actuaciones.

El primer método es el más usual y en este artículo se presenta una actualización a 31 de diciembre de 2016

del valor patrimonial de la red de carreteras. Finalmente y como referencia para cualquier estudio de este tema destaca el trabajo que con esta metodología lleva a cabo la fundación BBVA-IVIE que actualiza periódicamente el valor patrimonial de las distintas infraestructuras. Su última edición está disponible en versión digital ("El stock de capital en España y su distribución territorial y sectorial 1964-2014"). A partir de la publicación de la estimación del BBVA de 2002, la DGC dentro del Plan Sectorial de Carreteras 2005-2012 de acuerdo con los criterios del PEIT, procedió a una estimación específica del patrimonio de carreteras que se comentará posteriormente y que ha dado lugar a la actualización a 2016 que presentamos más adelante.

A continuación pasamos revista a las estimaciones llevadas a cabo desde la DGC o propiciadas por ella, dejando de lado otras de indudable valor como las generadas en el ámbito académico o la propia del BBVA.

1. En 1968 Fernando de Caso y Jose Ignacio Uriol, funcionarios del Ministerio de Obras Publicas, realizan el cálculo del Patrimonio de Carreteras dentro de la ingente labor de cuantificar el Patrimonio global de España (La Riqueza de España, 5 tomos universidad de Deusto). Fernando de Caso calculó el valor del patrimonio a partir del inventario realizado en toda la red y estimando el valor unitario en función de los costes que en ese momento se obtenía de las obras mas representativas del Plan General de Carreteras en curso (ver Tomo II pag 357 a 391).

Uriol partió del análisis de las inversiones históricas habidas desde 1800 procediendo a una actualización al año 1965 (ver Tomo II pag 392 a 430).

En moneda de 1965, el patrimonio de carreteras se fijó en 133.606 millones de pesetas de dicho año (pag 356 del tomo II), con una diferencia inferior al 5% entre las dos metodologías. En el tomo V de dicho estudio se procedió a una actualización a 31 de diciembre de 1967 añadiendo las inversiones de los dos años transcurridos.

El valor estimado fue de 154.256 millones de pesetas de los cuales el 75% corresponde a la entonces red del estado (80.563km) y la otra cuarta parte a las carreteras provinciales y caminos vecinales (54.068km) gestionados por la diputaciones

El estudio anterior es de gran interés porque aborda los dos métodos señalados que sirven de base y referencia para los estudios posteriores en el momento en que se va a producir una transformación radical en las carreteras. En 1960 se redacta el Plan de Carreteras y se incorporan las tecnologías del momento a través de la ayuda americana (inventarios, bases de datos, encuestas, tecnología de firmes, etc) con la presencia de los técnicos de la DGC en distintos departamentos de la administración americana. La demanda de trafico se incrementó notablemente (de 1960 a 1984 se multiplicó por 7,7). En 1984 se redactó el

nuevo plan de carreteras que actuó íntegramente sobre el conjunto de la red modificándola sustancialmente.

Para conocer en moneda actual (euros 2017) el valor de las estimaciones se ha procedido a actualizar ambas empleando el deflactor del VAB (valor añadido bruto) de la construcción (oferta) por ajustarse mejor a los cambios de precios de los distintas partidas de carreteras que el IPC (tabla 1).

2. En 1975 Miguel Angel Lopez Toledano (sección de estudios de la DGC) actualizó la información del estudio anterior referido solo a la red del estado a 31-XII-1973 resultando 348.089,8 M pts de 1973 que suponen 46.065,1 M € 2017.

Año	Patrimonio Total de carreteras (134.631 km)	Patrimonio antigua Red del Estado (80.563km)
1965	133.606 M pts 1965 = 32.497,8 M€ 2017	96.371,3 Mpts 1965= 23.440,8M€2017
1967	154.256,7 M pts 1967= 36.046,8M€ 2017	115.458,1 Mpts 1967= 26.980,3M€2017

3. En 1993 Jesús Linares y Pedro Galán (subdirección general de planificación de la DGC/MOPT) hicieron un estudio de los costes reales de las obras del Plan General de Carreteras 1984-1993 (en lo sucesivo PGC) actualizando a moneda constante del año 1992 (programa de autovías) y de 1991 (resto de programas) todas la partidas necesarias para la ejecución de cada obra (asistencias técnicas para estudios y proyectos, expropiaciones, reposicion de servicios, modificados, complementarios, saldo y revisión y el coste de la obra principal). Esto permitió por primera vez y posiblemente única, cuantificar en moneda constante los costes reales de todas las obras realizadas en la red de carreteras que afectaron casi a la totalidad de las mismas.

Se analizaron 1178 obras que afectaron a 15.515 km a través de cinco programas cuando la red del estado tenía en 1991 unos 20.700 km. Cabe destacar en el citado estudio los siguientes puntos:

- 1) Se obtuvo el coste real en moneda constante de cada obra del PGC actualizando todas las partidas en moneda del año de referencia en contra de la practica usual que suma las partidas en moneda corriente de los distintos años.
- 2) Se incluyeron los complementarios que aunque no tienen el mismo código que los modificados y obra principal deben formar parte de la misma puesto que la complementa y finalmente la hacen solo una.
- 3) Se pudo sintetizar el coste real de cada tipo de actuación con diferenciación del comportamiento por comunidades autónomas.
- 4) Se obtuvo el porcentaje de cada una de las partidas en los cinco tipos de obras correspondientes a los programas del Plan.

En el cuadro siguiente, tabla 2, se resumen los costes por km de los distintos tipos de obra y su actualización en moneda de 2017.

A partir de los costes unitarios se comenzó a estimar de nuevo el valor actual del patrimonio de carreteras como se comentará posteriormente.

En el cuadro siguiente, tabla 3, se resumen se recogen los porcentajes medios de las unidades consideradas en cada tipo de obra.

4. Estimaciones del valor patrimonial de la red realizadas por Enrique Balaguer, Victor Sanchez Blanco y Gonzalo Navacerrada en 1992.

Incluimos este trabajo dada la autoridad de quienes lo realizaron, catedráticos en ejercicio, pero que al carecer de una información completa de costes (emplearon presupuestos de adjudicación de solo 5 años) las cifras que emplearon de costes medios resultaron ser el doble de las que realmente se registraron en el Plan. Por ejemplo las autovías suponían 500 Mpts 1992/km frente a los 280,8 reales (ver tabla 2), las actuaciones en medio urbano 800 Mpts 1992 frente a los 380,3 Mpts 1991 y las nuevas carreteras convencionales 90-100 Mpts 1992 frente a los 50,1 Mpts reales.

Esta consideración es importante por cuanto el cálculo del patrimonio por el método de reposición requiere una información completa actualizada y representativa. De no ser así es preferible acudir a actualizar las series anuales de inversión (Las necesidades de conservación y su evaluación en las carreteras de España, Seopan AOP 1995).

Dado que fue un trabajo de referencia resumimos el valor patrimonial de la estimación realizada por estos autores y su actualización a moneda actual empleando como deflatores el del VAB de la construcción (tabla 4, estimación Propia a partir de las tablas XIII y XVI del documento de estos autores).

Tabla 4. Porcentajes de las partidas de cada obra

Longitud	Patrimonio (M pts 1992)	Patrimonio	Reposiciones
Red total	158.145	12.561,210	155.269,1
Red del Estado	21.511	5.086,610	62.875,5
Autopistas de peaje	1.764	1.411,200	17.443,8
Autovías	3.873	2.147,600	26.546,5
Resto Red	16.874	1.527,890	18.885,3
Red de CCAA	71.832	5.243,570	64.814,5
Red de Diputaciones	64.802	2.231,030	27.577,8

5. Estimación realizada por la DGC para el Plan Sectorial de Carreteras (PSC) 2005-2012. Tras la aprobación en 2005 del Plan Estratégico de Infraestructuras (PEIT) la DGC inició un conjunto de trabajos encaminados a redactar y desarrollar un Plan Sectorial de Carreteras para el periodo 2005-2012 de acuerdo con los criterios que figuraban en el PEIT.

Dentro de ellos se acometió el diagnóstico de la RCE en 2005 y el estudio de los efectos macroeconómicos, financieros, territoriales y de tráfico originados como consecuencia del Plan (*).

Entre otros aspectos se cuantificó el valor patrimonial de la red de carreteras partiendo de las series provinciales de stock de capital bruto (SCB) y de capital neto (SCN), obtenidas de las anteriores quitándolas la depreciación desarrollada por el IVIE (instituto valenciano de investigaciones económicas) y la fundación BBVA (***) a la que ya hemos hecho mención en la introducción de este apartado.

(*) "Análisis y desarrollo de los efectos y financiación del Plan Sectorial de Carreteras 2005-2012 de acuerdo con los criterios del PEIT" Memoria página 41-50 (Estudio consultable en la Biblioteca General y en el Centro de Documentación del Transporte del Ministerio de Fomento).

(***) "El Stock de capital de España y su distribución territorial 1964-2013". Fundación BBVA 2015.

Tabla 2. Plan general de carreteras 1984-1991 costes/km por tipo de obra

Programa	Coste/km		Nº obras	Longitud (km)
	Mpts	M € 2017		
AUTO-Autovías	280,8 Mpts ¹⁹⁹²	3,47	150	2246,9
ARCE-Acondicionamiento	50,1 Mpts ¹⁹⁹¹	0,65	361	3516,6
AMU-Medio Urbano	380,8 Mpts ¹⁹⁹¹	4,94	142	290,4
RECO-Reposición y conservación	16,4 Mpts ¹⁹⁹¹	0,213	314	5649,8
SGV-Seguridad Vial	1,4 Mpts ¹⁹⁹¹	0,018	211	3812,5

Tabla 3. Porcentajes de las partidas de cada obra

Programa	Asistencias técnicas	Expropiaciones	Reposiciones	Modificados	Complementarios	Saldo y revision	Obra
Autovías	2	5,5	1,2	6,5	2,2	4	78,5
Acondicionamiento y variantes	1,4	6,7	1,0	10,7	2,6	11,8	65,8
Medio urbano	2,1	11,8	3,3	9,4	4,9	4,5	63,9
Reposición y conservación	1	1,6	0,6	7,6	1,9	5	82,2
Seguridad vial	0,2	1,2	0,2	3,0	2,6	3,5	89,3

La serie provincial 1955-1998 del estudio del BBVA fue completada para el periodo 1999-2004 por Juan Carlos Cádiz Deleito añadiendo las inversiones del periodo empleando como deflactor el valor añadido bruto de la construcción. En esta estimación se emplearon las inversiones totales del año incluyendo conservación y restando el 2,5% por depreciación.

Fruto de este trabajo es la evolución del patrimonio de carreteras en función del PIB (Gráfico1).

En el periodo 1971-2004 el stock de carreteras ha pasado de representar el 8% del PIB a ser del 14,7% en 2004. En magnitud absoluta (euros constantes de 2004) el stock se ha multiplicado por 6, al pasar de 23.441 M€ de 2004 a 144.111 M€ de 2017.

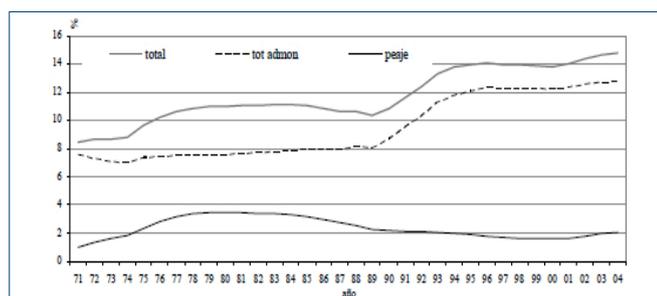


Gráfico 1. Evolución 1971-2004 del patrimonio español en carreteras en % PIB

Es de destacar también que las autopistas de peaje representaban en 1971 cerca del 33% del patrimonio, fruto de la gran inversión que tenía el resto de la red. En 2004 las autopistas de peaje suponían el 13,7 % del patrimonio de carreteras aunque en ese momento recogieran un volumen inferior de tráfico (9,7%).

En el gráfico 2 se recoge la distribución provincial del PIB y del patrimonio de carreteras en el que como puede observarse hay una correlación negativa entre el stock de capital por provincias y el PIB. Ello es debido a que en muchas de las provincias las infraestructuras son por un lado para tráfico de paso y no tiene el uso (IMD) que se produce en las provincias con mayor demanda.

En la memoria resumen del Plan (tabla 27 pág 83) figura la estimación desagregada por redes (estado y resto) en

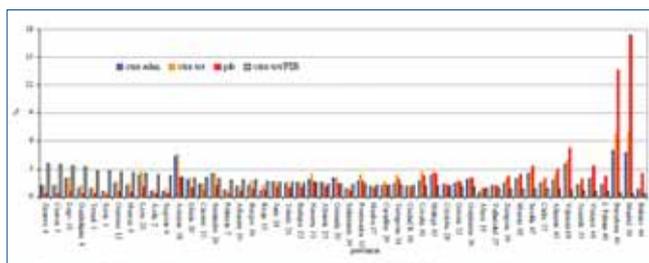


Gráfico 2. Distribución provincial en 2004 del patrimonio en carreteras y del PIB

Tabla 5. Valor patrimonial de la red de carreteras en 2004

	Millones de euros 2004			Millones de euros 2017		
	Sin peaje	Peaje	Total	Sin peaje	Peaje	Total
RCE	48.648	13.872	62.520	56.829	16.205	73.034
Resto AAPP	57.777	3.068	60.845	67.493	3.584	71.077
Total	106.425	16.940	123.365	124.322	19.789	144.111

Tabla 6. Patrimonio de la RCE

	Millones de € corrientes			Millones de euros 2017		
	Sin peaje	Autopista Peaje	Total	Sin peaje	Autopista Peaje	Total
2004	48.648	13.872	62.520	56.829	16.205	73.034
2005	55.634	16.558	72.192	58.710	17.474	76.184
2006	61.809	18.691	80.500	60.560	18.224	78.784
2007	66.382	19.351	85.733	62.721	18.284	81.005
2008	71.267	20.058	91.325	64.871	18.258	83.129
2009	75.389	20.229	95.618	67.473	18.105	85.578
2010	73.998	19.809	93.807	68.919	18.449	87.368
2011	74.514	19.998	94.512	69.399	18.626	88.025
2012	71.085	18.688	89.773	70.357	18.497	88.854
2013	68.471	17.463	85.934	71.412	18.213	89.625
2014	69.543	17.200	86.743	72.241	17.868	90.109
2015	70.831	17.151	87.982	72.921	17.656	90.577
2016	72.552	17.155	89.707	73.302	17.332	90.634
2017	73.416	17.049	90.465	73.416	17.049	90.465

Fte. Pedro Galan Bueno. Elaboracion a partir de las inversiones en carreteras recogidas en el Anuario del Ministerio de Fomento y Deflactor del VAB en síntesis de indicadores economicos.

Estimacion de 2017 a partir de los presupuestos generales del estado en la DGC y SEITT.

Tabla 7. Patrimonio de La Red de Carreteras (Estado, CCAA, Diputaciones. No incluye Ayuntamientos)

	Millones de € corrientes			Millones de euros 2017		
	Sin peaje	Autopista Peaje	Total	Sin peaje	Autopista Peaje	Total
2004	106.425	16.940	123.365	124.322	19.789	144.111
2005	121.644	19.872	141.516	128.371	20.971	149.342
2006	134.782	22.172	156.954	132.059	21.725	153.784
2007	144.032	22.870	166.902	136.089	21.608	157.697
2008	153.761	23.619	177.380	139.962	21.500	161.462
2009	160.662	23.760	184.422	143.792	21.266	165.058
2010	157.362	23.118	180.480	146.561	21.531	168.092
2011	158.615	23.224	181.839	147.727	21.630	169.357
2012	150.456	21.648	172.104	148.915	21.426	170.341
2013	143.646	20.202	163.848	149.816	21.069	170.885
2014	144.820	19.882	164.702	150.439	20.653	171.092
2015	144.599	19.790	161.339	150.924	23.373	171.297
2016	149.244	19.776	169.020	150.786	19.980	170.766
2017						

euros 2004 empleando el procedimiento arriba indicado y actualizándola a día de hoy en moneda actual (2017).

6. Estimación del Patrimonio de carreteras en 2016

Tras pasar revisión a las principales estimaciones realizadas en la DGC en este punto se procede a hacer una estimación del patrimonio viario en el periodo 2004-2016.

Se ha empleado el mismo procedimiento y los mismos criterios que los utilizados en la estimación del punto anterior partiendo para ello de los valores obtenidos en 2004. El proceso es el siguiente: en primer lugar se actualiza para cada año el valor del año anterior aplicando primero el deflactor del VAB construcción y después otro por la depreciación de red estimada en un 2.5%. A continuación se añade la inversión completa registrada en el año.

Alternativamente la subdirección general de planificación empleaba un segundo procedimiento. En los cálculos realizados hasta 2010 no aplicaba ningún factor de depreciación de la red y contemplaba exclusivamente la inversión neta excluyendo por tanto los gastos de conservación ordinaria y extraordinaria que empleados de forma optima mantienen la red en las condiciones ideales sin depreciación de la misma.

Ambos procedimientos presentan sus ventajas e inconvenientes. Cuando los gastos de conservación son los correctos de forma que no se detectan carencias en el viario como sucedió en general en la RCE hasta la llegada de la crisis, el segundo procedimiento es muy adecuado porque se recogen solo las inversiones netas. Hasta 2009 los gastos de conservación rondaban entre el 1,4 y el 1,8% del valor patrimonial de la Red.

Desde 2008 además de la crisis en la que han disminuido los gastos de conservación y por tanto hay depreciación de la red, se han añadido dos fenómenos que dificultan el calculo por este segundo procedimiento.

1. La Actuación en las autovías de primera generación cuyo presupuesto va encajado en el capítulo de conservación presenta una parte muy importante de la inversión en modificar sustancialmente la

tipología de estas vías; es decir, que debe incluirse en el apartado de construcción. (De las tres áreas en las que se divide el presupuesto, esta inversión en "construcción" correspondería al área 1).

2. Las inversiones de la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre (SEITT) en los que el presupuesto incluye tanto obras de creación de nuevas infraestructuras como otras de conservación y reposición.

Por todo ello se ha optado por utilizar el primer método de calculo empleando las inversiones totales y considerando una depreciación anual del 2,5% que es la considerada en el trabajo anterior de la DGC y por otro lado parece ajustarse a la situación actual con partidas inferiores en conservación. Debe reseñarse que la depreciación del 2.5% no tiene que ver de una forma estricta con el hecho de que la vida útil sea 40 años ya que en el caso de una estructura o una infraestructura su vida física es muy superior a su vida financiera. Con los datos disponibles de inversiones y patrimonio y tras actuar íntegramente en toda la red los ratios de inversión rondaban el 1,7 y 1,8% sobre el valor del patrimonio. Esa cifra debería ser la que indicara la depreciación pero exigiría que no hubiera habido desinversiones y se hubiera actuado de una forma homogénea en la red. Por tanto la cifra del 2.5% que se viene utilizando tradicionalmente como depreciación está justificada.

En las tablas siguientes se resume en euros corrientes (de cada año) y en euros de 2017 el valor patrimonial de la red completa de carreteras (sin incluir el viario municipal urbano e interurbano), ver tabla 7, y el valor patrimonial de la red de carreteras del estado en el periodo 2004-2016, ver tabla 6.

Como síntesis de lo hasta aquí expuesto podemos indicar que el patrimonio de carreteras en 2016 es de 169.020 M€ del año lo que representa el 15,1 % del PIB. La red de carreteras del Estado (RCE) tiene un valor patrimonial de 89.707 M€.

Desde 1965 el patrimonio se ha multiplicado en 7,3 veces cuando en 2004 lo había hecho ya en 6 veces tras

las actuaciones realizadas principalmente con el Plan General de Carreteras 1984-1995 y el valor patrimonial de la red no debe sufrir en el futuro variaciones importantes en su valoración en moneda constante respecto a los valores actuales y principalmente en lo que se refiere a la RCE, por lo que su representación en el PIB podría reducirse en el futuro en relación al 15% actual.

Finalmente recordar que este patrimonio se refiere exclusivamente al viario gestionado por el Estado, CCAA y diputaciones que, según estimación propia recoge el 90% del tráfico total interurbano que se produce en el país y que es el que aparece cuantificado en las estadísticas oficiales que coordina la dirección general de carreteras del ministerio de fomento.

Como ya se indicó en el apartado 3 dedicado al inventario de características geométricas y equipamiento, existe un viario municipal que se catalogó por primera vez en 1974 dentro del plan de vías provinciales y que posteriormente se actualizó en 1998 ('Vías de dependencia municipal' Ministerio de Fomento. Consultable en la web del ministerio/ Información estadística)

En esta publicación se cuantificó tanto el viario urbano (128.179 km.) como el interurbano (361.519 km.) . Esta última cifra se puede haber incrementado notablemente según la información recogida por algunas comunidades como Castilla-León, además de haberse producido notables mejoras en su trazado, equipamiento y tipo de firme. En el año del estudio sólo un 30,4% del viario municipal interurbano estaba pavimentado mientras que en la actualidad esta cifra se ha modificado sustancialmente gracias a las ayudas al desarrollo entre las que destacan las de los fondos FEDER.

La importancia de este viario es que cumple la función de dar accesibilidad entre la cabecera del municipio y los núcleos de población y actividad que forman parte del mismo frente al viario reseñado y cuantificado en este trabajo en el que además de la accesibilidad prima la función de canalizar grandes volúmenes de tráfico.

Para conocer su valor patrimonial es preciso en primer lugar proceder a la actualización del catálogo por parte del ministerio de fomento que impulsó en su momento su realización (Subdirección General de Estudios Económicos y Estadísticos en colaboración con la D.G.C.) y posteriormente proceder a su estimación económica para así poder tener una imagen completa del valor patrimonial de la red de carreteras . **De esta forma los 170.766 millones de euros de 2017 consignados en este estudio como valor patrimonial de la red de carreteras , alcanzarían un valor superior a los 200.000 millones , cifra que ofrecemos exclusivamente como mera aproximación.**

5. Referencias bibliográficas (1ª parte)

- Criterios de selección de nuevos sistemas de gestión y financiación de la conservación de carreteras. Tesis

(Doctoral) E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM). José Manuel Vasallo 1999.

- Análisis y desarrollo de los efectos y financiación del Plan Sectorial de Carreteras 2005-2012 de acuerdo con los criterios del PEIT. Memoria página 41-50. Estudio consultable en la Biblioteca General y en el Centro de Documentación del Transporte dependiente de la Dirección General de Organización e Inspección del Ministerio de Fomento. 2007.
- El Plan General de Carreteras. Realizaciones. MOPT. 1993.
- El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial y sectorial (1964-2014). Fundación BBVA e Ivie (Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas). Abril de 2017. Base de datos disponible en Internet:http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/stock09/fbbva_stock08_index.html
- Inventario de características geométricas y de equipamiento. Manual de síntesis Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/CARRETERAS/NORMATIVA_TECNICA/INVCARRETERAS/
- Inventario de la Red de Carreteras del Estado. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 2008. https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/CARRETERAS/CATYEVORED_CARRETERAS/CATALOGO_RCE/
- La Planificación de las carreteras en España. Revista de coyuntura económica, ISSN 0213-2273, Nº. 1, 1987, págs. 95-113 Justo Borrajo, Jesús Rubio 1987.
- Las necesidades de conservación y su evaluación en las carreteras de España, Seopan AOP. 1995
- Libro verde de la conservación de infraestructuras en España. Conservar es Progresar. 2009. ACEX.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Orden ECO/805/2003, de 27 de marzo, sobre normas de valoración de bienes inmuebles y de determinados derechos para ciertas finalidades financieras (BOE de 9 de abril) (Corrección de errores, BOE de 20 de mayo).
- Riqueza Nacional de España: estudio conmemorativo del cincuentenario de la Universidad Comercial de Deusto. Volumen II: agricultura, pesca, vivienda, transportes y comunicaciones. Autores: Fernando de Caso, Jose Ignacio Uriol Salcedo et al. Universidad Comercial de Deusto. Bilbao 1968
- Riqueza Nacional de España: estudio conmemorativo del cincuentenario de la Universidad Comercial de Deusto. Volumen V: servicios diversos y epílogo. Autores: Fernando de Caso, Jose Ignacio Uriol Salcedo et al. Universidad Comercial de Deusto. Bilbao 1968.
- Vías de Dependencia Municipal. Subdirección General de Estadística y Estudios. Ministerio de Fomento. 1998. https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/168E494B-083B-42F7-B459-3B523F78A04C/3697/vias_municipales.pdf. ❖

Estudio de conversión de la carretera N-121-A, Pamplona-Behobia, en Vía 2+1. Criterios de diseño



N-121-A, Pamplona - Behobia.
Study conversión into a 2+1 road. Design criteria

Rafael Diez de Arizaleta Elduáien
*Jefe de Negociado de Dirección y
Ejecución de Proyectos II*

Gabriel Morezuelas Igualador
*Jefe de Negociado de Dirección y
Ejecución de Proyectos I*

Resumen

Los autores de este estudio han pretendido concretar las pautas generales que deben regir el diseño de la Vía 2+1, la cual, por otro lado, consideran que es una solución óptima de bajo coste que encaja con la coyuntura económica actual distante de la de otros tiempos, donde las obras sobredimensionadas, y por lo tanto infrutilizadas, fueron la pauta general. Además, entienden que puede ser una contribución al incipiente debate técnico que actualmente existe en España sobre los criterios de diseño de este tipo de carreteras, y que debería conducir a la actualización de la normativa vigente, al menos en lo referente a trazado y señalización.

