



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



# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Nº 179  
ABRIL - JUNIO  
2019

ISSN 1130-7102  
Revista Trimestral

## RUTAS TÉCNICA

**Las Redes Arteriales:  
dos historias paralelas (2/2)**

**Calibración de la velocidad de operación  
inercial como medida sustitutoria de las  
expectativas de los conductores**

**Rehabilitación de Obras de Drenaje  
Transversal (ODT)**

## CULTURA Y CARRETERA

**La Carretera:  
Una aproximación al Land Art**



## Innovar está en nuestros genes

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



**REPSOL**

*Inventemos el futuro*

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



- 03 Nombre propio de las Carreteras**  
Rafael López Guarga

### **Rutas Técnica**

- 05 Las Redes Arteriales: dos historias paralelas (2/2)**  
*Urban main roads: Two parallel stories (2/2)*  
Jesús Rubio Alférez



- 20 Calibración de la velocidad de operación inercial como medida sustitutoria de las expectativas de los conductores**  
*Calibration of the inertial operating speed as a surrogate measure of drivers' expectancies*  
David Llopis Castelló, Francisco Javier Camacho Torregrosa y Alfredo García

- 29 Rehabilitación de Obras de Drenaje Transversal (ODT)**  
*Road Culvert Rehabilitation*  
Josep Aubeso Gassó, Arturo Barroso Ramos y Rafael Lahera Molanes

### **Cultura y Carretera**

- 38 La Carretera: Una aproximación al Land Art**  
Eduardo Toba Blanco, Rosa Toba Veloso y Elvira Toba Veloso



### **Actividades del Sector**

- 52 XXXVIII Reunión del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica en Sevilla**
- 54 Jornada Técnica "De Camino" organizada por ACEX**
- 56 Ampliación del Puente de Rande**

### **PIARC**



- 58 Reunión del Comité Ejecutivo de PIARC en Buenos Aires**
- 60 Reuniones de los Comités Técnicos de PIARC**
- 63 XXVI Congreso Mundial de la Carretera**

### **ATC**



- 64 Reunión del Grupo de Trabajo "Valor patrimonial de los puentes"**
- 65 Conferencia Internacional: Gestión de la Conservación de los Puentes**
- 69 2º Curso Responsable de Seguridad de Túneles de Carretera**
- 70 Próxima Jornada Técnica Modificación de la Directiva de Seguridad 2008/96/CE**
- 71 Proximos Eventos ATC**
- 72 In Memoriam, Carlos Oteo Mazo**
- 73 Junta Directiva, Comités Técnicos y Socios de la ATC**



# Asociación Técnica de Carreteras

Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera



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

DIALNET · ICYT ·  
LATINDEX (Catálogo y Directorio)



### Edita:

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

### Comité Editorial:

#### Presidenta:

Mª del Rosario Cornejo Arribas Presidenta de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

#### Vicepresidente Ejecutivo:

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

#### Vocales:

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

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

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

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

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

#### Arte Final, Impresión y Distribución:

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

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

Todos los derechos reservados.

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

Precio en España: 18 euros +IVA

© Asociación Técnica de Carreteras

## REVISTA RUTAS

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

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

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



Nº 179 ABRIL - JUNIO 2019

# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Fotografía de portada:  
Manera Bosque Árbol  
(Pixabay.com)

# Nombre propio de las Carreteras

**H**istóricamente se han denominado las carreteras por las poblaciones o lugares de su origen y su final, incluyendo a veces alguna población o lugar intermedio, sin tener en cuenta que estos nombres resultaban con frecuencia largos y complicados para ser pronunciados y escritos tantas veces como lo requería cualquier asunto relacionado con ellas o poco conocidos para que el usuario pudiera identificarlas fácilmente. Esto ocurría sobre todo con las carreteras que entonces eran de segundo y tercer orden. El problema indicado llegó a su grado máximo con mucha frecuencia cuando el origen y/o el final de la carretera estaban en un punto intermedio entre dos poblaciones, entonces podía denominarse de esta guisa: Carretera de la de "A" a "B" a la de "C" a "D" con la correspondiente magnitud de palabras a pronunciar o escribir.

Valgan los siguientes ejemplos: Carretera de la de Huesca a Novalles a la de Selgua a las Carboneras, que ahora es parte de la A-1217, denominada de Monflorete a Sena; Carretera de la de Bospén a Aguas a la de Abiego a Rodellar, que ahora es parte de la A-1228, denominada de Angüés a Aguas; ambas de la Diputación General de Aragón.

En otros casos, observando estrictamente este sistema de denominación, el comienzo y/o el final no eran en realidad poblaciones, sino lugares o caseríos que nadie conocía, salvo los habitantes de la zona.

Valgan también los siguientes ejemplos: Carretera del Puente de Resordi a Puente de Montañana, que ahora es parte de la N-123A, de Zaragoza a Francia por el Valle de Arán, y de la N-230, de Tortosa a Francia por el Valle de Arán, de la Red Nacional; Carretera de Castejón de Monegros a la de La Almolda a la Venta de Los Petrusos, que ahora es la A-2221, de Bujaraloz a Castejón de Monegros, de la Diputación General de Aragón.

El Plan de Modernización de los años 50 trató de suprimir estos inconvenientes, aplicando también por regla general el criterio de nombrarlas por las poblaciones o lugares más próximos del origen y del final que fueran conocidos y sencillos de pronunciar y escribir pero prescindiendo de nombres desconocidos y complicados.

En la década de los 80 se produjeron las transferencias de las carreteras no nacionales a las Comunidades Autónomas, adoptando en general todas ellas nombres siguiendo este mismo criterio. Las carreteras nacionales (las dependientes del Ministerio de Fomento) no modificaron normalmente la denominación del Plan de Modernización hasta la Ley 257/1988, de Carreteras.

Para simplificar más la denominación, ya en la indicada Ley 257/1988, actualizada con la vigente Ley 37/2015, de Carreteras, se adoptó el criterio de darles en general un nombre propio, especialmente a casi todas las autopistas y autovías, que para que sea adecuado debe cumplir las siguientes características:

- facilidad de pronunciación y escritura, que obviamente debe ser más sencillo que la designación por su origen y destino ya que si fuera complicado sería preferible esto último,
- facilidad de identificación con la carretera para que el usuario pueda reconocerla por algún motivo relacionado ella sin dudar, incluso para el que no la conozca,
- el motivo debe estar relacionado con toda la carretera, nunca solo con una parte de ella,
- preferentemente, los nombres se referirán a poblaciones, a accidentes geográficos o a temas históricos o artísticos próximos a su paso.

Como consecuencia de ello hay una gran parte de denominaciones que son adecuadas y se ajustan a las condiciones señaladas de sencillez y capacidad de identificación, como son las 6 autovías de los itinerarios radiales denominadas por su orientación



# Tribuna abierta

Rafael López Guarga  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

desde Madrid; la autovía A-8, Autovía del Cantábrico, que desde el País Vasco hasta su conexión con la carretera N-6, de Madrid a A Coruña, en Baamonde (Lugo) discurre próxima y paralela a la costa Cantábrica, y la autovía A-7 y la autopista AP-7, denominadas del Mediterráneo, que recorren la costa mediterránea española, aunque también pudieron haberse denominado por su itinerario histórico, es decir respectivamente Autovía o Autopista Augusta porque por allí discurría la importante calzada que venía de Roma, llamada Vía Augusta por ser Octavio Augusto su impulsor, descrita en el Itinerario de Antonino del siglo III.

Igualmente son adecuadas la autovía A-66, Autovía Ruta de la Plata, en alusión a la también importante vía romana y famoso camino histórico con este nombre, que cruzaba España de norte a sur por el oeste, y la carretera convencional N-260, Eje Pirenaico, que discurre paralela y próxima al lado sur del Pirineo, entre Port Bou (Girona) y Sabiñánigo (Huesca).

Sin embargo, existen otros casos de denominación inadecuada como es el de la autovía A-22, de Lleida a Huesca, llamada de forma oficial Autovía del Camino Catalán porque según dijeron seguía el itinerario del Camino de Santiago Catalán. Sin embargo esto no es así, ya que el camino de peregrinos a Santiago que se aproxima al itinerario es un ramal del tronco principal que desde el Monasterio de Montserrat (Barcelona) iba a Zaragoza por el Valle del Ebro. El ramal comenzaba en Cervera (Lleida) y se dirigía a Huesca por Monzón (Huesca). En contrapartida sí que existen a unos 10 km, en Pertusa, restos de la calzada romana que el ya citado Itinerario de Antonino denominaba de Ilerda (Lérida/Lleida) a Osca (Huesca), que posteriormente fue utilizada como camino de peregrinación a Santiago, por lo que así debiera llamarse, de Lérida/Lleida a Huesca, por su origen y su final. Curiosamente además, este último nombre latino coincide con el nombre catalán. Atendiendo por otra parte a motivo geográfico podría llamarse también Autovía Prepirenaica porque todo su trazado discurre por el

somontano sur de esta cordillera interior.

Otro ejemplo de denominación inadecuada es la autovía A-23, Autovía Mudéjar, que tampoco la identifica porque el arte Mudéjar sí abunda, y con magníficos monumentos, entre Sagunto y Zaragoza, pero no entre esta ciudad y la frontera francesa donde predomina el arte Románico, también con magníficos monumentos. Unas denominaciones adecuadas podrían ser Autovía Románico-Mudéjar o bien Mudéjar-Altoaragonesa, que aunque largas las identifica perfectamente.

Por último, por citar otro ejemplo también inadecuado, la autopista AP-2, Autopista Zaragoza-Mediterráneo, se puede confundir con la Autovía Mudéjar que también va de Zaragoza al Mediterráneo, debería llamarse con más precisión Autopista Zaragoza-El Vendrell.

Hay precedentes de cambios de denominación, siendo uno de ellos el de la autovía A-44, Sierra Nevada-Costa Tropical, que anteriormente se llamaba simplemente Sierra Nevada, como consecuencia de sonadas protestas provenientes de las poblaciones costeras, reclamando el nombre de su zona.

Como conclusión, cabe hacer la reflexión de que aunque esté clara la conveniencia de adoptar nombres inequívocos y sencillos para identificar los distintos itinerarios, hay que tener mucho cuidado en hacerlo, y quizás previamente a ello debería establecerse algún sondeo en la opinión pública y en las costumbres del territorio para acertar plenamente en la denominación, siendo preferible adoptar el siempre socorrido origen/destino antes que un nombre que pueda herir sensibilidades o incluso rayar en la "incultura", invitando desde esta Tribuna, a aquellos que tengan la competencia, a corregir algún "desaguisado" que presenta la actual denominación. Hasta ese momento pensaremos que la denominación actual es considerada anécdota y un "tropiezo" en la señalización de información que se presenta en nuestras carreteras. ❖

# Las Redes Arteriales: dos historias paralelas (2/2)

*A Sandro Rocci in memoriam*



## Urban main roads: Two parallel stories (2/2)

**Jes3s Rubio Alf3rez**

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

*Revisado por el Comit3 T3cnico de Planificaci3n, Dise1o y Tr3fico de la Asociaci3n T3cnica de Carreteras*

En esta segunda parte se completa el an3lisis de la planificaci3n de las redes arteriales en los 3ltimos 60 a1os en la Red Estatal de Carreteras espa1ola.

La potenciaci3n del transporte p3blico en los accesos a las grandes ciudades ha sufrido 3xitos, anuncios de nuevas actuaciones, retrasos y paralizaciones en este periodo que tienen mucho que ver con las relaciones entre las administraciones implicadas.

En los 3ltimos a1os, nuevos protagonistas se a1aden a los cl3sicos, algunos anunciando una ruptura tecnol3gica y el cambio del sistema vigente.

Las reflexiones finales se refieren, entre otras cuestiones, a los papeles de los diferentes actores en una red de infraestructuras madura integrada en sistemas de transporte metropolitanos complejos; a la importancia de la imagen institucional como generador de conflictos o la necesidad de equipos coordinados que trabajen en la misma direcci3n, porque en situaciones complejas como lo es la movilidad en 3reas metropolitanas, no deben plantearse como soluciones realistas ocurrencias parciales y simplistas aunque resulten llamativas.

In this second part, planning of the spanish arterial roads is revisited. The past 60 years are considered, analyzing the relation between implicated administrations and bearing conclusions that can be helpful in the new period featuring, at present, disruptive technologies.

In this period, promotion of public transport access to major cities has suffered successes, announcements of new actions, delays and stoppages that have to do with the relationships between administrations involved.

The final reflections refer, among other issues, to the roles of different actors in a mature infrastructure network integrated into complex metropolitan transport systems; the importance of the institutional image as a generator of conflicts or the need for coordinated teams working in the same direction, because in complex situations such as mobility in metropolitan areas, partial and simplistic occurrences should not be considered as realistic solutions, even if they are striking.

## 10. El transporte público en las carreteras estatales

*Multimodalidad; fomento del transporte público. Bus VAO A-6 (1995). Priorización de infraestructuras multimodales, OCDE (1996). Anuncios en 2005 y 2007. Un empuje insuficiente al transporte público en la red de carreteras. Las Plataformas Prioritarias para el Transporte Público (PPTP) o carriles Bus-VAO y las paradas de autobús. Cambios anunciados en 2017.*

Desde la formulación del Plan General de Carreteras 1984-91 (PGC), en la Dirección General de Carreteras (DGC) se era consciente de que la vialidad y el transporte urbano necesitaba un marco que superase el análisis clásico de la ingeniería de tráfico. En 1993 se indicaba que las soluciones del transporte urbano tendrían que basarse en tres pilares: intermodalidad, concertación institucional y política del suelo, y dentro de la intermodalidad, el acento debería ponerse en potenciar el transporte público en los principales accesos a las ciudades. Se expresaba también que el tráfico era uno de los causantes principales del deterioro del medio ambiente urbano.

En España se había realizado en 1995 la experiencia, pionera en Europa, del Bus-VAO (vehículos con alta ocupación) en el acceso de la A-6 en Madrid. Se planteó como un acceso reversible y así sigue funcionando hasta la actualidad. Esa nueva manera de fomentar el transporte público en los accesos congestionados se confirmó como la medida más eficaz para incrementar la ocupación de los vehículos privados y transvasar viajeros del vehículo privado al transporte público. No es la única posibilidad de mejora de las condiciones de transporte de los usuarios del autobús, pero sí la más potente, y cabe realizarla durante todo el día (en uso exclusivo) o en determinados periodos horarios. Brevemente se puede afirmar que es la única manera de garantizar que parte del sistema no entre en congestión.

En 2004, después de haber realiza-



do los correspondientes estudios para desarrollar la intermodalidad de acuerdo con el Plan de Infraestructuras de Transporte 2000-07 (PIT), se exponía que el diseño de las redes arteriales había sido objeto de reflexión por parte de la Dirección General de Carreteras desde hace décadas, consciente de que tanto los usos de estos tramos periurbanos, como los conflictos, congestión y accidentes principalmente, son diferentes de los interurbanos.

Los accesos a las ciudades son los que en esos momentos, y en la actualidad, restan fiabilidad a los tiempos previstos por los usuarios en sus trayectos; la congestión cotidiana de tramos supone una pérdida de tiempo del conjunto de los ciudadanos de una magnitud considerable, y el sentido común coincide con los análisis especializados: en el diseño de este viario tiene que primar la capacidad, la seguridad y la regularidad sobre la velocidad.

También debe ser asumida, en los

diseños concretos que determinan el uso del recurso más limitado, el suelo, la necesidad de favorecer los modos más eficientes y menos contaminantes que comparten la red de carreteras junto al vehículo privado.

Por este motivo se había planteado un trabajo específico, con conclusiones en diciembre de 2003 y en un informe complementario en noviembre de 2004, acerca de la conveniencia y rentabilidad de plataformas reservadas para el transporte público.

El trabajo incluyó la coordinación con los Consorcios y Autoridades Metropolitanas del Transporte en Madrid, Barcelona, Junta de Andalucía (Sevilla y Málaga), Valencia, Bahía de Cádiz, Zaragoza y Asturias (Oviedo, Gijón, Avilés). En Madrid, en 2004 se cambió la titularidad de la M-30, se realizaron las cesiones de los tramos entre la M-30 y la M-40 de la A-1 y A-5 y se tomó la decisión de acometer la ejecución de intercambiadores, cuya relevancia era



indiscutible y hacía más necesaria aun la coordinación técnica entre las administraciones implicadas.

Las paradas de autobús y las pasarelas peatonales vinculadas a ellas son también elementos característicos de las redes arteriales y fueron objeto de otro estudio que cuantificó el número de paradas existentes, las que eran conflictivas y el coste de su adecuación, tipificando las soluciones previstas.

Los documentos citados quedaron como documentos internos de la DGC.

Siguiendo las directrices del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005-2020 la DGC planteó los estudios correspondientes a su desarrollo en el ámbito de las carreteras, bajo la denominación de Plan sectorial

de carreteras (2005) 2007/2012, con tres programas de actuación: creación de infraestructura interurbana, fomento de la intermodalidad y otras actuaciones en el ámbito urbano y conservación y explotación.

El principio orientador de la política de carreteras en ese momento era la movilidad sostenible, priorizando la seguridad, la conservación y la utilización óptima de la red existente, contemplando toda la red, no sólo la estatal, prestando especial atención a la mejora de la integración de la carretera en el medio, la intermodalidad y el fomento del transporte público.

La formulación de los programas concretos siguiendo estas directrices, establecían los subprogramas de accesos a puertos, accesos a aeropuertos, plataformas prioritarias para el transporte público y otras actuaciones que incluían la mejora de las paradas de autobús y la potenciación de modos no motorizados y menos contaminantes.

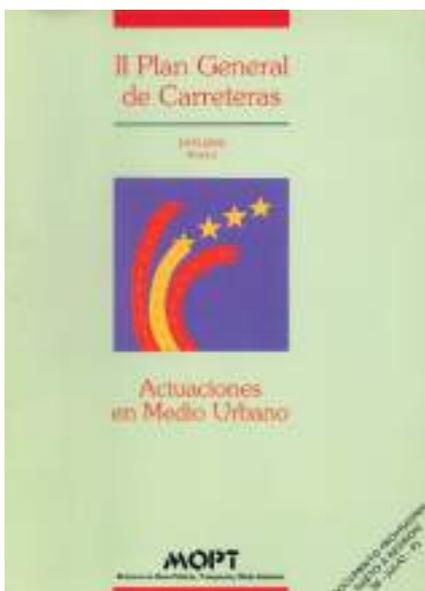
Para plantear las actuaciones concretas, su coste estimado, su rentabilidad y las prioridades de actuación, se realizó un estudio específico terminado en junio de 2006.

El estudio de todos los accesos con un tráfico de autobuses suficiente como para justificar el estudio de detalle de una Plataforma Prioritaria para el Transporte Público (PPTP), denominadas convencionalmente como Bus/VAO por similitud con la existente en la A-6 en Madrid, dio lugar a estudiar los accesos en Madrid (todos los estatales), Barcelona (A-2), Málaga (corredores oriental y occidental), Valencia (A-3), Sevilla (A-49), Murcia (N-301 y A-30), la "Y" asturiana: Oviedo – Gijón – Avilés (A-8 y A-66), Cáceres (N-521), Santander-Torrelavega y Santander- Astillero, para ver en cuáles de ellos podían ser viables y rentables las citadas PPTPs. Por supuesto, cualquier estudio de estas plataformas o del resto del programa incluía, desde sus inicios, una evaluación ambiental.