Abstract

The main purpose of this study authors has been to specify the general rules that must be follow in a 2+1 road design, which, what's more, they consider that it's an optimal low cost solution that fits with the current economic situation, far away from the one existing a few years ago when civil constructions were overblown and, therefore, underutilised.

In addition to this, they think that the study can be a contribution to the current emerging technical discussion in Spain about 2+1 roads design criteria, that should lead to update technical regulations at least as it concerned geometric design and signposting.

1. Introducción

La N-121-A es una vía con unas características particulares dentro de la red viaria de Navarra, posee un tráfico muy elevado de vehículos pesados debido a que es la conexión directa de Navarra con la frontera francesa y a que un porcentaje elevado de camiones del Centro, Sur y Sureste de España que se dirigen hacia el paso fronterizo de Irún prefieren esta vía a pagar los peajes de las autopistas que también desembocan cerca de la frontera. Además, los valles por los que discurre esta carretera están salpicados de pequeño núcleos urbanos y algunos núcleos industriales que intersectan la vía en numerosos puntos y generan un conflicto permanente de tráfico entre dos modos (pesado y ligero) y los diferentes trayectos (corto, medio y largo recorrido).

A la vista de esta problemática en el año 2014 el Servicio de Estudios y Proyectos de la Dirección General de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, realizó en cooperación con la ingeniería especializada en el estudio y control de tráfico LEBER S.A. y con DH Ingeniería, especializada en trazado, el "Estudio técnico de funcionamiento de la carretera de interés general N-121-A, Pamplona – Behobia" con objeto de analizar la situación de esta carretera y plantear actuaciones de mejora.

Resumen del Estudio

• Documento nº1. Características geométricas y Seguridad Vial:

El perfil longitudinal de la N-121A, es en parte llano, en otras zonas ondulado y, en diversos tramos, montañoso, lo que dificulta la existencia de las distancias de seguridad necesarias para que existan zonas de adelantamiento.

La sección transversal está formada por carriles de 3,50 metros y arceles de 1,50 metros en la mayor parte del recorrido. La distribución del número de carriles por sentido de los

más 63 km de los que consta la carretera es la siguiente:

- 24 km de un carril por sentido
- 7 km de un carril por sentido en los 9 túneles existentes.
- 29 km de vía con carril adicional para vehículos lentos.
- 2 km de dos carriles por sentido.

Es decir, el 50% del recorrido cuenta con una plataforma con al menos tres carriles.

En cuanto a la Seguridad Vial, el 53% de los accidentes que se produjeron en el periodo 2009-2014 fueron colisiones:

- 16 % colisión frontal mayoritariamente por adelantamientos inadecuados y despistes.
- 24 % colisión frontolateral, debidos a salidas de vía e intersecciones.
- 8% colisiones laterales producidos en intersecciones en su mayor parte.
- 6% colisiones múltiples o por alcance que se deben a la dispersión de velocidades, al exceso de vehículos pesados, a su perfil ondulado y montañoso...

• **Documento nº 2. Estudio de tráfico**
El estudio de tráfico tenía como objetivo simular la movilidad actualmente existente y valorarla.

En cuanto al funcionamiento del tráfico con el análisis de las 6 estaciones de aforos existente en el tronco principal se constató que *la N-121-A no tiene problemas de Capacidad*, ya que tiene una IMD de 11.000 veh/día en su punto de máxima demanda y una H30 de diseño de 1.100 veh/hora con un reparto direccional de 60/40 en hora punta de mañana sentido Pamplona, y en sentido inverso en la hora punta de la tarde. La simulación concluyó con *el Nivel de Servicio de los tramos más desfavorables de la N-121-A estaba incluido en la horquilla B medio y el C bajo.*

El recorrido del coche flotante nos define unas *velocidades medias muy elevadas: 85 km/h*. No es un valor razonable dado que la N-121-A es una vía donde la velocidad señalizada

en gran parte de la misma es de 90 km/h, en unos pocos tramos de 100 km/h, dos travesías de 50 km/h, una serie considerable de intersecciones a 70 km/h y puntos significativos de 60 y 80 km/h. Por lo tanto esa elevada velocidad media nos indica que *los límites de velocidad establecidos no se cumplen y en consecuencia es necesario incrementar la señalización y añadir elementos efectivos de calmado de tráfico* en zonas restringidas, que se han demostrado válidas en otros puntos de la red viaria y así lo refleja la bibliografía existente al respecto. (CALMAR EL TRÁFICO. Pasos para una nueva cultura de movilidad urbana. SANZ ALDUÁN, Alfonso. Ministerio de Fomento 2008)

• Documento nº 3. Análisis de diseño

El objetivo de este documento era proponer una serie de actuaciones genéricas de mejora del funcionamiento de la N-121-A. En un primer momento se realizó una previsión del escenario futuro del tráfico a 10 y 15 años en base a los únicos parámetros que en estos últimos años se han demostrado válidos:

- Para el tráfico ligero. La evolución demográfica.
- Para el tráfico pesado. La evolución del Producto Interior Bruto (PIB).

A la hora de realizar las previsiones del tráfico también se tuvieron en cuenta los planeamientos urbanísticos vigentes de la zona, pero no las diferentes actuaciones que actualmente se encuentran en fase de estudio que pueden afectar a la N-121-A:

- Nueva línea del TAV Zaragoza- Y Vasca.
- Previsión de peaje en la red viaria guipuzcoana que conecta con Navarra.
- Implantación de la Mina Muga en el Este de Navarra con un incremento notable de transporte pesado que conecta con los puertos del País Vasco.
- (...)

Las actuaciones propuestas fueron cuatro:

1. Transformación de la carretera con un carril por sentido actual, en una vía 2+1.
 2. Modificación de los nudos existentes.
 3. Homogeneización los límites de velocidad.
 4. Reordenación de los accesos a la N-121-A.
- **Documento nº4. Interacción del tráfico con otras vías de Alta Capacidad.**

El objetivo era conocer en qué medida se relaciona el tráfico de la N-121-A con el resto del viario de la comarca de Pamplona y así observar la utilización de las distintas vías en los trayectos de corto, medio y largo recorrido.

Además el documento incluye un estudio de los porcentajes de vehículos pesados que recorren todas las vías desde Francia hasta las autovías radiales de Pamplona con objeto de valorar el desvío del mismo antes de tomar la N-121-A.

Las conclusiones principales son dos:

- Que las *circunvalaciones son utilizadas en los movimientos de largo recorrido* para las que fueron construidas por lo que no se considera necesario incrementar la señalización para orientar el tráfico hacia ellas.
- Que *el 30% del tráfico pesado que discurre diariamente por la N-121-A podría ser desviado a otras vías de alta capacidad como la A-15.*

2. Objeto del estudio de conversión de la N-121-A

Con el "Estudio de Conversión de la carretera N-121-A, Pamplona-Behobia en Vía 2+1" se pretende desarrollar las propuestas de mejora indicadas en el "Estudio técnico de funcionamiento de la carretera de interés general N-121-A, Pamplona – Behobia" con objeto de:

- Desarrollar una solución global para la carretera N-121-A.
- Incluir las modificaciones planteadas en el documento de estudio

del funcionamiento.

- Mejorar la Seguridad Vial.
- Afectar mínimamente a la actividad socioeconómica en la zona afectada.
- Producir un impacto ambiental limitado.
- Mantener o mejorar el Nivel de Servicio actual de la carretera.
- Aumentar la Calidad de Servicio del tráfico de vehículos ligeros.
- Ralentizar el movimiento de vehículos pesados de modo que el nuevo diseño no produzca un *efecto llamada* de camiones significativo.
- Optimizar la relación coste constructivo/eficacia de las modificaciones a realizar. Por ello, se pretende utilizar todo lo posible la plataforma existente para reducir las ocupaciones y afecciones de terrenos colindantes.

En resumen, este estudio de conversión de la N-121-A en una vía 2+1 pretende ser la base para la redacción de los cinco proyectos constructivos que la Dirección General de Obras Públicas ha licitado para la reforma íntegra de la N-121-A, de modo que, todos ellos, tengan unos condicionantes técnicos generales comunes y que, una vez se hayan ejecutado todos los proyectos, esta vía sea homogénea en toda su extensión independientemente del orden, el tiempo y la empresa que los ejecute.

3. Criterios de diseño de las actuaciones propuestas

En un principio para concretar los criterios de diseño de la conversión de la carretera N-121-A en una Vía 2+1 hemos consultado una gran cantidad de documentación técnica, desde artículos de prensa especializada nacional e internacional (*Rutas, Carreteras, Structuralia, RACE, El País ...*), pasando por estudios de asociaciones y Simposios internacionales (*National Cooperative Highway Research Program, NZ Transport Agency, Australasian Road Safety Research ...*), por traba-

jos universitarios españoles como el "Análisis de la funcionalidad de una carretera 2+1 mediante microsimulación" de Lucía Monterosso, trabajo final de Master de la Universidad Politécnica de Valencia y, obviamente, instrucciones técnicas españolas como la *Guía de Nudos Viarios* y la nueva *Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC.Trazado* vigente desde el pasado 4 de marzo de 2016.

De toda ella para definir geométricamente las modificaciones propuestas se han tenido en cuenta principalmente las siguientes publicaciones y normativas:

- Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado (Marzo de 2016). Se ha considerado a toda la nueva vía 2+1 una carretera convencional con velocidad de proyecto 100 km/k (carreteras tipo C-100) excepto en aquellos puntos donde las edificaciones, los servicios existentes o las características del terreno no lo han hecho viable.
- Informe "Modificación de la Ctra Nacional N-121-A Tramo: Túneles de Ezcaba - Bera de Bidasoa. Valoración de la Solución 2+1" emitido por de la Fundación Agustín de Betancourt, asociación de investigación técnica de carreteras ligada a la Universidad Politécnica de Madrid, contratada por este Servicio como apoyo técnico.
 - o En su extenso informe de valoración de la solución 2+1 realizado por Manuel G. Romana, Profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil: Transportes, de la Universidad Politécnica de Madrid y María Dolores Martín Gasulla Ingeniera de Caminos Investigadora de la Fundación Agustín de Betancourt, se valoran, estudia y exponen una serie de recomendaciones fundamentadas técnicamente mediante estudios propios y externos, tanto nacionales como internacionales (suecos, alemanes, irlandeses y polacos entre otros).

- 3º Congreso internacional sobre autopistas y carreteras celebrado en Berlín junio 2016, donde se expuso este trabajo conjuntamente con otros tres ejemplos europeos relacionados con las carreteras 2+1:
 - o Artículo técnico Two-lane and 2+1 Highways in the German HBS 2015. Frank Weiser
 - o Artículo técnico Design, Capacity and Traffic safety of 2+1 roads in Sweden. Per Strömngren
 - o Danish 2+1 roads, Traffic safety, design and capacity with main focus on capacity. Poul Greibe
- Jornada Técnica Carreteras 2+1 Debate de una solución con futuro, Barcelona, 13 de junio de 2017 organizada por la Asociación Técnica de Carreteras (ATC).
 - o Un Nuevo Concepto de Carretera. Alfredo García. Catedrático de Ingeniería de Carreteras. Universitat Politècnica de València.
 - o Juan Enrique Usechi Blanco. Dirección General de Carreteras.
 - o Tratamiento de márgenes en el proyecto OASIS. Lidia Hipólito de Gregorio. OHL.
 - o Experiencias en Proyecto y Construcción. Sebastián Guerrero Ramos e Ignacio Hinojosa. Director del área de estudios de ETEYCO y Adjunto a la Dirección General del Área de Ingeniería Civil y Arquitectura de AYESA, respectivamente.
 - o Aplicación de la normativa en proyecto. Fernando Ángulo Pellegrero. Secretario de la comisión redactora de la Instrucción de Carreteras. Norma 3.1 I.C.
 - o Realizaciones en Cataluña y experiencias en explotación. Xavier Flores García, Director General de Infraestructuras de Movilidad. Generalitat de Catalunya. Ferran Camps Roqué, Inspector Técnico del Departa-

mento de Territorio y Sostenibilidad Generalitat de Catalunya.

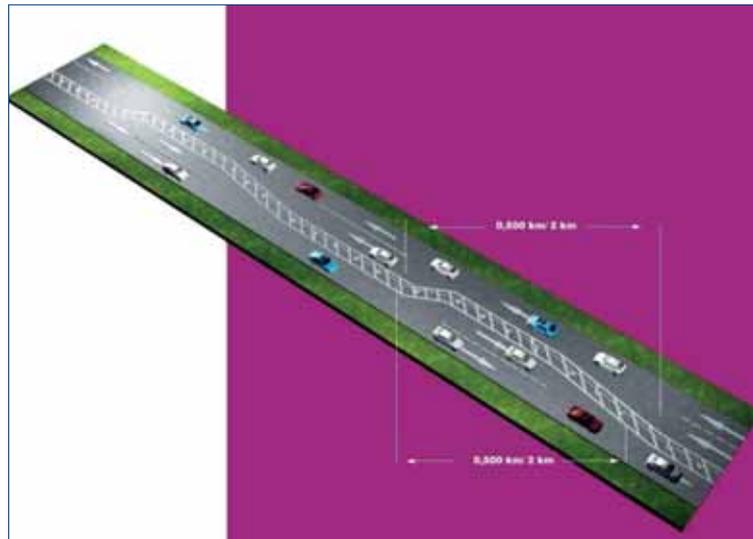
- Documento *"Operating characteristics and economic evaluation of 2+1 lanes with of without intelligent transport systems assisted merging"* de la NZ Transport Agency. Es decir "Características de funcionamiento y evaluación económica de carreteras 2 + 1 asistidos en sus convergencias con o sin sistemas de inteligentes". En este estudio se definen las características técnicas de las nuevas carreteras neozelandesas tipo 2+1 haciendo una comparativa con las que actualmente existen en los diversos países que las tienen instauradas, data de mayo de 2014 y se realizó

para carreteras convencionales de uno o dos carriles por sentido en un terreno ondulado, con una IMD entre 5.000 y 25.000 veh/día, es decir que coinciden con las características de la N-121-A.

3.1 Carretera 2+1

3.1.1 Definición

La carretera 2+1 es una vía de doble sentido de circulación con tres carriles disponibles. El carril central se habilita como carril de adelantamiento en una u otra dirección de manera alterna con intervalos regulares e independientes separándolo del sentido contrario de la circulación de manera efectiva mediante una mediana continua.



Carretera tipo 2+1. Alemana

Rutas Técnica

Para entender las Vías 2+1 hay que tener claros una serie de condicionantes previos:

- Se trata de una vía con tipología propia, no es un primer paso para una autovía o un autopista.
- Puede evolucionar a una carretera multicarril 2+2 en tramos puntuales en función de las características topográficas del terreno por ejemplo, o a una carretera de dos carriles en puntos singulares como travesías, estructuras, túneles...
Fortalezas
- Seguridad Vial:
 - o Suprime el 100% de los adelantamientos con circulación en sentido contrario sin perjudicar a la velocidad media de recorrido.
 - o Evita los giros a la izquierda entre intersecciones.
 - o Permite ejecutar elementos de calmado de tráfico efectivos en las intersecciones.
 - o Estudios internacionales confirman que reduce considerablemente el ratio de accidentalidad respecto a la de las carreteras convencionales:
 - 36% en Alemania.
 - Entre un 22% y un 46% en Finlandia.
 - Una reducción del 55% de los accidentes graves en Suecia.
- Socioeconómicas:
 - o No perjudica al sector servicios (gasolineras, restaurantes, cafeterías...) de la zona.
 - o No produce un gran *efecto llamada* para el tráfico pesado.
 - o Tiene una buena relación coste/eficacia.
- Medioambientales:
 - o Minimiza el incremento del efecto barrera actual, muy al contrario que la autovía que es la otra solución que se ha barajado hasta ahora.
 - o El impacto ambiental es muy reducido.
- Velocidad:
 - o No se producen mejoras significativas en tráficos medios. Los estudios realizados por la Administración sueca concluyen que las velocidades en carreteras de un carril por sentido con IHP mayor de 500 veh/h aumenta levemente, pero para las que tienen una intensidad horaria mayor de 900 veh/h por carril se incrementan notablemente.
- Calidad del Servicio: Además de los intangibles anteriormente referidos hay otra serie de factores socioeconómicos y medioambientales que también salen beneficiados:
 - o Mejora la comodidad en la conducción.
 - o Mejora la sensación de seguridad.
 - o Mejora la puntualidad de los transportes públicos.
 - o Disminuye los plazos de ejecución de las obras frente a otras soluciones.
- Capacidad: Este tipo de carretera ya ha sido estudiado por una serie de estamentos técnicos nacionales e internacionales con la misma conclusión general: las vías 2+1 no aumentan la capacidad respecto a las carreteras convencionales.
 - o Alfredo García *Catedrático de Ingeniería de Carreteras. Uni-*

versitat Politècnica de Valencia, considera que las turbulencias en el retorno al carril único de circulación llegan a reducir la capacidad de la vía.

- o La *Administración de Carreteras de Suecia* (Carlsson, 2009), se comprobó que la capacidad en este tipo de vías se alcanzaba para una intensidad por sentido de aproximadamente 1.500 veh/h.
- o El *Gabinete de Transportes de Kentucky* fijó la capacidad en condiciones ideales en 1.700 veh/h por sentido, valor que coincide con el fijado en el Manual de Capacidad HCM-2010 para una carretera convencional. No obstante, añade la recomendación que en las vías 2+1 deben aplicarse sólo hasta los 1.200 veh/hora por sentido.
- Sí en cambio mejora el Nivel de Servicio directamente relacionado con la reducción de la demora, ya que se mantiene la velocidad deseada y se disminuye considerablemente el porcentaje de tiempo siguiendo de los vehículos debido a la mejora sustancial en los adelantamientos. La existencia de tramos con carril de adelantamiento permite que las colas que se forman en las secciones monocarril se diluyan, redistribuyéndose el flujo de vehículos. Así, el nivel de servicio en las secciones con dos carriles aumenta. Concretamente, el TRB (Derr, 2003) estadounidense indica que una carretera 2+1 supera, al menos, dos niveles de servicio por encima del correspondiente con una configuración de un carril por sentido.

Two-way volume (veh/h)	Level of service by passing lane frequency			
	None	Minimal	Intermediate	Continuously alternating (2+1)
50/50 Directional Split				
400	B	A	A	A
800	C	C	B	B
1,200	D	C	C	B
1,600	D	D	C	B
2,000	E	D	D	C
2,400	E	D	D	C
2,800	E	E	D	C

Debilidades

- No hemos considerado razonable aplicar este modelo en obras de paso y túneles ya que el coste sería elevadísimo. En el estudio del trazado también hemos definido otros tramos que tampoco serán modificados, pero ello no es inconveniente para la homogeneidad del mismo ya que la mediana se mantiene en dichos tramos y las circulaciones siguen siendo independientes la una de la otra, un sentido de la circulación no se ve influenciado porque en el otro sentido haya 1 ó 2 carriles.
- Es necesario modificar algunas curvas y rasantes. La concreción de estos puntos se hará una vez se haya realizado el levantamiento topográfico de la traza en función de distancias de visibilidad, radios de giro, curvas de acuerdo vertical ...
- Estudios técnicos existentes concluyen que cuando el Nivel de Servicio es D pueden surgir problemas en las zonas de paso de 2 carriles a 1. Para alcanzar el Nivel de Servicio D la intensidad debe incrementarse notablemente y las previsiones a 15 años están lejos de alcanzar dichos incrementos.
- Las intersecciones que planteamos que se definen en los siguientes apartados, son compatibles con la solución 2+1, pero producen cuellos de botella que son siempre incómodos.
- Es un diseño desconocido en España lo que produce incertidumbre y en consecuencia un aumento inicial de la peligrosidad.
- Puede dar la sensación de que nos encontramos en una autovía parcial y no es el caso, no son vías diseñadas para velocidades de proyecto de 120 km/h, si no de 90 km/h.

3.1.2 Sección tipo

En la actualidad buena parte de la carretera cuenta con carriles de 3,50 m y arcenes de 1,50 m. La sección transversal de esta nueva tipología de vías se debe establecer de modo que

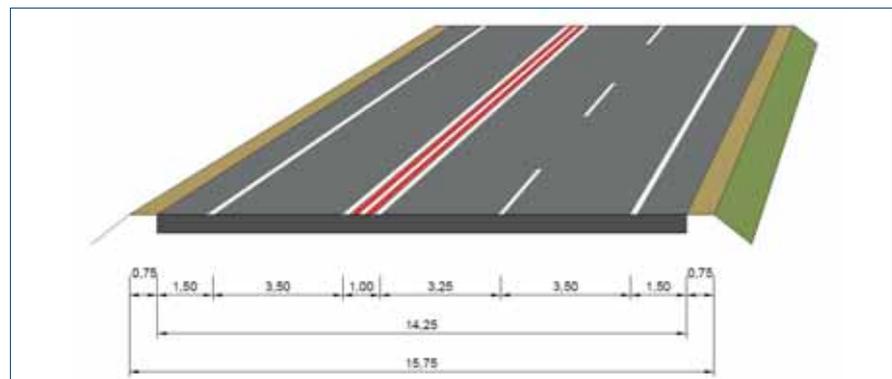
sea reconocido en todo momento por parte de los conductores, diferenciándolas de las carreteras convencionales y, por supuesto, de las autovías.

Tras consultar en la documentación técnica anteriormente referida las secciones tipo adoptadas para este tipo de carreteras en países donde son más habituales, se ha considerado que se debe proyectar una sección conformada por dos carriles laterales de 3,50 m; un carril central (el destinado a los adelantamientos) de 3,25 m; mediana central de 1,00; arcenes de 1,50 m en la mayor parte de su longitud (en algunos puntos hay zonas donde el arcén se reducirá a 1,00 metro e incluso a 0,50 metros cuando lo obligue elementos geométricos no modificables como la anchura de las estructuras existentes o zonas encajonadas entre el río y la montaña ...); y bermas de 0,75 m donde se amplíe la plataforma existente, resultando una anchura total de 15,75 m.

Se propone una anchura menor del carril central respecto a los

otros dos al objeto de evitar que los vehículos desarrollen velocidades excesivas durante los adelantamientos y no permanezcan en dicho carril más tiempo del estrictamente necesario.

La anchura de los arcenes de 1,50 m permitiría que, en caso de que exista un vehículo detenido en el arcén del sentido con carril único, no se entorpezca en exceso la circulación. En fase de proyecto se valorará en los tramos donde no esté permitida la circulación de bicicletas ni vehículos agrícolas, la reducción del arcén en el sentido de los dos carriles de modo que los vehículos parados en la derecha no produzcan grandes problemas en la normal circulación. En los tramos donde sea necesario reducir el arcén de los sentidos se estudiará la disposición de apartaderos de emergencia a intervalos regulares (*Apdo. 8.11.2 Apartaderos de emergencia. TRAZADO. Instrucción de carreteras. Norma 3.1 IC*).



Country	WRB	Sealed shoulder per direction (m)	Dual lane widths (m)	Single lane width (m)	Median width (m)	Total sealed width (m)
UK (design standard)	No	1.0	3.5	3.5	1.0	13.5
UK (constructed)	No	1.0	3.5	3.5	0.75	13.25
Ireland	Yes	0.5-1.0	3.25-3.5	3.5	1.25-2.0	12.25-14.5
Germany	No	0.25	3.25-3.5	3.5-4.25	0.5	11-12.25
Finland	No	1.25	3.25-3.5	3.75	0.0	12.75-13.25
Finland	Yes	0.9-1.25	3.25-3.5	3.75	1.7	13.75-14.95
Sweden	Yes	0.5-1.0	3.25-3.5	3.5-3.75	1.25-1.75	12.25-14.5
Austria (proposed)	No	0.5	3.25-3.75	3.5-3.75	0.75-1.0	11.75-13.25
Denmark	No	1.0	3.25	3.5	0.0	12.0
France	No	0.25	3.5	3.5	0.0-0.5	11-11.5
South Korea (proposed)	No	1.5	3.25	3.5	0.5-1.5	13.5-14.5
Overall	Varies	0.25-1.5	3.25-3.75	3.5-4.25	0-2.0	11-14.95

Dimensiones de las secciones transversales adoptadas en otros países

Country	Typical section lengths	Absolute minimum length	Absolute maximum length	Non-critical (diverge) length*	Critical (merge) length*
UK (design standard)	0.8-1.5km	0.6km	2.0km	50m	300m
Ireland	1.0-2.0km	0.8km	3.0km	50m	300m
Germany		1.0 km	1.4 km	$\geq 30m$	180m
Finland	1.5km			50m	500m
Sweden		1.0 km	2.5 km	100m	300m
Austria (proposed)	1.2-1.8km	1.0 km	2.0 km	90m	300-400m
Denmark	1.55km				300m
S. Korea (proposed)	1.0-1.5km			90m	280m
Overall	0.8-2.0km	0.6-1.0km	1.4-3.0km	30-100m	180-500m

3.1.3 Trazado longitudinal

Al igual que para la sección transversal para definir la longitud de los tramos de 2 carriles se han valorado las experiencias de otros países.