A partir del análisis y diagnóstico de la situación actual y prevista, así como del seguimiento de los planes, proyectos y obras en ejecución o planificados, se procedió a determinar las actuaciones viarias integrantes del Programa de Intermodalidad (de acuerdo con cada uno de los subprogramas antes citados) en el horizonte del Plan.

Este estudio, aunque consultable en la biblioteca del ministerio, se consideró de uso restringido dado que el PSC (2005) 2007-2012 no llegó a verse aprobado.

El PEIT planteaba expresamente una política de coordinación con otras administraciones basada en la defini-





ción de objetivos comunes a través de Planes de Movilidad Sostenible (PMS), que quizás tuviese que ver con la falta de interés por las propuestas que pudiesen surgir de la DGC, a pesar de que el fomento de los carriles Bus/VAO había sido también establecido en el PEIT y expresado personalmente por la ministra en 2005 y 2007.

La entonces ministra anunció en marzo de 2005 y expuso en 2007 en el Senado, que había decidido impulsar los modos de transporte menos consumidores de espacio, más eficientes y que garantizaran a largo plazo una menor contaminación. Dado el éxito evidente del funcionamiento del carril bus-VAO de la A-6 en Madrid planteó carriles bus en todos los accesos de la red estatal de carreteras en Madrid, en Barcelona y en Málaga, comunicando que el Ministerio ya estaba desarrollando los proyectos de construcción de futuros carriles bus en todos los accesos a Madrid que dependen del Departamento.

En sus palabras, que admiten mantenerlas en presente, el compromiso con la mejora del medio ambiente, y con la búsqueda de sistemas de transporte sostenibles hace imprescindible el fomento del uso de los modos de transporte menos contaminantes. El planteamiento de carriles bus, tal como se está planteando en los accesos a

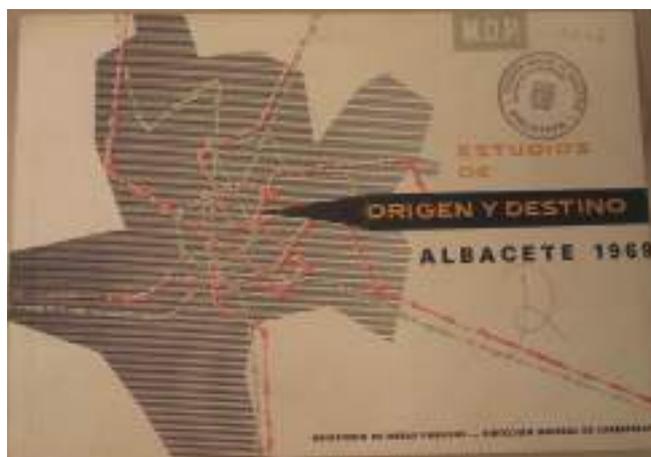
Madrid, no excluyen otras mejoras: la idea es dar un tratamiento integral a la plataforma existente, considerando no sólo los usuarios de la vía, sino también a los colindantes. Con esta directriz, lo estudiado integra aumentos de capacidad; ejecución o continuidad de vías de servicio inexistentes o ejecutadas parcialmente; reordenación de los accesos; solución de puntos singulares (por trazado deficiente en comparación con el resto, que lo convierta en un cuello de botella o potencialmente peligroso con el resto del tramo mejorado; por gálibos en estructuras muy limitativas, etc.); incremento de la permeabilidad, formulando no solamente pasarelas peatonales sino anchuras suficientes para disminuir el efecto barrera, y mejoras para disminuir la afección acústica a los vecinos.

Tal como se ha indicado, en la DGC se estaba trabajando en ese sentido en ese periodo, entendiendo que dar prioridad al transporte público es lo único que puede garantizar la sostenibilidad del sistema en los accesos congestionados a las ciudades. También se sabía por haber hecho unos estudios previos, que el diseño de cada caso exigía un estudio personalizado y que podían plantearse opciones muy diferentes según se considerase una ampliación de las plataformas existentes o un aprovechamiento de las mismas. En ambos casos

cabe diseñar plataformas de uso reservado de manera permanente, o carriles con uso restringido en periodos horarios con congestión. Todos estos casos pueden denominarse Plataformas con uso Prioritario para el Transporte Público (PPTP), más genérico que Bus-VAO.

La importancia de la coordinación adecuada con otras instituciones como el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM) era fundamental, entre otras cosas para garantizar que los posibles futuros Bus-VAO tuviesen garantizadas las conexiones adecuadas con los intercambiadores previstos. Esta coordinación se produjo hasta el punto de modificar cotas de ramales de futuras actuaciones, que, en caso de no haberse previsto, hubiese hecho inviable su ejecución. Esta coordinación exige citar a Carlos Cristóbal, que, por citar sólo dos ejemplos, en 2002 publicó: "Concepción de terminales – estaciones de autobuses metropolitanos en Madrid", y en 2006 coordinó la publicación dedicada a estaciones e intercambiadores de autobuses: "Áreas Urbanas Intermodales de transporte público en Madrid".

Existen prejuicios y problemas administrativos añadidos a los presupuestarios, que no facilitaron la ejecución de los proyectos que hubiesen continuado el ejemplo del exitoso carril Bus-VAO de la A-6 en Madrid. Su tramitación comenzó en 2004, y como se ha indicado, se contemplaban cinco plataformas en Madrid y otras dos en Barcelona y Málaga, y además, como fomento del transporte público en las carreteras se consideraron también otro tipo de actuaciones como la mejora de las paradas de autobús en Galicia. En ocasiones los primeros de los citados proyectos fueron considerados muy caros (unas actuaciones con periodos de retorno de la inversión entre tres y cuatro años), pero la mejor crítica es una de diez años antes, al Bus-VAO de la A-6 ya funcionando, aparecida en el ABC del domingo 25.06.1995 en la que el titular asegura que "Borrell amenaza con construir carriles Bus/VAO en todos los accesos a la capital". En el artículo se explica



que en Europa estas soluciones se han desmantelado por su ineficacia. Parece que la opini3n ya publicada en 1994 con unas declaraciones del entonces alcalde, asegurando que “el Bus-VAO de la N-VI es in3til, desfasado, y car3simo”, prevalecieron sobre los datos de uso y disminuci3n de la congesti3n medibles y dif3cilmente contestables.

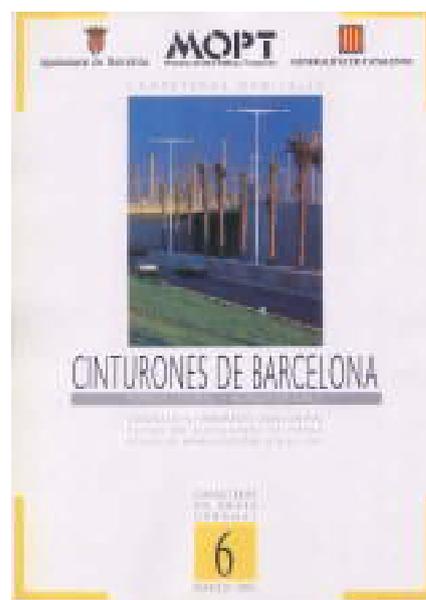
Posteriormente, en plena crisis econ3mica, por parte de la DGC se expresaba que cab3a plantear la utilizaci3n de lo existente con unas necesidades m3nimas de inversi3n. Que la b3squeda del uso m3s eficiente del patrimonio viario y del sistema de transporte p3blico existentes, inclu3a la realizaci3n de las PPTP m3s rentables y la mejora de las paradas de autob3s dispersas en la red de carreteras, pero tampoco se avanz3 mucho porque se consider3 que deb3a paralizarse cualquier tipo de iniciativa en este sentido.

En una crisis profunda como la de aqu3llos a3os deber3an analizarse las posibles inversiones con mucha m3s exigencia, buscando, en el caso de inversiones p3blicas, las que mayor beneficio social generen. Si el criterio que prevalece es el del inter3s de la iniciativa privada por acometer una actuaci3n, habr3a que articular la forma de generar ingresos en las PPTP, porque es f3cil imaginar una gesti3n de los intercambiables, en la cual parte de los beneficios generados en la explotaci3n revirtieran en la amortizaci3n del conjunto, mediante el cobro a cada autob3s que utilizase las PPTP. En el caso de an3lisis convencionales, monetarizando los ahorros de tiempo, ya hemos dicho que estamos hablando de actuaciones con periodos de retorno de la inversi3n entre tres y cuatro a3os, que en el caso de plantearse como conces3n privada, habr3a que traducir en los correspon-

dientes an3lisis econ3mico-financieros.

T3cnicamente podr3a formularse como la b3squeda de una soluci3n sostenible en los accesos congestionados de nuestras ciudades. Estos accesos que dan forma a los desarrollos urbanos y cuyos enlaces son inmediatamente ocupados por grandes superficies comerciales, son los nuevos hitos que referencian nuestro territorio y generan h3bitos de comportamiento y desplazamiento en los que conviene intervenir.

Lo que se planteaba es que el 3nico sistema sostenible a medio plazo es el que considere, mejore y potencie el transporte p3blico en nuestras carreteras, entendiendo por sostenible en este contexto, que el tiempo de viaje est3 garantizado con unos m3rgenes de error razonables y que el transcurso de los a3os no acerque el colapso de la infraestructura por falta de adecuaci3n



a la demanda.

No estábamos hablando sólo de accesos metropolitanos en grandes ciudades. En Madrid, Barcelona y Málaga era y es evidente la rentabilidad de plataformas en las cuales tenga preferencia el transporte público. Pero no es la única posibilidad: pueden plantearse diseños - que no han sido estudiados hasta 2017 en la A-2 en el tramo de Madrid a Alcalá de Henares - en los que se aproveche parte de la plataforma existente. Puede plantearse un plan de mejora de paradas en toda la red. O se pueden plantear carriles de uso restringido en vez de uso exclusivo, y aplicar la restricción únicamente cuando se produzca la congestión. Tendrían sentido y podrían plantearse pruebas en accesos a polígonos industriales, universidades o estadios de fútbol.

Como ya se ha dicho, las paradas de autobuses, estudiadas exhaustivamente para establecer los conflictos existentes y las prioridades de actuación, fueron objeto de un informe dentro del conjunto de los estudios preparatorios del nonato Plan Sectorial de Carreteras y las actuaciones sobre las paradas de autobuses estudiadas estaban dirigidas a facilitar la necesaria coordinación de las diversas instituciones implicadas: Ayuntamientos, Comunidades Autónomas y la propia Administración Central.

La existencia de alrededor de 1 340 paradas de autobús en carreteras convencionales de la Red de Carreteras del Estado -de ellas, aproximadamente dos tercios en tramos interurbanos, y el tercio restante en travesías-, supone un problema, en muchos casos, de seguridad peatonal. Se estimó que sería necesario actuar en más de la mitad de estas paradas.

La Dirección General de Carreteras planteó la solución de estos problemas en el marco del citado Plan Sectorial de Carreteras, en su Programa COEX (Conservación y Explotación), con resultados diferentes en las distintas Demarcaciones, pero a pesar de ser un subprograma de poca exigencia inversora, también se vio afectado por la crisis y parado en su mayoría.



En esos años de crisis y como elemento de activación económica se produce el Plan extraordinario de infraestructuras (PEI) 2010. El plan de colaboración público-privada (PEI) fue presentado por el Presidente del Gobierno, José Luis Rodríguez Zapatero como la apuesta conjunta del Gobierno, las entidades financieras y las empresas del sector para reactivar la economía y el empleo a través de la inversión en infraestructuras de transporte, pero este fomento del transporte público no se vio reactivado.

En otro orden de cosas, ese año se produce un cambio administrativo relevante en el tema que nos ocupa: a finales de 2010, la Dirección General de Carreteras suprimió la Subdirección de Planificación, responsable hasta ese momento de todos los estudios que desarrollaban los planes de rango superior y creó la de Explotación y Gestión de Red.

Quizás la forma de plantear en 2017 las actuaciones en nuevos carriles Bus-VAO en Madrid pueda darnos una idea de la aproximación actual a la forma de acometer nuevas actuaciones periurbanas. En 2017 se creó un grupo de trabajo que incluía a la Dirección General de Carreteras del Ministerio

de Fomento, el Consorcio Regional de Transportes, la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior, la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid, para proyectar un carril Bus-VAO en la entrada a Madrid de la A-2, con idea de estudiar posteriormente su implantación en el sentido de salida, y analizar los restantes accesos si la experiencia resultase adecuada. El proyecto, financiado por CONFEBUS (Confederación Española de Transporte en Autobús), fue dirigido conjuntamente por el Grupo de trabajo formado por las tres primeras Administraciones citadas, y la idea hubiese sido plantear un Convenio de actuación entre todas las implicadas.

La nota de prensa del 31 de agosto de 2017 del Ministro De la Serna presentando el proyecto para adaptar el carril izquierdo de la A-2 como carril Bus-VAO indicaba que esta medida comenzaría a implantarse a lo largo de 2018.

La presentación del proyecto para adaptar el carril izquierdo de la A-2 como carril Bus-VAO en el tramo entre la M-300 y el intercambiador de la Avenida de América se realizó conjuntamente por el ministro de Fomento, el consejero de Transportes, Vivienda e Infraestructuras de la Comunidad de

Madrid y la delegada del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid.

La citada nota explicitaba que el carril se gestionaría mediante un sistema de "Gestión Inteligente de la Carretera" (ITS) que indicaría a los usuarios en tiempo real las restricciones de uso y estimaba que esta medida, beneficiaría cada día a unos 15.000 viajeros, que reducirían el tiempo de entrada a Madrid de media en un 25%, lo que supondría para el conjunto de los viajeros un ahorro de 500.000 horas anuales y una reducción de 900 toneladas anuales de emisión de CO<sub>2</sub>. Además, por las mejoras en el servicio, se produciría un aumento de la demanda de transporte público entre un 10 y un 15%.

Pasando de la posible actuación concreta en la A-2 a una visión más de conjunto, el marco de planificación aporta poco en 2018, por falta de concreción, en cuanto a la forma de proceder en las antiguamente denominadas redes arteriales. El Plan Director de Innovación en infraestructuras, transporte y desarrollo urbano, anunciado por el entonces ministro en diciembre de 2016, hubiera debido convertirse en el impulso de la I+D+i en el sector y en iniciativas para favorecer la intermodalidad y el transporte sostenible, pero ni este plan ni el Plan extraordinario de inversión en carreteras 2017-2021 anunciado por el entonces presidente de gobierno a los presidentes de las

principales constructoras nacionales contemplaban los problemas de congestión y sus posibles soluciones en las áreas metropolitanas.

## 11. Red madura. La disrupción del sistema.

**Importancia de la conservación y la gestión sobre la creación de infraestructura. Administraciones responsables y plazos de las obras urbanas.**

Considerando lo que se expresa en el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda PITVI (2012-2024), podemos afirmar que en lo que se hace hincapié es en la importancia de la gestión. En lo referente a plataformas prioritarias para el transporte público la única referencia es genérica y al leer que el Ministerio impulsará la reforma de los mecanismos de concepción de las actuaciones infraestructurales en las ciudades, aunque la frase es ambigua, podemos pensar que quizás no fuese una mera coincidencia que la Dirección General de Carreteras suprimiese a finales de 2010 la Subdirección General de Planificación y que en lo que se refiere a las PPTP, se anularan poco después los proyectos de construcción realizados, que habían contemplado en dos Presupuestos Generales del Estado partidas para el comienzo de su ejecución.

La autonomía de la DGC para plantear otras cuestiones en áreas urbanas queda limitada, al establecer que

los instrumentos necesarios serán los Planes de Movilidad Sostenible (PMS) que deben ser realizados por las Autoridades Locales, en cuyo marco podrán plantearse nuevas infraestructuras. Esto no impide que se sigan ejecutando obras, y que la más emblemática en muchos años haya sido la terminada en 2016, el nuevo puente de Cádiz, actuación contemplada en el Atlas urbano de 1991 que recogía las necesidades de actuación en las redes arteriales a medio y largo plazo. La utilización política del puente, considerado y publicitado por el Ayuntamiento como la obra de todos los gaditanos, permite una reflexión en lo que se refiere a la rentabilidad política de estas obras para el Ministerio y cómo esto puede influir en la desmotivación para emprender actuaciones en el ámbito urbano.

No obstante, el PITVI recoge como actuaciones una lista de obras y de ciudades en las que se acometerán nuevas infraestructuras, así como accesos a puertos y a aeropuertos, con un nivel de detalle desigual, como la resolución de un paso inferior en Conxo (A Coruña), incluyendo una secuencia de ciudades en las que no se cita la actuación considerada.

En la remodelación de la DGC en 2017 se prescinde de la planificación en los nombres de todas sus subdirecciones, lo cual parece indicar la voluntad de delegar estas cuestiones en otros organismos y comenzar las gestiones propias directamente con estudios y proyectos derivados de otros ámbitos.

Conviene recordar que 'actuaciones urbanas' no es en absoluto sinónimo de obras y nuevo viario. En una red madura como la española en estos momentos, debe ser sinónimo de gestionar del viario existente, identificar los modos más eficientes y menos contaminantes del sistema urbano de transportes y potenciar su uso, detectar los problemas existentes e intentar ofrecer soluciones que sigan siendo válidas a largo plazo. Unos ejemplos pueden ilustrar la afirmación anterior, que admite concreciones muy diversas en las distintas ciudades.

En una ciudad cuyo campo de fút-



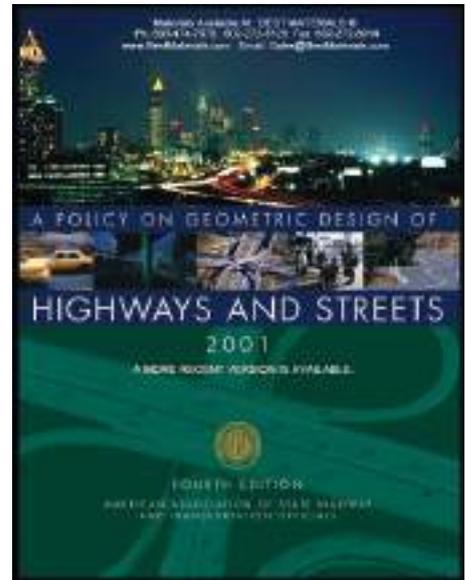
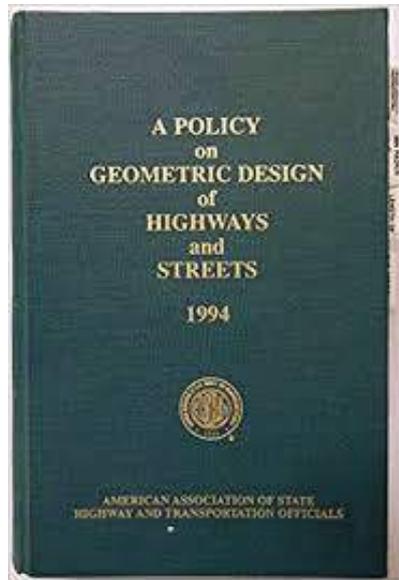
bol se encuentra en una salida de la circunvalación, hay una entrada que en los días de partido se congestiona, llegando a afectar al tronco principal de la autovía de circunvalación. Cabe plantear como actuación urbana la prohibición de aparcar coches en las cercanías del estadio para permitir que los autobuses accedan fluidamente a la puerta. Quizás esa medida barata, si se explica y se gestiona bien, pueda ser la solución a un problema que genera inseguridad vial en un itinerario estatal.

Un segundo ejemplo, ya ejecutado en más de un tramo de la red, consiste en reducir la anchura de carriles en las redes arteriales en las cuales esa solución puede dar continuidad a los carriles necesarios para una circulación fluida, en la que interesa que la velocidad no sea elevada.

Un último ejemplo de posibles ‘actuaciones urbanas’ es la disminución de la velocidad nocturna para aminorar el ruido en circunvalaciones o travesías de población con edificaciones colindantes a la carretera.

Antes de terminar es necesario recoger las opiniones de los que creen que el sistema de gestión de la movilidad urbana es algo cuya disrupción está próxima y que en 2030 el hardware formado por las infraestructuras y los vehículos será poco relevante con respecto al software. Según ellos, las nuevas tecnologías y los nuevos sistemas garantizarán la movilidad como servicio, integrando todo el conjunto de posibilidades que en estos momentos son ya realidad. Los vehículos serán autónomos, compartidos y eléctricos y según algunos será la solución para evitar la congestión.

Estas novedades son ya más que un anuncio y darán lugar a desplazamientos sin conductor y al transporte de pasajeros y mercancías aéreo o subterráneo. Irán acompañadas de una ruptura del modelo actual basado en la propiedad de los coches, para basarse en vehículos compartidos, desplazamientos en modos alternativos a los actualmente mayoritarios, como las bicicletas eléctricas y nuevos vehículos de movi-



lidad personal. Estas realidades están implantándose en nuestras ciudades en plazos menores de lo imaginable hace pocos años y van a exigir a todas las administraciones responsables de su regulación un esfuerzo para asumir los cambios cualitativos inevitables.

## 12. Reflexiones

Cada cambio en la jefatura del Departamento en las últimas décadas ha supuesto cambiar la forma de planificar y devaluar, rozando el desprecio, lo planificado anteriormente para poder decir: esta es la primera vez que se hacen las cosas bien. Quizás es debido a que los documentos presentados como planes en realidad han sido, en general, declaraciones de los gobiernos entrantes, sin que se haya producido un acuerdo parlamentario, en cuanto a objetivos, presupuestos y control, estable más allá de un periodo de cuatro años.

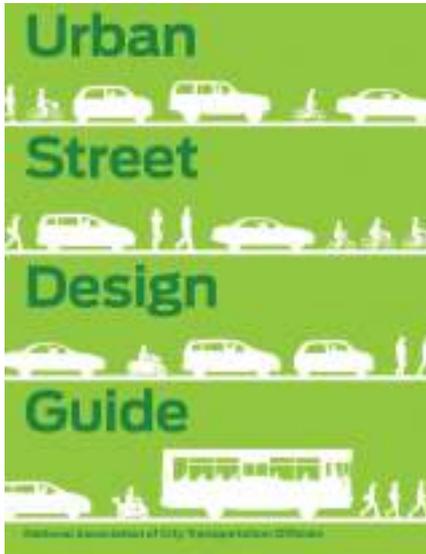
Mientras tanto, los plazos necesarios para convertir una planificación en actuaciones terminadas han sido del orden de ocho años en las obras periurbanas, y las listas de obras a ejecutar, consensuadas con los Ayuntamientos y Comunidades Autónomas implicadas, han sido estables.

Se ha ido perdiendo la noción de que un plan de transporte debe resolver problemas de transporte, para convertirse en una oferta de inversión que generará empleo y por tanto riqueza y

desarrollo a corto plazo.

La imagen de plan estable y la gestión en continuidad con el gobierno anterior se ve como algo anticuado. Cada etapa nueva en el Ministerio debe ir acompañada de una imagen propia, un mensaje publicitario nuevo, haciendo hincapié en algún aspecto novedoso, o supuestamente novedoso, como la necesidad de rentabilidad de las inversiones, la colaboración público privada, la sostenibilidad, la incorporación de I+D o la generación de empleo. Más que un plan, con objetivos, criterios, análisis de recursos y evaluación de impactos positivos y negativos, lo importante pasa a ser la campaña de imagen institucional asociada, anunciando la potenciación de la multimodalidad o la mejora de la gestión, como si la gestión de un plan y su marco legal y administrativo o la contemplación del conjunto del sistema de transportes fuese algo de reciente descubrimiento.

El mantra “el mercado resolverá”, en sus diversas acepciones y su traducción de que lo único que conviene es hacer atractiva la inversión a los grandes capitales internacionales conduce a una falta de control del proceso y a encarecer los costes por los gastos financieros asociados a una inversión cuya ejecución se dilata en el tiempo durante décadas. Estas inversiones están avaladas por el Estado y la responsabilidad patrimonial ha resultado a veces muy onerosa, en contra de lo que en un princi-



pio parecía ser una inversión rentable.

Podemos constatar que los conceptos publicitados como referentes en la política estratégica del Departamento han pasado por insistir en el incremento de inversión, incorporar las inversiones privadas a la creación de infraestructuras, aumentar los plazos de financiación de las inversiones de manera que pudiesen acometerse más actuaciones en un ciclo de gobierno, resaltar la importancia del AVE, la mejora de la gestión, el fomento de la multimodalidad, el desarrollo económico, la sostenibilidad, el equilibrio territorial, o la I+D, algunas veces utilizados de forma recurrente pero presentados como innovaciones.

Considerando la evolución de la coordinación de las distintas administraciones implicadas desde los años 80 del siglo pasado, podemos observar que los compromisos vinculados a eventos de importancia nacional fueron en su momento las referencias para generar convenios en ciudades, que dieron lugar a intervenciones importantes de la DGC en los ámbitos urbanos, pero esta actitud de compartir las necesidades de actuación han dado paso a una concepción en la cual los problemas metropolitanos deben ser atendidos por las Comunidades Autónomas, responsables de la gestión del transporte, o por los Ayuntamientos, en el marco de planes sostenibles en los cuales el Ministerio tendría poco que aportar. Consecuentemente la iniciati-

va para plantear 'Plataformas Prioritarias para el Transporte Público' (PPTP) se abandona por parte del Ministerio de Fomento desde 2005 hasta 2017, año en el cual, en coordinación con las otras administraciones implicadas se retoma este tema en Madrid, meses antes de un cambio de gobierno.

Volviendo a los años 80, el proceso de concertación con las ciudades vinculadas a eventos internacionales potenció el establecimiento de convenios que se extendieron a otras ciudades. Esos convenios han tenido continuidad en las actuaciones planificadas, proyectadas y ejecutadas, teniendo en cuenta que los plazos necesarios son largos y las inercias son importantes porque suelen generar compromisos en épocas electorales, en las cuales ningún partido quiere anunciar que dejará de ejecutar algo prometido con anterioridad.

Aunque este tipo de actuaciones han sido siempre objeto de personalismos, empezando por el denominado "Plan Felipe" y por tanto suelen ser una lista de actuaciones sin necesidad de explicitar los criterios que sustentan los acuerdos establecidos, en la DGC se asumieron los convenios firmados, a la vez que se intentaron plantear criterios objetivos (económicos, socioeconómicos y territoriales) que permitiesen establecer prioridades en el conjunto de las ciudades que tuvieran problemas y voluntad de concertar la solución.

Por este motivo se analizaron todas las necesidades de actuación en las ciudades de más de 50 000 habitantes y capitales de provincia peninsulares,

y se generó el Atlas Urbano en 1991. En los estudios informativos que estudiaron con detalle las posibilidades de actuación se incluyeron los análisis de rentabilidad y los estudios de impacto ambiental desde la primera evaluación de las alternativas, antes de seleccionar la más adecuada. Los tramos congestionados se estudiaron en el conjunto del sistema de transportes, considerando la intermodalidad como uno de los elementos sustentadores del transporte en las ciudades y los puntos de intercambio como unos de los elementos fundamentales sobre los que actuar. La consideración es evidentemente referida a viajeros y a mercancías, destacando por su relevancia los accesos a puertos y aeropuertos de interés general, que siempre han dado lugar a subprogramas de actuación en los documentos de planificación sectorial.

Los condicionantes urbanísticos y ambientales establecidos en la planificación urbana siempre han sido determinantes a la hora de considerar viable una alternativa de actuación y la gestión de las actuaciones previstas incluye la realización de informes vinculantes a las modificaciones de los planes de ordenación urbana, para que las reservas de suelo necesario estén garantizadas por ambas planificaciones: la sectorial de carreteras y la ordenación del suelo.

La coordinación en ambos sentidos ha hecho que se sigan considerando obras después de décadas de ser planteadas y que cuenten con la reserva necesaria de suelo para su ejecución. Para ver en servicio el recientemente inaugurado puente de Cádiz han transcurri-



do m3s de 25 a3os desde su anuncio, y no deber3a contemplarse este plazo como algo inconveniente, sino como constataci3n de que las obras urbanas exigen un plazo largo de gestaci3n y unos acuerdos estables en el tiempo.

Los dise3os de los tramos urbanos que dotan de continuidad a los itinerarios interurbanos han sido objeto de atenci3n y de recomendaciones espec3ficas, conscientes de que las normas de aplicaci3n en las carreteras interurbanas deben ser reinterpretadas para hacer prevalecer la capacidad sobre la velocidad.

Conviene recordar que la alternativa ‘cer3’, que significa no actuar, siempre ha sido evaluada como una m3s, y en ocasiones ha sido la seleccionada por criterios territoriales, urban3sticos o ambientales. En alguna ocasi3n una promesa electoral analizada en otro contexto result3 poco necesaria y no ser rentable, lo cual reforzaba la necesidad de considerar siempre la posibilidad de no realizarla. As3 ocurri3, por poner dos ejemplos distantes, en los casos de Pontevedra y de Almer3a.

En los estudios urbanos, siempre se ha procurado considerar viajeros en vez de veh3culos, de manera que los modos de transporte m3s eficientes formaran parte de la cuantificaci3n de las valoraciones. Por esto cabe afirmar que en la situaci3n actual de nuestras redes arteriales, las actuaciones m3s rentables, con periodos de retorno de la inversi3n en torno a cuatro a3os, son las PPTP de M3laga, Madrid y Barcelona, por orden de rentabilidad. Si se ejecutasen todas

las previstas, el primer a3o de su puesta en servicio beneficiar3an a m3s de 100 millones de viajeros anuales, con disminuciones en los tiempos de recorrido diarios muy significativos.

El inter3s por los viajeros hizo que se estudiaran las paradas de autob3s existentes en la red de carreteras del Estado, algunas de las cuales supon3an un peligro potencial, y se mejorasen en muchos casos, planteando situaciones seguras de espera y cruce de la carretera, considerando siempre que los pasajeros del transporte p3blico que discurre por las carreteras, son viajeros a los que hay que mejorar sus condiciones del viaje, intentando que la elecci3n individual entre el uso del coche o del autob3s, se decante por el segundo.

Es evidente el fracaso financiero del modelo planteado con autopistas de peaje paralelas a accesos congestionados, cuya rentabilidad permitir3a financiar las circunvalaciones correspondientes, sin que la administraci3n tuviese que hacer nada hasta el momento en el que la iniciativa privada tuviese inter3s en alguna ciudad. Esto, sin entrar en que este modelo garantiza, en teor3a, unos accesos sin congesti3n, pero no garantiza la movilidad de viajeros y mercanc3as de manera adecuada, porque el atractivo de estas v3as de peaje exige la congesti3n del viario convencional.

Llegado este punto cabe hacerse una pregunta: 3debe formar parte la DGC en las administraciones que planifiquen el futuro de los sistemas de transporte en las ciudades, o debe ser

un mero ejecutor de planes realizados por otros, con una posibilidad de opinar al final del proceso?

La opci3n de no hacer nada existe y tiene un cierto atractivo: dejemos que las cosas evolucionen solas, si hay congesti3n confiemos en la paciencia de los ciudadanos y en los cambios tecnol3gicos que permitir3n que nos transporten coches aut3nomos o que haya un servicio de paqueter3a mediante drones, que las condiciones del transporte cotidiano motiven lo suficiente a los viajeros a cambiar de modo de transporte y que con un cambio masivo de comportamiento hacia la bicicleta se resuelva la congesti3n, o que incorporando la congesti3n al mercado, pagando por no tenerla, se resuelva al menos para una parte de la poblaci3n.

Si admitimos que la soluci3n no es tan simple como lo enunciado anteriormente, tendremos que asumir que algunas administraciones deber3an tomar parte activa en la gesti3n de los problemas existentes e intentar paliarlos, a corto y largo plazo, con medidas de diversos tipos, gestionando la demanda, incrementando servicios de transporte eficientes, menos consumidores de espacio y energ3a por viajero y tonelada transportada, y que los responsables de las distintas facetas del transporte deber3an estar presentes en el planteamiento de las alternativas adecuadas y su puesta en pr3ctica. No parece que dejar al margen a los responsables de una de las infraestructuras donde se desarrolla el transporte, mejore la gesti3n adecuada de un pro-



blema complejo.

Es interesante detenerse someramente en el uso de la denominaci3n y nomenclatura como indicativo de diferentes enfoques o cambios. Las redes arteriales desaparecen de los planes estrat3gicos y se reservan para planes sectoriales, programas o legislaci3n espec3fica de carreteras, y en la vigente Ley de 2015 tambi3n desaparecen. Los conceptos que permiten plantear criterios y objetivos se refieren m3s bien a la movilidad sostenible y a 3mbitos que superen lo monomodal.

Recientemente (noviembre de 2017), hay un ejemplo de cambio de paradigma traducido en una nueva nomenclatura. Una empresa privada (BMW) presenta un nuevo proyecto denominado "Vision E3 way" para resolver de una manera sencilla y eficaz la congesti3n en Shangh3i y por extensi3n en los accesos congestionados de las ciudades. Consiste en una v3a para veh3culos de dos ruedas el3ctricos, sobre los accesos existentes. Las tres "E" se refieren a elevada, el3ctrico y eficiente, las tres propiedades que definen el proyecto. Con independencia de que no es el primer proyecto que plantea utilizar el espacio por encima de las v3as existentes (un marco ferroviario con capacidad para discurrir sobre los coches atascados, en China, fue descartado por inviable), ni el primero que parte exclusivamente de la iniciativa privada, nos interesa destacar la forma novedosa de referirse a 3l, ya que si se hubiese hablado de un carril bici exento hubiese parecido otra cosa diferente. El cam-

bio de paradigma incluye que BMW no ofrece s3lo una actuaci3n: se ofrece como proveedor de servicios de movilidad Premium: conveniente, eficiente, segura y ecol3gica.

Parece que la denominaci3n "redes arteriales" ha quedado obsoleta comparada con la fuerza de los nombres de proyectos como el citado, pero al referirnos a arterias, congesti3n o colapso, estamos hablando del tejido urbano como algo vivo, algo cuyas rupturas necesitan suturas eficaces que no constri3nan el crecimiento. Como dec3amos al principio, nos referimos a la ciudad como organismo, tan viva y delicada como un cuerpo humano y sabemos que nuestros diagn3sticos deben ser adecuados para garantizar la salud del territorio, en el que el buen funcionamiento de sus arterias es vital para la ciudad y para la calidad de vida de sus ciudadanos.

Para terminar, unas reflexiones r3pidas sobre el marco administrativo y de recursos humanos, que permitan entender la evoluci3n desde los a3os 80 a la situaci3n actual.

En la DGC la transici3n en los a3os 80 se produjo de una manera respetuosa. Prevalci3 el respeto a la experiencia sobre la desconfianza ideol3gica y la disciplina sobre las diferencias de criterio, asumiendo las nuevas directrices gubernamentales en materia de planificaci3n y creaci3n de infraestructuras.

Convivieron personas declaradamente favorables al r3gimen anterior con gabinetes de ministros socialistas que hab3an incorporado entre sus ase-

sores a personas con militancia en partidos de extrema izquierda de la 3poca. La tarea com3n era lo principal, modernizar nuestras carreteras era objeto del esfuerzo conjunto y las desconfianzas fueron aminor3ndose hasta no interferir en el trabajo cotidiano.

Se asumieron con diligencia cuestiones nuevas como las Declaraciones de Impacto Ambiental y se desarrollaron otras como las evaluaciones econ3micas financieras para cuantificar los beneficios esperados de las distintas actuaciones contempladas. Con respecto a lo primero, cito a Ignacio Espa3ol, que en 1998 analizaba la primera d3cada de evaluaciones de impacto ambiental en nuestro pa3s: "En el 3mbito metodol3gico, es importante se3alar que los estudios de impacto de carreteras han sido los que han llevado el gran impulso de los m3todos por estar asociados al proceso de selecci3n de alternativas del trazado. Por lo contrario, la evaluaci3n ambiental de muchos otros tipos de proyectos se ha enfrentado a la falta de alternativas limit3ndose a desarrollar una evaluaci3n y correcci3n de la 3nica opci3n planteada, minando as3 la esencia de los estudios de impacto".

En un determinado momento, esta situaci3n, en la que las tareas estaban asumidas para plazos de ocho o diez a3os y por tanto con continuidad por encima de los cambios de gobierno, cambia y cada nuevo titular del Departamento exige un cambio en la planificaci3n y la imagen. Los plazos realmente considerados terminan con el periodo electoral. Las referencias al





trabajo comenzado, a la biblioteca de proyectos existente o los programas que se encontraban a medio desarrollar son temas inc3modos, porque los esfuerzos deben concentrarse en las nuevas maneras de gobernar o en los anuncios planteados en los comienzos ministeriales. La imagen institucional debe ser agresiva, haciendo hincapi3 en el esfuerzo que comienza a realizarse. La b3squeda de "culpables", en el sentido de desafectos o simplemente con memoria y criterio fue m3s intensa en algunas ocasiones, pero ha sido una cierta constante de fondo, quiz3s con la mentalidad de que esas personas eran estorbos hacia una modernidad adanista, abierta a la iniciativa privada, mucho m3s eficaz en la resoluci3n de todos los problemas y por tanto de los que se refieren a las carreteras. Esa voluntad de prescindir del bagaje acumulado en la DGC que permit3a un control de todos los procesos, tanto en el tiempo como en el territorio, no lleg3 a concretarse en una Agencia de Carreteras independiente, que estuvo plante3ndose como soluci3n modernizadora, con la caracter3stica de que hubiese podido generar un endeudamiento sin los controles aplicables a la Administraci3n General del Estado. Se fueron dando pasos que se concretan en estos momentos en una ausencia de planificaci3n, una delegaci3n masiva de funciones a trav3s de encomiendas de gesti3n y un control de los procesos cada vez m3s dependiente de la empresa privada.

¿C3mo afect3 esta desconfianza hacia los equipos estables de la DGC en lo referente a las Redes Arteriales? De una situaci3n en la cual los estudios de demanda eran realizados en la DGC, as3 como el control de las variables b3sicas para establecer los an3lisis de coste/beneficio y de rentabilidad econ3mica y financiera de los proyectos o la gesti3n con los Ayuntamientos de los dise3os de la v3as que les afectaban directamente, se aumenta el control sobre cualquier actividad que la DGC pueda desarrollar en este sentido, se eleva el nivel pol3tico de interlocuci3n con cualquier Ayuntamiento que desee tratar un problema y se procura que la actividad en la planificaci3n de infraestructuras responda a una publicidad institucional, a veces muy centrada en la persona del ministro. En otras palabras se instrumentaliza la creaci3n o mejora de las infraestructuras en funci3n de su rentabilidad pol3tica. L3gicamente as3 se entiende que cada cambio de ministro trajese consigo un nuevo documento presentado como plan. Tamb3n influye que la rentabilidad pol3tica de actuaciones en redes arteriales es dudosa, porque el ciudadano identifica la soluci3n a estos problemas con gestiones municipales aunque se sobrepase el 3mbito del t3rmino municipal y quiz3s por ello se haya abandonado como responsabilidad propia, no ya de la DGC sino del Ministerio.