La longitud admitida internacionalmente para el carril de adelantamiento de la sección 2+1 es de entre 800 metros y 2 km, también se admite una longitud mínima de 600 metros y una máxima de 3 km. En las 29 zonas de adelantamiento que se han creado en el diseño de la carretera 2+1 de la N-121-A (16 dirección Norte y 13 dirección Sur), están incluidas dentro de esas dimensiones excepto 7 excepciones debidamente justificadas:

- Un tramo de 4,700 km en la subida Norte hacia el túnel de Almandoz entre los p.k. 40+000 y 35+000 aproximadamente con dos carriles permanentemente debido a los duros porcentajes de rampa, los últimos 700 metros de la carretera también disponen de doble carril en el otro sentido (Vía 2+2).
- 4 tramos de 525/425/400/250 metros entre los p.k. 52+000 y 63+000 debidos al trazado sinuo-

so de la carretera y a la existencia de numerosos puentes y túneles.

- 2 tramos de 600 y 520 metros que no tienen por qué producir ningún problema.

Como criterio técnico propio, en base a los estudios realizados en la N-121-A donde se han concretado las longitudes de adelantamiento de ligero/ligero, ligero/pesado y pesado/pesado, se considera que aquellos tramos de dos carriles con una longitud inferior o igual a 850 metros no se permitirán los adelantamientos de camiones. Se entiende que, en este caso, la longitud necesaria para que un vehículo pesado adelante a otro podría dejar inservible el carril de adelantamiento para otros vehículos más rápidos.

La nueva distribución de zonas de adelantamiento refleja cifras concluyentes que sustentan el cambio de diseño propuesto:

- Redistribuye el adelantamiento sin circulación en sentido contrario unificando las longitudes dándoles un carácter más homogéneo y asumible por parte del conductor.

- Aumenta cerca de un 10% las zonas de adelantamiento sin circulación en sentido contrario en ambos sentidos de la vía de modo que la longitud total de adelantamiento en tramos de carretera sin circulación en sentido contrario pasa de 34,385 km a 39,545 km, un incremento del 15,01%.

3.1.4 Planta y alzado

Las modificaciones de trazado de la carretera se estudiarán en la fase de proyecto de los distintitos tramos. Los elementos de dicho trazado serán restrictivos para no favorecer el desarrollo de grandes velocidades por parte de los vehículos. No obstante las características geométricas que se adoptarán serán, al menos, las correspondientes a una velocidad de proyecto de $V_p=80$ km/h.

3.1.5 Transición crítica. Transición no crítica.

Dada la alternancia de carriles en uno u otro sentido se generan dos tipos de transiciones:

- Transición crítica. Paso de dos carriles a uno.
- Transición no crítica: Paso de uno a dos carriles.

La Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado se aproxima al concepto Vía 2+1 definiendo los carriles adicionales alternos para adelantamientos en el Apdo. 8.7 Carriles de Adelantamiento:

- Zona de transición crítica. Dos distancias de parada más una cuña de transición.
- Zona de transición no crítica: Una cuña de transición

CARRILES ADICIONALES ALTERNOS PARA ADELANTAMIENTO.

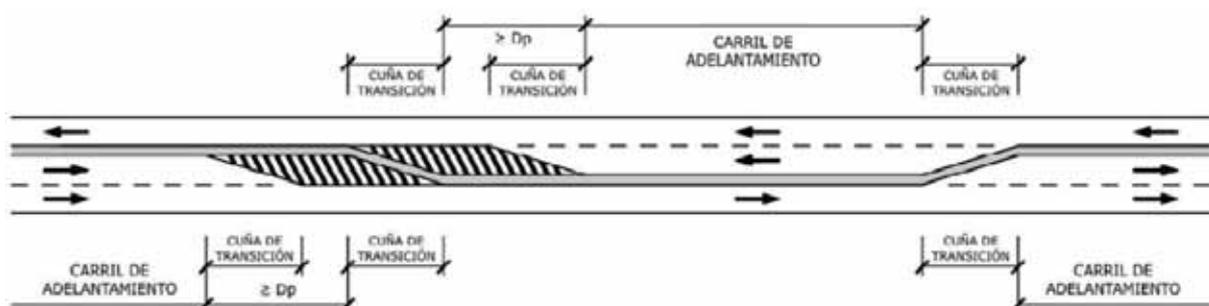


Figura 8.21 de la Instrucción de Carreteras. Norma 3.1 IC Trazado

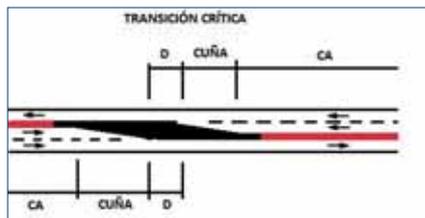
Transición crítica

El adjetivo crítica, que aparece en la bibliografía existente sobre las carreteras tipo 2+1, se emplea porque, en el tramo donde se realiza el paso de dos carriles a uno, tiene lugar un estrechamiento (*cuello de botella*) que lleva asociado una maniobra peligrosa (*crítica*) para que los vehículos que circulan por el carril central de adelantamiento lo abandonen.

Suponiendo el caso más restrictivo que se planteará en la fase de proyecto (una velocidad de proyecto de 100 km/h), la distancia de parada sería de 175 metros y la cuña de transición de 125 metros. Así pues para un tramo llano la longitud recomendada para dimensionar correctamente con los criterios de la Instrucción de Carreteras 3.1 IC. Trazado es de 475 metros.

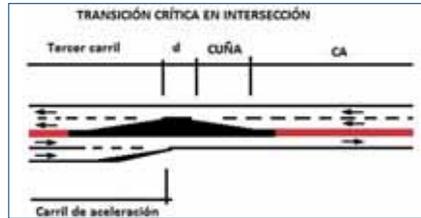
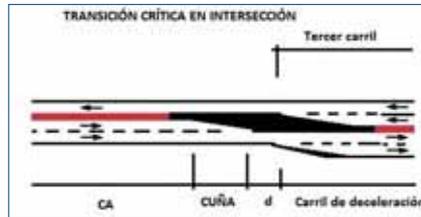
Con el nuevo diseño en la N-121-A se generan cuatro tipos de transición crítica donde se realiza el paso de dos carriles a un carril por sentido:

- Transición aislada



El tramo afectado tiene la misma distribución que el que define la normativa vigente, pero la longitud total para una velocidad de proyecto de 100 km/h se reduce 300 metros distribuida de la siguiente manera:

- o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en ambos extremos.
 - o Dos cuñas de transición (CUÑA) de 125 metros a cada lado
 - o Zona central cebreada (D) de 50 metros de longitud y 3,25 metros de anchura que une ambas cuñas de transición.
- Transiciones críticas en intersección
Ambas transiciones tienen las mismas dimensiones:
 - o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en el extremo.



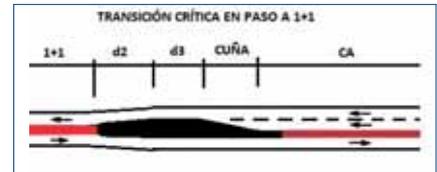
- o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
- o Zona central cebreada (d) de 20 metros de longitud y 3,25 metros de anchura
- o Las dimensiones del tercer carril y de los carriles de aceleración y deceleración ya están definidas en el apartado relativo a intersecciones.

La longitud de la transición en cada uno de los lados es de 145 m. Si a esto le sumamos la intersección propiamente dicha el tramo directamente afectado tiene una longitud total de 500 metros.

- Bocas de Túneles



- o Zona próxima a la boca del túnel d1 de 50 metros
 - o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
 - o Zona central cebreada d3 de 75 metros de longitud y 3,25 metros de anchura.
 - o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
 - o Carril de adelantamiento (CA).
- La longitud del tramo de transición es de 300 metros.
- Transición a 1+1 (Travesías, variantes, puentes, viaductos...)
 - o Tramo donde comienza la plataforma con un carril por sentido (1+1)

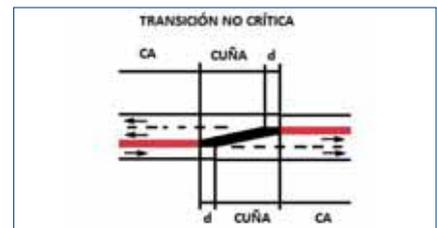


- o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
 - o Zona central cebreada d3 de 75 metros de longitud y 3,25 metros de anchura.
 - o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
 - o Carril de adelantamiento (CA).
- La longitud del tramo de transición es de 250 metros.

Transición no crítica

Al igual que para la transición crítica con el nuevo diseño en la N-121-A se generan cuatro tipos de transición no crítica donde se realiza el paso de un carril a dos carriles por sentido:

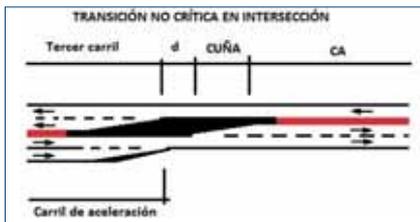
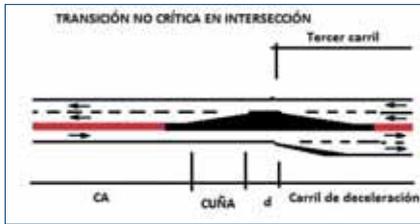
- Transición aislada



El tramo afectado tiene la misma distribución que el que define la normativa vigente en el esquema de "Carriles adicionales alternos para adelantamiento", pero la longitud total para una velocidad de proyecto de 100 km/h se reduce 145 metros distribuida de la siguiente manera:

- o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en ambos extremos.
 - o Dos cuñas de transición (CUÑA) de 125 metros a cada lado para el paso de uno a dos carriles por sentido que comienza a 20 metros de distancia (d) desde el punto de final de la cuña del sentido contrario.
- Transiciones críticas en intersección
Ambas transiciones tienen las mismas dimensiones que en las transiciones críticas:

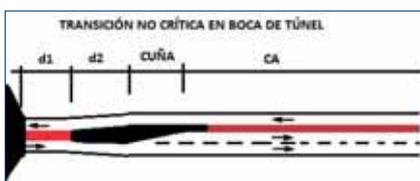
Rutas Técnica



- o Tramos de Carriles de adelantamiento (CA) en el extremo.
- o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
- o Zona central cebreada (d) de 20 metros de longitud y 3,25 metros de anchura
- o Tercer carril y carriles de aceleración y deceleración ya definidas en el apartado correspondiente.

La longitud de la transición en cada uno de los lados es de 145 m y la longitud total es la misma que para las intersecciones con transiciones críticas, 500 metros.

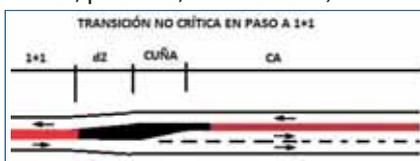
- Bocas de Túneles



- o Zona próxima a la boca del túnel d1 de 50 metros
- o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
- o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
- o Carril de adelantamiento (CA).

La longitud del tramo de transición es de 225 metros.

- Transición a 1+1 (Travesías, variantes, puentes, viaductos...)



- o Tramo donde comienza la plataforma con un carril por sentido (1+1)
- o Zona de transición de plataforma de tres carriles a plataforma de dos carriles d2 de 50 metros.
- o Cuña de transición (CUÑA) de 125 metros.
- o Carril de adelantamiento (CA).

La N-121-A es una carretera sinuosa con muchas particularidades por lo que las dimensiones indicadas anteriormente pueden amoldarse, en fase de proyecto, a la realidad del terreno dentro de un rango reducido. Entonces se contará con mayor información topográfica y podrán definirse mejor las distancias de parada y visibilidad y concretarse con mayor seguridad las longitudes adecuadas en cada tramo.

La justificación de la modificación de las dimensiones normativas que se definen en los esquemas anteriormente indicados y otras que pudieran reducirse en fase de proyecto, viene dada por una serie de factores de peso:

1. Experiencia internacional favorable en cuanto a la longitud de las transiciones aisladas.

PAIS	Transición crítica (metros)	Transición no crítica (metros)
Reino Unido	300	50
Irlanda	300	50
Alemania	180	30
Finlandia	500	100
Suecia	300	90
Austria	350	90
Dinamarca	300	
Corea del Sur	280	90
MEDIA PONDERADA	314	71

Fuente propia

2. Ejemplos existentes en la propia N-121-A donde la disparidad de transiciones tienen dimensiones más reducidas que las previstas en esta modificación.

Ubicación	Tipo de transición	longitud (m)
Acceso Sur de Sorauren	Crítica	150
Entrada al túnel de Belate dirección norte.	Crítica	220
Salida del túnel de Belate dirección norte	Crítica	250
Entrada al túnel de Almandoz dirección norte	No crítica	100
Salida del túnel de Almandoz dirección norte	Crítica	220
Bajada del túnel de Almandoz dirección norte	Crítica	150

Fuente propia

Una vez ejecutadas todas las modificaciones de los principales nudos la N-121-A, solo estarán permitidos los giros a la izquierda en estos puntos. Sumando las intersecciones con glorieta exterior a los enlaces existentes y a las nuevas glorietas previstas, se dispondrá de puntos próximos entre ellos y relativamente equidistantes para poder efectuar los cambios de sentido y poder suprimir los giros a izquierda en todos los accesos a la carretera sin que ello suponga un inconveniente de consideración para los usuarios, se pretende no incrementar el tiempo de recorrido de los usuarios en más de cinco minutos, que es el tiempo de la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado considera admisible. (Apdo. 9.1.2 Maniobras de giro a la izquierda)

Cinco de estas intersecciones tendrán un diseño común, con una glorieta exterior que permitirá los cambios de sentido, tres intersecciones se transformaran en glorieta y, el resto de intersecciones en T, se rediseñan introduciendo un carril central de espera para giros a la izquierda y canalizando mejor todos los movimientos.

3.2.1 Intersecciones en T con glorieta desplazada.

La justificación de este tipo de nudo viene dada por los siguientes condicionantes:

- En la N-121-A existen actualmente numerosos accesos e intersecciones heterogéneas descompensadas con el tráfico de la vía principal:

- o Intersecciones a pequeños núcleos urbanos a los que se accede por medio de intersecciones en T precarias, sin terceros carriles, sin carriles de cambio de velocidad... algunas de ellas tienen cayados para los giros a la izquierda, otras son de tipo glorieta partidas...
- o A huertos con pequeñas viviendas de veraneo o fin de semana.
- o A núcleos industriales puntuales situados en las márgenes de las carreteras.
- o A parcelas agrícolas y/o ganaderas.
- o (...)
- Permiten los cambios de sentido. La suma de estas nuevas intersecciones, las nuevas rotondas y los enlaces existentes, permite contar, cada pocos kilómetros, con puntos para realizar el cambio de sentido.
- Permite suprimir todos los giros a izquierda de los accesos anteriormente

citados situados entre estos puntos de intersección, dado que la mediana es continua e infranqueable.

- Es un diseño compatible con la solución de carretera 2+1, dado que ocupa la misma plataforma.
- Ya que sistemáticamente se sobrepasan los límites de velocidad en las intersecciones existentes, se considera que esta intersección es un elemento mucho más efectivo en el calmado de tráfico.
- Existen paradas de BUS enfrentadas a uno y otro lado de la carretera con el consiguiente riesgo para los usuarios de transporte público que tienen que cruzar la vía a pie. Donde se construya este tipo de intersección, bastará con disponer una sola parada de autobús junto a la glorieta exterior.
- En Navarra se han ido haciendo intersecciones semejantes que facilitan la fácil comprensión por parte del conductor habitual.



Acceso norte a Barásoain desde la N-121



Ejemplo de intersección en "T" con glorieta desplazada

Rutas Técnica

- No es una idea novedosa de la que se desconoce su eficacia ya que se han realizado diseños similares en otras comunidades españolas y en otros países con el mismo fin y funcionan correctamente.

Para la definición de las intersecciones en T se han tenido en cuenta diversos aspectos técnicos que han aumentado la zona de afección del

nudo a un máximo de 600 metros. El hecho de que se pueda reducir esta longitud estará fundamentado en razones técnicas justificadas en los proyectos constructivos.

Las referencias técnicas que se han tenido en cuenta para la definición geométrica de esta intersección han sido:

- Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado. (4 de marzo de 2016)**

Se ha considerado que los carriles de cambio de velocidad serán de tipo paralelo. Se descartan las cuñas de cambio de velocidad por motivos de seguridad vial: las de deceleración minimizan la longitud de frenado y las de aceleración obligan a situarse al conductor en un ángulo menor de 75° lo que le imposibilita una correcta visión del vehículo que circula por la carretera principal.

Para la velocidad de proyecto en las intersecciones ($V_p = 70$ km/h) las cuñas de transición de los carriles de cambio de velocidad serán de 80 metros. La longitud del carril propiamente dicho se calcula en función de la velocidad final e

inicial de la vía principal frente a la secundaria y de la inclinación de la rasante.

En lo referido a los carriles centrales de almacenamiento y espera para los giros a la izquierda, constarán por lo general por un tramo de almacenamiento y espera (20 metros) y por un tramo de cambio de velocidad, constituido por un tramo de carril recto (70 metros) y una cuña de cambio de velocidad (80 metros).

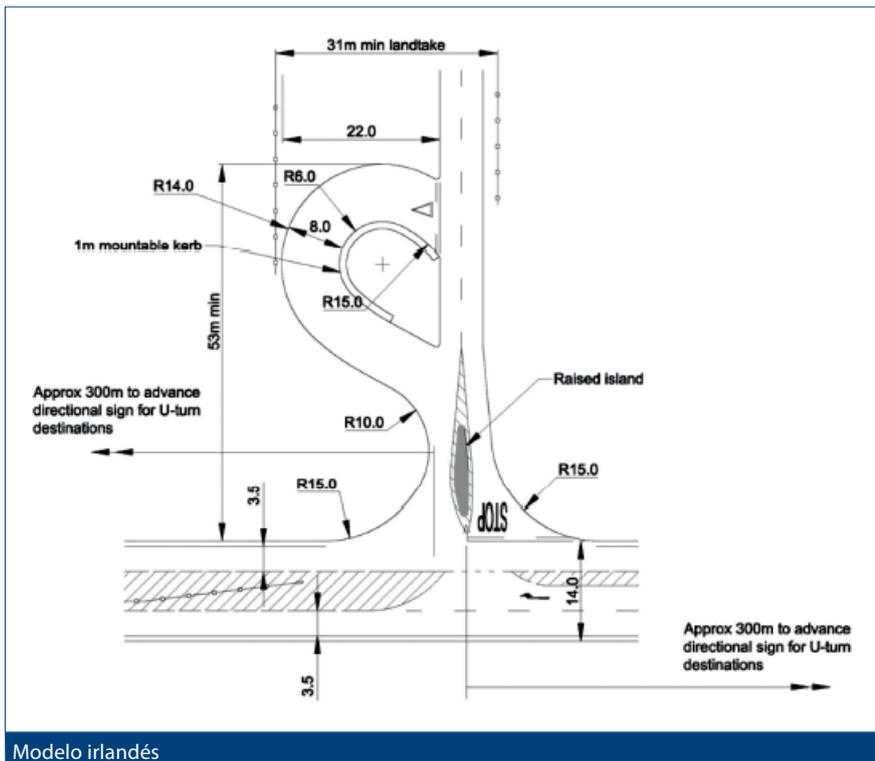
Los carriles centrales tendrán en todos los casos un ancho de 3,50 metros, en este caso dada la compatibilidad de esta intersección con la Carretera 2+1, se mantendrán las anchuras de los carriles de paso (3,50 metros) y para el carril central de espera de 3,50 se utilizará la anchura total de la mediana (1 metro) y el carril de adelantamiento (3,25 m), dejando por lo tanto 0,75 metros de mediana entre el tercer carril y el carril en sentido contrario en vez del metro de la sección tipo de toda la carretera.

En cuanto a su trazado longitudinal, se considera que la zona de almacenamiento y espera en los terceros carriles para los giros a la izquierda debe ser la mínima dado el poco tráfico de agitación de los viales secundarios, así pues, se consideran los 20 metros mínimos que se estipulan en la Instrucción. La glorieta tiene forma de gota y está formada por tres circunferencias entrelazadas. La isleta central tiene un radio interior de 15 metros y está desplazada 20 metros de la línea blanca exterior del carril de paso más próximo. Las otras dos circunferencias que forman la isleta tienen un radio de 20 metros y son tangentes una por cada lado a la circunferencia menor y la línea blanca interior del carril de paso más alejado.

La calzada anular tiene una sección de 0,50 m de arcén interior, 4 m de calzada y 1,50 m de arcén



Modelo catalán C-58



Modelo irlandés

exterior. También dispone de un elemento denominado "gorjal" o "gorjera" que es una corona anular adoquinada entre el arcén interior y la isleta central de la glorieta, de 2 metros de anchura, que permite disponer a los vehículos de pesados de mayores dimensiones de un espacio adicional para girar. Su pavimento es de adoquín para que presente una textura incómoda para un vehículo ligero y para las cabezas tractoras de los pesados, de modo que ambos se ciñan a la calzada anular normal y sea en su caso el remolque del vehículo articulado, o las ruedas de atrás en vehículo rígido las que, como mucho, pisen el gorjal.

Por lo tanto la calzada anular tiene unas dimensiones totales de 8 metros (incluyendo el gorjal) que cumple con lo establecido por esta norma en el cuadro 10.4 para los diámetros exteriores previstos en las glorietas.

- **Guía de nudos viarios (Diciembre 2012)**

La definición del tipo de nudo no está basada en esta recomendación técnica. Ha primado la situación económica actual que imposibilita la realización de enlaces y/o variantes. Se considera que la modificación propuesta es una mejora que, sin ser la solución óptima, es una inversión efectiva en el incremento de la seguridad vial y el funcionamiento de la N-121-A. Tiene una muy buena relación coste/eficacia, fundamento básico.

Por ello se ha considerado que debía mantenerse la tipología actual donde existen intersecciones a nivel. Para implantar esta solución en base a criterios de seguridad, se han previsto los carriles centrales de espera convenientemente canalizados y la iluminación de todas las intersecciones para favorecer la efectividad de la intersección como elemento efectivo de calmado del tráfico.

Para asegurar el movimiento de todos los vehículos en las intersecciones con glorieta desplazada, los radios de giro se han obtenido con un estudio de las trayectorias de los vehículos pesados.

Para la definición de las isletas se han considerado las dimensiones que indica la *Guía de Nudos Viarios* y por extensión deberán ser tenidas en cuenta en la elaboración del proyecto. La tipología de las isletas deberá estudiarse más detenidamente en fases posteriores, pero como norma general deberán:

- Ser elevadas con bordillo remontable.
- Ser mayores de 4,50 m²
- Si son menores de 6 m² serán pintadas. Si son mayores, deberán ser delimitadas con bordillos montables, pintados de amarillo y negro, retranqueados un mínimo de 0,50 metros respecto al borde de la calzada cuando el lado de la isleta es paralelo a la calzada en una alineación recta, y de 1,00 a 1.50 metros en tramos curvos.
- El interior de la isleta deberá estar realizado con hormigón impreso.

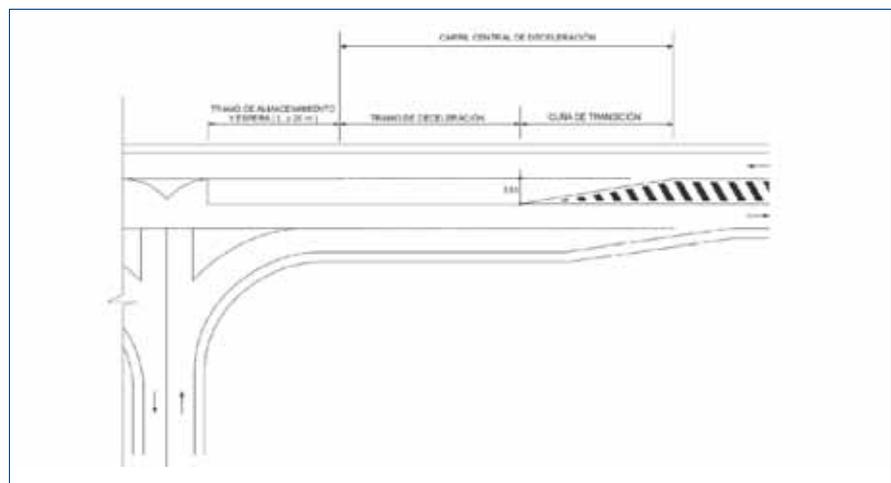
3.2.2 Intersecciones en T mejoradas

Las mejoras de las intersecciones en T vienen justificadas por deficiencias de Seguridad Vial tanto en cuanto a la ausencia de carriles de cambio

de velocidad como a la permisividad de los giros a la izquierda.