Pero las necesidades siguen existiendo y se resuelven mediante listas de

proyectos que no responden a ning3n marco estrat3gico. Simplemente cuando es necesario hacer un documento global, que no exhaustivo, se incorporan las actuaciones proyectadas que se podr3an acometer en el plazo de cuatro a3os.

Esperar, en este terreno, no resuelve nada, pero la factura pol3tica parece de menor cuant3a y por eso puede resultar comprensible que ning3n pol3tico se mueva para plantear algo que supera el plazo de los cuatro a3os, a partir de los cuales nada parece preocupar, o que pudiera favorecer a su adversario pol3tico si las gestiones no llegan a buen puerto.

Volviendo al terreno t3cnico, s3 parece haber unos puntos de consenso sobre los que seguir planteando alternativas de actuaci3n: la movilidad en las grandes ciudades ser3 compartida, aut3noma, conectada y el3ctrica.

Tamb3n hay consenso t3cnico internacional en lo siguiente: "El coche privado amenaza la calidad de vida de las ciudades y su uso debe ser controlado fomentando en paralelo otros modos de transporte m3s eficientes y menos contaminantes" (a pesar de parecer muy nueva, esta afirmaci3n es una conclusi3n, votada y asumida, del XXI Congreso Mundial de Carreteras de hace dos d3cadas: Octubre de 1999 en Kuala Lumpur).

Y una 3ltima reflexi3n que incluye varios deseos: la necesidad de acometer soluciones complejas exige que los personalismos se abandonen, los acuerdos tengan la vigencia necesaria y la garant3a de cumplimiento de lo acordado sea adecuada, para que un cambio de gobierno en las instituciones no haga probable su incumplimiento. Porque la pregunta es si sigue habiendo problemas para los ciudadanos que quieren desplazarse en las ciudades y para las mercanc3as que necesitan ser transportadas. Si la respuesta es afirmativa, en esas ciudades no cabe mirar hacia otro lado esperando que los problemas se resuelvan solos. Estos problemas no se van a resolver simplemente por utilizar terminolog3as como ciudades inteligentes

tes, ciudades sostenibles o ciudades habitables. Lo que estos adjetivos expresan son caracter3sticas de las ciudades que queremos y la manera en la que deber3amos trabajar para conseguirlas.

Agradecimientos por las ilustraciones:

- Santiago Gir3n	Faja
- Apia XXI	5
- Vision E3 Way BMW	16
- Dragados	22

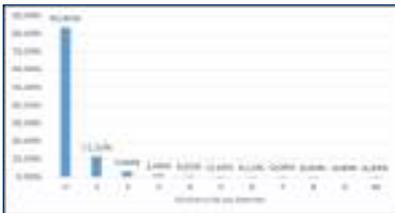
## Bibliograf3a

- [1] Ley de Bases del Plan General de Carreteras (1960). Consultable en: <https://www.boe.es/boe/dias/1960/12/23/pdfs/A17585-17589.pdf>
- [2] Plan General de carreteras (1961). La Ley con la Memoria del Plan como anejo en: <https://www.boe.es/boe/dias/1961/12/29/pdfs/A18313-18323.pdf>
- [3] Planeamiento de redes arteriales urbanas (1969). F. Rodr3guez Acosta. Revista Ciudad y Territorio, 1969, (1): ps. 36-49.
- [4] Redes Arteriales y tramos urbanos (1973). Antonio Figueroa. Primer curso de planificaci3n territorial. Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1973.
- [5] Las redes arteriales y el planeamiento urbano (1977). Vicente Gago y Carlos Real. Ciudad y territorio n.º 4, 1977, ps. 33-50.
- [6] La planificaci3n de carreteras en Espa3a (1987). Justo Borrajo Sebasti3n (JBS) y Jes3s Rubio Alf3rez (JRA), 1987. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1987/1987\\_1.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1987/1987_1.pdf)
- [7] Jornadas sobre Planificaci3n de Carreteras (1988). Errepideen Plan-gintzar Buruzco Ihardunaldiak: Vitoria-Gasteiz 1988 Ekaina 14, 15, 16 junio 1988; Departamento de Transportes y Obras P3blicas del Gobierno Vasco.
- [8] Participaci3n p3blica, seguimiento y control de los planes de carreteras (1988). J. Rubio Alf3rez, 1988. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1988/1988\\_4.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1988/1988_4.pdf)
- [9] Recomendaciones sobre glorietas Tecnolog3a (1989/1999). MOPU. Direcci3n General de Carreteras. Recomendaciones sobre glorietas / Direcci3n General de Carreteras, 3ª reimp. Madrid. Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones, 1999. Consultable en: <http://www.forte.es/documentos/69/glorietas.pdf>
- [10] Recomendaciones para el dise3o de glorietas en carreteras suburbanas (1989). Carlos de la Hoz de la Escalera, Julio Pozueta Echavarri. Comunidad de Madrid, 1989.
- [11] Un nuevo plan de carreteras urbanas e interurbanas (1992-2000). J. Borrajo Sebasti3n, J. Rubio Alf3rez. Revista Urbanismo, COAM n.º 10, mayo 1990. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1990/1990\\_1.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1990/1990_1.pdf)
- [12] La planificaci3n de carreteras en 3reas urbanas (1990). J. Rubio Alf3rez. Revista Rutas Monogr3fico sobre el plan de accesos a grandes ciudades, 1990. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1990/1990\\_5.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1990/1990_5.pdf)
- [13] Atlas urbano, diciembre 1991, Ministerio de Obras P3blicas y Transportes (MOPT), Secretaria General Para las Infraestructuras del Transporte Terrestre, Direcci3n General de Carreteras. Coordinaci3n J. Rubio Alf3rez. Puede solicitarse en: <http://datos.bne.es/edicion/bimo0002048345.html>
- [14] Dificultades mutuas del planeamiento urban3stico y sectorial (1991). Manuel Crespo. Ciudad y Territorio n.º 91-92/1991.
- [15] Fichas urbanas (1991). Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/fichas\\_urbanas/fu\\_1.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/fichas_urbanas/fu_1.pdf)
- [16] Carreteras urbanas (1992). Recomendaciones para su dise3o y proyecto. Ministerio de Obras P3blicas y Transportes, Secretaria General Para las Infraestructuras del Transporte Terrestre, Direcci3n General de Carreteras, 1992. Consultable en: <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/4F1B2F07-25DA-418B-B2A9-23F0012D0EC4/55865/0410700.pdf>
- [17] La comunicaci3n con los administrados en los procesos de informaci3n p3blica de carreteras (1992). J. Rubio Alf3rez, J. Borrajo Sebasti3n, 1992. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1992/1992\\_1.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1992/1992_1.pdf)
- [18] Las carreteras urbanas (1992). Un plan estatal de infraestructuras y transporte. J. Rubio Alf3rez. Ciudad y Territorio: Estudios territoriales, n.º 91-92, 1992 (Ejemplar dedicado a: Transporte Urbano). Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1992/1992\\_3.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1992/1992_3.pdf)
- [19] Las redes arteriales (1992). Una pol3mica renovada. Jornadas t3cnicas sobre movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria. Madrid, noviembre 1992. J. Rubio Alf3rez. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1992/1992\\_4.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1992/1992_4.pdf)
- [20] Dise3o de carreteras en 3reas suburbanas (1991). Carlos de la Hoz, Julio Pozueta. Comunidad de Madrid. Mayo 1991.
- [21] Fichas urbanas (1992). Incluye las recomendaciones de dise3o de v3as ciclistas. Febrero 1992. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/fichas\\_urbanas/fu\\_3.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/fichas_urbanas/fu_3.pdf)
- [22] La ciudad, obst3culo y destino (1993). Actuaciones en las carreteras urbanas espa3olas en los 3ltimos a3os. J. Rubio Alf3rez, 1993. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1993/1993\\_2.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1993/1993_2.pdf)
- [23] El planeamiento de redes arteriales: datos para el an3lisis. Manuel Crespo Bernardo. Documentaci3n no publicada elaborada con motivo de un curso de Transporte y tr3fico.
- [24] El veh3culo privado y la congesti3n en las ciudades: alternativas de actuaci3n (1993). J. Borrajo Sebasti3n, 1993. Consultable en:

- [http://www.carreteros.org/planificacion/1993/1993\\_6.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1993/1993_6.pdf)
- [25] Atlas de espacios naturales y recursos culturales de inter3s para el trazado de las carreteras del Estado (1993). J. Borrajo Sebasti3n et al. Serie Monograf3as. Direcci3n General de Carreteras. Ministerio de Obras P3blicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.
- [26] Autopistas urbanas y periferia (1993). 3ngel C. Aparicio. Tesis doctoral. Universidad Polit3cnica de Madrid, 1993.
- [27] 1993 Programa de Actuaciones Prioritarias en Carreteras (PAPCA, 1993), MOPT. Revista del Ministerio de Obras P3blicas, Transportes y Medio Ambiente, n.º 416.
- [28] La red de gran capacidad en el entorno urbano (1994). J. Rubio Alf3rez, XX Semana de la carretera, 1994. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1994/1994\\_3.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1994/1994_3.pdf)
- [29] Carreteras en 3reas Urbanas (1994), Ficha 10, Ruido en la Red arterial de Extremadura. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/fichas\\_urbanas/fu\\_10.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/fichas_urbanas/fu_10.pdf)
- [30] Recomendaciones para el diseo de glorietas en carreteras suburbanas (1994). Consultable en: [http://www.carreteros.org/normativa/trazado/otras/pdfs/g\\_madrid.pdf](http://www.carreteros.org/normativa/trazado/otras/pdfs/g_madrid.pdf)
- [31] Balance contable de la carretera (1994). Antonio Estevan, Alfonso Sanz, Pilar Vega (Gabinete de Econom3a Aplicada, S.L.), Director Pedro Gal3n, Direcci3n General de Carreteras. Madrid, MOPTMA. Consultable en: <http://cdt.fomento.es/cgi-bin/koha/opac-ISBNdetail.pl?biblionumber=16660>
- [32] Una visi3n general del Plan Director de Infraestructuras (1994). Casimiro Iglesias P3rez. Consultable en: [http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1994/1994\\_junio\\_3333\\_01.pdf](http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1994/1994_junio_3333_01.pdf)
- [33] Plan Director de Infraestructuras 1993-2007 (PDI). Consultable en: [http://www.congreso.es/public\\_oficiales/L5/CONG/BOCG/E/E\\_054.pdf](http://www.congreso.es/public_oficiales/L5/CONG/BOCG/E/E_054.pdf)
- [34] Variante de la carretera y forma de la ciudad (1995). Manuel Herce. Tesis Doctoral.
- [35] Titular ABC, 1995. "Borrell amenaza con construir carriles Bus/VAO...". Consultable en: <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/1995/06/25/075.html>
- [36] Prioritisation of multimodal transport infrastructure (1996). OCDE Seminar proceedings. Noordwijk aan Zee, The Netherlands, may 12-15, 1996. Ministry of Public Works and Water Management. ISBN 90-3691-617-8.
- [37] Los criterios de sostenibilidad en el Plan Director de Infraestructuras (1996). J. Borrajo Sebasti3n en III Simposio Nacional sobre Carreteras y Medio Ambiente, junio 1995, Pamplona, AIPCR, Gobierno de Navarra.
- [38] Infrastructure induced mobility (1996). Economic research centre. European conference of ministers of transport. Round table 105. Par3s, noviembre 1996.
- [39] Calmar el tr3fico (1996). Sanz Aldu3n, Alfonso. Ministerio de Obras P3blicas, Transportes y Medio Ambiente. Direcci3n General de Actuaciones Concertadas en las Ciudades.
- [40] Criterios para la ordenaci3n de la Red de inter3s general del Estado en 3reas suburbanas, su relaci3n con otras redes presentes y su funcionalidad y titularidad administrativa (1997). Ministerio de Fomento. Direcci3n general de Carreteras. Octubre 1997.
- [41] Una d3cada de evaluaci3n de impacto ambiental de Obras P3blicas (1998). Revista de Obras P3blicas (1998); n. 3380; Oct.; pp. 59-67., Ignacio Espaol. Consultable en: [http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1998/1998\\_octubre\\_3380\\_04.pdf](http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1998/1998_octubre_3380_04.pdf)
- [42] Environment and consultation with the public (1999). AIPCR, J. Rubio Alf3rez, 1999. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/1999/1999\\_16.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/1999/1999_16.pdf)
- [43] Vialidad y transporte urbano (2000). J. Rubio Alf3rez, 2000. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2000/2000\\_2.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2000/2000_2.pdf)
- [44] Resumen de modelos actuales de gesti3n de carreteras: Financiaci3n y programaci3n de actuaciones urbanas (2000). J. Rubio Alf3rez, 2000. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2000/2000\\_6.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2000/2000_6.pdf)
- [45] PIT 2000-2007. Consultable en: [www.miliarium.com/paginas/leyes/urbanismo/estatal/PNI2000-2007.pps](http://www.miliarium.com/paginas/leyes/urbanismo/estatal/PNI2000-2007.pps)
- [46] Medidas p3blicas para la racionalizaci3n del transporte (2001). J. Borrajo Sebasti3n, 2001. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2001/2001\\_7.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2001/2001_7.pdf)
- [47] Concepci3n de terminales – estacion de autobuses metropolitanos en Madrid (2002). II Seminario internacional PROMOTEO, M3xico, 26 de septiembre de 2002. Carlos Crist3bal Pinto y Javier Aldecoa-Mart3nez Conde. 3rea de Estudios y Planificaci3n, Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Consultable en: <http://www.madrid.org/cs/BlobServer?blobcol=urldata&blobtable=MungoBlobs&blobheadervalue1=filename%3D2.2+Concepci3n%3Bn+de+terminales-estaciones+de+autobuses+Metropolitanos+en+Madrid.pdf&blobkey=id&blobheadername1=Content-Disposition&blobwhere=1181214735872&blobheader=application%2Fpdf>
- [48] Si las ciudades se hilvanasen (2003). Revista Rutas nº 95. 2003. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2003/2003\\_1.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2003/2003_1.pdf)
- [49] Los estudios de planeamiento: la participaci3n ciudadana (2003). J. Borrajo Sebasti3n, 2003. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2003/2003\\_6.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2003/2003_6.pdf)
- [50] Seas de identidad en las redes arteriales (2004). J. Rubio Alf3rez y Jos3 de Oña Ortega. Revista Rutas,

- julio-agosto 2004.
- [51] Estado de ejecuci3n del Plan de Infraestructuras de Transporte 2000-2007 y presupuesto para el 2004 del grupo Fomento. A. L3pez Corral. Consultable en: [http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2004/2004\\_abril\\_3443\\_01.pdf](http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2004/2004_abril_3443_01.pdf)
- [52] Elaboraci3n de mapas de ruido de carreteras. J. Rubio Alf3rez, Fernando Segu3s Echazarreta y Mar3a Dolores Jim3nez Mateos. Revista Rutas, nov-dic 2004. Consultable en: <http://egra.cedex.es/DOCUMENTACION/rutas.pdf>
- [53] Un empuje decidido a los carriles bus (2005). Revista Rutas, n.º 107. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2005/2005\\_2.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2005/2005_2.pdf)
- [54] PEIT 2005-2020. Consultable en: [http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/\\_ESPECIALS/PEIT/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/_ESPECIALS/PEIT/)  
Última consulta: 28.08.2017.
- [55] Gest3n de la participaci3n ciudadana en los proyectos de infraestructuras lineales. El proceso de informaci3n p3blica en Espa3a (2006). J. Borrajo Sebasti3n, 2006. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2006/2006\\_1.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2006/2006_1.pdf)
- [56] Las paradas de transporte p3blico en la Red de Carreteras del Estado (2006). J. Rubio Alf3rez, C3sar Almarza Llano, Alicia Velasco Aramayo. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2006/2006\\_11.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2006/2006_11.pdf)
- [57] Áreas Urbanas Intermodales de transporte p3blico en Madrid (2006). Carreteras: Revista t3cnica de la Asociaci3n Espa3ola de la Carretera, ISSN 0212-6389, n.º 146, 2006 (Ejemplar dedicado a: Estaciones e intercambiadores de autobuses, coordinado por Carlos Crist3bal).
- [58] PSC 2007-2012. Evaluaci3n del impacto del plan sectorial de carreteras 2007-2012 sobre la Red Natura 2000. Justo Borrajo Sebasti3n, Antonio Laguna Gumiel, Manuel Villarubia Duret. Consultable en: <http://cdt.fomento.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=35672>
- [59] Soluciones sostenibles en tramos congestionados en la Red Estatal de Carreteras de Espa3a (2007). J. Rubio Alf3rez. Revista Rutas, nov.-dic. 2007. Suplemento especial de Ponencias y comunicaciones espa3olas presentadas al XXIII Congreso Mundial de la Carretera, Par3s.
- [60] La congesti3n en los corredores de acceso a Madrid (2009). Fundaci3n RACC. Consultable en: [http://imagenes.racc.es/pub/ficheros/adjuntos/adjuntos\\_estudio\\_congestion\\_webb\\_jzq\\_9adadbd7.pdf](http://imagenes.racc.es/pub/ficheros/adjuntos/adjuntos_estudio_congestion_webb_jzq_9adadbd7.pdf)
- [61] Fomento del transporte p3blico: una intervenci3n territorial necesaria (2010). J. Rubio Alf3rez, 2010. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2010/2010\\_1.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2010/2010_1.pdf)
- [62] Planeamiento y proyecto de carreteras para su integraci3n en el paisaje (2010). J. Borrajo Sebasti3n, 2010. Consultable en: [http://www.carreteros.org/planificacion/2010/2010\\_4.pdf](http://www.carreteros.org/planificacion/2010/2010_4.pdf)
- [63] Plan extraordinario de infraestructuras 2010. Consultable en: <http://www.fomento.gob.es/MFOMB Prensa/Noticias/El-Plan-Extraordinario-de-Infraestructuras-17-000/f3f6d384-47f9-4581-a0a5-3329170ee2b5>  
Última consulta: 28.08.2017.
- [64] Integraci3n del transporte p3blico en las carreteras de acceso a las ciudades (2013). J. Rubio Alf3rez. En la Revista de Obras P3blicas (ROP), febrero 2013.
- [65] PITVI (2012-2024). Consultable en: <https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/E35B8D33-F3B6-4695-9012-C22229966FA0/130944/PITVI20122024.pdf>  
Última consulta: 28.08.2017.
- [66] Best practice in strategic noise mapping CEDR (2013). Consultable en: <https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/CB0F3D92-E801-47AD-9028-FC7E306D3E97/120805/1CE>
- DRJRNoiseMapping\_August\_2013.pdf
- [67] Anuncio del Plan Director de Innovaci3n en infraestructuras, transporte y desarrollo urbano. Diciembre 2016. Consultable en: <http://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/mfom/Paginas/2017/230117-senado.aspx>
- [68] Plan extraordinario de inversi3n en carreteras (PIC). Consultable en: <https://www.fomento.gob.es/MFOMB Prensa/Noticias/El-Gobierno-presenta-un-Plan-Extraordinario-de-en-/4f1f4869-26cc-4245-8858-2fc9052b751e>
- [69] Acuerdo de Consejo de Ministros del 28 de julio de 07.2017 por el que se aprueba que la SEITT asuma la gesti3n de las autopistas radiales de peaje en quiebra. Consultable en: <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2017/refc20170728.aspx#AUTOPISTAS>
- [70] Vision E3 way. Consultable en: <http://www.bmwblog.com/2017/11/22/bmw-unveils-vision-e%C2%B3-way-new-concept-future-transportation/>
- [71] Plan de Innovaci3n para el Transporte y las Infraestructuras 2017-2020. Ministerio de Fomento, noviembre 2017. Consultable en: [https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/66DE13DA-C640-4FB7-B83A-E8E9C6A-2FD70/145816/2017\\_10\\_27\\_plan\\_innovacion.pdf](https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/66DE13DA-C640-4FB7-B83A-E8E9C6A-2FD70/145816/2017_10_27_plan_innovacion.pdf)
- [72] Dos cuestiones sobre los planes de infraestructuras del transporte. Sandro Rocci. Revista de Obras P3blicas n.º 3592, noviembre 2017.
- [73] Rajoy anuncia la puesta en marcha del Plan Extraordinario de Inversiones en Carreteras. Murcia, mi3rcoles 27 de diciembre de 2017. Consultable en: <http://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2017/271217pic.aspx> ❖

# Calibración de la velocidad de operación inercial como medida sustitutoria de las expectativas de los conductores



Calibration of the inertial operating speed as a surrogate measure of drivers' expectancies

## David Llopis Castelló

Investigador Postdoctoral  
Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC)  
Universitat Politècnica de València

## Francisco Javier Camacho Torregrosa

Profesor Contratado Doctor  
GIIC – Universitat Politècnica de València

## Alfredo García

Catedrático  
GIIC – Universitat Politècnica de València

Los factores más importantes en la producción de un accidente de tráfico son la infraestructura, el vehículo y el factor humano. De hecho, la interacción entre la infraestructura y el factor humano ha sido profundamente estudiada a través del concepto de consistencia del diseño geométrico, que puede definirse como el grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento que facilita la carretera.