Para el diseño de las intersecciones modificadas se ha previsto que:

- Se sitúen en tramos rectos o en curvos con un radio mayor de 300 metros.
- Tengan una rasante uniforme menor del 3%, o en su caso en puntos de acuerdos cóncavos.
- Se diseñen con carriles centrales de almacenamiento y espera.
- No serán admisibles las intersecciones con cayado para los giros a la izquierda en ningún caso.
- Deberá disponer de distancias de visibilidad de cruce en ambos sentidos, siendo (distancia ideal según carretera) la distancia aconsejada, por lo que se realizarán para ello los trabajos necesarios de desbroce, tala o deforestación.
- La pendiente y la anchura del acceso, el drenaje y la señalización vertical y horizontal, serán conformes con la normativa vigente y deberán estar correctamente fundamentadas.
- En toda la zona de la intersección los carriles tendrán una anchura de entre 3- 3,50 metros y el vial arceles de 0.50-1 metro a ambos lados, que se incrementará en las zonas de curvas con el sobreechanco necesario según la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC. Trazado.
- Las isletas deberán cumplir con las mismas determinaciones indicadas para las intersecciones con glorieta desplazada.



Rutas Técnica

- Los carriles de aceleración y deceleración deberán de ser de tipo paralelo en base a las indicaciones que dicta la Norma 3.1 IC. Trazado
- La anchura total del acceso a la altura de la marca de detención deberá ser lo suficientemente grande para que los vehículos que lo van a utilizar, en sus maniobras de entrada y salida, no invadan el sentido contrario de circulación de los viales que intersectan.

3.2.3 Tramos de intersecciones complementarias

A lo largo de la N-121-A también existen tres zonas en las que ha sido necesario actuar en pequeñas áreas de afección de manera conjunta, de forma que en tramos de carretera relativamente reducidos (un máximo de 500 metros) se puedan realizar todos los movimientos de giro a izquierda y a derecha de manera segura y ordenada. En estas zonas, los movimientos más peligrosos se han trasladado a nudos próximos donde se pueden realizar de manera más segura, reduciendo al mínimo la afección al tronco principal de la N-121-A y creando así intersecciones próximas complementarias que permiten todos los movimientos con la máxima seguridad posible.

Se prevén dos tramos (Sunbilla y Bera) donde se ha previsto un diseño novedoso propuesto por la ingeniería LEBER S.A. en el "Estudio técnico de funcionamiento de la carretera de interés general N-121-A, Pamplona – Behobia" consistente en términos generales en el achatamiento de una glorieta de grandes dimensiones que genera una parte central recta de unos pocos cientos de metros y dos zonas curvas en forma de glorieta pero con la calzada anular interrumpida en los extremos donde se permiten los giros, de este modo los movimientos de paso preferente no tienen que detenerse en ningún momento ya que circulan por sendos carriles directos externos a la propia glorieta:

Estas glorietas de los extremos tienen las mismas características gene-



Sunbilla Sur



Sunbilla Norte



Nudo de Bera Centro

rales que el resto de las glorietas pero con la particularidad de que la calzada anular no es completa.

En el caso del nudo central de Bera el tramo de intersecciones complementarias combina una glorieta incompleta en un extremo y una intersección en T con carril central de espera para giros a izquierda de entrada a la N-121-A.

La travesía de Ventas de Arraitz también supone una excepción ya que, al contrario de la travesía de Olabe que ya ha sido modificada, era necesario actuar en ella. Actualmente, la posibilidad de hacer variantes en estos dos núcleos urbanos es improbable a corto plazo ya que se prevé realizar los proyectos durante el año 2018, por lo tanto ha sido necesario



Ventas de Arratiz extremo sur



Ventas de Arratiz extremo norte

previsto únicamente en zonas con una marcado carácter periurbano. Además hay que tener en cuenta que es un elemento de la carretera que:

- Permite los cambios de sentido y la supresión de los giros a izquierda ente nudos principales.
- Permite el cambio de sentido del doble carril.
- Es una construcción efectiva en el calmado de tráfico, lo que la hace ser muy útil en puntos donde sea necesario cambiar el carácter de la carretera.

Las glorietas se han diseñado en base a los siguientes condicionantes técnicos:

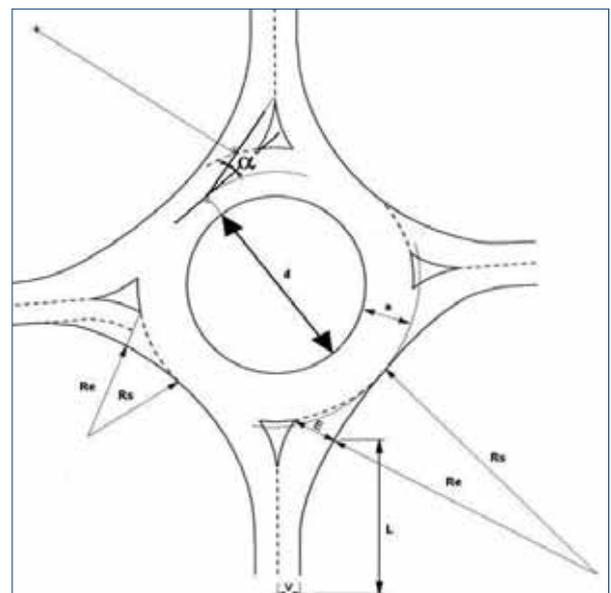
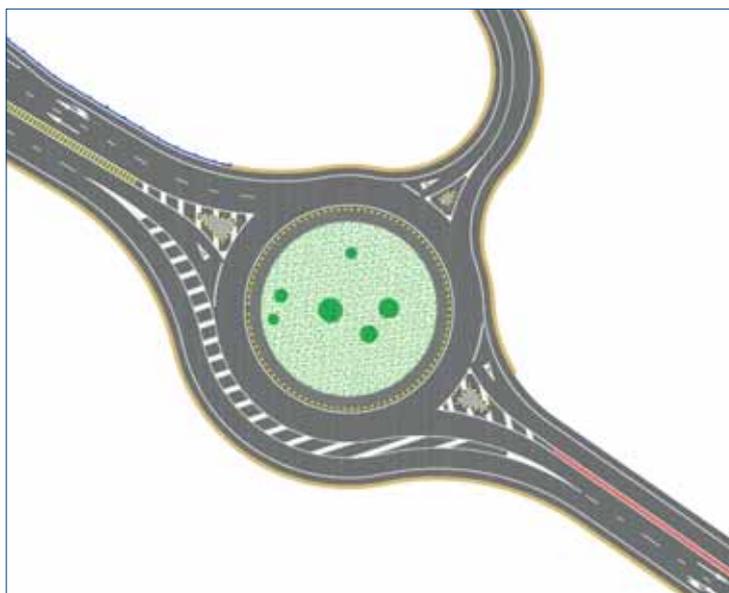
- El eje del anillo de circulación deberá encontrarse en el mismo plano. La inclinación longitudinal máxima será del 3%, en casos excepcionales podrá admitirse el 6% si estuviera debidamente justificado.
- 30 m de diámetro interior mínimo (d).
- Una anchura de calzada de la glorieta será de 8 metros:
 - Carril central de 6 metros.
 - Un arcén interior de 0,5 metros.
 - Un arcén exterior de 1,5 m.
- Entre 4 y 5 metros. de anchura mínima en cada uno de los carriles de entrada y salida (E).
- Una longitud de abocinamiento (L) hasta 3,5 m (V) de un mínimo de 20 metros.

modificarla de modo que el nuevo diseño sea compatible tanto con la posible variante como con la tipología 2+1. Se ha previsto una mediana de separación de los sentidos de circulación mediante doble bordillo enfrentado remontable (véase apdo. de Balizamiento y defensas) abierta en ambos extremos del núcleo urbano para que por medio de dos cayados se pueda realizar el giro a la izquierda

de cambio de sentido desde una zona segura.

3.2.4 Glorietas

A pesar de que están previstas en una Carretera de Interés General con una IMD > 5.000 veh/día y la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado no lo aconseja en carreteras convencionales (Apdo. 9.1.2 Maniobras de giro a la izquierda. Tabla 9.2), se consideran admisibles ya que se han



Rutas Técnica

- Un espaciamiento uniforme entre los diferentes accesos.
- Un radio de entrada de 30 metros (Re).
- Un radio de salida de 50 metros (Rs).
- El ángulo de entrada (α) debe de estar comprendido entre 20 y 60 g, con un óptimo de unos 25 g.
- Si las isletas exteriores son menores de 6 m² serán pintadas, si son mayores deberán ser delimitadas con bordillos remontables, pintados de amarillo y negro. En el interior de la isleta se utilizará hormigón impreso.
- Dentro de la isleta circular se dispondrá una acera perimetral de al menos 2 metros de anchura, terminada con hormigón impreso, limitada por el lado del aglomerado por bordillo remontable negro y amarillo y bordillo tipo jardinero para separación de la zona verde, dejando previsto, en su caso, la instalación del riego de la misma.
- Frente a cada entrada a la rotonda, y en la zona de jardín, se instalarán paneles direccionales con LED's alimentados por un panel solar. Asimismo, se colocarán captafaros solares con luminarias LED dentro del arcén interior para señalar el perímetro de la glorieta.
- La glorieta cerrada se dispondrá con pendiente hacia el exterior, con un peralte aproximado del 3 %.

3.2.5 Mejora de Enlaces

Existe una gran disparidad en las dimensiones de los carriles de entrada y salida de los enlaces, por ello las mejoras constan fundamentalmente de la realización de carriles de cambio de velocidad en base a la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado. (Apdo. 8.2.1 Carriles de cambio de velocidad. Tabla 8.1 Carriles de cambio de velocidad).

En la actualidad, la gran mayoría de los carriles de cambio de velocidad de la carretera no tienen las características geométricas que señala la citada norma. La adaptación de todos ellos a la norma, debido a las dificultades orográficas, geotécnicas y medioambientales que existen en buena parte del itinerario, supondría un coste muy elevado, por lo que solo se actuará allí donde son mayores las carencias de seguridad vial y donde el terreno y la ausencia de construcciones e instalaciones faciliten la intervención.

Por otro lado, en este estudio también se plantea la modificación de tres enlaces:

- Enlace de la N-121-A con la N-121 B en Oronoz –Mugaire: Se rediseña para reorganizar los movimientos, actualmente bastante confusos, favoreciendo los principales y aumentando la seguridad.
- Enlace con la NA-1210 en el pk 27+000 (proximidades de la boca sur del túnel de Belate).

- Enlace con la NA-1210 en el pk 34+800 (proximidades de la boca norte del túnel de Almádoz).

Con estas dos últimas actuaciones, se persigue mejorar algunos de los movimientos de conexión entre las dos carreteras.

3.3 Homogenización de los límites de velocidad y la señalización

Uno de los objetivos de este estudio es el de definir las características generales del conjunto de la vía siguiendo la política de la normativa alemana, en ella se aboga por una carretera "auto-explicativa" de manera que el usuario de la vía identifique rápidamente la clase de carretera por la que circula.

La modificación de la señalización, balizamiento y defensas supondría la modificación del código de circulación. Este estudio es un planteamiento inicial a mayores que busca innovar y pretende, tal y como se propuso en la Jornada Técnica de Carreteras 2+1 Debate de una solución con futuro celebrada en Barcelona en Junio de 2017 impulsar la realización de una Guía de diseño de la Vías 2+1.

3.3.1 Velocidad

Actualmente existe bastante dispersión en las velocidades máximas permitidas y tramos de características semejantes no tienen siempre la misma limitación, por ello en el Estudio

LONGITUDES (L) DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD (m)

Velocidad inicial (km/h)		Inclinación de la rasante: $-2\% \leq i \leq +2\%$					
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
40	20	35	85	175	320	615	
60	40	30	50	135	285	580	
80	95	55	40	85	235	530	
100	170	130	70	55	150	445	
120	250	215	160	90	75	295	
140	360	320	265	190	105	95	

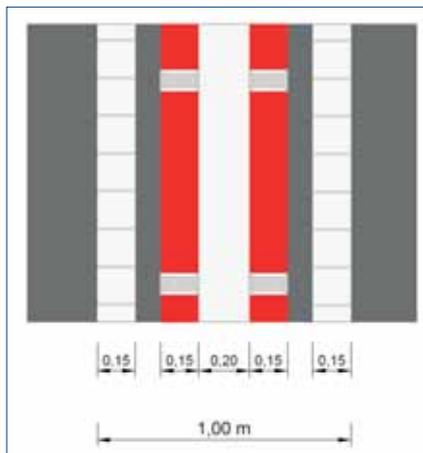
Ejemplo de tabla de referencia Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC Trazado

de Funcionamiento de la vía se concretó que:

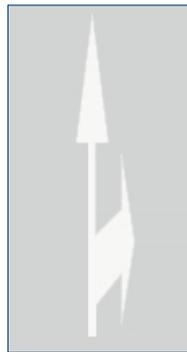
- Con carácter general, la velocidad máxima señalizada será 90 km/h, reduciéndose, excepcionalmente, a 80 km/h cuando así lo requiera la velocidad específica de alguna curva proyectada.
- La velocidad máxima permitida en las intersecciones será de 70 km/h.
- En los tramos urbanos se limitará la velocidad a 50 km/h.
- Los tramos singulares que no correspondan a estas dos últimas tipologías se estudiarán individualmente en el proyecto constructivo, procurando no desviarse de las mismas.
- Una vez finalice el elemento que conlleva una modificación de la velocidad tipo, deberá señalizarse expresamente la velocidad vigente en el siguiente tramo.

3.3.2 Señalización horizontal

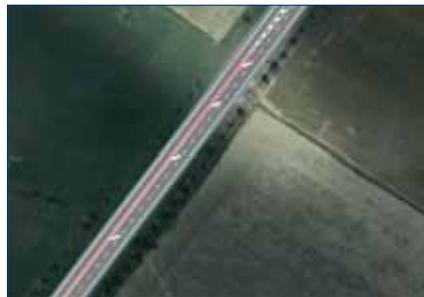
- La mediana es uno de los elementos más importantes de una Vía 2+1. En un principio, como norma general, la mediana, de 1,00 metro de ancho, estará constituida por una línea longitudinal blanca continua de 20 cm de anchura a la que se adosará, a cada lado, sendas líneas longitudinales rojas de 15 cm en las que se dispondrán capatafarios con retrorreflexión a una cara de color blanco cada 10 m. La mediana se completará con una línea blanca de 15 cm de ancho, con resaltos, paralela a cada una de las rojas y a 10 cm de éstas.



- Se dispondrán marcas viales longitudinales de 15 cm de anchura en borde de calzada y como contorno de isletas, y de 10 cm de anchura discontinuas (marca M 1.2 de la norma 8.2 IC) para separación de los dos carriles del mismo sentido.
- Las zonas centrales de la calzada excluida de la circulación que resultan en las transiciones de 2 carriles a 1 y de 1 a dos irán cebreadas en color blanco con las marcas cuyas dimensiones establece la norma 8.2 IC en el apartado 3.7.1.
- Los carriles de deceleración se preavisarán con la marca M-5.1 siguiente:



- La finalización del carril adicional de adelantamiento se preavisará con la marca M-5.4. Se dispondrán 4 flechas a intervalos decrecientes según ejemplo E-6 de la instrucción 8.2 I.C.



- Al comienzo de los carriles de aceleración, se utilizará la marca de ceda el paso (M-6.5).

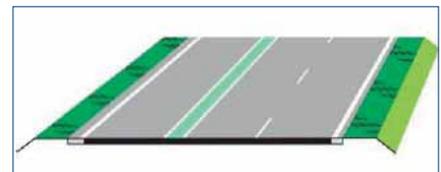


- El aglomerado de los terceros carriles para giros a izquierda, en los nudos que dispongan de ellos, será de color rojo.

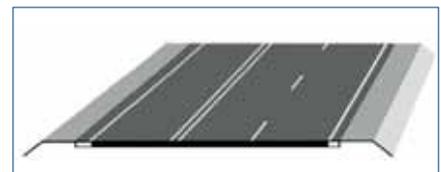


Manresa C-55 Barcelona

Algunos ejemplos de separación de sentidos en otros países:



Ejemplo de Alemania



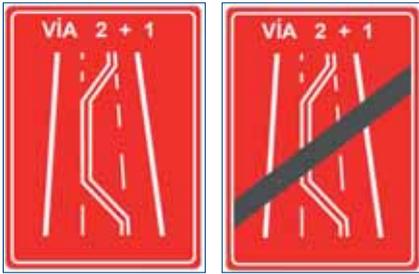
Ejemplo de Dinamarca

3.3.3 Señalización vertical

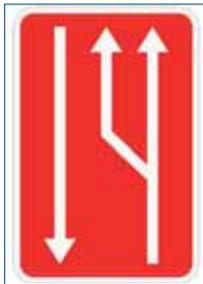
La nueva tipología de la N-121-A modificada deberá señalizarse convenientemente. Para ello se dispondrá, al inicio y al final, las siguientes señales verticales duplicadas a ambos lados de la plataforma. En un principio barajamos las señales con fondo azul o blanco, pero consideramos que las señales con fondo rojo y letras blancas, ayudarán a que el usuario de la vía entienda rápidamente que está

Rutas Técnica

accediendo a una carretera de características diferentes:



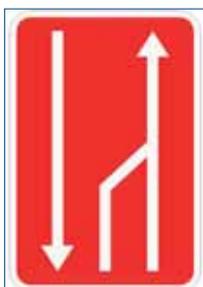
- El inicio del doble carril, se indicará con la misma tipología que la señal S-50a del Reglamento General de Circulación pero con fondo rojo:



- Una vez iniciado el tramo con dos carriles, se indicará la longitud de carril y la posibilidad de adelantar, empleando la siguiente señalización (en un único poste):



- Al final del tramo con doble carril, se empleará la señal con la misma tipología que la S-52b, pero con fondo rojo:



- Una vez acabado el tramo de doble carril, y cuando se haya acabado el cebreado de la transición a un solo carril, se colocará la siguiente señalización (en un único poste):



- En los tramos en los que haya dos carriles pero, debido a su menor longitud, no se permita el adelantamiento a los vehículos pesados, se empleará la siguiente señalización (en un único poste):



- Antes de cada intersección o enlace donde sea posible efectuar cambio de sentido, se dispondrán las señales con la tipología de la S-22 y la S-25, según se trate, respectivamente, de intersección o enlace, pero con fondo rojo:



- Se dispondrán, siempre, señales verticales de velocidad máxima permi-

tida (R-301) al comienzo del tramo en la que dicha velocidad cambie respecto al anterior. Las limitaciones de velocidad previstas, se explican convenientemente en el sub-apartado anterior ("3.3.1 Velocidad").

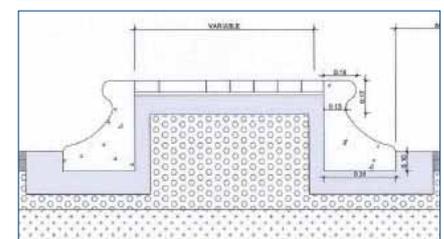


3.3.4 Balizamiento y defensas

Tal y como se indicaba anteriormente en el apartado de señalización horizontal, en un principio, como norma general, se plantea una separación continua de la mediana pintada en la mayoría del tramo, excepto en ciertos puntos singulares en los que sí se considera necesaria una separación mediante otros elementos.

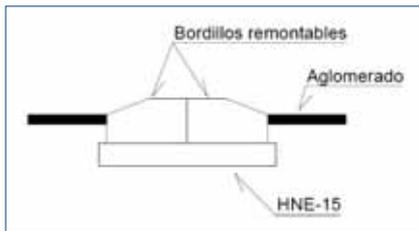
Así se dispondrá:

- Bordillos tipo "Trief", dado que se pretende dar un carácter periurbano y un incremento de protección, en los siguientes puntos:
 - Entre la glorieta de los túneles de Ezcaba y la nueva glorieta del camping de Ezcaba (intersección de la N-121-A con la NA-4210). Entre los p.k. 5+600 y 6+900.
 - Tramo de Servicios terciarios de Doneztebe/Santesteban próximo a Sunbilla entre los p.k. 48+400 y 49+300



También se ha previsto utilizarlo en sendas vías de servicio para separarlas del tronco principal:

- o Vía de Servicio en Oricain, p.k. 6+600.
- o Vía de Servicio en Sorauren Norte p.k. 9+100
 - Doble bordillo enfrentado remontable, para potenciar la eficacia de la mediana continua, en la travesía de Ventas de Arraitz.



- En fase de proyecto, o en modificaciones posteriores, se estudiará la posibilidad de sustituir en puntos concretos la señalización horizontal de la mediana descrita anteriormente por otros elementos de defensa y balizamiento.

Si en un principio no se plantean, es porque no se quiere perder la homogeneidad de la carretera, pero el estudio detallado posterior necesario para la realización de proyectos permitirá conocer más la vía y así en base a características singulares de peligrosidad, concretar tramos donde incluir barreras de hormigón continuo ancladas tipo New Jersey y/o barreras flexibles metálicas con elementos de protección para motoristas, tal y como ha ejecutado la Generalitat de Catalunya en la C-85 y la C-55, o la Administración Sueca en algunos puntos de su



Barreras metálicas flexibles con protección motoristas. C-55 Castellbell i el Vilar



New Jersey C-55 Manresa

red viaria. Ambas son compatibles con la solución inicial planteada.

3.4 Reordenación de accesos

Se considera que, una carretera de las características e importancia de la N-121-A no puede tener la cantidad de accesos a parcelas rústicas y urbanas aisladas, naves industriales, gasolineras, restaurantes.... Por ello se han estudiado uno por uno suprimiéndose algunos (43) y rediseñando el resto para conseguir el mayor grado de seguridad y comodidad en la circulación.

La nueva distribución de estos *accesos secundarios* se ha realizado teniendo en cuenta su proximidad a los puntos de cambio de sentido previstos en los nudos de la vía principal, con objeto de contrarrestar la carencia de los giros a la izquierda que se va a aplicar a todos ellos una vez la carretera sea modificada. Asimismo también se ha previsto la ejecución de nuevos caminos, la reagrupación de otros y la modificación de alguno de los existentes, de modo que los vehículos agrícolas, como norma general, no circulen por el tronco principal de la N-121-A.

Los criterios seguidos en la reorganización y mejora de los accesos actuales a la N-121-A han sido los siguientes:

- Reordenarlos tratando de disminuir su número todo lo posible
- Siempre que las condiciones del terreno (orografía y geotecnia) sean favorables y siempre que no se afecte de manera sustancial a construcciones, estructuras y servicios existentes, dotarlos de carriles de cambio de velocidad (carriles de aceleración y deceleración) con las siguientes longitudes:
 - o En los accesos a la N-121-A con un tránsito de vehículos muy puntual (parcelas agrícolas, viviendas, caminos rurales, pequeñas empresas, áreas de descanso poco utilizadas) 30 m de carril propiamente dicho y 20 m de cuña de transición.
 - o En los accesos con un mayor volumen de tráfico (estaciones de servicio, restaurantes, empresas relevantes, áreas de descanso más utilizadas) 70 m de carril y 30 m de cuña de transición.
 - o En las intersecciones y enlaces, las longitudes que determina la Instrucción de Carreteras. Norma 3.1 IC Trazado de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento de marzo de 2016 en el apartado 8.2. ❖

LOS ITINERARIOS ALMADRABEROS



Vicente Zaragoza Casamayor
Capitán de almadraba jubilado

Ana Zaragoza Ramírez
Periodista

Aniceto Zaragoza Ramírez
*Presidente de la Asociación
Internacional de Caminería*

UNA BREVE HISTORIA DE LA PESQUERÍA DEL ATÚN

La migración del atún rojo, y especialmente su acercamiento a la costa en el estrecho de Gibraltar, ha sido utilizado desde el periodo de la colonización fenicia para el establecimiento de emporios pesqueros que aún presentan una increíble huella arqueológica, entre las que destaca la ciudad romana de Baelo Claudia en el término municipal de Tarifa.

En las costas del sur peninsular el proceso migratorio del atún rojo se concentraba en los meses de primavera, periodo en que los túnidos se acercaban en grandes cardúmenes favoreciendo el nacimiento de artes de pesca de bajura o de costa, ambos de alta eficacia. Entre éstas,

destacarán las almadrabas, arte que se iría perfeccionando desde la antigüedad clásica, tanto en el mundo griego como en el fenicio, con el desarrollo de las almadrabas de tiro, y que a finales del siglo dieciocho se transformará en las actuales almadrabas de monteleva.

Opiano en el siglo II a.C. narra, "se despliegan todas las redes a modo de ciudad entre las olas, pues la red tiene sus porteros y en su interior puertas y más recónditos recintos. Rápidamente los atunes avanzan en filas, como falanges de hombres que marchan por tribus, unos más jóvenes, otros más viejos, otros de mediana edad: infinitos se derraman dentro de las redes, todo el tiempo que ellos desean y la cantidad que admite la capacidad de la red. Y rica y excelente es la pesca."

Este arte de pesca se incorpora a la tradición romana desarrollando numerosos emporios pesqueros a ambos lados del Estrecho y en puntos diversos del Mediterráneo y posteriormente, será continuada por los vándalos aunque se desconoce con que intensidad. Se vivirá un auténtico renacer de esta técnica pesquero con la conquista árabe, que nos aportará una buena parte del léxico almadrabero que hoy conocemos (alotar, ahorrar, arráez, atalaya, almadraba,...).