Recientemente, se han desarrollado distintos modelos de consistencia con el fin de determinar el nivel de seguridad vial de un segmento homogéneo de carretera o elemento de la misma, pero ninguno de ellos incorpora en su formulación la definición básica de consistencia.

Así, el objetivo principal de este estudio es la calibración de la velocidad de operación inercial, que se presenta como una medida sustitutoria de las expectativas de los conductores.

Mientras que la velocidad de operación representa la velocidad en cada punto del trazado de la carretera, la velocidad de operación inercial trata de representar en cada punto el efecto de las velocidades desarrolladas previamente por los conductores a lo largo de una determinada distancia ya recorrida. Este efecto trata de describir el procedimiento de adquisición de expectativas de los conductores, que está estrechamente relacionado con la memoria a corto plazo de las personas.

Como resultado, la velocidad de operación inercial que mejor representa las expectativas de los conductores es aquella estimada como la velocidad de operación media ponderada de los últimos 15 segundos recorridos teniendo en cuenta una distribución lineal de los pesos. Esta nueva definición permite desarrollar nuevos modelos de consistencia que representen mejor el fenómeno subyacente y, como consecuencia, evaluar de manera más precisa la seguridad vial.

The most important factors on road crash occurrence are: infrastructure, vehicle, and human. In fact, the interaction between the infrastructure and human factors has been thoroughly studied from the concept of geometric design consistency. This concept can be defined as how drivers' expectancies and road behavior relate.

Recently, some consistency models have been developed to determine road safety on a homogeneous road segment or at a certain road element. However, none of these models are based on the fundamental notion of consistency.

Hence, the main objective of this study is the calibration of the inertial operating speed, which is proposed as a surrogate measure of drivers' expectancies.

While the operating speed represents the speed at each station of the alignment – which mainly depends

on road geometry – the inertial operating speed represents the effect of the previous road section on drivers' behavior. This effect aims to describe the drivers' expectancies acquirement process which is closely related to Short Term Memory.

As a conclusion, the inertial operating speed that better represents drivers' expectancies was estimated as the weighted average operating speed of the preceding 15 seconds, considering a linear weighting distribution. This new definition allows at developing new consistency models that better represent the underlying phenomenon and, consequently, assessing road safety more accurately.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud, en su informe sobre la situación mundial de la seguridad vial, todos los años fallecen más de 1,2 millones de personas como consecuencia de accidentes de tráfico en todo el mundo y otros 50 millones resultan heridas. Esto conlleva a que sea una de las principales causas de pérdidas humanas en todo el mundo, siendo la primera causa de muerte para el grupo de edad comprendido entre los 15 y los 29 años (WHO, 2015).

En España se produjeron un total de 1.291 víctimas mortales durante el año 2016 en vías interurbanas, de las que más del 70 % sucedieron en carretera convencional (DGT, 2017). A pesar de que la tendencia de fallecidos en vías interurbanas ha sido decreciente desde principios de siglo, el número de víctimas mortales en carretera convencional se ha visto incrementado en los últimos años. Además, este tipo de vía representa alrededor del 90 % de la red de carreteras de nuestro país, lo que hace que las carreteras convencionales cobren un papel muy importante en lo que se refiere a su potencial de mejora de la seguridad vial.

Entre los diferentes factores que están presentes en la producción de un accidente de tráfico cabe destacar tres: el humano, el vehículo y la infraestructura. Particularmente, el factor infraestructura está presente en más del 30 % de los accidentes ocurridos en carretera. De hecho, los accidentes tienden a concentrarse en ciertos elementos de la carretera.

Por ello, el factor infraestructura y su interacción con el factor humano, que está presente en alrededor del 90 % de los accidentes, han sido estudiados profundamente en los últimos años a partir del concepto de consistencia del diseño geométrico de carreteras, que se define como el grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento de la carretera.

El objetivo de la consistencia del diseño geométrico de carreteras es garantizar que sus usuarios no se vean sorprendidos a lo largo de la misma, es decir, se trata de conseguir que los conductores se encuentren a lo largo de la carretera con lo que ellos se esperan a partir de sus expectativas. En este sentido, un diseño consistente asegura que elementos geométricos sucesivos actúen de forma coordinada produciendo una conducción armoniosa

libre de sorpresas. Por el contrario, un diseño inconsistente puede producir sorpresas en los conductores, lo que se traduce en la ejecución de maniobras erráticas o conflictivas aumentando la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

La Instrucción de diseño de carreteras española tiene como objetivo el diseño geométrico de carreteras para un determinado flujo de tráfico bajo unas condiciones mínimas de accesibilidad, movilidad, comodidad y seguridad (Fomento, 2016). De esta forma, los diseñadores actuales de carreteras se centran en determinar una geometría del trazado que, de acuerdo a la normativa específica (que debería asegurar un nivel mínimo de seguridad y comodidad), posibilite dicho flujo de tráfico. Sin embargo, seguir la normativa o aplicar métodos tradicionales de diseño puede no asegurar un nivel mínimo de seguridad y comodidad, fundamentalmente porque existen ciertos aspectos que la Instrucción no contempla o controla y para los cuales se necesita de estudios más detallados.

La mayoría de las normativas de carreteras se basan en la velocidad de diseño para determinar los parámetros mínimos de los elementos del trazado, recomendando utilizar

valores superiores a los mínimos siempre que sea posible. Así, a la hora de diseñar las carreteras se suele huir de dichos valores mínimos, pero no existe un criterio de qué valores adoptar. Esto ocasiona generalmente que actúen como factores de decisión únicamente la orografía, la integración ambiental o un menor coste de la carretera, fijando las características finales del diseño geométrico.

Estas deficiencias presentes en la Instrucción pueden ser un factor determinante en la localización de los accidentes, produciéndose una concentración de los mismos en determinadas configuraciones del trazado de la vía, debido en muchas ocasiones a una incoherencia entre un elemento de la vía y su comportamiento general.

Para identificar y evitar estas incoherencias se han desarrollado diferentes modelos de consistencia del diseño geométrico, que se basan fundamentalmente en el análisis del perfil de velocidad de operación (Gibreel et al., 1999). Esta velocidad se define como la velocidad a la cual los usuarios de la vía pueden conducir sus vehículos bajo condiciones de flujo libre y condiciones favorables de meteorología y sin exceder la velocidad segura en ningún momento. En la práctica, la velocidad de operación se asocia al percentil 85 de la velocidad ( $V_{85}$ ) a la que operan los vehículos ligeros en condiciones de flujo libre. La principal ventaja del uso de estos métodos es que la velocidad de operación se puede estimar a partir de modelos de predicción de la velocidad.

Existen dos tipos de modelos de consistencia: locales y globales. Los criterios locales se basan en el análisis de la consistencia de un elemento aislado del trazado a partir de las deceleraciones que se producen entre elementos sucesivos o la diferencia entre la velocidad de operación y la de diseño (Lamm et

al., 1988). Este tipo de modelos son ideales para detectar en qué elementos del trazado es más probable que ocurran los accidentes. Por otro lado, los criterios globales tratan de evaluar la consistencia de un tramo completo empleando diferentes variables obtenidas a partir del perfil continuo de velocidad de operación asociado (Polus y Mattar-Habib, 2004; Garach et al., 2014; Camacho-Torregrosa, 2015). A pesar de que estos modelos no indican dónde se producirán los accidentes, permiten estimar el número de accidentes en un segmento homogéneo de carretera a partir de una *Función de Estimación de la Siniestralidad (Safety Performance Function, SPF)*.

Sin embargo, estos modelos de consistencia no son capaces de representar adecuadamente el fenómeno estudiado, ya que ninguno de ellos incorpora una variable capaz de representar y cuantificar las expectativas de los conductores. En este sentido, la consistencia de un determinado elemento del trazado no depende únicamente de las características de este elemento y su anterior, sino también de las características de varios elementos anteriores a este. Además, los modelos globales de consistencia están basados en variables que describen de forma general el comportamiento de un segmento de carretera homogéneo, tales como la velocidad o la tasa de deceleración medias, por lo que no son capaces de expresar adecuadamente las expectativas de los conductores.

Para resolver estas deficiencias, García et al. (2013) desarrollaron el Índice de Consistencia Inercial (ICI). Este criterio de consistencia local se definió como la diferencia entre la velocidad de operación inercial ( $V_i$ ), que trata de representar las expectativas de los conductores, y la velocidad de operación ( $V_{85}$ ), que responde al comportamiento del diseño geométrico de la carretera en cada punto del trazado. De esta

forma, a mayor diferencia entre ambas velocidades, menos se ajustará el trazado de la carretera a las expectativas de los conductores y, por tanto, mayor será la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

García et al. (2013) propusieron que la velocidad de operación inercial fuese calculada en cada punto del trazado como la velocidad de operación media del último kilómetro de carretera recorrido. No obstante, desde un punto de vista psicológico, el proceso de generación de expectativas de los conductores está estrechamente ligado a la memoria a corto plazo, la cual es decadente con el tiempo (Revlin, 2012). Esto significa que los conductores recuerdan con mayor claridad aquello que recorren en última instancia y, por tanto, sus expectativas dependen del tiempo transcurrido.

Por tanto, una velocidad de operación inercial definida como la velocidad de operación media ponderada basada en tiempo permitiría estimar con una mayor precisión las expectativas de los conductores que estimando dicha velocidad como una simple media en base a una determinada distancia, ya que dados distintos segmentos de carretera con diferentes velocidades de operación medias recorrer una determinada distancia conlleva distintos intervalos de tiempo.

Así, esta investigación trata de mejorar la estimación de la velocidad de operación inercial con el fin de representar de una manera más precisa el proceso de adquisición de expectativas de los conductores.

## 2. OBJETIVO E HIPÓTESIS

El principal objetivo de esta investigación es la modelización del proceso de adquisición de expectativas de los conductores a través de la velocidad de operación inercial. Para ello, se propone el estudio de distintos periodos de tiempo, longitudes y distribuciones de pesos con

Variable geométrica	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Radio (m)	9,15	998,59	174,51	172,59
Longitud (m)	10	617	85,84	60,03
Ángulo de deflexión (gon)	2,24	259,92	39,58	32,47
CCR (gon/km)	36,57	5.227,45	592,55	538,71

\*Curvature Change Rate (CCR) = Ángulo de deflexión (gon) / Longitud (km)

el fin de identificar qué perfil de velocidad de operación inercial representa mejor el fenómeno estudiado.

Este estudio se fundamenta principalmente en dos hipótesis, que derivan de la conexión existente entre el proceso de adquisición de expectativas de los conductores y la memoria a corto plazo. Desde un punto de vista psicológico, una persona recuerda con mayor claridad aquello que recorre en última instancia y, además, su memoria tiene carácter temporal. Así, la primera hipótesis subyace en que la aplicación de una distribución de pesos en el cálculo de la velocidad de operación inercial será capaz de representar de una forma más precisa el comportamiento de la memoria a corto plazo de las personas. Asimismo, un perfil de velocidad de operación inercial basado en tiempo permitirá obtener mejores resultados que un perfil basado en distancia, ya que tramos de carretera con distintas velocidades de operación media implican diferentes intervalos de tiempo para recorrer una misma distancia.

### 3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL

La metodología de esta investigación se basa en el análisis de la relación entre la siniestralidad y el Índice de Consistencia Inercial (ICI), definido como la diferencia entre la velocidad de operación inercial ( $V_i$ ) y la velocidad de operación ( $V_{85}$ ).

El primer paso del presente estudio fue la selección de los tramos de carretera de estudio. Posteriormente, se obtuvieron los datos de tráfico y siniestralidad de cada uno de los tramos y se restituyó su geometría a partir de la metodología propuesta por Camacho-Torregrosa et al. (2015), que utiliza un algoritmo basado en la variación del azimut. Los perfiles de velocidad de operación fueron estimados considerando los modelos de velocidad desarrollados por Pérez-Zuriaga (2012), ya que los tramos empleados en esta investigación presentaban las mismas características que los empleados para el desarrollo de estos modelos y, además, estaban localizados en la misma área geográfica. A partir de estos perfiles de velocidad, se calcularon diferentes perfiles de velocidad de operación inercial considerando diferentes distancias, periodos de tiempo y distribuciones de pesos. Finalmente, se estudió la relación entre los accidentes y la consistencia a través de la calibración de Funciones de Estimación de la Siniestralidad basadas en el ICI. Como resultado, se identificó el perfil de velocidad de operación inercial que mejor representa las expectativas de los conductores.

#### 3.1. Segmentos de Carretera de Estudio

En este estudio se emplearon un total de 98 secciones de carretera convencional ubicadas en la Comunidad Valenciana. Esto supuso

la restitución geométrica de más de 650 km de carretera resultando en un total de 3.229 curvas.

La Tabla 1 muestra las principales características geométricas de estas curvas. En cuanto a sección transversal, los tramos de carretera seleccionados presentaron anchos de carril entre 3,00 y 3,50 m, y ancho de arcén entre 0,50 y 1,50 m. Además, cabe señalar que la pendiente longitudinal no excedía del 5 %.

#### 3.2. Tráfico y Accidentes

El volumen de tráfico y los datos de siniestralidad fueron proporcionados por la Conselleria de Vivenda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de la Generalitat Valenciana y por la sección de carreteras de la Diputación de Valencia. De esta forma, se identificaron la Intensidad Media Diaria (IMD) de tráfico y el número de accidentes con víctimas para cada curva de estudio.

La IMD se estimó a partir del volumen de tráfico medio entre 2002 y 2011. En este sentido, las curvas presentaron una IMD entre 465 y 10.817 vpd. Adicionalmente, se estudió la variabilidad del tráfico a través del análisis del coeficiente de variación (CV). Como resultado, el valor medio del CV y su desviación estándar fueron del 21 % y 10 %, respectivamente. Por tanto, la variación del tráfico a lo largo de los años estudiados puede considerarse baja.

Por otro lado, solo se consideraron los accidentes con víctimas ocurridos durante el mismo periodo de tiempo. Para cada uno de los accidentes ocurridos, se analizaron las causas del mismo de manera que solo se tuvieron en cuenta aquellos relacionados con la propia geometría del trazado. Por ejemplo, los accidentes causados por la entrada de un vehículo a la vía principal o por el atropello a animales no fueron considerados. Como resultado, un total de 839 accidentes fueron utilizados en esta investigación.

Tabla 2. Modelos de velocidad (Pérez-Zuriaga, 2012)

Tipo de elemento		Ecuación
Curva		$V_{85,C} = 106.863 - 60.1185/e^{0.00422598 \cdot \pi}$
Recta	$L \geq 700$ m	$V_{85,T} = \sqrt{-1.464.72 + 351.288 \cdot \sqrt{L}}$
	$L < 700$ m & $R1 \leq 600$ m	$V_{85,T} = 0.362739 \cdot V_{85,C1} + 59.6982/e^{-0.0000472302 \cdot GM}$
	$L < 700$ m & $R1 > 600$ m	$V_{85,T} = \sqrt{7.399.27 + 3.03956 \cdot L}$
Tasa de aceleración		$a_{85} = 1/(-1.49325 + 0.548458 \cdot \ln(R))$
Tasa de deceleración		$d_{85} = \sqrt{-0.0652071 + 201.174/R}$
<p>donde <math>V_{85,C}</math> es la velocidad de operación en curva (km/h); <math>V_{85,T}</math> la velocidad de operación en recta (km/h); <math>a_{85}</math> la tasa de aceleración (<math>m/s^2</math>); <math>d_{85}</math> la tasa de deceleración (<math>m/s^2</math>); <math>V_{85,C1}</math> la velocidad de operación de la curva precedente (km/h); <math>R</math> el radio de la curva (m); <math>R_1</math> el radio de la curva precedente (m); <math>R_2</math> el radio de la curva sucesiva (m); <math>L</math> la longitud de la recta (m); y <math>GM</math> el siguiente índice geométrico (<math>m^2</math>):</p> $GM = \frac{L \cdot (R_1 \cdot R_2)^{0.5}}{100}$		

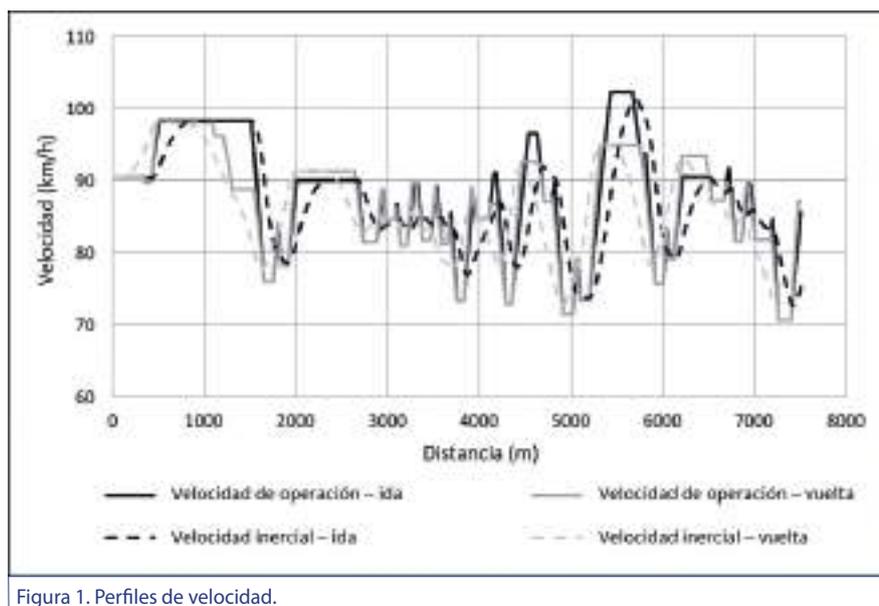


Figura 1. Perfiles de velocidad.

### 3.3. Perfil de Velocidad de Operación

El perfil de velocidad de operación de cada segmento de carretera fue estimado utilizando los modelos de velocidad propuestos por Pérez-Zuriaga (2012), que fueron desarrollados a partir de datos de velocidad observados en carreteras ubicadas en la misma área geográfica y con las mismas características

que los tramos de carretera empalados en este estudio (Tabla 2). Como resultado, se obtuvo la velocidad de operación metro a metro (Figura 1).

### 3.4. Perfil de Velocidad de Operación Inercial

La velocidad de operación inercial ( $V_i$ ) trata de representar las expectativas de los conductores, que están estrechamente relacionadas

con la memoria a corto plazo. Esta memoria depende del tiempo y, además, se va actualizando a medida que transcurre el mismo (Revlin, 2012). De esta manera, los conductores recuerdan mejor aquello que han visualizado en última instancia.

Por tanto, se propone que la velocidad de operación inercial sea calculada en cada punto del trazado como la media ponderada de las velocidades de operación desarrolladas en un determinado tiempo  $t$  o una longitud  $L$  anterior a ese punto, considerando una determinada distribución de pesos, que trata de representar cómo la mente humana gestiona la información visual:

$$V_{i,k} = \frac{\sum w_j \cdot V_{85,j}}{\sum w_j} \quad (1)$$

donde  $V_{i,k}$  es la velocidad de operación inercial en el punto  $k$ ;  $w_j$  es el valor del peso en el intervalo  $j$ ; y  $V_{85,j}$  es el valor de la velocidad de operación en el intervalo  $j$ .

Esta investigación estudia tiempos comprendidos entre 10 y 40 segundos con un paso de 5 segundos, longitudes comprendidas entre 300

y 800 metros con un paso de 100 metros y 11 distribuciones de pesos basadas en la forma funcional de una parábola ( $ax^2+bx+c$ ).

Estas distribuciones pueden tomar valores entre 0 y 1, incrementando como el punto kilométrico  $j$  está más cerca de la sección crítica  $k$ , con las siguientes restricciones:

- $w_j = 0$  para el primer punto kilométrico  $j$  considerado en el cálculo. Este punto define el umbral entre la zona que no se incluye en el cálculo por no tener influencia en el comportamiento del conductor y la zona considerada.
- $w_j = 1$  para  $j = k$ . Esto significa que el punto kilométrico donde se encuentra el conductor en un momento específico es el que más importancia posee para la formación de sus expectativas.

Los parámetros  $a$ ,  $b$  y  $c$  de las distribuciones quedan definidos en función del valor  $\alpha$  de la distribución de pesos, que puede variar entre 0 y 10, y el número  $n$  de intervalos considerados en el cálculo (Figura 2). En caso de que la velocidad de operación inercial fuese calculada a partir de una distancia ( $L$ ),  $n$  era igual a  $L$  en metros, es decir, el cálculo se realizaba metro a metro. Sin embargo, si esta velocidad era basada en tiempo,  $n$  era igual a 10 veces el tiempo considerado en segundos, es decir, la velocidad de operación inercial era calculada considerando intervalos de 0,1 s.

El parámetro  $\alpha$  determina la concavidad o convexidad de la distribución. En este sentido, un valor de  $\alpha$  igual a 0 se traduce en una distribución parabólica convexa con derivada igual a 0 cuando el valor del peso es 1 ( $j = k$ ), mientras que un valor de  $\alpha$  igual a 10 conlleva una distribución cóncava con derivada igual a 0 cuando el valor del peso es 0 ( $j = 0$ ). De la misma forma, cuando el valor de  $\alpha$  es igual a 5 se dispone de una distribución lineal de los pesos.

Como resultado, se obtuvieron 143 perfiles de velocidad de opera-

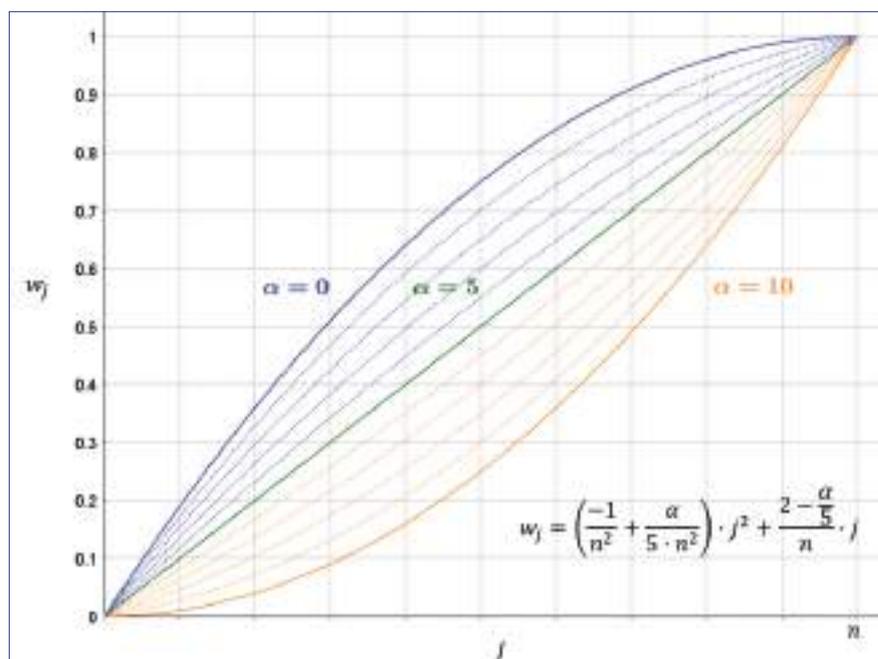


Figura 2. Distribuciones de pesos.

ción inercial ((7 tiempos + 6 longitudes) x 11 distribuciones de pesos) para cada sección de carretera. La Figura 1 muestra el perfil de velocidad de operación y su correspondiente perfil de velocidad de operación inercial considerando 15 s y una distribución lineal de los pesos ( $\alpha = 5$ ) para uno de las secciones de carretera estudiadas.

#### 4. RESULTADOS

El análisis de la velocidad de operación inercial se ha llevado a cabo a partir del estudio de la rela-

ción entre la siniestralidad y el Índice de Consistencia Inercial, que se define como la diferencia entre la velocidad de operación inercial ( $V_i$ ) y la velocidad de operación ( $V_{85}$ ) en cada curva de estudio (García et al., 2013).

Debido a que se disponía de 143 perfiles de velocidad de operación inercial, para cada una de las curvas de estudio se obtuvo el mismo número de  $ICIs$ , que fueron calculados como la media entre los  $ICIs$  obtenidos para ambos sentidos de circulación.

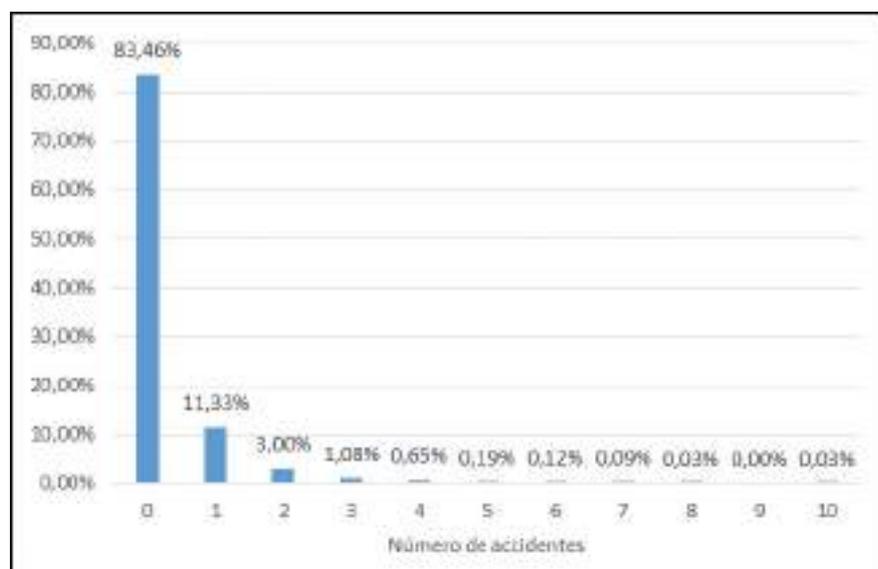


Figura 3. Distribución del número de accidentes en curvas.

Tabla 3. Modelos con mejor ajuste

Modelo	DIC	RMSE	MAE	ASD
L <sub>500,8</sub>	3.290	0,6433	0,3462	9,8425
t <sub>15,9</sub>	3.287	0,6442	0,3451	19,5314
t <sub>15,5</sub>	3.290	0,6450	0,3439	0,5352
L <sub>300,3</sub>	3.287	0,6480	0,3432	1,6289
t <sub>15,8</sub>	3.294	0,6444	0,3376	42,1625
t <sub>20,10</sub>	3.298	0,6442	0,3431	5,8023
t <sub>20,9</sub>	3.298	0,6437	0,3403	25,7869
t <sub>15,3</sub>	3.297	0,6455	0,3435	2,8378
t <sub>10,2</sub>	3.294	0,6467	0,3395	24,4064
t <sub>15,10</sub>	3.299	0,6440	0,3379	32,1703
t <sub>30,7</sub>	3.299	0,6426	0,3474	13,4363
t <sub>10,8</sub>	3.299	0,6452	0,3394	17,7958
t <sub>20,8</sub>	3.288	0,6447	0,3504	48,6337
L <sub>500,9</sub>	3.281	0,6450	0,3512	52,1987
t <sub>10,1</sub>	3.293	0,6477	0,3489	42,1020
L <sub>500,10</sub>	3.293	0,6457	0,3502	50,2893
L <sub>300,4</sub>	3.300	0,6477	0,3401	33,6636
t <sub>10,7</sub>	3.299	0,6460	0,3475	36,0618
t <sub>20,3</sub>	3.297	0,6449	0,3510	51,1946
t <sub>25,9</sub>	3.281	0,6475	0,3562	86,8078
t <sub>10,0</sub>	3.297	0,6479	0,3491	44,3592
t <sub>15,6</sub>	3.285	0,6493	0,3550	102,9912
t <sub>20,2</sub>	3.295	0,6480	0,3601	114,9137
L <sub>300,1</sub>	3.298	0,6503	0,3530	67,6350
t <sub>25,6</sub>	3.292	0,6575	0,3622	140,0967

Así pues, se calibraron un total de 143 *Funciones de Estimación de la Siniestralidad (Safety Performance Functions, SPFs)*. Teniendo en cuenta que el parámetro de consistencia era el ICI, la forma funcional de la SPF fue definida por la siguiente expresión (Lord y Mannering, 2010):

$$Y_{i,10} = e^{\beta_0} \cdot L^{\beta_1} \cdot IMD^{\beta_2} \cdot e^{\beta_3 \cdot ICI} \quad (2)$$

donde  $Y_{i,10}$  son los accidentes con víctima estimados en una determinada curva en 10 años;  $L$  la longitud de la curva (km);  $IMD$  la intensidad media diaria de tráfico (vh/día); e  $ICI$  el parámetro de consistencia inercial (km/h).

Para el ajuste de estas funciones se asumió una distribución Binomial Negativa-Exponencial Generalizada (NB-GE), ya que es una buena solución cuando se trabaja

con datos discretos que presentan sobredispersión y una cantidad importante de ceros (Vangala et al., 2015). En este sentido, de las 3.229 curvas consideradas para el desarrollo de esta investigación, un total de 2.695 presentaron 0 accidentes, lo que significó más del 80 % de las mismas (Figura 3).

El *DIC (Deviance Information Criterion)* fue obtenido para todas las funciones ajustadas como parámetro de bondad de ajuste, de manera que cuanto menor era su valor, mejor era el modelo ajustado. Adicionalmente, se calcularon los parámetros *MAD (Mean Absolute Deviation)*, *MSE (Mean Square Error)* y *ASD (Absolute value of the sum of deviations)*. Al igual que el *DIC*, un menor valor de cualquiera de estos parámetros significaba un modelo más preciso.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i| \quad (3)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i|^2 \quad (4)$$

$$ASD = \left| \sum_{i=1}^n \hat{y}_i - y_i \right| \quad (5)$$

donde  $n$  es el número de curvas estudiadas;  $\hat{y}_i$  el número de accidentes observados en la curva  $i$ ; e  $y_i$  es el número de accidentes estimados en la curva  $i$ .

La Tabla 3 muestra los mejores 25 modelos calibrados. El nombre del modelo ( $X_{i,j}$ ) indica cómo el perfil de velocidad de operación inercial fue estimado. Si la velocidad era basada en distancia  $X$  era  $L$ , mientras que  $X$  era  $t$  si el perfil era estimado basado en tiempo. Asimismo,  $i$  indica la distancia en metros o el periodo de tiempo en segundos y  $j$  el valor  $\alpha$  de la distribución de pesos.

De esta forma, se identificó que un perfil de velocidad de operación inercial basado en tiempo era capaz de representar mejor las expectati-

vas de los conductores que un perfil basado en distancia, ya que la mayoría de los modelos con un mejor ajuste dependían de un cierto periodo de tiempo (Tabla 3). Esto pone de manifiesto que las expectativas de los conductores son creadas en un intervalo de tiempo determinado y que la distancia recorrida durante dicho intervalo puede ser muy distinta en función de la velocidad que lleve el conductor. Por tanto, es preferible estimar el perfil de velocidad de operación inercial en función del tiempo que de una determinada longitud de tramo anterior.

Relacionado con ello, los mejores resultados fueron obtenidos considerando un intervalo de tiempo en el cálculo de la velocidad de operación inercial igual a 15 segundos.

Finalmente, se analizó el efecto de la aplicación de distribuciones de pesos en el cálculo de dicha velocidad. Como conclusión, los modelos más precisos presentaron distribuciones de pesos con valores de  $\alpha$  entre 5 y 10, lo que sugiere que los conductores están mucho más influenciados por aquello que recorren en última instancia. En este sentido, es preferible el uso de una distribución lineal de los pesos ( $\alpha = 5$ ), ya que facilita sustancialmente la aplicación práctica de esta investigación.

Así pues, se propone estimar la velocidad de operación inercial en cada punto del trazado como la velocidad de operación media ponderada de los últimos 15 segundos recorridos considerando una distribución lineal de los pesos.

## 5. DISCUSIÓN

La velocidad de operación inercial ( $V_p$ ) se ha definido como medida sustitutoria de las expectativas ad hoc de los conductores. Estas expectativas son creadas en cada conductor a medida que recorren un determinado tramo de carretera, por lo que la memoria a corto plazo

tiene un papel fundamental en este proceso. Según Revlin (2012), esta memoria depende del tiempo y es rápidamente decadente.

Las investigaciones desarrolladas anteriormente definen la velocidad de operación inercial en cada punto del trazado como la velocidad de operación media desarrollada en una determinada longitud anterior a dicho punto (García et al., 2013; Montella e Imbriani, 2015).

No obstante, cuando la velocidad media de un tramo es significativamente diferente a la velocidad media de otro tramo, recorrer una determinada longitud de carretera conlleva diferentes tiempos transcurridos. Esta es la principal debilidad de estas estimaciones, puesto que se dan casos en los que la velocidad de operación inercial está siendo calculada con longitudes excesivas (tramos con velocidades medias bajas) y casos en los que esta longitud es insuficiente (tramos con velocidades medias altas).

Por ejemplo, dados dos tramos de carretera con una velocidad media de 70 y 90 km/h, la longitud asociada a un tiempo de 18 segundos son 350 y 450 metros, respectivamente. No obstante, la velocidad raramente permanece constante a lo largo de un tramo de carretera de esta longitud.

Otra de las debilidades encontradas en investigaciones previas fue la consideración de calcular la velocidad de operación inercial como la media aritmética de la velocidad de operación. De esta forma, las velocidades desarrolladas en última instancia tienen la misma importancia que aquellas desarrolladas al inicio del segmento considerado. Sin embargo, multitud de estudios acerca de la memoria a corto plazo destacan que las personas son capaces de recordar mejor aquello que acaban de vivir. Dicho de otro modo, una persona recuerda mejor lo que acaba de ocurrir hace un segundo que lo que ha ocurrido hace 15 segundos.

Por ello, en esta investigación se decidió analizar el perfil de velocidad de operación inercial bajo diferentes tiempos y longitudes de cálculo, así como diferentes distribuciones de pesos que caracterizan el comportamiento decadente de la memoria a corto plazo de las personas. De esta manera, la velocidad de operación inercial era estimada en cada punto del trazado como la velocidad de operación media ponderada.

Los resultados obtenidos mostraron que las expectativas de los conductores eran estimadas de una manera más precisa en función del tiempo que en función de una determinada longitud de tramo anterior. En este sentido, el tiempo que presentó un mejor ajuste fue 15 segundos, el cual está acorde a los resultados obtenidos por diferentes estudios psicológicos (Revlin, 2012).

Por otra parte, también se identificó que determinar la velocidad de operación inercial como la media ponderada ofrecía mejores resultados que calcularla a partir de la media aritmética. La distribución de pesos propuesta para el cálculo de esta velocidad fue la distribución lineal, otorgando un peso igual a 0 a aquella velocidad de operación desarrollada 15 segundos antes y un peso igual a 1 a aquella velocidad de operación desarrollada inmediatamente anterior a un determinado punto de la carretera.

Por tanto, el perfil de velocidad de operación inercial responde adecuadamente al comportamiento de la mente de los conductores y, como consecuencia, es capaz de representar de manera precisa las expectativas ad hoc de los conductores.

## 6. CONCLUSIONES

Esta investigación se centra en la calibración de la velocidad de operación inercial como medida sustitutoria de las expectativas de los conductores, las cuales están estre-

chamente relacionadas con la memoria a corto plazo.

La velocidad de operación inercial fue definida en cada punto del trazado como la velocidad de operación media ponderada de un determinado tramo de carretera anterior a dicho punto. Esta definición trataba de modelizar el comportamiento de adquisición de expectativas de los conductores, el cual es decadente con el paso del tiempo.

Para identificar qué perfil de velocidad de operación era capaz de representar mejor el fenómeno, se estudiaron diferentes longitudes, intervalos de tiempo y distribuciones de pesos.

Como resultado del análisis de la relación entre la siniestralidad y el Índice de Consistencia Inercial, se identificó que el cálculo de la velocidad de operación inercial considerando un determinado intervalo de tiempo ofrecía mejores resultados que considerando una determinada longitud de tramo, lo que estaba en consonancia con el comportamiento de la mente humana.

Asimismo, el cálculo de la velocidad de operación inercial como la velocidad de operación media ponderada permitió cuantificar de una forma más precisa las expectativas de los conductores que calcularla a partir de la media aritmética, verificándose el comportamiento decadente de la memoria a corto plazo de las personas.

Como conclusión, se propone que la velocidad de operación inercial sea estimada considerando un intervalo de tiempo de 15 segundos y una distribución de pesos lineal. Esta velocidad permitirá el desarrollo de modelos de consistencia que representen mejor el fenómeno subyacente y, como consecuencia, una mejor estimación de la seguridad vial tanto en un tramo completo de carretera como en un elemento particular de la misma.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto de investigación "CASEFU – Estudio experimental de la funcionalidad y seguridad de las carreteras convencionales" (TRA2013-42578-P), subvencionado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y el Fondo Social Europeo. Además, el autor también quiere agradecer a la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de la Generalitat Valenciana, al Área de Carreteras de la Diputación de Valencia y a la Dirección General de Tráfico perteneciente al Ministerio del Interior por facilitar los datos relativos al tráfico y accidentes.