Tras la primera fase de la Reconquista cristiana la expansión de estas pesquerías exigirán un extraordinario esfuerzo económico y humano que además se debía concentrar en unos breves meses del año, pero que a pesar de ello, la riqueza que generaba la hizo objeto de la codicia de



Baelo Claudia



las principales familias aristocráticas de Andalucía, pugna que acabaría decantándose del lado de la familia ducal Medina Sidonia que por decisión del rey Juan II recibirá en 1445 la propiedad “de todas las almadrabas que ahora son o serán, de aquí en adelante, desde el Odiana hasta toda la costa del Reino de Granada”.

El monopolio ducal y la importancia de este arte se mantuvo durante siglos hasta que en el año 1817 desaparecerá el privilegio real de la pesca del atún, y la industria se abrirá poco a poco a inversores privados y a cooperativas de pescadores, aunque el Duque seguirá calando siete almadrabas hasta 1870. En 1908 llegaron a calarse 27 almadrabas en Andalucía occidental pero tras un proceso de concentración empresarial y la decisión gubernamental de crear el Consorcio Nacional Almadrabetero en 1928 el número se redujo a 11. El proceso de racionalización condujo a que en 1942 ya solo

quedaran 4 almadrabas operativas. La “fiebre de las almadrabas” que ocupó el medio siglo encuadrado en el periodo 1880-1930, constituyó uno de los principales motores de la industrialización de Andalucía al unir no solo las nuevas tecnologías de pesca sino concentrar además el proceso de transformación conservera de las capturas. La industria se mantendrá en ese periodo gracias a un enorme esfuerzo exportador, al principio dirigido especialmente a Italia a la que se enviaran hasta cinco millones de kilos de atún en conserva al año, y al final y en menor medida, a Argentina a partir de los años cuarenta. La supervivencia a partir de los años ochenta se apoyará en la exportación a Japón aunque el nivel de capturas ya nunca volverá a los niveles de las décadas anteriores. En la actualidad, la recuperación de la estima gastronómica de estas capturas, no solo en España sino en el contexto europeo, junto con el ya tradi-

cional mercado asiático, han abierto nuevas oportunidades económicas a las almadrabas del sur.

LOS ITINERARIOS ALMADRABEROS

La temporalidad de la actividad almadrabetera juntamente con el hecho de que las zonas más ricas en pesca (las costas de Cádiz y Huelva) fueran entre los siglos XIII al XV territorios de frontera sometidos a las guerras con los meriníes de Fez o los nazaríes de Granada, y posteriormente a los frecuentes ataques berberiscos, obligará a tomar medidas defensivas y de manera destacada a que Felipe II ordenase un extraordinario esfuerzo de fortificación y alerta en las costas mediterráneas y sudatlánticas. La temporalidad favoreció también, desde las primeras épocas cristianas, la aparición de flujos migratorios de pescadores y de otras personas dedicadas a un varia-



Consorcio Nacional Almadrabetero. Santi Petri



Consorcio Nacional Almadrabetero. Barbate



Grabado de Windergarten de la almadraba de Torre de Hércules



Grabado de Windergarten de la almadraba de Conil

do conjunto de actividades ya que los vecinos permanentes eran insuficientes para satisfacer las necesidades de la pesquería. Las condiciones de trabajo estaban perfectamente reguladas así como las del resto de trabajos auxiliares (panaderos, carniceros, lavaderos, cocineros, barberos, aguaderos, taberneros,...), prueba de las dificultades que este trabajo acarrea y este ir y venir dio

lugar a los que podríamos denominar itinerarios almadraberos.

Los itinerarios almadraberos irán convergiendo a partir del siglo XVI en las dos almadrabas principales de los Duques de Medina Sidonia: hacia Conil y hacia Zahara de los Atunes, sin olvidar la importancia de las almadrabas de Torre de Hércules, Santi Petri, Huelva, Rota o Puerto de Santa María, a veces explotadas por otros aristócratas.

Si bien, en el primer caso el pueblo de Conil podía aportar una significativa mano de obra a la pesquería, en el caso de Zahara de los Atunes la población permanente era extraordinariamente reducida y prácticamente se limitaba a las necesidades del Real de la Almadraba (que en realidad desempeñaba tres actividades: palacio, chanca y fortaleza como veremos posteriormente).

La productividad de la pesquería estaba determinada por la disponibilidad de una abundante mano de obra en el sitio y el instante adecuado y los Duques se preocuparon permanentemente por la búsqueda de una solución a lo que parecía una insuficiencia crónica de pescadores. Insuficiencia más que justificada por el riesgo de la zona y que llevó a que las almadrabas pagaran el rescate anual de dos cautivos, donación que se elevará hasta los treinta cautivos anuales en 1468, amén de mantener hospitales, centros de caridad y obras de defensa.

Los deseos de tener una población estable entraba en contradicción con la práctica aristocrática de extender de manera abusiva los derechos exclusivos de las aguas almadraberas, colocando a los pescadores independientes en una situación límite que les obligara a atender la llamada a los Reales, y que fue origen de un larguísimo conflicto varias veces estudiado por la Cancillería de Granada, saldándose con no pocas



Viaducto de acceso al puente sobre el río Guadalhorce de Pablo de Alzola



Puente de la Barca, Vejer (Cadiz)

revueltas sociales incluido la quema en una rebelión popular de los enseres y aparejos de la almadraba de Zahara en 1776.

Algunos años y para resolver el problema de la falta de trabajadores libres se recurrió como método de reclutamiento al indulto a los fugitivos de la ley y en otros casos, se forzó el uso de penados en estas labores, aunque el coste de la vigilancia y los conflictos que habitualmente se presentaban hicieran muy compleja esta opción.

Miguel de Cervantes conocerá en primera persona este mundo singular que quedará recogido en la *Ilustre Fregona*, “no os llaméis pícaros, si no habéis cursado dos cursos en la academia de la pesca de los atunes... aquí se canta, allí se reniega, acullá se riñe, acá se juega, y por todo se hurta”.

Este mundo pícaro y conflictivo va a ser una de las preocupaciones de los Medina Sidonia y así, aprovechando la relación familiar entre la duquesa y San Francisco de Borja, se le encargará a la orden de los jesuitas el cuidado de las misiones en las almadrabas, labor que se iniciará en el año de 1557 y que en aquella época se centrará en los pícaros sevillanos que acudían en tropel a Zahara. Tan solo un año después el informe de la Compañía habla de extraordinarios avances, “extirpándose la diabólica costumbre de blasfemar, cerraron la casa de mujeres, y volvieron los hombres a sus esposas y muchos hijos a casa de sus padres”. Este mundo aventurero dejará rastros en el habla popular, tales como “tunante” o “cachondeo” (en honor del riachuelo Cachón de Zahara de los Atunes), que se difundirá al tiempo que se movía esta turba temporera.

En ese mismo año las almadrabas ducales llegan a pescar 140.000 atunes, buena imagen de una industria próspera.

Zahara se convierte en el meridiano del mundo de la picaresca, el



Principales itinerarios almadraberos en el siglo XX

punto de convergencia de la Gente de Poniente (Ayamonte, Lepe, La Redondela) y de Levante (Alicante, Murcia, y Málaga), que una buena parte de las veces resolvían sus diferencias con sangre.

La aparición de la Matrícula del Mar a finales del siglo XVIII puso en mayores aprietos a la explotación almadraba ya que los marineros matriculados ganaron el derecho a pescar sus propios atunes, aunque fuese una vez pasada la época de la almadraba, pero además podían ser enrolados a la fuerza en la flota de guerra tan activa en aquella época hasta el desastre de Trafalgar.

La caída de las capturas y la consiguiente pérdida de rentabilidad de las almadrabas del sur, junto a los avances registrados en la pesca de los túnidos en el litoral levantino y en las costas portuguesas –con imposibilidad actual de determinar el origen primigenio del arte de buche–, va a favorecer la búsqueda de asesoramiento en arbitristas como el padre Martín Sarmiento que además de elaborar la mejor estadística de capturas desde 1525 hasta 1756, va a proponer todo tipo de soluciones “mágicas” como el uso de peces espadas de madera para acorrallar a los

atunes. Esta nueva técnica pesquera de buche va a dar lugar a un nuevo tipo de emigración temporal hacia el sur desde muy variados puntos de España y Portugal.

La situación en 1804 fue brillantemente recogida por Simón de Rojas Clemente, que afirma que “para atender a la Almadraba no eran suficientes las gentes de Conil, por lo que ciento cincuenta hombres, que se llamaban los paralelos, vienen todos los años a mitad de Mayo y se están en la Almadraba 50 días.

En estos dos últimos años vienen de Portugal, ganan 5 reales y tres libras de pan y las huevas de los atunes.

Antes hacían este trabajo los de Conil y hasta siete años ha lo hacían hombres que se iban a buscar a Estepona, Marbella y Manilva”.

“En Sara se hace igual gasto y maniobra que en Conil”.

“Cien aventureros acuden sin ajuste a la pesca y suelen alcanzar dos reales diarios cuando hay que trabajar, y siempre y a cuantos vengán tres libras de pan muy malo a cada uno.

Toda esta gente come de este mercado, que encarece en esta temporada sus comestibles.



Mucha gente de todos los Pueblos vecinos acude a esta diversión y aumenta la carestía.

Los aventureros son una colección de pícaros que se refinan en la escuela de la Almadraba, y se dan muchas veces de puñaladas durante esta pesca, llenan de piojos las playas, piden limosna y se presentan con nombres supuestos”.

“Tres meses antes de comenzar la pesca de emplean mucho en preparar los instrumentos de ella y, deducidos los grandes gastos que trae consigo, queda al Duque el producto de treinta mil pesos, valuado por un término medio”.

Ya a mediados del siglo XIX será el momento en el que se consolida el dominio del arte por parte de los pescadores alicantinos, que pasarán a constituir el grueso de los capitanes o arraeces en la mayor parte de las almadrabas, mientras que en la industria empiezan a aparecer también comerciantes catalanes. Esta situación continuará sin grandes cambios hasta los años sesenta del pasado siglo y el personal mayoritario seguirá siendo fundamentalmente portugués, onubense y levantino.

A lo largo del siglo XX el proceso de reclutamiento del personal era llevado a cabo por un encargado, almadrabetero privilegiado en su

relación con el Capitán o Arráez y que muchas veces abusaba de esta relación para chantajear a sus futuros compañeros, y que dará lugar a que sean los capitanes los que finalmente se encarguen del proceso de selección. Éste incluía penosos viajes desde las tierras de Almería y Málaga, y el establecimiento de condiciones laborales muy reguladas que alcanzaban a los “volateros”, es decir a aquellos marineros que llegaban a las almadrabas por su cuenta y que si se les contrataba se les pagaba la campaña completa aunque se hubiesen incorporado con semanas de retraso.

Los almadrabeteros almerienses eran reclutados en Cabo de Gata, Carboneras, Arquian, Roquetas y en la capital, siendo los malagueños básicamente de Fuengirola y Los Boliches. Los almerienses podían sumar sesenta o setenta personas y algunos menos los malagueños, y recibían la mitad del salario de la temporada por anticipado, además del importe del viaje.

La otra corriente fundamental de pescadores provenía de Portugal y en particular de las riberas del Guadiana, de pueblos tales como Montegordo, Tavira, Santa Lucía y Villarreal de San Antonio. A diferencia de los españoles los portugueses venían

por mar en sus barcos de vela. Tras la desaparición de las almadrabas onubenses los pescadores de la zona se sumaron a la corriente migratoria hacia las costas gaditanas.

El proceso migratorio se asoció también a un proceso de especialización y así, los alicantinos y en particular los benidormenses coparon las capitanías, carrera que empezaba por “barilla” o vigilante de los atunes y sus capturas; los barbateños se especializaron en vigilantes de las almadrabas y todos los enseres que las componían; los leperos y conileños se especializaron en el duro trabajo de “copeador” (o aquel que realiza las capturas usando un cloque o garfio); los portugueses se centraban en la navegación, y los andaluces orientales se encargaban de las actividades genéricas del arte.

Junto a los pescadores, siguieron viajando los oficios auxiliares y en especial aquellos relacionados con las diferentes preparaciones del atún, generándose una corriente migratoria adicional, que cubría todo el litoral mediterráneo y en particular Alicante y Murcia. Tras la temporada, la vuelta a los pueblos de origen venía acompañada de salazones que eran muy apreciadas en dichas zonas y que pasó a formar parte de la gastronomía de esas regiones.

Itinerarios almadrabeteros que han dejado incontables huellas en la toponimia española, donde denominaciones como reales de almadraba o reales, almadrabas, almadrabetas o almadrabillas salpican la geografía española desde el cabo de Rosas hasta Ayamonte.

LA RED DE CARRETERAS Y LA ACTIVIDAD ALMADRABERA. El desarrollo de la red viaria en la conexión Cádiz- Málaga

Si toda esta actividad pesquera ha estado sujeta durante siglos a relevantes riesgos (los atunes dejaban una secuela trágica de muertos y heridos), los problemas de accesibili-

dad eran igualmente extraordinarios haciendo aún más meritorio este prolongado esfuerzo económico y logístico.

La primera dificultad provenía de la ya mencionada inseguridad personal provocada por los piratas berberiscos que fueron especialmente activos desde inicios del siglo XVI hasta la derrota de Argel de 1784 frente a la flota del teniente general Barceló y el Tratado del mismo nombre de 1786. A pesar de que el sistema de piratería institucionalizado quedaría seriamente dañado, no sería hasta la conquista francesa de Argelia en 1830 que las costas españolas -además de francesas, italianas y portuguesas- pasaran a ser seguras. Según el historiador Robert C. Davis entre 1530 y 1780 entre un millón y un millón doscientas cincuenta mil europeos fueron vendidos en los mercados de esclavos del norte de África y Estambul.

El efecto de esta sangría permanente se dejó sentir sobre la estructura territorial del litoral español y especialmente andaluz: salvo para ciudades fuertemente protegidas la primera legua de costa se abandonaba o se utilizaba de forma temporal ya que los riesgos de incursiones piratas eran demasiado elevados. Incluso el sistema defensivo de Felipe II que se extendió por todos sus reinos mediterráneos ofrecía una protección parcial a estos ataques fulminantes que huían de confrontaciones militares tradicionales. Precisamente una parte del gran éxito contra la piratería del almirante Barceló fue la utilización de los rápidos y maniobrables jabeques argelinos en lugar de los lentos y poderosos barcos de línea europeos.

Sin núcleos de población relevantes y permanentes, el sistema de comunicaciones viario fue extremadamente deficitario durante muchos siglos. Los repertorios de caminos del siglo XVI, como el de Juan de Villuga, no recogía ningún camino desde Cádiz hasta Málaga



Servicio de autobús en la línea litoral

que no pasara por Sevilla. Desde luego en esta realidad influía también las dificultades que apuntaba Jurado Sánchez "la escasa superficie que dejan el mar y las estribaciones subbéticas, el problema de cruzar éstas, las ramblas, producto de un clima irregular, y los numerosos ríos y arroyos perpendiculares a la costa..." dándose "una combinación de hechos físicos e históricos que dará lugar,... a un litoral andaluz sin caminos hasta bien entrado el siglo XIX".

De hecho, las referencias de viajeros como Richard Twiss o Antonio Ponz confirman esa impresión de territorio parcialmente deshabitado (dice éste último, "desde Medina Sidonia a Tarifa, se puede decir que es por un verdadero desierto") y de difíciles comunicaciones, salvo en las proximidades de Cádiz donde se había realizado un auténtico alarde carretero y que Twiss en 1773 describe de la siguiente manera: "Proseguimos dos leguas más después de comer por un excelente camino, recto llano y suficientemente ancho como para que pasen cuatro carruajes a lo ancho,..."

Parte de estas dificultades intentaron resolverse a lo largo de la primera mitad del siglo diecinueve, pero no será hasta los años sesenta de ese siglo cuando se de por terminada el sistema radial básico y la Administración empiece a planificar y ejecutar carreteras transversales y

litorales. De hecho, el estado de las carreteras en 1855 que recoge Uriol no describe ninguna conexión viaria entre Cádiz y Málaga o el Estrecho, zonas de especial actividad almadradera.

Será a partir de ese momento, con la Ley de Carreteras de 1.857 y el Plan General de 1.860 donde se dará un impulso decisivo a las carreteras del litoral, si bien su avance en la zona del Estrecho será especialmente lento, de forma que la construcción de la carretera entre Málaga y el límite con la provincia de Cádiz se extiende desde 1863 hasta 1929 y el tramo en la provincia gaditana tendrá que esperar a la última periodo de construcción del Circuito Nacional de Firms Especiales. De hecho, el puente sobre el río Barbate en la Barca de Vejer que se había construido por el Duque de Medina Sidonia y una contribución municipal en 1.550 estuvo arruinado durante decenios y hubo que esperar al año 1860 para que el ingeniero Federico Ferrer construyera el existente de mampostería de tres ojos para dar una conexión mínima entre las zonas orientales y occidentales de la provincia.

El éxito de la construcción del puente de la Barca de Vejer, animó al ayuntamiento de esa localidad, en 1882, a pedir al Ministerio "un camino que partiendo de la Barca, pase por el sitio conocido por el nombre de paradero de las barcas... hasta Barba-

te y Zahara. Además facilitará mucho para carga y descarga de los barcos que constantemente llegan al punto antes citado, que es donde existe el muelle". Este puente sobre el río Barbate, a nueve kilómetros de la costa, será el único que comunique los dos lados del municipio hasta finales de los años setenta del siglo pasado que con la construcción de un nuevo paso cerca de la desembocadura del río se dio continuidad al camino litoral, sustituyendo a una barca que estuvo operativa hasta ese momento.

El mismo Plan de 1860 tuvo un magnífico promotor en la parte malagueña en la figura del ingeniero Pablo Alzola que se dejara sentir en multitud de obras del litoral malagueño, especialmente en el tramo Málaga Fuengirola y en el puente sobre el río Guadalhorce.

El Circuito, aprobado bajo el mandato del Conde de Guadalhorce, a la sazón Ministro de Fomento en 1.926, facilitó también la configuración de servicios de transporte de viajeros por carretera, y en concreto al nacimiento en 1.927 de la línea Cádiz - Algeciras con paradas en Vejer y Tarifa que tiempo después explotará la Compañía de Transportes Generales Comes y que dotará de movilidad a buena parte de la sociedad de la zona que carecía de medios privados de transporte.

Tras la modificación de 1.929 del Circuito Nacional, el tramo San Fernando, Málaga, Motril quedará encuadrado en el itinerario IX-X.

Los efectos de este programa de carreteras fueron recogidos por multitud de viajeros que vieron en el mismo un avance en la modernización de nuestro país. A partir de ese momento el itinerario gana protagonismo en los planes nacionales y volverá a aparecer -terminando en Málaga- en el Programa REDIA del periodo 1967/1971. A partir de entonces los planes de carreteras nacionales y autonómicos se coordinaron para mejorar las comunicaciones litorales e interiores en el mismo corredor, si bien aun no parece haberse alcanzado la configuración definitiva de la red en la aproximación al Campo de Gibraltar.

EL TRANSPORTE ALMADRABERO

Las dificultades para la construcción de carreteras y caminos tuvo una enorme importancia en la historia de las almadrabas. De un lado la incomunicación terrestre en términos prácticos de algunas almadrabas y especialmente, de la Almadraba de Zahara de los Atunes, dará lugar a una estructura productiva autónoma que sepa resolver los problemas militares y de suministro. Como memoria de aquella época serán los "reales de almadraba" que combinarán junto con funciones residenciales y palaciegas, administrativas y pesqueras, otras de tipo militar, de forma que alojaban cañones y eran capaces de albergar a una importan-

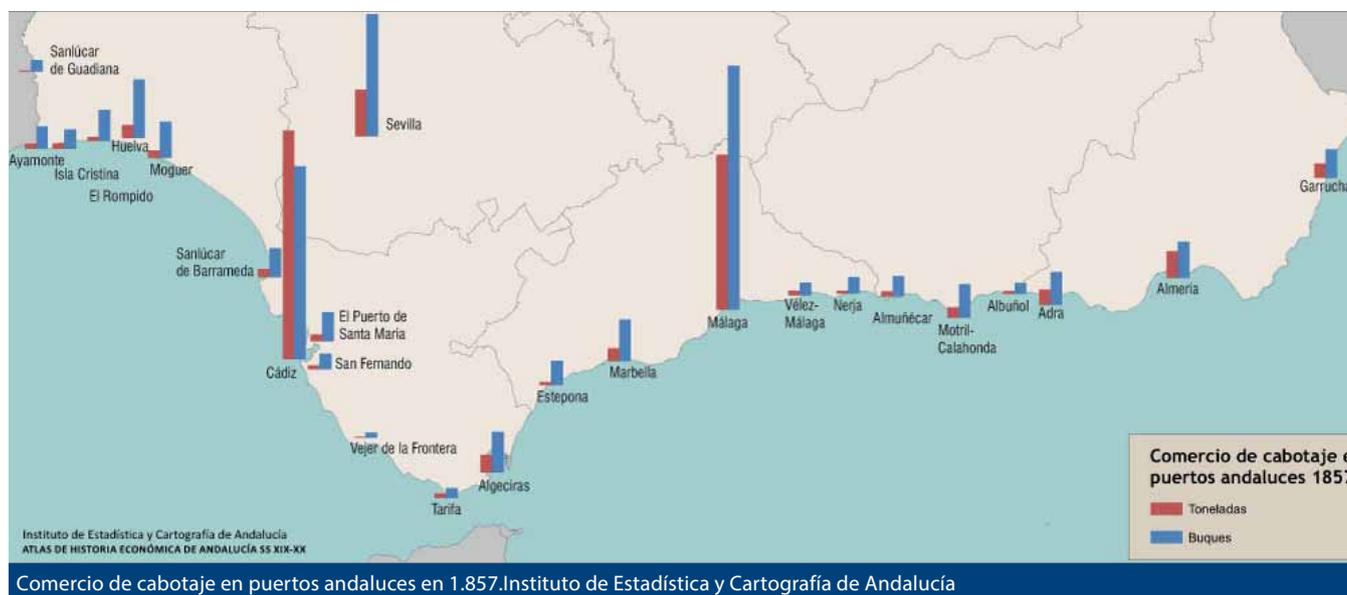
te tropa en caso de necesidad. Así el arráez o capitán de la almadraba no lo será originalmente por sus labores de pesca sino por su escalafón militar al mandar a unos cientos de hombres en las labores defensivas frente a los piratas. Estos ataques piratas afectaban especialmente a las almadrabas mayores, como Conil y Zahara de los Atunes, y de manera singular a esta última más alejada de la protección de Cádiz. Los ataques más intensos, con auténticas flotillas, se registraron entre 1543 y 1646 y de ahí la obligación que se autoimpuso el ducado de liberar cautivos todos los años.

Esta indefensión terrestre en lo militar o ineficiencia en lo mercantil (se podían utilizar caballerías para el transporte pero los carros tenían un uso limitado en buena parte de la costa), favoreció un extraordinario transporte de cabotaje. Transporte de cabotaje que fue especialmente relevante a finales del siglo XIX; y en ese momento es de destacar el desaparecido puerto fluvial de la Barca (Vejer de la Frontera) muy relevante para las almadrabas de Barbate y Zahara de los Atunes hasta la construcción de nuevas carreteras litorales y que tenía una larga historia al haber sido uno de los cinco puertos autorizados por Alfonso X en su Andalucía cristiana. De hecho, este transporte de cabotaje sobreviviría hasta bien entrado el siglo veinte con líneas como las de Antonio Millán e Hijos que comunicarán Cádiz con otros puertos importantes



Real de la Almadraba de Zahara de los Atunes





en la zona, como Sevilla, Algeciras, Gibraltar, Ceuta, Tánger o Casablanca. Algunas compañías seguirán actuando hasta los años cincuenta lo cual demostraba las dificultades de comunicación terrestre en la zona del Estrecho de Gibraltar.

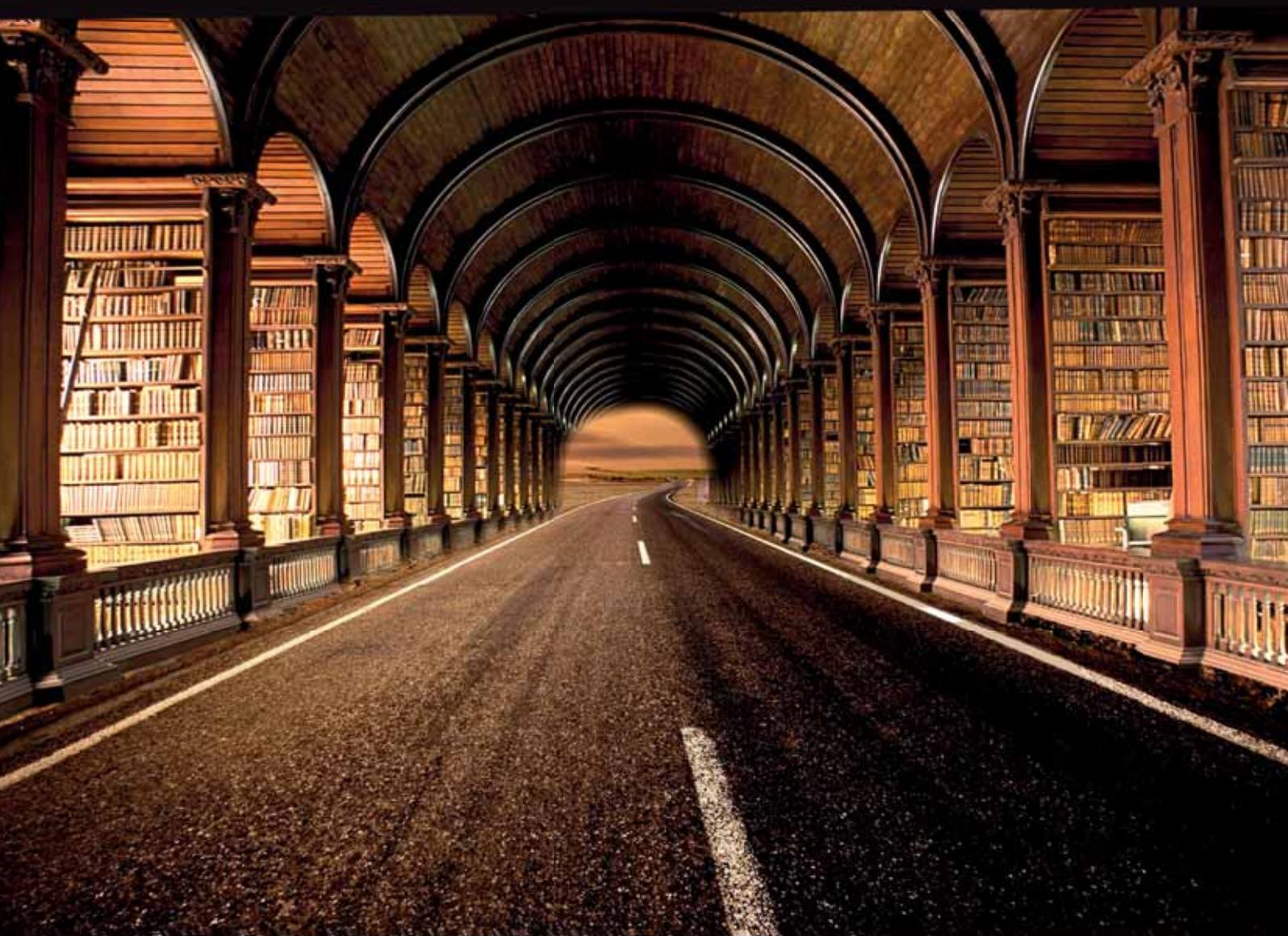
Pero si los servicios generales exigían del transporte de cabotaje, el almadrabeto con más razón ya que las almadrabas disponían de barcos de transporte que podían realizar estas labores, si bien en un adecuado equilibrio entre costes y beneficios. Así, por ejemplo, durante el siglo XX la importante almadraba de Santi Petri usaba el transporte carretero al poder disfrutar de unas conexiones viarias adecuadas, a pesar de la cercanía del puerto de Cádiz; mientras que otras instalaciones más lejanas recurrían frecuentemente al transporte de cabotaje como demuestran las estadísticas portuarias.

La mejora de la red de carreteras que significó el plan REDIA en el entorno del Estrecho del Gibraltar acabó con un aislamiento histórico de la costa y de las actividades almadraberas, consolidó una dinámica de crecimiento poblacional -inicialmente asociado a la pesca y posteriormente a otras actividades industriales y turísticas-, pero sin duda trastocó parte de la mística que durante siglos acompañó a la pesca del atún en el sur peninsular.

Bibliografía

- [1] Florido del Corral, D., "Las Almadrabas Andaluzas: entre el prestigio y el mercado. Economía de Prestigio versus Economía de Mercado", Padilla Libros Editores y Libreros.
- [2] Ríos Jiménez, S., "Evolución de la Gran Empresa Almadrabeto-Conservera Andaluza entre 1919 y 1936: Génesis y Primeros Pasos del Consorcio Nacional Almadrabeto". 2005, Comunicación al VIII Congreso de la Asociación de Historia Económica.
- [3] "Historia de las Almadrabas: Zahara de los Atunes". Artículo
- [4] Azcoytia, C. "Historia de las Almadrabas y Salazones en el Sur de España". 2007, Artículo.
- [5] Fernández Gómez, F., Yáñez Polo, M.A., Hurtado Rodríguez, L., (2007/08), "Las almadrabas. De la antigüedad a nuestros días". Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Cultura, Juventud y Deportes. Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales
- [6] Ladero Quesada, M.A., González Jiménez, M., "La población en la frontera de Gibraltar y el repartimiento de Vejer". Departamento de Historia Medieval. Universidad de Sevilla.
- [7] Regueira, J., "Los misioneros de Zahara y los primeros jesuitas andaluces", Cien años de Historia, Zahara de los Atunes, -Arcipresbiterato de tarifa-Diócesis Cádiz y Ceuta.
- [8] Gómez Vizcaino, J.A., "Don Antonio Barceló y Pont de la Terra. De Patrón de Jabeque-correo a Teniente General de Real Armada: corsarismo y operaciones marítimas en el Mediterráneo en el S.XVIII". Aglaya, Cartagena, 2007. ISBN 9788495669797
- [9] Patrón Sandoval, J.A., "Milicianos Tarifeños en Las Algeciras: La Compañía de Escopetas de Getares". Revista de Estudios Tarifeños. ISSN 1130-7986, N°46, 2002
- [10] Ludeña Sevillano, L., "Piratas en la costa... a través de los orientes", 2015, ISBN 9786460698777
- [11] Florido del Corral, D., "Las almadrabas andaluzas bajo el Consorcio Nacional almadrabeto (1928-1971): aspectos socio-culturales y políticos". 2013, SEMATA, Ciencias Sociales y Humanidades, ISSN 1137-9669, vol 25, 117-151
- [12] "El Corredor de la Carretera N-340 como eje histórico del litoral Andaluz", 2013, Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía.
- [13] "Rio Barbate", Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medioambiente, Junta de Andalucía, 2008, ISBN 978-84-96776-76-0. ❖

“EL SABER NUNCA HA ESTADO TAN CERCA”



Descubre más en

www.atc-piarc.com

TRAFIC 2017



XV Edición del Salón Internacional de la Movilidad Segura y Sostenible

Del 24 al 27 de octubre de 2017 el recinto ferial IFEMA de Madrid acogió la décimo quinta edición del Salón Internacional de la Movilidad Segura y Sostenible, TRAFIC 2017, una plataforma de referencia para el negocio, el conocimiento y la innovación relacionada con la seguridad vial y el equipamiento de carreteras.

TRAFIC cerró las puertas de su 15ª edición el pasado 27 de octubre registrando un total de 4412 visitantes, y destacando especialmente la nueva Área de Movilidad Eléctrica y Eficiente, así como una mayor internacionalización de la convocatoria. En este sentido, cabe destacar el incremento del 18% en relación a los países de procedencia de los profesionales asistentes, con un total de 33 naciones y con Portugal a la cabeza, lo que confirma al Salón como referente del sector en la península ibérica.



Actividades del Sector

En la misma línea las 140 marcas participantes suponen un crecimiento del 13,5% con respecto a la pasada edición. Despunta el aumento del 23,5% de expositores internacionales de 17 países que en esta ocasión asistieron.

Además de la representación empresarial, TRAFIC contó con el apoyo de los principales organismos públicos vinculados con la seguridad vial y la carretera, especialmente el Ayuntamiento de Madrid, la Dirección General de Tráfico, el Ministerio de Fomento y el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, la Federación Española de Municipios y Provincias, así como con las asociaciones más representativas del sector, entre ellas la Asociación Técnica de Carreteras, que además de contribuir al éxito de la Feria, han participado de forma activa en las jornadas profesionales.

Precisamente uno de los aspectos mejor valorados por los profesionales ha sido el contenido del Foro Trafic en el cual han participado más de 800 personas. Con un total de nueve ponencias, esta plataforma de intercambio de conocimiento acogió, entre otras, la Jornada de "Desarrollo Urbano y Movilidad Sostenible", organizada por el Área de Gobierno de Desarrollo Sostenible del Ayuntamiento de Madrid. Una sesión inaugurada por Ezequiel Domínguez Lucena, coordinador general de Planteamiento, Desarrollo Urbano y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, quien elogió la nueva dirección de la Feria hacia la movilidad, la eficiencia y la seguridad vial. Del mismo modo, el Foro fue escenario también de la II Convención Nacional de las Policías Locales sobre Seguridad Vial, organizado por Fesvial; el Taller sobre "El Cálculo de Tiempos de Semáforo en España Hoy" y la Jornada "C-Roads Spain: Carreteras Cooperativas", organizados por ITS



Como en las últimas ediciones, la Asociación Técnica de Carreteras contó con un stand donde se informó a los asistentes sobre las actividades de la ATC

España; la mesa redonda "Vehículo Sostenible: Hacia la Seguridad 2.0", de mano del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad; "La Movilidad Conectada: Retos y Oportunidades", jornada organizada por la Dirección General de Tráfico.

También en relación con la movilidad sostenible, FACONAUTO organizó el I Observatorio del VO de la distribución oficial, que analizó el papel que juega el vehículo de ocasión en la renovación del parque automovilístico en España, elemento clave para una mejora real de la movilidad.

Por su parte, el Área de Movilidad Eléctrica y Eficiente, nueva

zona expositiva en la Feria, también obtuvo una magnífica acogida con la participación de marcas como Audi ; BMW ; Hyundai; Mitsubishi ; Nissan; Peugeot; Renault; Smart; Volkswagen, o NIU que pusieron al alcance de los profesionales sus modelos más vanguardistas.

Del mismo modo, TRAFIC habilitó un Circuito Urbano donde se presentaron propuestas que contribuyan a esta movilidad segura y sostenible en las vías urbanas. Es el caso de la EMT, que mostró el autobús MAN Lion´ s City Hybrid, o Kineo Ingeniería de Tráfico, que apostó por su sistema de paso de peatones inteligente. ❖

Consejo PIARC Bonn



PIARC celebró reuniones estatutarias anuales del 23 al 28 de octubre en Bonn, Alemania

Estuvieron presentes 44 países y representados, el resto. No hay nuevos ingresos de países. Se aprobaron los cambios en la representación de Polonia y Reino Unido y se incorporaron dos nuevos Comités Nacionales: Polonia y Paraguay.

En su introducción, el presidente Van Rooten se congratuló del nivel que está alcanzando la PIARC tanto en lo que se refiere a los documentos publicados como a las jornadas, seminarios, etc., realizados.

Asimismo, remarcó la importancia de los trabajos de la Comisión de Planificación Estratégica y del avance del Plan 2020-2023. El plan actual va según lo previsto y se celebrará una reunión en Roma, del 4 al 6 de diciembre, para garantizar la puesta en marcha de los informes en tiempo y calidad. Además, se revisó el

trabajo realizado por el Grupo de Trabajo liderado por M^a del Carmen Picón, cuya misión es modificar la estructura del Plan Estratégico y los procesos de implementación y ejecución del Plan al objeto de mejorar su calidad y eficiencia. Este trabajo fue destacado también por la representación de la FHWA USA).

Los informes del ciclo 2012-2015 están publicados casi en su totalidad (falta 2 de 42) en la web de PIARC. Más de la mitad ya están también traducidos al español y el resto están comprometidos con DIRCAIBEA.

Se realizó una sesión especial sobre Vehículos Autónomos y Conectividad, introducida por el Secretario de Estado de Alemania, y presentaciones de USA, Italia, Portugal, Francia, Canadá, Japón, China, Corea, ...

Respecto a los denominados "Proyectos Especiales", se indicó que están en marcha los de "Uso de drones en carretera" y "Fallos súbitos en infraestructuras". Se aprobaron dos nuevos proyectos: uno sobre "carreteras eléctricas" y otro sobre la contribución de las carreteras en el desarrollo económico.

En esta ocasión, se dio voz en el Consejo a las organizaciones regionales: DIRCAIBEA, CEDR, Países Nórdicos, Países Bálticos y Sudeste asiático. Cada uno de los representantes explicó la estructura de funcionamiento y las actividades realizadas. Se aprobó también un Memorando de acuerdo con el Observatorio del Transporte de la Asociación Sudeste de Europa.

Se presentó el informe de ejecución del pptº 2017 y de la estrategia

de finanzas. Las cuotas para 2018 se mantienen sin cambios aunque se anunció un incremento para 2019. Se aprobaron tres partidas de 10 k€ para la actualización de la aplicación informática del Diccionario, para el desarrollo del Manual de Gestión del Patrimonio Vial y para el apoyo a grupos regionales (África). También se aprobó un cambio en la estrategia de explotación del HDM-4. Se va modernizar la interface de trabajo pero manteniendo la estructura interna de funcionamiento. El coste se amortizará reduciendo los royalties que paga la empresa distribuidora a PIARC.

El Secretario General informó muy positivamente de los cambios introducidos en la política de Comunicación. Gracias a la contratación de una responsable del área, la española Marina Domingo, se ha avanzado mucho en temas de divulgación de las actividades: newsletter, web, linkedin, twitter, así como en la nueva versión de la revista. También se reconoció la importancia del trabajo del Director Técnico, Miguel Caso-Florez en relación con la organización de seminarios, proyectos especiales y relaciones con las organizaciones regionales.

Se presentaron los informes de Polonia sobre el próximo Congreso Mundial de Vialidad Invernal (20 al 23 de febrero de 2018) y de Abu Dhabi sobre los avances del Congreso Mundial (6 al 10 de octubre de 2019). De cara al siguiente Congreso Mundial de Vialidad Invernal de 2022 se presentaron dos candidaturas: Calgary (Canadá) y Chambéry (Francia). La primera fue elegida por votación.

Se aprobaron los nombramientos de nuevos Miembros de Honor en las personas de J.F. Corté, anterior Secretario General, Yves Robichon (Francia) y Jeffrey Paniati (USA).

Finalmente se anunció la fecha y sede de la próxima reunión del Consejo: 26 y 27 de octubre de 2018 en Johohama (Japón). ❖



Mesa de la sesión especial sobre vehículos autónomos



Reunión del Comité Ejecutivo de PIARC

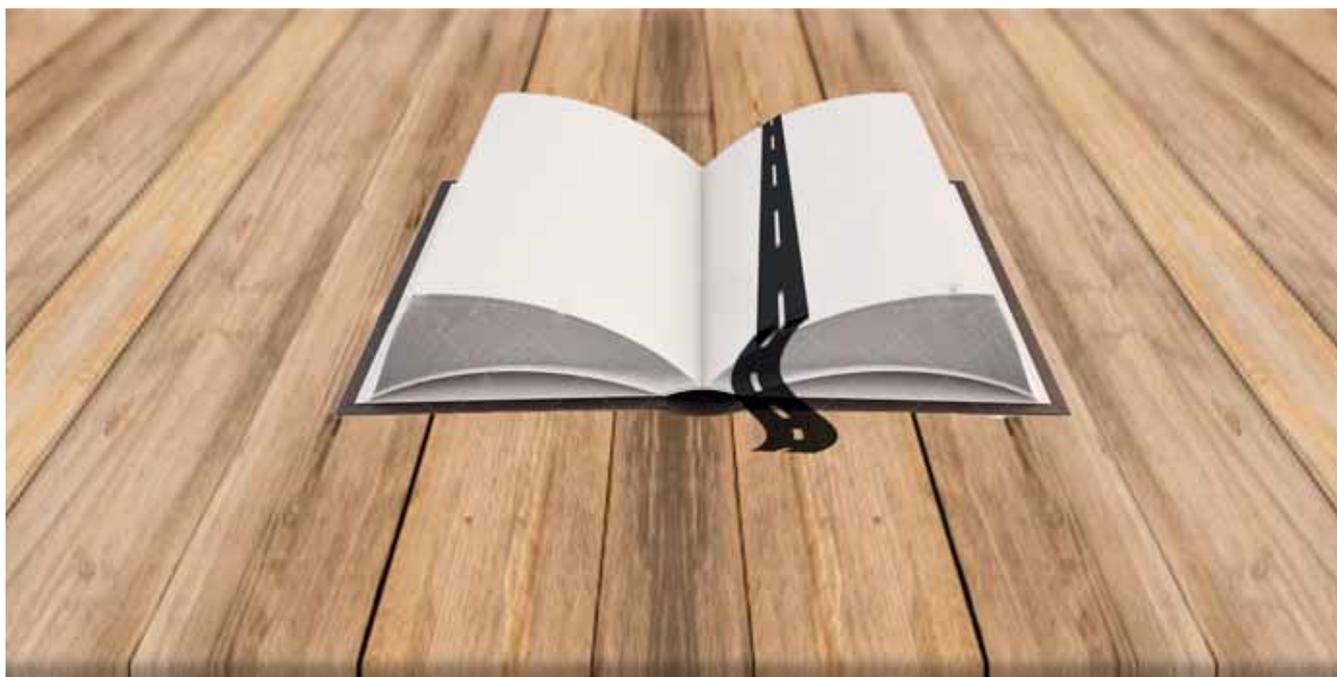


Entrega de la distinción como Miembro de Honor a Jean-François Corté

Más información en: www.piarc.org/es
Fotografías obtenidas en: www.flickr.com/photos/piarc



Legislación y normativa técnica de carreteras libre y gratuita



www.normativadecarreteras.com

La nueva web, www.normativadecarreteras.com, es una plataforma promovida por la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) que nace con el objetivo de poner a disposición de la comunidad vial la documentación referente a legislación y normativa técnica de carreteras en español, de una manera libre y gratuita.

Nuestra intención es que esta sea una plataforma común donde colaboren entidades procedentes de otros países, pudiendo así reunir toda la documentación formal en un solo lugar y con una visión global.

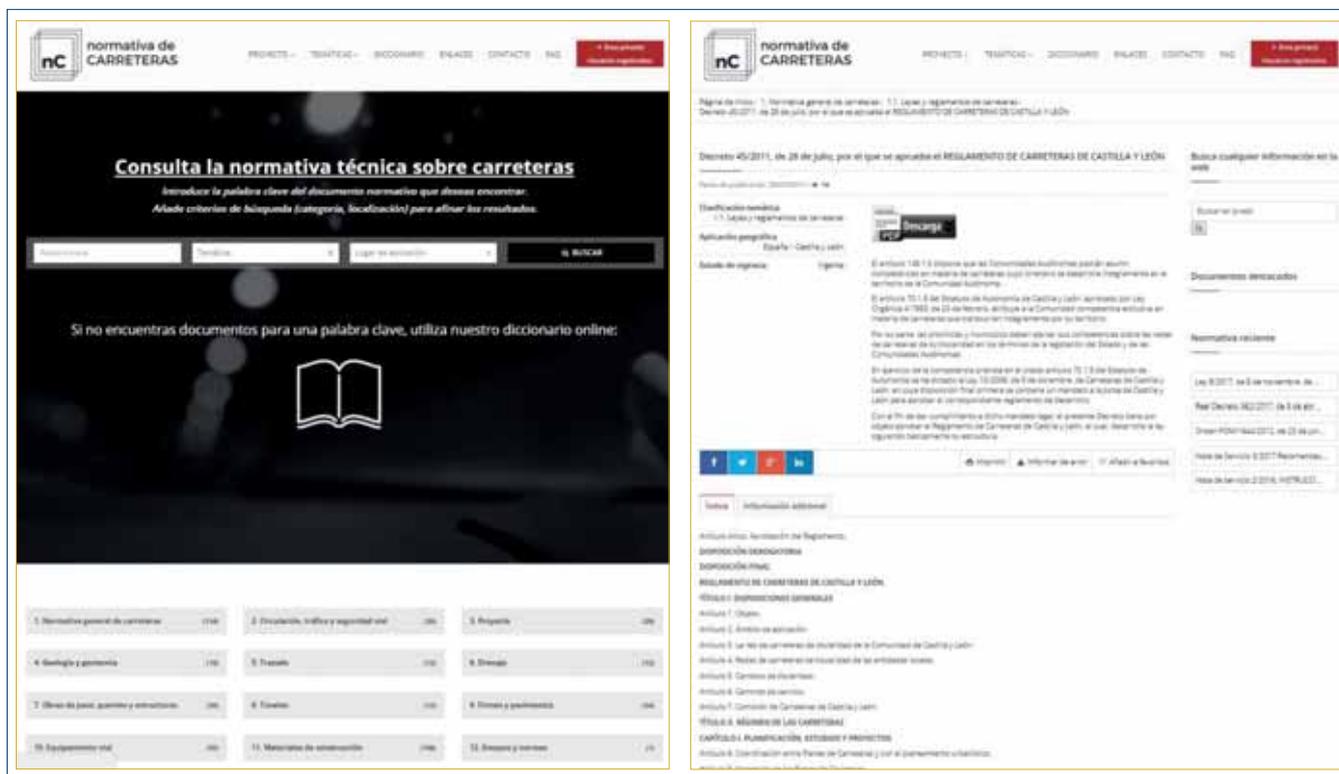
Antecedentes

Normativa de Carreteras nace de un proyecto anterior: www.carreteros.org. Carreteros, como popular-

mente se conoce a esta página web, fue creado hace ya algunos años por Manuel Vázquez. El crecimiento de este proyecto ha resultado tan elevado y abarca tanta documentación que se ha hecho indispensable darle un nuevo rumbo. De este modo, tras la desinteresada donación de Manuel, la ATC se ha convertido en heredera de esta propuesta con la esperanza de la colaboración futura de otras entidades que compartan este ambicioso objetivo.

Características de la plataforma ``Normativa Técnica de Carreteras``

Los aspectos más destacados de ``Normativa de Carreteras`` son los siguientes



Portada y documento de la nueva web normativadecarreteras@atc

- **Proyecto colaborativo y de acceso universal**
 - Concebida para una consulta abierta, sin restricciones de acceso y gratuita
 - Permite la colaboración de otras entidades, asociadas, o no, a PIARC, que se comprometan a mantener la información de sus respectivos países correctamente actualizada.
- **La mayor clasificación normativa sobre carreteras en español**

En el momento de su lanzamiento, la plataforma incorpora de modo organizado la documentación vigente e histórica de aquellas leyes y normativas técnicas referentes a las carreteras en España y, como ya se ha dicho, pretende a medio plazo, incluir el de todos los países de habla hispana.

Los documentos están clasificados por temáticas (11 en total)

Normativa de Carreteras está ideada para ser una página web que fomente el feedback entre los usuarios, existiendo la opción RSS, donde se obtendrá un seguimiento de los últimos contenidos subidos a la página web. RSS es un modelo digital que ofrece una forma muy sencilla para poder recibir, directamente en tu ordenador o en una página web online (a través de un lector RSS) información actualizada sobre las consultas favoritas, sin necesidad de tener que visitarlas una a una.

- **Integra un buscador normativo y un diccionario online**

La plataforma incorpora un buscador fácil e intuitivo, basado en palabras clave, temas y ámbitos geográficos de aplicación. Además, se dispone de un enlace al diccionario técnico oficial de PIARC con definiciones, sinónimos y traducciones de términos vinculados al sector viario que facilita la búsqueda.

Unirse al proyecto

Si eres un particular interesa en estos temas te recomendamos que te des de alta en la plataforma. Podrás recibir información rápida de los cambios e incorporaciones, tener un históricos de tus descargas y podrás contribuir con tus comentarios y aportaciones a ir mejorando la plataforma día a día. Te lo agradecemos.

Si eres una Institución u Organización interesada en formar parte de este proyecto puedes ponerte en contacto con la ATC a través del mail:

normativadecarreteras@atc-piarc.com

Nos pondremos en contacto lo antes posible para informar sobre los pasos a seguir para unirse a este proyecto.

La ATC entrega sus medallas de Socio de Mérito



De izquierda a derecha: Alberto Bardesi Orúe-Echevarría, director de la ATC, Ángel García Garay, Luis Alberto Solís Villa, presidente de la ATC, Jorge Urrecho Corrales, director general de Carreteras del Ministerio de Fomento, y Vicente Vilanova Martínez-Falero

El 21 de noviembre de 2017 la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) celebró la Junta Directiva. Como es tradición, posteriormente se celebró el acto de reconocimiento a sus socios más destacados.

La Junta Directiva aprobó por unanimidad, en su reunión del pasado 20 de junio y a propuesta de su

presidente Luis Alberto Solís Villa, el reconocimiento a Ángel García Garay y Vicente Vilanova Martínez-Falero por su contribución y dedicación al desarrollo de la Asociación Técnica de Carreteras.

El director general de Carreteras del Ministerio de Fomento y Primer Delegado del Comité nacional español de la Asociación Mundial de

la Carretera (PIARC), Jorge Urrecho Corrales, hizo entrega de la distinción a los nuevos Socios de Mérito junto al presidente de la ATC, y su director, Alberto Bardesi Orúe-Echevarría. La concesión del premio tuvo lugar en un acto que contó con la presencia de componentes del comité ejecutivo e integrantes de la Junta Directiva.

Nuevos Socios de Merito ATC

Ángel García Garay

Ingeniero de Caminos por la Escuela de Valencia de la promoción del 1984

La trayectoria internacional de D. Ángel García Garay en PIARC se remonta a años atrás. Desde el 13 de octubre de 1996 ha formado parte de los Comités Técnicos de PIARC. Durante el Ciclo de Trabajo 2004-2007 y también del 2008-2011 ha participado como miembro en el Comité Técnico de PIARC "Gestión del Patrimonio Vial".

Ya en el Informe de Actividades de PIARC 2000-2003 - "Congreso de Kuala Lumpur en octubre de 1999 al Congreso de Durban en octubre de 2003" figura D. Ángel García Garay como colaborador del Informe Técnico de PIARC "El marco de los indicadores de resultados".