## REFERENCIAS

- [1] Camacho Torregrosa, F. J. Development and calibration of a global geometric design consistency model for two-lane rural highways, based on the use of continuous operating speed profiles. Universitat Politècnica de València, Valencia (Spain), 2015.
- [2] Camacho-Torregrosa, F. J., A. M. Pérez-Zuriaga, J. M. Campoy-Ungría, A. García, and A. P. Tarko. Use of Heading Direction for Recreating the Horizontal Alignment of an Existing Road. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 2015, vol. 30, no 4, p. 282-299.
- [3] Dirección General de Tráfico (DGT), 2017. <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/>
- [4] Fomento, M. de. Norma 3.1-IC Trazado, 2016.
- [5] Garach, L., F. Calvo, M. Pasadas, and J. de Oña. Proposal of a New Global Model of Consistency: Application in Two-Lane Rural Highways in Spain. *Journal of Transportation Engineering*, 2014, vol. 140, no 8, p. 04014030.

- [6] García, A., D. Llopis-Castelló, F. J. Camacho-Torregrosa, and A. M. Pérez-Zuriaga. New consistency index based on inertial operating speed. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2013, no 2391, p. 105-112.
- [7] Gibreel, G. M., S. M. Easa, Y. Hassan, and I. A. El-Dimeery. State of the art of highway geometric design consistency. *Journal of Transportation Engineering*, 1999, vol. 125, no 4, p. 305-313.
- [8] Lord, D., and F. Mannering. The statistical analysis of crash-frequency data: a review and assessment of methodological alternatives. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2010, vol. 44, no 5, p. 291-305.
- [9] Montella, A., and L. L. Imbriani. Safety performance functions incorporating design consistency variables. *Accident Analysis & Prevention*, 2015, vol. 74, p. 133-144.
- [10] Pérez-Zuriaga, A.M. Caracterización y modelización de la velocidad de operación en carreteras convencionales a partir de la observación naturalística de la evolución de vehículos ligeros. Universitat Politècnica de València, Valencia (Spain), 2012.
- [11] Polus, A., and C. Mattar-Habib. New consistency model for rural highways and its relationship to safety. *Journal of transportation engineering*, 2004, vol. 130, no 3, p. 286-293.
- [12] Revlin, R. *Cognition: Theory and practice*. Palgrave Macmillan, 2012.
- [13] Vangala, P., D. Lord, S.R. Geedipally. Exploring the application of the Negative Binomial-Generalized Exponential model for analyzing traffic crash data with excess zeros. *Analytic methods in accident research*, 2015, 7, p. 29-36.
- [14] WHO. Global status report on road safety 2015. World Health Organization, 2015. ❖

# Rehabilitación de Obras de Drenaje Transversal (ODT)

## Clasificación de las ODT, sus patologías, sistemas de rehabilitación y métodos de diseño



### Road Culvert Rehabilitation

**Josep Aubeso Gassó**  
Ingeniero Técnico Mecánico  
Amiblu Spain

**Arturo Barroso Ramos**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Amiblu Spain

**Rafael Lahera Molanes**  
Ingeniero de Minas  
Amiblu Spain

La madurez que año tras año van alcanzando nuestras infraestructuras motivan que, cada vez con más interés, tengamos que prestar especial atención al estado de todos los elementos que las componen. Un componente fundamental de las infraestructuras lineales son las ODT que forman parte del drenaje de las mismas.

Mediante el siguiente artículo se trata de despertar el interés de todos los actores que intervienen en la gestión de infraestructuras sobre las ODT, su estado, funcionamiento, nivel de servicio, deterioros y soluciones posibles a los mismos para que recuperen el nivel de servicio para los que fueron proyectados y construidos. Se clasificarán las ODT, sus patologías más habituales y se propondrán las soluciones a los problemas detectados.

The ripeness that our infrastructures are reaching year after year, motivates us to pay special attention to the state of all the elements that make them up. A fundamental component of network infrastructures are the road culverts that form part of their drainage.

The following article aims to awaken the interest of all actors involved in road culverts management, their condition, operation, level of service, deterioration and possible solutions to them so that they recover the level of service for which they were designed and built. The road culverts and its most common pathologies will be classified, and solutions to the problems detected will be proposed.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las obras de drenaje transversal (ODT) forman parte esencial de cualquier infraestructura viaria, con muy importantes funciones y a las que, en determinadas ocasiones, no se las ha prestado la atención que debiera.

En las labores de conservación se realizan actuaciones para mantenerlas en buen estado de funcionamiento, si bien, las variaciones en las características estructurales (es decir, tipo de material, forma y dimensión), la exposición del medio ambiente, y la amplia distribución geoespacial de las diferentes ODT en nuestro territorio, acompañados de ajustes presupuestarios nos obligan a establecer exhaustivas inspecciones, que permitan evaluar su estado y prevean las actuaciones a realizar priorizando el estado de las mismas.

Un fallo o mal funcionamiento en las obras de drenaje transversal puede afectar no sólo a la ODT en sí, sino generar graves problemas en la vía y su entorno, tales como inundaciones, daños en calzada, interrupción del tráfico e incluso accidentes muy graves.

Existe abundante normativa y bibliografía relativa al correcto diseño y ejecución de las ODT. La actual norma de drenaje, norma 5.2-IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras, contempla en su redacción aspectos referentes al cálculo de caudales, elementos de drenaje en plataforma y márgenes, drenajes transversales, así como diferentes consideraciones sobre construcción y conservación. Diferente es el grado de conocimiento en cuanto a la rehabilitación de estas con técnicas “menos habituales” y que, sin lugar a duda, generan unos excelentes resultados de funcionamiento con mínimas afecciones al usuario y costes controlados.

Es por ello muy importante recopilar toda la información relativa a patologías en ODT, y proponer las acciones de mantenimiento y rehabi-



Figura 1. Autovía colapsada por fallo estructural de la ODT.

litación para que las que se encuentran en mal estado o deterioradas puedan continuar con su importante funcionalidad a lo largo del tiempo.

En este artículo se pretende evaluar:

- Las distintas patologías y su clasificación que pueden aparecer en una ODT, centrándose en el deterioro del conducto.
- Descripción de los distintos sistemas de mantenimiento y rehabilitación.
- Diseño y métodos de cálculo estructural para los sistemas de rehabilitación mediante entubado.

## 2. CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

### 2.1. Introducción

Las obras de drenaje transversal se pueden clasificar siguiendo criterios de geometría, tamaño y materiales empleados en su construcción. Estos criterios serán definidos en función de la ubicación, y condicionantes hidráulicos.

### 2.2. Clasificación según el tipo de ODT

Las ODT en forma circular son la solución más habitual para las obras

de drenaje transversal, debido al correcto comportamiento hidráulico que presentan habitualmente. En algunos casos puede generar estrechamientos en algunos cauces y creando la posibilidad de taponamiento respecto a otras soluciones posibles. Los tubos de sección circular representan el mayor porcentaje de las ODT existentes.

Las ODT con forma rectangular o cuadradas (marco) permiten un gran abanico de soluciones. Son fácilmente adaptables a distintas condiciones de obra, como una estructura de perfil bajo. Su comportamiento hidráulico es inferior al de los tubos, pero permite un mayor ancho de cauce. Desde el punto ambiental permite también, el paso de fauna.

En el caso de las ODT tipo bóveda, estas suelen presentar una parte baja con forma rectangular y la parte alta con forma semicircular o en arco. Este tipo de obra permite, en algunos casos, adaptarse algo mejor al cauce natural y respetar el lecho del río. Es habitual emplear este tipo de obra en zonas de cauce ancho, disminuyendo el riesgo de taponamiento.

Con relación a las tajeas, estas son obras de paso reducido con sección rectangular o abovedada. Normalmente son obras antiguas y que actualmente están en desuso y tienen luces que no exceden de un metro.

Por otro lado, nos encontramos con los pontones que son ODT realizadas en mampostería u hormigón y que comprenden luces entre 3 y 10 metros.

### 2.3. Clasificación según los materiales de construcción de las ODT

El material más empleado en la mayoría de las ODT es el hormigón armado. Años atrás, el acero corrugado era muy usado debido a su bajo coste y fácil puesta en obra, no obstante, los numerosos problemas que se generan durante su vida útil, generalmente por corrosión, han hecho que el uso de este material sea, en la actualidad, casi marginal. En carreteras antiguas es habitual la existencia de obras de drenaje de mampostería.

Con relación a las de hormigón armado, pueden ser hormigonadas in situ, constituidas por elementos prefabricados, o una combinación de ambas. En la mayoría de los casos se suele utilizar tubos de hormigón armado prefabricados y las embocaduras y/o aletas se suelen hormigonar in situ. Entre las formas más comunes se encuentran las secciones circulares y rectangulares si bien pueden ser muy variadas.

Las de acero corrugado, se utilizan para crear obras de drenaje transversal de formas diversas, circular, forma de arco, elipse, etc. Es habitual usar chapas de acero ondulado, que en obra se unen formando la forma deseada. Actualmente se encuentran en desuso por los problemas de corrosión que presentan normalmente a pesar de los tratamientos superficiales de galvanizado que se les aplican.

Hay que destacar la utilización cada vez más habitual de materiales compuestos de poliéster reforzado con fibra de vidrio PRFV, como solución en la construcción de ODT. Este material aporta una solución con un excelente comportamiento hidráulico y una resistencia total a la corro-

sión a corto y largo plazo.

Finalmente, hay que indicar que en la actualidad no se utilizan de forma generalizada la mampostería y ladrillos para la construcción de obras de drenaje transversal. En algunos tipos de vías de carácter turístico se suelen usar para la construcción de las embocaduras y pozos con fines estéticos.

## 3. TIPOS DE PATOLOGÍAS

### 3.1. Introducción

Si bien siempre se han mantenido e inspeccionado las ODT, las actuaciones que más se han desarrollado sobre ellas son las de limpieza y pequeñas reparaciones que, en líneas generales, las mantienen en un correcto estado de funcionamiento. Con el paso de los años y el envejecimiento de nuestras infraestructuras, las actuaciones a realizar son otras de mayor entidad y varían en función de las patologías detectadas. A continuación, se muestran las patologías más abundantes y generalistas que podamos encontrar en esta unidad.

### 3.2. Corrosión

Esta patología es característica sobre todo en las ODT de tubo de acero corrugado en las cuales se producen deterioros en el material por ataque electroquímico (normalmente oxidación) y están especialmente localizadas en la parte baja de las mismas sometidas a ciclos de secado-mojado por efluentes (agua normalmente) y llegan a destruir las mismas dadas las fuertes compresiones a las que se

encuentran sometidas en los puntos de mayor oxidación.

En estructuras de hormigón armado se puede producir la corrosión de las armaduras si éstas quedan al descubierto por algún fallo anterior tal como abrasión del hormigón o fisuración.

### 3.3. Abrasión

Se denomina abrasión a la acción y efecto de raer y desgastar por fricción. Un ejemplo de este proceso es la pérdida de espesor que sufren las tuberías y canales por el flujo de agua que arrastran arena, gravas u otros tipos de materiales. Este proceso, si es continuado, puede dejar al descubierto las armaduras de los elementos de hormigón armado y agravarse con la corrosión de las mismas. Este tipo de patología no suele presentar problemas de forma inmediata, ya que presenta una escala temporal bastante grande, pero puede derivar en posibles filtraciones al terraplén o plataforma con graves consecuencias.

### 3.4. Filtraciones

Esta patología se da cuando surgen fisuras en el interior de la obra de drenaje transversal, o fallo de las juntas trasversales, que permiten el paso del agua hacia la plataforma que pueden derivar en procesos patológicos de segundo orden tales como ondulaciones o fisuración en el pavimento. No es una patología de las más graves, pero si puede derivar en otras más dañinas.



Figura 2. Tubos de acero corrugado dañados por corrosión.



Figura 3. Tubos dañados por fisuración

### 3.5. Daño estructural

#### 3.5.1. Daño estructural: Fisuras

Suele ser la primera etapa del daño estructural ocasionado en las ODT; esta fisuración puede ocurrir en el cuerpo de la obra de fábrica o en pozos, aletas y embocaduras. Los tubos de acero corrugado suelen presentar gran fisuración en el cuerpo de la obra de drenaje debido a los asentamientos diferenciales, mientras que, en las obras de hormigón, la fisuración se presenta sobre todo en las embocaduras y aletas.

#### 3.5.2. Daño estructural: Pérdida de forma

La pérdida de forma en una obra de drenaje transversal se produce en aquellos tubos que presentan una rigidez baja, generalmente hacen referencia a los tubos de acero corrugado/materiales plásticos. Por su carácter flexible, al estar sometidos a las cargas del tráfico y de las tierras, pueden sufrir deformaciones verticales que lo hagan perder su forma original. Este hecho origina daños en la plataforma de la carretera tales como ondulaciones, baches, asentamientos etc. Puede darse el caso también que aparezcan abolladuras puntuales en algunas zonas de la conducción.

#### 3.5.3. Daño estructural: Pérdida de alineación

Se produce cuando la alineación del tubo de la obra de drenaje adop-

ta otra posición respecto a la establecida en el proyecto. Esta patología se produce por asentamientos diferenciales en las obras de tierra.

#### 3.5.4. Daño estructural: Rotura

La rotura se produce cuando se supera la resistencia de los elementos estructurales de una ODT. Puede afectar al propio cuerpo de la obra o las embocaduras y/o aletas. La solución a esta patología requiere el cambio total de la obra de drenaje. Esta situación se debe evitar con revisiones periódicas y un mantenimiento continuado.

#### 3.5.5. Daño estructural: Fallo cimentación

El fallo en la cimentación suele ocurrir en las zonas de entrada y salida de las obras de drenaje transversal, generalmente en la salida por descalce de la cimentación ocasionada por la erosión generada por el flujo. Este tipo de patologías puede evitarse estableciendo zonas de disipación de energía y una buena transición entre la obra y el cauce receptor.

## 4. PROCEDIMIENTOS Y SISTEMAS DE REHABILITACIÓN

Existen en el mercado diversos sistemas y procedimientos de reparación y rehabilitación para las ODT que presenten deterioros y que permiten su rehabilitación sin necesidad de derriuir las existentes y construir unas nuevas.



Figura 4. Tubo ovalizado por defecto en rigidez



Figura 5. Tubo de hormigón con rotura longitudinal en generatriz superior e inferior



Figura 6. Rotura aletas en marco prefabricado

Para poder elegir adecuadamente el sistema de rehabilitación es necesario realizar una evaluación técnica de las ODT, considerando el estado en el que se encuentra, el material con el que fue construida, los recursos que se dispongan, nivel de servicio de la vía, así como el plazo de ejecución y la durabilidad que se quiera tener una vez reparada o rehabilitada.

Tabla 1. Tabla clasificatoria técnicas rehabilitación	
Técnicas	Diámetros aplicables orientativos (mm)
Manga continua CIPP	200 - 1600
Entubado ajustado Close-fit (PEAD)	100 - 1000
Enrollamiento espiral (PVC o PE)	800 - 5500
Fragmentación-Bursting (PEAD)	100 - 800
Entubado-relining (PRFV, acero)	300 - 4000
Encofrado HA	1800 - 6000
Hormigón proyectado	+ 2500
Realización nueva ODT mediante hinca, ejecución marcos... (*)	300-6000

El método más empleado y eficiente es aquel, que, tras una exhaustiva inspección clasifica el daño que tiene la ODT y establece unos niveles de gravedad prefijados que determinan la prioridad de actuar sobre ella de una manera u otra, el momento en el que hay que hacerlo tanto por la gravedad de la patología como por las posibilidades de ejecución o nivel de servicio de la vía y siempre, sin olvidarlo, en función de los recursos disponibles en las Administraciones son limitadas.

En la Tabla 1 se detallan los principales métodos de rehabilitación de ODT en función de los diámetros aproximados.

#### 4.1. Manga continua CIPP

Esta técnica de reparación se basa en la aplicación de revestimientos o mangas impregnados con resinas especiales que se colocan por tracción o reversión y posteriormente son curados. Las mangas pueden ser de distintos materiales, desde fibra de poliéster, fibra de vidrio, fibra de carbono, hasta una combinación de varias. En cuanto a los métodos de curado existen los tradicionales por agua o vapor, por rayos UVA o la última generación de tecnología LED. De este modo, una vez ejecutado todo el proceso se obtiene una nueva conducción con buenas condiciones

superficiales y mejoras estructurales respecto a la conducción inicial.

#### 4.2. Entubado ajustado (Close-fit)

El sistema de entubado ajustado (Close Fit) se basa en un tubo de PEAD, predeformado en fábrica para obtener un diámetro más pequeño que se introduce dentro de la conducción a rehabilitar, para posteriormente, mediante la aplicación de calor y presión recobrar su forma original, predominantemente circular. Su instalación también es posible realizarla mediante tracción a través de un aro de reducción que permite una reducción de diámetro del 10%, (esta reducción se mantiene mientras se mantiene el esfuerzo de tracción generado por un cabrestante de tiro). El tubo se suelda previamente en toda la longitud del tramo a renovar. Una vez sometido al proceso de reducción e instalado en el interior de la nueva tubería, se libera la tensión y la conducción se expande elásticamente hasta ajustarse completamente al interior de la conducción antigua.

#### 4.3. Enrollamiento espiral

Se caracteriza por enrollar un tubo de revestimiento hecho de perfiles con nervaduras de PVC o PE y refuerzo de acero dentro de la sección a rehabilitar. El perfil nervado de PVC

o PE se enrolla en un carrete y se pasa a través de una boca de acceso a una máquina de bobinado autopropulsada, que se mueve a lo largo de un espacio definido adaptado al contorno de la conducción a revestir.

Con el fin de garantizar que el tubo de revestimiento pueda acomodar la presión externa de los morteros de relleno durante la inyección de juntas anulares, con secciones transversales más grandes, se instalan marcos de soporte ajustables y plegables como arriostramiento.

El espacio anular definido entre el tubo de revestimiento y el tubo existente se rellena con un material de relleno de alta resistencia y flujo fácil. El relleno crea una tubería intermedia mineral que tiene una determinada rigidez y se utiliza para soportar las cargas. El tubo de revestimiento de PVC o PE mejora las características superficiales del tubo rehabilitado.

#### 4.4. Fragmentación (Bursting)

El Sistema de fragmentación (bursting) también puede ser una opción viable para las situaciones en que una tubería existente ha colapsado y son necesarios grandes trabajos de excavación, lo que no se considera factible o rentable. Para conseguir su instalación, la tubería existente debe ser cortada o fragmentada por el equipo de rotura y expansión, el cual



Figura 7. Proceso de enrollamiento espiral



Figura 8. Relining con tubo de PRFV

simultáneamente va incrustando la tubería vieja en el terreno circundante y arrastrando la nueva conducción de PEAD.

El equipo de trabajo consiste en un cabezal rompedor en forma de cuchilla que, fruto de la tracción originada por una estación hidráulica con una alta capacidad de tiro situada en el pozo de llegada, es capaz de seccionar la conducción existente e instalar la nueva.

#### 4.5. Entubado (relining)

En el revestimiento de tubería simple, se van insertando las tuberías prefabricadas del material escogido (acero, hormigón, PRFV, PE) por dentro de la sección a rehabilitar.

Las tuberías se introducen en la sección a rehabilitar a través de un equipo especial de transporte, conocido como carro, sobre el que se colocan las tuberías. Después de eso, las tuberías se fijan utilizando espaciadores de madera o acero con protecciones y se aseguran contra las fuerzas (especialmente la flotabilidad) que ocurren durante el relleno anular. Este trabajo se lleva a cabo manualmente, por ejemplo, rellenando con lechada de fraguado rápido o cuñas de madera blanda, utilizando cunas especiales o espaciadores.