Durante el ciclo 2008-2011 contribuyó a la elaboración del Informe Técnico de PIARC "Indicadores de Gestión de Alto Nivel".

Su última aportación a nivel internacional fue su colaboración para el Informe Nacional de España "Optimización de las inversiones en infraestructuras viales y rendición de cuentas" presentado por el Ministerio de Fomento en el XXV Congreso Mundial de la Carretera de Seúl en 2015.

En el ámbito nacional, desde hace más de 20 años ha formado parte de los Comités de Firms y de Conservación, habiendo presidido el de Conservación desde 2001 hasta 2013. Ha sido Ponente General de los Congresos de Conservación de Murcia (1997), Vitoria (2002), Salamanca (2004), Cáceres (2006), Taragona (2008) y Madrid (2010)



También ha colaborado con nuestra revista RUTAS como co-autor del artículo "Bóvedas de Transición Lumínica en Túneles de Carreteras para el Aprovechamiento de la Luz Solar" publicado en el número 151 de 2012.

Además, ha sido vocal de esta Junta Directiva entre 2000 y 2004, y vuelve a serlo desde 2016.

Vicente Vilanova Martínez-Falero

Ingeniero de Caminos por la Escuela de la promoción del 1978, y máster MBA por el IESE en 1981.

A nivel internacional ha participado como miembro en los siguientes Comités Técnicos de PIARC:

- Explotación de Túneles de Carretera durante el Ciclo de Trabajo 2008-2011
- Gestión del Patrimonio Vial desde 2012 hasta noviembre de 2013.

En 2013 en la reunión del Consejo de PIARC en Roma fue nombrado Coordinador del Tema Estratégico 4 de PIARC "Infraestructura" para el Ciclo de Trabajo 2012-2015.

También ha formado parte del Grupo Técnico Regional Iberoamericano asociado al Comité Técnico de PIARC 4.1 "Gestión del Patrimonio Vial".

Fruto del trabajo de este Grupo

Técnico Regional Iberoamericano, al que ha pertenecido, son los informes técnicos elaborados, así como el artículo publicado en la revista ROUTES/ROADS nº 366 en 2015 bajo el título: "Gestión del Patrimonio Vial en los países de Latinoamérica y España – implantación de nuevas ideas y procedimientos" y su vinculación en la elaboración del Manual de Gestión del Patrimonio Vial que será publicado en breve por PIARC en inglés y en una versión más avanzada y en tres idiomas para el XXVI Congreso Mundial de la Carretera 2019 en Abu Dabi.

Asimismo, ha participado en diversos Seminarios internacionales de PIARC.

En el ámbito nacional, desde hace más de 20 años ha formado parte del Comité de Conservación, del que es



Presidente actualmente desde que en mayo de 2013 sustituyó a Ángel García Garay. De forma ininterrumpida, desde 1990 ha participado en todos los congresos de Conservación y de Vialidad Invernal organizados por los Comités correspondientes de la ATC, así como en los congresos mundiales de Vialidad Invernal organizados por PIARC.

VII JORNADAS NACIONALES SEGURIDAD VIAL



Toledo

14 y 15 noviembre de 2017

Roberto Llamas Rubio

Ponente General

VII Jornadas Nacionales de Seguridad Vial

Los pasados 14 y 15 de noviembre de 2017 la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) organizó en el Auditorio del Museo del Ejército del Alcázar de Toledo, las VII Jornadas Nacionales de Seguridad Vial, promovido por el Ministerio de Fomento, y con la colaboración de la

Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y el Ayuntamiento de Toledo.

En una apretada agenda de trabajo, se pudieron intercambiar experiencias, analizar y debatir sobre cuestiones técnicas relacionadas, principalmente, con la infraestructura

pero también sobre aspectos relativos a los usuarios y al vehículo.

Sesión 1

En la primera sesión, que versaba sobre la gestión de la seguridad en España, se puso de manifiesto



Inauguración de las Jornadas a cargo de (de izquierda a derecha): Luis Alberto Solís Villa, presidente de la ATC, Jorge Urrecho Corrales, director general de Carreteras del Ministerio de Fomento, José Julián Gregorio López, delegado del Gobierno en la comunidad de Castilla-La Mancha, Francisco David Merino Rueda, director general de Carreteras de la Junta de de Castilla-La Mancha, y Roberto Llamas Rubio, ponente general de las Jornadas.

que la seguridad vial debe enmarcarse dentro del contexto socioeconómico ya que su mejora es una responsabilidad compartida. Cada vez es mayor la concienciación y la sensibilización social frente al drama que suponen los accidentes de tráfico, y también va incrementándose la demanda para reducir los niveles de accidentalidad vial.

En este sentido, ha habido una notable mejoría en los niveles de seguridad de las carreteras en las últimas décadas en España, que nos ha permitido situarnos dentro del grupo de cabeza de los países con menor tasa de mortalidad de Europa.

Concretamente, ocupamos la quinta posición en cuanto al ratio de víctimas mortales por millón de habitantes, con un valor de 39 frente a los 51 de la media europea (es decir, estamos un 23,5% por debajo de la media europea).

También se desarrollaron algu-

nas de las herramientas básicas de la política nacional de seguridad vial, tendentes a alcanzar la tan deseada visión cero: Cero fallecidos y cero lesionados graves. Entre estas herramientas destacar el nuevo plan estatal de educación vial, que se inició en el año 2016, tendente a incrementar la implicación social en la responsabilidad por mantener la mejora de la seguridad a lo largo de toda la vida y que supone el aprendizaje desde las etapas más tempranas de la vida (la infancia), para facilitar una transición segura a las etapas de mayor responsabilidad.

Igualmente, se esbozaron los ejes fundamentales sobre los que se centrará la futura reforma de la Ley de Tráfico.

En esta sesión, también se ofreció una perspectiva desde el punto de vista legal de la seguridad, basado en el derecho penal. Se expusieron aquellos delitos que se centran

en las conductas irregulares de los conductores y concretamente en el artículo 385 del código Penal, que castiga entre otros delitos, el no restablecer las condiciones de seguridad de la vía cuando sea necesario hacerlo. Esto puede conllevar a acciones penales sobre los funcionarios de las administraciones titulares de la vía así como el personal directivo de las empresas que se encargan del mantenimiento y realización de obras y señalización en las vías públicas.

Sesión 2

En la segunda Sesión, dedicada al ámbito urbano, se explicó el contenido y alcance del plan de seguridad vial urbano en la ciudad de Madrid, que logró superar el objetivo establecido de control del consumo de alcohol en la población hasta alcanzar el 5%, reduciendo de modo signifi-

ficativo los accidentes con presencia de tasas de alcoholemia elevadas.

Igualmente, en esta sesión, se detallaron las características de la siniestralidad en el ámbito urbano y se apuntaron diferentes soluciones ingenieriles para disminuir la accidentalidad de los usuarios vulnerables tales como diseños de pasos de peatones en 3D, o carriles segregados para motocicletas para evitar la circulación de filtrado de estos vehículos entre los carriles.

Seguidamente, se detallaron algunas de las medidas que, en redes viarias locales, se están utilizando para el calmado del tráfico: como puertas de entrada, cambios de la sección transversal, miniglorietas y el empleo de mobiliario urbano para aumentar la percepción del conductor que está discurriendo por una travesía.

Sesión 3

Sesión dedicada a las Nuevas Tecnologías, con una visión de cómo se va a desarrollar la movilidad y gestión del tráfico como consecuencia de la aparición de nuevas tecnologías, dónde una mayor conectividad es demandada y el vehículo autónomo está más próximo a dejar de ser una utopía.

En este sentido se apuntó que desde marzo del próximo año todos los vehículos nuevos dispondrán operativo el servicio de llamada de emergencia automática e-call.

También se abordó cómo influyen los sistemas ITS en la seguridad vial, cuáles de estos sistemas son más viables y eficientes, cómo evaluar los beneficios que aportan a la reducción de la accidentalidad y cuáles son las tendencias actuales, que pasan por los sistemas cooperativos vehículo-vehículo (V2V) y vehículo infraestructura (V2I).

En cuanto a los retos futuros que presentan estos sistemas, se ha llamado la atención sobre la mejora de la seguridad eliminando totalmen-

te el factor humanos, culpable del 90% de los accidentes de tráfico, así como su contribución para reducir los atascos y mejorar la regulación del tráfico vehicular. Igualmente, en el desarrollo del vehículo autónomo se llamó la atención sobre algunos problemas e incertidumbres aún existentes en cuanto a la asignación de responsabilidades.

Esa sesión se finalizó planteando los retos en la conducción conectada y autónoma para mejorar la seguridad vial, la eficiencia y el confort en la conducción. En este sentido, el corredor de pruebas gallego, SISCOGA, con más de 130 Km de longitud, permite realizar ensayos y validación de nuevos sistemas tecnológicos para su estandarización.

Sesión 4

La cuarta sesión fue relativa a las Márgenes seguras que permitan aumentar la posibilidad de recuperar el control del vehículo y reducir la gravedad de los daños en caso contrario. Debe tenerse en cuenta que, más del 40% de los accidentes con víctimas que se producen en España tienen lugar por salidas de calzada. Las condiciones de las márgenes pueden paliar o agravar las conse-

cuencias de dichos accidentes. Por ello, el futuro de las infraestructuras pasa por el diseño de carreteras benignas o que perdonan conocidas en su terminología científica como "forgiving roadsides".

Con objeto de sistematizar los tratamientos en las márgenes para lograr este tipo de carreteras, la UPM ha llevado a cabo un estudio y definición de una metodología para la caracterización sistemática de la seguridad de las márgenes, calibrada en 3000 km de carretera, que establece el índice de clasificación de seguridad de las márgenes, en función de la distancia al obstáculo, la inclinación de los taludes, la existencia o no de barrera y el tipo de alineación (ya sea recta o curva). Con dicho índice se puede realizar una planificación más eficiente del tratamiento de las condiciones de las márgenes desde el punto de vista de la seguridad.

Igualmente, a lo largo de esta sesión se abordó la problemática del sector del equipamiento de carreteras y las condiciones que deben cumplir dichos equipamientos viales. En este sentido, se puso de manifiesto la necesidad de suministrar, por parte de los fabricantes, la declaración de prestación del pro-



Miguel Caso en su intervención sobre el Manual de seguridad vial de PIARC.

ducto basada en los ensayos tipo de la normativa que la directiva sobre materiales de equipamiento impone. También se avanzaron algunas recomendaciones sobre las condiciones que deben cumplir ciertos elementos del equipamiento vial ante los nuevos retos que plantea la intercomunicación vehículo-carretera. Así la retroreflexión mínima requerida para una conducción autónoma de las marcas viales en seco, debería ser de unas 150 mcd·m-2.lx-1, y en húmedo de 350.

Sesión 5

El segundo día de las jornadas comenzo con la 5ª Sesión referente a usuarios vulnerables, en ella se abordaron los resultados del Grupo de Trabajo sobre ciclista, dentro del Comité de Seguridad Vial, dado el importante incremento de la movilidad ciclista tanto por motivos laborales como de ocio. Se llevó a cabo un estudio sobre la problemática de la accidentalidad de los ciclistas, definiendo la tipología de los accidentes en vías interurbanas y urbanas, analizando las experiencias realizadas, y planteando actuaciones tipo para mejorar la seguridad de este colectivo. Se puso de manifiesto cómo la amplitud del arcén alivia considerablemente el problema de los ciclistas pero deben ser mantenidos correctamente para su uso adecuado; además de ser deseable el evitar la circulación de los ciclistas por las autovías aunque siempre y cuando se disponga de itinerarios alternativos y que deben estar señalizados.

Asimismo, se mostraron los resultados estadísticos del estudio realizado por este mismo Comité, relativo a la seguridad de los trabajadores en zona de obras, a lo largo del periodo 2000-2012. A pesar de que la evolución de los accidentes en zona de obras ha seguido la misma tendencia que la accidentalidad general. Se puso de relieve que el comportamiento de la peligrosidad

en la zona de obras ha variado en este periodo. Así, mientras hasta 2005 la peligrosidad general en carretera era siempre mayor que en la zona de obras, es a partir de entonces cuando se invierte esta situación siendo mayor la peligrosidad en las zonas de obra. Y en los últimos años se está manteniendo la gravedad en las zonas de obras (definida como víctimas mortales por cada 100 accidentes con víctimas) en torno a 6,5, mientras que la gravedad general se ha reducido, situándose en 4,5. También se plantearon ciertas acciones encaminadas a minimizar la accidentalidad en zona de obras basadas en una mayor concienciación tanto a nivel social como empresarial y asociativo.

Para finalizar esta sesión, se mostró la perspectiva humana de las víctimas de los accidentes de tráfico, y cómo, gracias al trabajo conjunto y coordinado de administraciones públicas, Fundaciones, Asociaciones, Universidades, Empresas, y también a la educación, formación continua y la inclusión de los sistemas de ayuda a la conducción de vehículos,..., se contribuye a lograr el objetivo de cero víctimas.

Sesión 6

En la sexta y penúltima Sesión, que verso sobre auditorías de se-

guridad vial, se detallo el procedimiento de acreditación de los auditores que tiene establecido el Ministerio de Fomento, en cumplimiento de lo indicado tanto en la Directiva Europea 2008/96, como en el RD 345/2011 y la orden FOM 1649/2012, poniendo de manifiesto que la formación y acreditación homogénea y regulada de los auditores, es una condición necesaria para el éxito de las auditorías de seguridad viaria.

Tras la experiencia adquirida en los más de 5 años de realización de auditorías por el Ministerio de Fomento, se expusieron las lecciones aprendidas a lo largo de las más de 200 auditorías que se han llevado



Robreto Llamas, ponente general de las Jornadas



La noche del día 14 se realizó una visita guiada nocturna por la ciudad de Toledo, que resulto de gran interes entre los asistentes



Clausura de las Jornadas a cargo de (de izquierda a derecha): Luis Alberto Solís Villa, presidente de la ATC, José Romero Postiguillo, coordinador del Ayuntamiento de Toledo, Antonio J. Alonso Burgos, subdirector general de explotación del Ministerio de Fomento, y Roberto Llamas Rubio, ponente general de las Jornadas.

a cabo hasta la fecha en todas sus fases: desde la superación de las reticencias iniciales a la implantación del proceso de auditorías, hasta el convencimiento y aceptación de este procedimiento por todos los agentes implicados. Poniéndose de manifiesto los beneficios que las auditorías conllevan: la creación de una mayor sensibilización y cultura de la seguridad vial, la mejora de los proyectos y las obras, el ahorro en vidas humanas, etc., todo ello con un bajo coste.

Sesión 7

En la última sesión de estas jornadas se abordó la aplicación de otros procedimientos de gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias, por parte de las distintas administraciones titulares de la vía en España. En particular se comentó el grado de aplicación de los distintos procedimientos contenidos en la Directiva 2008/96/CE y el Real Decreto 345/2011 que la transpone al ordenamiento jurídico español, tanto en la Red de Carreteras del Estado como en las distintas administraciones de carreteras de España: comunidades autónomas, diputaciones forales y

cabildos insulares.

También se detalló la metodología de identificación y estudio de los tramos de alto potencial de mejora, que la Comunidad Autónoma de Madrid ha realizado siguiendo la metodología establecida por el Ministerio de Fomento, siendo una de las 4 administraciones autonómicas de carreteras que, junto con el propio Ministerio de Fomento, está realizando esta tarea en España.

Para finalizar esta sesión, se mostraron las herramientas que ayudan a la gestión de la seguridad mediante el empleo de Manuales de seguridad vial. En este sentido, se expuso el contenido y mensajes claves del manual de seguridad vial desarrollado por la Asociación Mundial de Carreteras (PIARC) en el año 2006 y que ha sido revisado, actualizado y ampliado recientemente. Este manual se encuentra disponible on line en inglés y la versión en castellano lo estará a finales de 2018.

Igualmente, se expuso el alcance y contenido del Manual de seguridad viaria de la AASHTO, de aplicación por la administración norteamericana de carreteras, y cuya primera edición data de 2010 con un suplemento publicado en 2014.

Este manual se constituye como una herramienta para la planificación, el diseño y la explotación de las carreteras, permitiendo la cuantificación de los efectos sobre la seguridad vial. Así pues, contiene procedimientos y modelos de predicción de la accidentalidad en diferentes tipologías de carreteras: carreteras convencionales, carreteras de doble calzada, y arterias urbanas e interurbanas. Dichos modelos están calibrados para las características y condiciones de las carreteras americanas y su aplicación a nuestras carreteras requieren de las oportunas precauciones y adopción de factores de corrección para cada caso.

Estos dos intensos días de trabajo permitieron intercambiar experiencias, buenas prácticas, conocer los últimos avances y, sobre todo, constatar que la gestión de la seguridad vial sigue siendo uno de los puntos claves dentro de las administraciones de carreteras de nuestro país para optimizar los recursos disponibles.

Quiero expresar mi agradecimiento a las Administraciones que han colaborado y patrocinado estas Jornadas: a la DG de Carreteras del M^o de Fomento, la DG de Tráfico del M^o del Interior, la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha así como a la ciudad de Toledo, por ceder el estupendo enclave para la celebración de las jornadas y habernos mostrado la ciudad en todo su esplendor.

También agradecer a la Organización, la Asociación Técnica de Carreteras, a los ponentes, presidentes de sesiones y a todos los presentes, por su asistencia y participación en estas VII Jornadas Nacionales de seguridad vial.

Y quedan emplazados para la siguiente edición de estas Jornadas, las octavas, que desde luego no se demorarán tanto en su celebración como en esta ocasión. ❖

Curso Responsable de Seguridad de Túneles de Carretera



Los graves siniestros en los túneles de carretera de Mont Blanc y Tauern en 1999 y de San Gotardo en 2001 impulsaron la creación de líneas de investigación en todo el mundo y la aparición de normativas nacionales en Francia, Alemania, Inglaterra y Austria. En el año 2004 se aprobó la Directiva Europea 2004/54/CE de Seguridad en Túneles de Carretera que define los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los túneles de la red

transeuropea de carreteras e introdujo cuatro actores con funciones y responsabilidades concretas con la seguridad en dichas infraestructuras: La Autoridad Administrativa, el Gestor, El Organismo de Inspección y el Responsable de Seguridad.

El Responsable de Seguridad que supuso una novedad en nuestro país, es nombrado por el Gestor del túnel y debe tener una observancia crítica e independiente en el campo de la seguridad en las fases de proyecto,

construcción y explotación.

Para la figura del Responsable de Seguridad en Túneles de Carretera no existe normativa técnica alguna, ni a nivel nacional ni europeo, que defina las funciones que debe desarrollar y que para el mismo establece Directiva Europea 2004/54/CE y sus transposiciones.

La formación y la necesidad de estructurar los conocimientos de los Responsables de Seguridad de Túneles de Carretera es una de las in-

quietudes del Comité de Túneles de la AIPCR y también del de la Asociación Técnica de Carreteras, por lo que basándose en la experiencia acumulada por muchos de sus miembros, alguno de ellos actuando como Responsable de Seguridad en túneles competencia de distintos titulares y administraciones, es por lo que se organizó el primer Curso para este tipo de profesionales que se celebró en Madrid en la sede de la Asociación Técnica de Carreteras y de las oficinas de Madrid Calle 30 los pasados días 21, 22 y 23 de noviembre, bajo la dirección técnica de Rafael López Guarga, presidente del Comité, y de Ramón Morera Fauquier, coordinador del Grupo de Trabajo que se constituyó al efecto ya en el ciclo 2011-2015 para abordar el desarrollo de unas directrices o recomendaciones sobre la figura del Responsable de Seguridad de Túneles de Carretera relativas a su independencia respecto de otros intervinientes, su formación y conocimientos previos, las fases en las que debe estar presente y sus funciones.

El Responsable de Seguridad es el responsable de coordinar todos los medios para garantizar la seguridad de la infraestructura, de los usuarios, del personal y del medio ambiente, debiendo estar de forma permanente en contacto con la Autoridad Administrativa, el Gestor, el Organismo de Inspección, la empresa de explotación, las necesidades de los usuarios, los Servicios de socorro, los Servicios sanitarios y las Fuerzas del orden.

Un túnel es un campo pluridisciplinar que abarca materias muy dispares tales como geotecnia, resistencia de materiales, tráfico, explotación de carreteras, iluminación, ventilación, telecomunicaciones, electricidad, ..., por lo que no existe ninguna formación reglada sobre seguridad de túneles que cubra todas estas disciplinas, debiéndose ampliar los conocimientos que puedan tenerse con Cursos, Seminarios, Foros y Congresos siendo un factor muy



importante la experiencia en explotación y seguridad en túneles con conocimiento práctico de las instalaciones tanto en condiciones normales como en caso de emergencia.

Ante esta situación es por lo que el Comité de túneles ha mostrado su sensibilidad sobre la necesidad de formación siendo una herramienta para el cumplimiento de la obligación por parte de las empresas, tanto en el marco de la normativa laboral como en el del RD 635/2006, aplicando el conocimiento de sus integrantes, creando el espacio adecuado para la transmisión del conocimiento y experiencia y estableciendo un programa ajustado a las necesidades

prácticas.

En el año 2015 el Comité de túneles redactó el monográfico "El Responsable de Seguridad de túneles de carretera" cuyo objetivo era el de reagrupar los conocimientos disponibles sobre la figura de Responsable de Seguridad de túneles de carretera en base a la experiencia desde la introducción de esta figura en España y en el que se desarrollan las labores que deben de llevar a cabo estos profesionales abordando además los conocimientos y experiencias necesarios, la independencia respecto a otros agentes o las fases en los que deben estar presentes a lo largo de la vida del túnel.



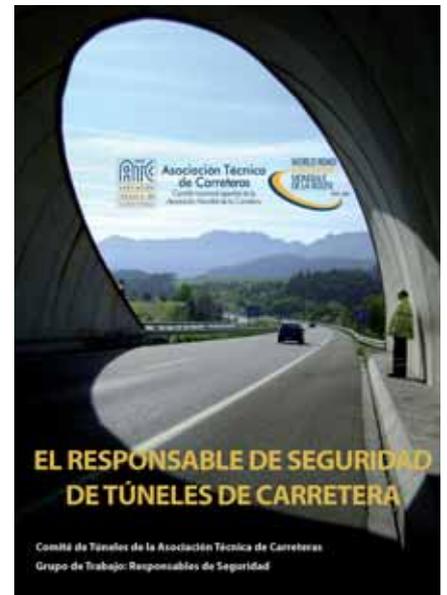
Los alumnos pudieron visitar las instalaciones de Calle 30



Rafael Lopez Guarga durante la inauguración del curso

Básicamente las funciones que debe de desempeñar el Responsable de Seguridad son:

- Asegurar la coordinación entre los servicios de explotación y emergencia
- Participar en la preparación de planes de actuación ante emergencias de seguridad
- Participar en la planificación, puesta en práctica y evaluación de las operaciones de emergencia
- Participar en la especificación de estructura, equipamiento y funcionamiento (fase de proyecto, construcción y previa a la puesta en servicio)
- Verificar la formación del personal de los distintos servicios
- Participar en la organización de simulacros
- Proponer el cierre o restricción y asesorar sobre la apertura o reapertura al tráfico de los túneles
- Verificar el mantenimiento y reparaciones de la estructura y el equipamiento
- Participar en la evaluación de incidentes
- Dictámenes y análisis de riesgo
- El Programa que se ha desarrollado en el Curso abarca el siguiente temario:
 - Normativa y Legislación
 - Funciones del Responsable de Se-



guridad en las fases de proyecto, construcción y explotación

- Conocimiento de las instalaciones y del equipamiento
- Elección del equipamiento en función del ciclo de vida
- Explotación, tráfico y señalización
- Manual de explotación y Plan de autoprotección
- Formación y Factor Humano
- Gestión de emergencias
- Plan de mantenimiento, simulacros y ensayos
- Caso práctico. Resolución de un simulacro, que ha sido impartido por los profesionales Rafael López Guarga, Ramón Morera Fauquier, José Ramón Ochoa Vega, Vanesa Piris Sánchez, Juan Zamorano Martín, Íñigo Pérez Martínez, Lorena García Chichas, Manuel Alberto Abella Suárez, Pere Martínez Mollet, Joaquín Ollé Oriol, Mar Martínez Yebra, Emilio Leo Ferrando y Guillermo Llopis Serrano, seleccionados por su mucha experiencia en los diferentes ámbitos y que están relacionados con los proyectos, la construcción y la explotación de túneles de carretera.

Con todo ello el Curso ha resultado ser de una gran calidad en los temas presentados que fueron expuestos con claridad, habiendo sido muy acertada la participación en los interesantes coloquios a los que dieron lugar. ❖

PRÓXIMOS EVENTOS ATC

La Asociación Técnica de Carreteras tiene previsto para el año 2018 los siguientes eventos:

- **V Premio "Sandro Rocci" para Jóvenes Profesionales.**
- Jornada Técnica: **"Soluciones Sostenibles para Carreteras con Conglomerantes Hidráulicos"**
Valencia, 15 de febrero
- Jornada Técnica **"Sistemas de Contención en Puentes"**
Madrid, 6 de marzo
- Jornada Técnica **"MDSS - Los Sistemas de Gestión de Vialidad Invernal, una mejora posible"**
Madrid, 22 de marzo
- **IV Seminario Internacional Obras de Tierra en Europa**
Madrid, 19 y 20 de abril
- Jornada Técnica **"Carreteras 2+1, una solución con futuro. Homenaje a Sandro Rocci"**
Madrid, 26 de abril
- **XV Jornadas de Conservación de Carreteras**
Valencia, 22 al 24 de mayo
- **Simposio Nacional de Firmes**
Madrid, octubre

Más información visita nuestra página web:

www.atc-piarc.com

V Premio "Sandro Rocci" para Jóvenes Profesionales

En su V edición, el Premio Jóvenes Profesionales toma el nombre Premio "Sandro Rocci", en reconocimiento a uno de los ingenieros españoles de mayor prestigio y que con mayor entusiasmo dedicó su tiempo a la Asociación Técnica de Carreteras

La Asociación Técnica de Carreteras, Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera, convoca un concurso abierto a los jóvenes profesionales que manifiesten un interés en el sector de la carretera y de los transporte.

La finalidad de este premio es promover la realización de trabajos técnicos por los profesionales jóvenes que trabajen dentro del sector de la carretera en cualquiera de los campos de interés de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) y de la Asociación Mundial de la Carretera.

Se crea este distintivo como premio para trabajos realizados por jóvenes profesionales, con el objeto de contribuir a fomentar el interés y la especialización de las nuevas generaciones en el ámbito de la tecnología de carreteras, así como el desarrollo de nuevas ideas en esos campos. También se pretende incentivar la participación de los jóvenes en las actividades de la ATC

Para poder optar a esta distinción se requiere ser titulado universitario, con nivel mínimo de Grado o similar; tener una edad inferior a 35 años a fecha 1 de enero del presente año; ser socio de

la ATC o ser presentado por un socio; además se deberá ser español o haber desarrollado, al menos durante los últimos 5 años, la actividad en territorio nacional.

Se entregará un diploma y el premio estará dotado con una gratificación económica de 3000 € brutos, una afiliación gratuita durante un año a la Asociación Técnica de Carreteras, y la publicación del trabajo en la Revista RUTAS.

Bases del concurso en nuestra web
www.atc-piarc.com

JORNADA TÉCNICA

“SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA CARRETERAS CON CONGLOMERANTES HIDRÁULICOS”



No cabe ninguna duda de que uno de los objetivos básicos de cualquier sector económico es el que sus procesos se vayan transformando de forma que resultan mucho más ecológicos y respetuosos con el medio ambiente de lo que tradicionalmente han podido ser. No debemos olvidar nunca ese dicho de los massai: “la tierra no la heredamos de nuestros padres, sino que la tomamos prestada para nuestros hijos”. De esa misma manera, el sector de la carretera está viviendo este proceso de mejora de la sostenibilidad avanzando hacia una economía circular, lo que supone, de una u otra manera, reutilizar todos los materiales empleados huyendo así de las soluciones clásicas de rehabilitación acumulando capas sobre capas.

Con este objetivo de una mayor durabilidad que nos lleva necesariamente a los firmes denominados de larga duración y que, simultáneamente, deben resultar reciclables en un futuro, se or-

ganiza esta jornada sobre “Soluciones sostenibles para carreteras con conglomerantes hidráulicos”. Se pretende analizar soluciones para todo tipo de categorías de tráfico y de situaciones que se den en la carretera.

Así, se realiza una pequeña reflexión sobre la clásica solución de mejora de los suelos y del reciclado con cemento de las carreteras existentes. Soluciones ambas absolutamente amigables con el medio ambiente. También se analizan dos técnicas diferentes de empleo del hormigón en firmes de carretera: los pavimentos de hormigón compactado con rodillo, técnica antigua y probada que ha vuelto con fuerza por sus posibilidades (tanto en España, como principalmente en otros países de nuestro entorno económico) y los refuerzos delgados de hormigón con losas cortas (sobre carreteras con pavimento bituminoso o con cobertura de hormigón), que se han empleado tanto con tráfico muy pesado (rehabili-

tación de rotondas en la N-II La Junquera del Ministerio de Fomento), como en vías urbanas de reducido tráfico (calles en Beniparrel, aquí en Valencia).

También se va a debatir sobre cómo debemos optimizar el consumo de recursos analizando todo el Ciclo de Vida de los Firmes (ACVF) y no sólo el clásico estudio de costes (y mucho menos de su coste inicial o de construcción omitiendo los costes de mantenimiento y conservación). Más aún, se destaca la importancia del concepto sostenibilidad en el entorno de la carretera.

La presente jornada tiene pues como objetivo analizar en detalle las posibilidades que ofrecen todas estas técnicas en las que se emplean conglomerantes hidráulicos obteniendo soluciones técnicas suficientemente contrastadas que pueden constituir una respuesta adecuada frente a cualquier situación y logrando alternativas que ofrezcan una rodadura mucho más cómoda y confortable.

Sede: Escuela de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Valencia

Fecha: 15 de febrero de 2018

Director Técnico de la Jornada: Jesús Díaz Minguela. Vicepresidente ATC

JORNADA TÉCNICA

“SISTEMAS DE CONTENCIÓN EN PUENTES”



Bienvenidos a este encuentro articulado en tres sesiones donde se pretende poner de manifiesto la importancia del equipamiento de los puentes, en particular de los sistemas de contención en la seguridad vial de la infraestructura.

Para empezar se hablará del marco normativo que regula este tipo de sistemas.

La primera sesión tratará sobre la seguridad vial y sobre el requerimiento del marcado CE.

La segunda sesión tratará sobre la problemática que se suscita en el

proyecto de nuevos pretilos o su sustitución. ¿Hasta dónde llega el marcado CE? ¿Es posible conocer los esfuerzos obtenidos del ensayo del sistema y su tiempo de aplicación? ¿Es posible obtener una metodología eficaz para el cálculo del anclaje del pretil al tablero?

Por otro lado, se hablará también sobre cómo mejorar la durabilidad de estos sistemas, especialmente en carreteras de intensa vialidad invernal. Así mismo se tratará el tema de los anclajes químicos y su especial funcionamiento.

La tercera sesión abordará los problemas durante las obras. Asuntos ligados a la hidrodemolición del voladizo, a la seguridad y salud de la obra una vez eliminada una línea de pretilos y aspectos medioambientales importantes surgidos durante este tipo de obras.

Esperamos sin duda poner los problemas encima de la “mesa” y que entre todos los actores involucrados y que quieran asistir a la jornada podamos acercarnos a su posible solución.

Sede: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Madrid

Fecha: 6 de marzo de 2018

Director Técnico de la Jornada: Álvaro Navareño. Presidente del Comité de Puentes de la ATC

JORNADA TÉCNICA

“MDSS. LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE VIALIDAD INVERNAL, UNA MEJORA POSIBLE”



Las últimas tecnologías aplicadas en países de nuestro entorno, como Irlanda, Eslovenia o Finlandia, para la gestión de la Vialidad Invernal son los MDSS (Maintenance Decision Support System). Se trata de una herramienta de ayuda a la toma de decisiones que integra la información relevante del pronóstico del tiempo, los procedimientos de vialidad invernal y datos de los recursos disponibles para suministrar al personal de conservación estrategias de tratamiento recomendadas.

A día de hoy, el personal de conservación utiliza Internet, avisos de AEMET, pronósticos de los medios de comunicación, distintos tipos de estaciones meteorológicas propias, etc. para decidir los trabajos a ejecutar para el mantenimiento de la vialidad invernal, en base a los Planes Operativos establecidos, siendo la toma de

decisiones generalmente reactiva.

Con la implantación del MDSS se persigue una toma de decisiones proactiva y bien informada, siendo los objetivos a conseguir los indicados a continuación:

- Optimización de los recursos existentes (maquinaria, estaciones, sensores, etc.)
- Detectar debilidades del sistema actual y falta de recursos
- Recoger todos los datos se generan e integrarlos y presentarlos de manera homogénea, para poder conocer el estado real de la carretera
- Suministrar diagnósticos y pronósticos sobre actuaciones a ejecutar
- Consecución de Niveles de Servicio más consistentes entre los distintos sectores de conservación
- Centralización en una sola herramienta toda la información meteo-

rológica y de estado de calzada así como de los tratamientos a llevar a cabo

- Mejora la planificación de la ubicación maquinaria antes de un episodio de nevadas
- Toma de decisiones mejor informada respecto a la eficacia de los fundentes
- Mejora la planificación de disposición del personal, reduciendo horas extra
- Mejora en la formación para personal nuevo y existente de conservación

Por todo lo anterior, desde el Comité de Vialidad Invernal se ha promovido la celebración de una Jornada Técnica que trate de forma exclusiva los MDSS, de modo que el sector conozca un poco más en profundidad estos novedosos sistemas que tarde o temprano acabarán imponiéndose.

Sede: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

Fecha: 22 de marzo de 2018

Director Técnico de la Jornada: Luis Azcue. Presidente del Comité de Vialidad Invernal de la ATC

IV SEMINARIO INTERNACIONAL OBRAS DE TIERRA EN EUROPA



El IV Seminario Internacional Obras de Tierra en Europa se celebrará en Madrid los días 19 y 20 de abril de 2018. Es el cuarto de la serie de seminarios homónimos (París 2005, Londres 2009, Berlín 2012) dedicados a la evolución del proyecto, construcción y conservación de las obras de tierra. Estos conceptos vienen representando por término medio entre un 15 y un 25 % del total del presupuesto de la obra pública del Viejo Continente.

Reconocidos especialistas internacionales analizarán y pondrán al día una serie de temas, sobre los que asimismo se piden comunicaciones libres:

- *Uso óptimo de materiales locales*, concepto que se corresponde con lo que en España conoce-

mos como materiales marginales según el PG 3: tema sobre el que hace ya más de una década se celebraron dos jornadas nacionales (ATC 2005 y 2007).

- *Normativa europea*: a fecha de celebración del Seminario se espera que esté recién aprobada por el Comité Europeo de Normalización la norma europea "EN 16907 Obras de Tierra", en la que han trabajado desde 2009 especialistas de todo el continente.
- *Control de calidad*: en el que se abordará el tema cuando menos desde la óptica de la parte 4 de la mencionada norma.
- *Tratamiento y mejora de suelos*: en el que a la parte 5 de la norma europea se espera añadir experiencias y realizaciones prácticas

- *Riesgo geotécnico y cambio climático*: en el que se espera poner al día unos temas de la máxima actualidad, en los que se está desarrollando una intensa labor en los últimos años.

- *Proyectos y realizaciones*: en el que se pretende contar con la reseña de las más novedosas y relevantes desde el seminario anterior.

Durante el evento se podrán visitar el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX y la célula de grandes dimensiones para ensayos de secciones ferroviarias.

El seminario se impartirá en español e inglés, para lo que se contará con traducción simultánea. En próximos números de nuestra revista se ampliará la información sobre este evento.

AREAS TEMATICAS

- Sostenibilidad y uso óptimo de los materiales locales
- Normativa europea
- Control de calidad
- Tratamiento y mejora de suelos
- Riesgo geotécnico. Riesgo climático y adaptación al cambio climático
- Proyectos especiales o relevantes

LUGAR Y FECHAS

El Seminario se celebrará en:

CEDEX, salón de actos del edificio CETA
(Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas).
c/ Alfonso XII, 3. 28014 Madrid, España

Las fechas de celebración serán jueves 19 y viernes 20 de abril de 2018.

Para más información:

www.atc-piarc.com
www.congresosatcpiarc.es/earthworks

JORNADA TÉCNICA

“CARRETERAS 2+1

DEBATE DE UNA SOLUCIÓN CON FUTURO”



Históricamente la demanda de tráfico en las vías interurbanas se ha venido resolviendo en nuestro país mediante dos soluciones de diseño: la carretera convencional y la autovía (hoy en día con plenas características de autopista). Esta polarización de las alternativas provoca una importante discontinuidad de las prestaciones para los usuarios de ambas vías, y muy especialmente en los niveles de seguridad. De forma semejante, los costes de construcción también resultan muy diferentes.

Sin embargo, existen hoy en día soluciones técnicas suficientemente contrastadas que pueden constituir una respuesta adecuada frente a situaciones intermedias. Tal es el caso de las que se han venido a denominar “carreteras 2+1”, donde sobre la base de una carretera convencional se incorporan carriles adicionales de adelantamiento y se puede establecer una separación física de los sentidos de circulación.

Desde el punto de vista de la demanda, los tramos de carretera 2+1 pueden cubrir un rango de IMD entre los 7.000-25.000 v/d. En consecuencia, esta nueva solución

permite extender la oferta de una carretera convencional, sin necesidad de llegar a acometer necesariamente la conversión en autovía.

Desde el punto de vista de la seguridad vial, las vías interurbanas acumulan casi el triple de víctimas mortales que las urbanas, siendo la carretera convencional la que concentra de forma amplia el mayor número de fallecidos y, donde más del 25 % de estos, están asociados a choques frontales y fronto-laterales. En los tramos de carretera 2+1 se puede llegar incluso a suprimir completamente la maniobra de adelantamiento con invasión del carril contrario, por lo que resulta evidente, además de ya contrastada, la mejora de seguridad.

Por otro lado, la necesidad de un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, o la ocupación, también obliga a explorar esta nueva solución. Bien planificada, la inclusión de tramos con carriles adicionales de adelantamiento permite actuar de forma progresiva sobre un corredor. Sin embargo, se trata de una solución que debe ser diseñada a la medida de cada problemática atendiendo a factores como

la demanda y su composición; la accidentalidad; los nudos y accesos, el espacio disponible y los márgenes; la constructividad; etc.

Sensible a esta problemática, la revisión de la Norma 3.1-IC de Trazado introdujo como elemento de diseño los carriles adicionales de adelantamiento, dando la oportunidad de actuar donde esta maniobra se encuentre seriamente comprometida por las condiciones orográficas.

La presente jornada constituye una segunda edición de la realizada el 13 de junio de 2017 en Barcelona, donde se tuvo la ocasión de visitar diversos tramos pioneros en la implantación de esta solución en la red de carreteras competencia de la Generalitat de Cataluña.

La jornada tiene pues como objetivo analizar en detalle esta nueva solución y avanzar en el consenso de los aspectos de diseño que todavía requieren de desarrollo. Dentro del programa se ha dado cabida a un homenaje póstumo a D. Sandro Rocci Boccaleri, INGENIERO Y MAESTRO DE INGENIEROS, que ha presidido este Comité hasta fechas recientes con un entusiasmo verdaderamente inagotable.

Sede: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Madrid

Fecha: 26 de abril de 2018

Director Técnico de la Jornada: Fernando Pedraza. Presidente del Comité de Planificación, Diseño y Tráfico de la ATC

XV JORNADAS DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y LA PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO



Sede: Hotel SH Valencia Palace, Valencia

Fecha: 22 al 24 de mayo de 2018

Programa:

22 de mayo

- Sesión 1 - Las nuevas tecnologías en la gestión de la conservación y previsiones futuras
- Sesión 2 - Sistemas de gestión en otras redes Las nuevas tecnologías en conservación
- Sesión 3 - Mesa Redonda: La futura interconectividad carretera-usuario y su posible incidencia en la conservación (y especialmente en la vialidad) de carreteras

23 de mayo

- Sesión 1 - Las nuevas tecnologías en conservación
- Sesión 2 - Seguridad Vial y Explotación
- Sesión 3 - La prevención de riesgos en los contratos de conservación y el medioambiente
- Sesión 4 - Comunicaciones libres

24 de mayo

- Sesión 1 - Vialidad Invernal
- Sesión 2 - Mesa Redonda: Inversión y financiación de la conservación

SIMPOSIO NACIONAL DE FIRMES SNF 2018



EN RUTA HACIA UNA ECONOMÍA CIRCULAR

Tras un largo periodo de crisis económica y una larga sequía de reuniones técnicas de alto nivel en materia de firmes, la Asociación Técnica de Carreteras ha asumido el compromiso de retomar esta tarea y promover la celebración periódica de un Simposio Nacional en el que la comunidad técnica y científica española pueda poner en común sus avances y propuestas en esta materia.

El Simposio Nacional de Firms SNF 2018 quiere ser el primero de una larga serie y ha elegido como lema un mensaje unificador para todos los que de alguna forma estamos relacionados con el mundo de los firmes y de la

carretera: En ruta hacia una economía circular.

Este lema presenta el atractivo de lo desconocido: emprendemos un camino nuevo que no sabemos hasta dónde nos conducirá; el atractivo de los retos: transformar nuestra forma de consumo lineal (extraer, fabricar, utilizar, y eliminar) a una forma de consumo circular (extraer, fabricar, consumir, compartir, reparar, valorizar, reutilizar); y el atractivo de la seguridad que representa sentirse parte de un grupo, puesto que esta tarea que vamos a emprender necesita de la colaboración participativa de todos, con la importancia de cada una de las pequeñas

piezas individuales y la grandeza de todo el conjunto.

Durante estos años el sector se ha transformado profundamente, mejorando y preparándose para dar respuesta a las necesidades de una sociedad y a una forma de vida en continua evolución: nuevos materiales, soluciones más eficientes, menor generación de residuos, sistemas inteligentes de transporte, vehículos autónomos, etc.

Ahora es el momento de hacer un balance de lo aprendido, de recopilar nuestras dudas e inquietudes, de marcarnos nuevas metas y de poner los medios para poder alcanzarlas y dar cuenta de ello en el próximo Simposio.

COMUNICACIONES LIBRES

Todos los que deseen participar mediante la presentación de una comunicación están invitados a enviar un resumen de no más de 600 palabras a la secretaria del Simposio antes del 15 de febrero de 2018.

Todos los resúmenes serán revisados por el Comité Científico del Simposio. La aceptación será notificada a los autores antes del 15 de marzo de 2018. El texto completo de las comunicaciones seleccionadas deberá entregarse antes del 15 de mayo de 2018.

Sede: Madrid

Fecha: Octubre de 2018

Director Técnico de la Jornada:
Julio José Vaquero. Presidente del Comité de Firms de la ATC

Para más información:

www.atc-piarc.com
www.congresosatcpiarc.es/snf2018

Composición de la Junta Directiva de la ATC

PRESIDENTE:	- D. Luis Alberto Solís Villa
CO-PRESIDENTES DE HONOR:	- D. Jorge Urrecho Corrales - D. Gregorio Serrano López
VICEPRESIDENTES:	- D. Jesús Santamaría Arias - D. José María Pertierra de la Uz - D. Jesús Díaz Minguela
TESORERO:	- D. Pedro Gómez González
DIRECTOR:	- D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría
SECRETARIO:	- D. Pablo Sáez Villar
VOCALES:	



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



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

Comités Técnicos de la ATC

COMITÉ DE VIALIDAD INVERNAL

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

COMITÉ DE FINANCIACIÓN

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

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y TRÁFICO

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

TÚNELES DE CARRETERAS

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

CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

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

FIRMES DE CARRETERAS

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

PUENTES DE CARRETERAS

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

GEOTECNIA VIAL

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

SEGURIDAD VIAL

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

CARRETERAS Y MEDIO AMBIENTE

- Presidente D. Antonio Sánchez Trujillano
- Secretaria D.ª Laura Crespo García

CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

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

Socios de la ATC

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

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

Socios de Honor

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

Socios de Mérito

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

Socios Protectores y Socios Colectivos

Administración General del Estado

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

Comunidades Autónomas

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

Ayuntamientos

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

Diputaciones Forales, Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells

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

Colegios Profesionales y Centros de investigación y formación

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

Asociaciones

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

Sociedades Concesionarias

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

Empresas

- 3M ESPAÑA, S.L.
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- ACCIONA INGENIERÍA, S.A.
- AECOM INOCSA, S.L.U.
- A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.
- ACEINSA MOVILIDAD, S.A.
- AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)
- ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.
- ALAUDA INGENIERÍA, S.A.
- ALVAC, S.A.
- API MOVILIDAD, S.A.
- ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L.
- AUDECA, S.L.U.
- BARNICES VALENTINE, S.A.U.
- BASF CONSTRUCTION CHEMICALS, S.L.
- BETAZUL, S.A.
- CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.
- CEPESA COMERCIAL PETROLEO, S.A.
- CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- CINTRA SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- COMPOSAN PUENTES Y OBRA CIVIL, S.L.
- COMSA INSTALACIONES Y SISTEMAS INDUSTRIALES, S.L.U.
- CONSERVACIÓN INTEGRAL VIARIA, S.L. (CONSVIA)
- CORSAN - CORVIAM, CONSTRUCCIÓN, S.A.
- CYOPSA - SISOCIA, S.A.
- DRAGADOS, S.A.
- DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.
- EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS GESTIÓN Y DESARROLLO, S.L.
- ELSAMEX, S.A.
- EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA M-30, S.A. (EMESA)
- ESTEYCO, S.A.P.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- EUROCONSULT, S.A.
- FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
- FCC INDUSTRIAL E INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS, S.A.U.
- FERROSER INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- FERROVIAL AGROMÁN, S.A.
- FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
- FIBERTEX ELEPHANT ESPAÑA, S.L. SOCIEDAD UNIPERSONAL
- FREYSSINET, S.A.
- GEOCONTROL, S.A.
- GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A. (GEOCISA)
- GINPROSA INGENIERÍA, S.L.
- GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- HUESKER GEOSINTÉTICOS, S.A.
- IDEAM, S.A.
- IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
- IKUSI, S.L.U.
- IMPLASER 99, S.L.L.
- INCOPE CONSULTORES, S.L.
- INDRA SISTEMAS, S.A.
- INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
- INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A. (INECO)
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- KAO CORPORATION, S.A.
- KAPSCH TRAFFICOM TRANSPORTATION S.A.U.
- KELLER CIMENTACIONES S.L.U.
- LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- PADECASA OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
- PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- RAUROSZM.COM, S.L.
- REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.
- RETINEO, S.L.
- S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN (GESECO)
- S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS (COPASA)
- SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SGS TECNOS, S.A.
- TALHER, S.A.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPSA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TECYR CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES, S.A. (TECYRSA)
- TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.
- TPF GETINSA EUROESTUDIOS, S.L.
- TRABAJOS BITUMINOSOS, S.L.
- ULMA C Y E, SOCIEDAD COOPERATIVA
- VALORIZA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- VSING INNOVA 2016, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

Socios Individuales

Personas físicas (50) técnicos especialistas de las administraciones públicas; del ámbito universitario; de empresas de ingeniería, construcción, conservación, de suministros y de servicios; de centros de investigación; usuarios de la carretera y de otros campos relacionados con la carretera. Todos ellos actuando en su propio nombre y derecho.



RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



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



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

Si quiere anunciarse en **RUTAS** póngase en contacto con nosotros:
Tel.: 913082318 Fax: 913082319

info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com

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

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

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



Fe de Erratas:

El artículo: "Un modelo empírico de estimación de las propiedades reológicas de ligantes asfálticos", del número 172, se trata de una reproducción del trabajo presentado a la 38ª Reunión del Asfalto en el marco del XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito realizado en Rosario (Argentina) del 24 al 28 de octubre de 2016 y publicado en la Revista Carreteras de la Asociación Argentina de Carreteras, N° 225 de abril de 2017.

Para más información:
puede dirigirse a:

Asociación Técnica de Carreteras
Tel.: 913082318 Fax: 913082319
info@atc-piarc.com
www.atc-piarc.com

Forma de pago:

Domiciliación bancaria CCC nº _____

Transferencia al numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa NIF

Dirección Teléfono

Ciudad C.P. e-mail

V Premio "Sandro Rocci" para Jóvenes Profesionales

CONVOCATORIA 2018

Bases del concurso:

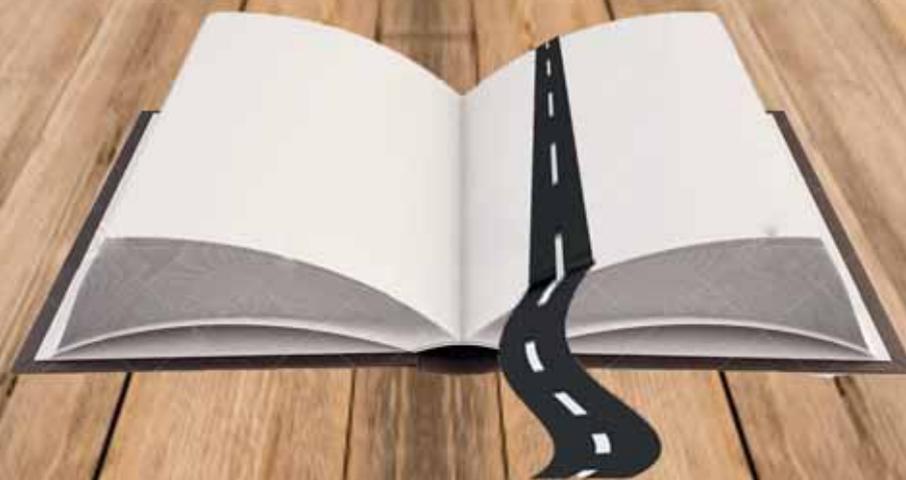
www.atc.piarc.com



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



www.normativadecarreteras.com



Legislación y normativa técnica de carreteras
Acceso libre y gratuito



Innovar está en nuestros genes

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



REPSOL

Inventemos el futuro