El espacio anular resultante entre la nueva tubería y la pared existente se rellena posteriormente con morteros o lechadas, no teniendo ninguna

función estructural, sirve para, aportar estabilidad posicional de la tubería de rehabilitación, creación de un lecho o apoyo, prevención de penetración de material del suelo circundante a través de fisuras en la tubería a rehabilitar, prevención de transporte de agua a través del espacio anular, prevención de acumulación de gases en la zona superior del espacio anular y para transmisión uniforme de las cargas externas del terreno y tráfico.

Este método se puede usar para todos los tipos de tubería y para la mayoría de las formas no circulares de sección transversal (por ejemplo, perfil en forma de mandíbula, ovoide, pera, etc.). El método no está vinculado a ningún material de tubería especial. Pueden utilizarse materiales como el acero, hormigón, PEAD o PRFV. Las uniones de tubería más comunes son los manguitos, espigacampana, encolada o soldadura a tope.

#### 4.6. Encofrado HA

Mediante este método de rehabilitación se rehabilitan conducciones mediante la creación de una nueva tubería interior con una importante reducción de diámetro (que debe ser permitida por los cálculos hidráulicos de la conducción) y con una importante duración en la ejecución de la misma. Para su ejecución, habitualmente, se emplea un carro de encofrado que se desplaza a lo largo de la antigua conducción a medida que se ha ejecutado el paño correspondiente y por condiciones de seguridad es adecuado realizar el desencofrado del mismo.

Los pasos para ejecutar en esta técnica partirían de la limpieza de la antigua obra de drenaje, la colocación de armaduras, encofrado del mismo, hormigonado y desencofrado.



Figura 9. Rehabilitación con HA

Mediante esta técnica es habitual reparar tubos acero corrugado si bien, también es frecuente, la ejecución de una losa armada en la zona inferior del tubo (la más afectada por la corrosión de la chapa dónde la abrasión de los acarrees y la agresividad química del agua dañan la protección del acero y sección del mismo) para impedir la rotura del tubo de acero corrugado, mejorar la zona de circulación del flujo y evitar el colapso de las ODT. Esta losa debe ser diseñada para que sea capaz de soportar los empujes del terreno sin la colaboración de la estructura del tubo de acero corrugado existente, es necesario anclarla al terreno.

#### 4.7. Hormigón proyectado con refuerzo

Este método de rehabilitación consiste en la aplicación mediante proyección con aire comprimido de una mezcla preconfeccionada a través de una tubería de impulsión hasta la boquilla de proyección. Previa a esta proyección es necesario colocar las armaduras correspondientes como refuerzo y que deben estar conectadas con las antiguas paredes de la conducción a rehabilitar mediante anclajes.

Dependiendo del tipo de mezcla de partida, generalmente se hace una distinción entre el método de proyección en seco y en húmedo siendo la mayor diferencia entre ellas la premezcla. En la práctica, el proceso de proyección en seco es predominante porque hay menos problemas para proporcionar la mezcla de

partida y en relación con la interrupción del trabajo.

Al salir de la boquilla, la mezcla posee una alta energía cinética que hace que el hormigón proyectado o el mortero rociado se compacte cuando golpea el sustrato.

#### 4.8. Realización nueva ODT mediante hinca, ejecución marcos... (\*)

A pesar de no ser una técnica de rehabilitación de ODT, se incluye este punto dado que hay ocasiones o circunstancias que obligan a realizar actuaciones para poner en servicio una ODT que consisten en la construcción de una nueva. Estos casos se deben tener en cuenta cuando hay motivos técnicos y/o económicos que lo justifiquen.

Para la ejecución se pueden contemplar métodos de tecnología sin zanja, como podría ser la ejecución de una hinca/cajones hincados cuando, por ejemplo, el nivel de servicio de la carretera afectada no puede verse comprometido o a cielo abierto mediante el corte de carriles alternativos o totales y la instalación de marcos y/o estructuras.

### 5. DISEÑO Y MÉTODOS DE CÁLCULO PARA LOS SISTEMAS DE REHABILITACIÓN CON CARGA ESTRUCTURAL

Hay varios métodos de cálculo disponibles en todo el mundo para diseñar sistemas de rehabilitación de

tuberías y, en particular, determinar el espesor de los revestimientos. Los cuatro métodos principales de ámbito internacional establecidos se enumeran a continuación:

- Estados Unidos de América: ASTM F1216
- Reino Unido: SRM WRC
- Alemania: DWA-A 143-2
- Francia (el más reciente): ASTEE 3R-2014

La existencia de varios métodos no es una situación problemática, pero es necesario evaluar cada uno de ellos y evaluar las diferencias en el cálculo y las diferencias en los resultados obtenidos. En este artículo no se tratará esta evaluación comparativa ya que no es su alcance, aunque si se describirán las principales consideraciones entre ellos.

Independientemente de la elección del sistema de rehabilitación y método seleccionado para realizar el diseño estructural, la ODT rehabilitada también considerará las disposiciones de la norma española.

- España: norma 5.2-IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.

#### 5.1. La caracterización de la conducción huésped a rehabilitar

El estado de la conducción huésped a rehabilitar es la base del diseño sea cual sea el método elegido. Los parámetros de la conducción huésped considerados por algunos o todos los métodos incluyen: la impermeabilidad, su naturaleza y propiedades del material y la geometría, número y ubicación de la fisuración.

A continuación, se detallan las diferentes definiciones del estado de canal a rehabilitar:

- ASTM F1216 - Parcialmente deteriorado o completamente deteriorado



Figura 10. Rehabilitación ODT con hormigón proyectado

- DWA A143-2 - Estado 1 (Estable), Estado II (Estable – futuras deformaciones improbables), Estado III (estable, futuras deformaciones muy probables)
- ASTEE 3R2014 - Estado 1 (Estable y a mejorar), Estado II (Estable – futuras deformaciones probables), Estado III (Inestable - es probable su colapso);
- SRM WRC - Tipo II (sin carga aplicada desde la conducción huésped) y Tipo I (Rehabilitación integral considerando la conducción huésped)

De forma más gráfica, los distintos estados se representan en la Figura 11.

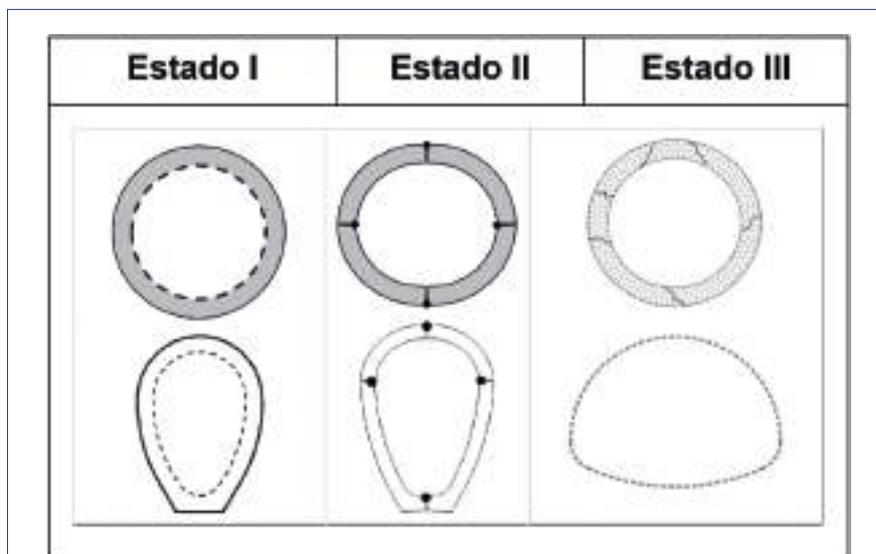


Figura 11. Estados de la conducción a rehabilitar.

### 5.1.1. ASTM F1216

Se consideran dos estados de la conducción huésped: “parcialmente deteriorada” o “completamente deteriorada”. (Tabla 2)

### 5.1.2. DWA-A 143-2

Se consideran tres estados de la conducción huésped: Estado I – Estado II – Estado III. (Tabla 3)

### 5.1.3. ASTEE 3R2014

Se consideran tres estados de la conducción huésped: Estado I – Estado II – Estado III. (Tabla 4)

### 5.1.4. WRC SRM Tipo II

La conducción huésped se encuentra en equilibrio en el momento del revestimiento y el equilibrio será preservado por el revestimiento. La conducción huésped continúa brindando soporte al suelo circundante y a la carga de tráfico. No se aplican cargas del suelo al revestimiento. Requisito de diseño: el revestimiento solo debe diseñarse para resistir el efecto de las aguas freáticas exteriores.

Tabla 2. Tabla clasificatoria técnicas rehabilitación

	Parcialmente deteriorado	Completamente deteriorado
Estado de la conducción	Comprometida hidráulicamente, corrosión superficial	La conducción huésped ha perdido su rigidez circunferencial y a flexión
<b>Evolución en el futuro</b>	<b>Estable</b>	<b>Colapso probable</b>
Requerimientos de diseño	Resistir agua freática exterior	Resistir agua freática exterior + cargas del suelo + cargas de tráfico

Tabla 3. Tabla clasificatoria técnicas rehabilitación

	Estado I	Estado II	Estado III
Estado de la conducción	Estructuralmente firme	Fisurado Deformaciones leves (<3%)	Fisurado Deformaciones grandes (<10%)
<b>Evolución en el futuro</b>	<b>Estable</b>	<b>Estable – futuras deformaciones poco probables</b>	<b>Estable – futuras deformaciones probables</b>
Requerimientos de diseño	Resistir agua freática exterior		Resistir agua freática exterior + otras cargas

Tabla 4. Tabla clasificatoria técnicas rehabilitación

	Estado I	Estado II	Estado III
Estado de la conducción	Comprometida hidráulicamente, corrosión superficial	Fisurado Deformaciones (<10%)	La conducción huésped ha perdido su rigidez circunferencial y a flexión
<b>Evolución en el futuro</b>	<b>Estable o mejorable</b>	<b>Estable – futuras deformaciones poco probables</b>	<b>Estable – colapso probable</b>
Requerimientos de diseño	Resistir agua freática exterior	Resistir agua freática exterior + otras deformaciones	Resistir agua freática exterior + cargas del suelo

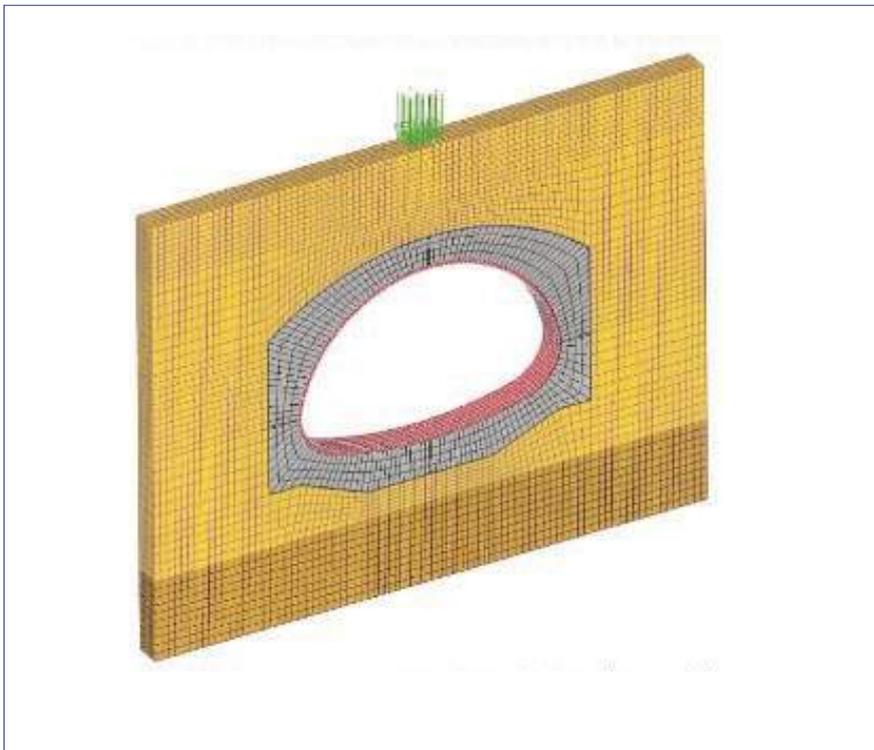


Figura 12. Ejemplo de una sección para rehabilitación continua en forma de boca, cobertura del suelo y cargas de tráfico en el centro.

### 5.1.5. Métodos por Elementos Finitos

En ciertas ocasiones, donde la geometría de la conducción a rehabilitar o donde se quiere verificar con más detalle el comportamiento del sistema de rehabilitación, se deberá utilizar el sistema de análisis por Métodos por Elementos finitos (MEF).

Existen en la actualidad diversos programas de cálculo especializados que evalúan el comportamiento de la conducción rehabilitada, considerando el material escogido y su espesor estructural, sistema de relleno del mortero, cargas del suelo, cargas de tráfico y agua freática exterior.

## 6. CONCLUSIONES

En este artículo se describen los distintos tipos de Obras de Drenaje Transversal (ODT), así como sus patologías que pueden llegar a sufrir debido a fallos en el diseño o deterioro inesperado de los materiales con las que fueron construidas.

Este deterioro de las ODT puede comportar graves desperfectos daños en la seguridad viaria, por lo tanto, su

rehabilitación debe ser estudiada y considerada en profundidad.

La rehabilitación de conducciones en alcantarillado, drenajes, etc. es muy habitual, principalmente en países nórdicos y de centro Europa, donde existe una alta concienciación en el estado de los sistemas de saneamiento urbano construidos hace muchos años. Es por lo que se han desarrollado distintos sistemas de rehabilitación para tuberías de gravedad principalmente. Estos sistemas se han adoptado ya para la renovación de ODT que se encuentren deterioradas debido a las características similares.

La durabilidad de estos sistemas de rehabilitación es un factor muy importante que los ingenieros y principales usuarios tienen en cuenta. Por esto es dichos métodos han sido creados para dar respuesta tanto de resistencia mecánica como a la corrosión a largo plazo.

La resistencia a la corrosión es un parámetro que es intrínseco al material del revestimiento escogido, pero la capacidad mecánica debe ser analizada con métodos analíticos o mediante Métodos por Elementos

Finitos. Es por esto, que se describen de forma general los sistemas disponibles de análisis y cálculo, sus principales consideraciones y clasificación de la conducción a rehabilitar.

No es objetivo de este artículo evaluar ni comparar los sistemas de rehabilitación ni de cálculo disponibles, por lo que no se emite ningún comentario al respecto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] Olivier Thepot, Jean-Michel Bergue, Jean-Marie Joussin, Dominique Orditz (2015) Systematic comparison of the four main national methods ASTM F1216, WRC-SRM, DWA-A 143-2 AND 3R-2014, applicable to flexible liners of both circular and non-circular cross-sections.
- [2] Laurent Hesters (2017). Non circular sewer Rehabilitation Relining with Discrete GRP Non-Circular Pipe and Annulus Grouting Design According to 3R-2014 Method and Technical Advice for Installation.
- [3] Dietmar Beckmann, Heinz Doll, Vladimir Lacmanovic. (2016). Rehabilitation of large profiles lacking long-term stability. 3R international magazine IFA
- [4] Federal highway administration USA (1995). Culvert repair practices Manual, Volume 1 & 2.
- [5] The International Society for Trenchless Technology (2014). Guideline trenchless techniques
- [6] Temha Tipologías Estructurales en Madera, Hormigón y Acero (2017). Informe tubos ARMCO Pontevedra. Análisis de estado y propuesta de reparación.
- [7] Ana Díez Contreras, Fernando Delgado Ramos, Leonardo Nanía Escobar, Pablo Ortiz Rossini, Marisol Sánchez Ladrón De Guevara, Marcos Pérez Díaz (2014) Bases Científicas para una Guía Técnica de Drenaje específica para la red viaria andaluza. informe sobre patologías de obras de drenaje transversal. ❖

# La Carretera: Una aproximación al Land Art



## The Road: An approach to Land Art

### **Eduardo Toba Blanco**

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

### **Rosa Toba Veloso**

*Doctora en Ciencias Químicas  
SISLAETEC, S. L.,*

### **Elvira Toba Veloso**

*Licenciada en Derecho*

La Carretera no sólo es y ha sido un medio para la comunicación y la difusión de la Cultura, sino que ha sido ella misma un objeto cultural. Recordemos la novela beat, "En el camino" de Jack Kerouac, donde sus protagonistas Dean y Sal, tienen auténticas experiencias extremas de vida en torno a sus viajes del este al oeste americano. Su eje conductor es siempre la carretera que articula un vasto territorio de praderas, desiertos, ríos, y montañas. De ciudades sub-reales, llenas de seres con problemas. Una reedición moderna de la vieja conquista del oeste, pero con un tinte existencial y beatnik, que por sí sola la eleva a objeto literario.

La generación Beat, el desarrollismo industrial y los Beach Boys....las autovías de la costa Oeste de U.S.A.

La carretera panamericana como land art.

Los investigadores, los buscadores de sueños....Bob Dylan y Tom Petty

El I+D aplicado a la carretera como gestora de residuos urbanos.....simplemente, la CARRETERA COMO LAND ART.

The Road is not only and has been a mean of communication and diffusion of Culture, but it has also been a cultural object. Let's remember the beat novel, "On the road" by Jack Kerouac, where the protagonists Dean and Sal have authentic extreme life experiences around their travels from east to west America. Their driving axis is always the road which spans a vast territory of meadows, deserts, rivers, and mountains. Sub-real cities, full of individuals with problems. A modern re-edition of the old conquest of the west, but with an existential and beatnik touch, transforming it into a literary object.

The Beat generation, the industrial development and the Beach Boys....the highways of the west coast of U.S.A.

The Panamerican Highway as Land Art.

The researchers, the dream trackers ... Bob Dylan and Tom Petty

R&D applied to the road as manager of urban waste.....simply put, the ROAD AS LAND ART.

## 1. Introducción

La carretera además de constituir un revulsivo cultural, ha inspirado también a notables urbanistas americanos, como Wright, quien diseña las nuevas ciudades de rascacielos apoyándose en amplias carreteras sobre las que podrían recorrerse vastas llanuras, solo que ahora en otro tipo de diligencias dotadas de cientos de caballos fruto de la industria de la automoción.

La Ciencia Matemática proporciona a través de la Geometría infinidad de elementos de composición, aplicables al diseño de las obras, que permiten una clara aproximación al Arte Conceptual, bien se trate de una Carretera, un Puente, o del Diseño y Proyecto de una Playa.

El denominado "Land Art", o Arte en el Territorio, usa de elementos similares a los que como criterios utiliza la Ingeniería del Paisaje. Tal vez sea el factor de utilidad de la Obra Pública lo que pueda apartarla de aquella manifestación artística. Pero además porque no siempre la obra de Ingeniería fija entre sus paradigmas el logro de Belleza, prevaleciendo generalmente como objetivo el logro de Utilidad.

El artista del "Land Art", entre cuyos más señalados representantes podemos citar a Richard Serra, Christo, o Richard Long, goza también, como le ocurre al Ingeniero de Caminos, Canales, y Puertos, de la visión territorial.

## 2. Arte, belleza, paisaje, obra pública: su interrelación

¿Qué es el Arte?, ¿qué relación guardan el Paisaje y el Arte?, ¿qué relación tienen el Arte y la Belleza?, ¿puede encerrar belleza la obra pública, o ser ella misma obra artística u objeto de belleza, a pesar de los aspectos meramente utilitarios?

Estas y otras preguntas podríamos hacernos sobre el Arte, el Paisaje, la Belleza, su existencia y sus manifestaciones a través de la obra humana, y como manifestación singular, la Obra Pública.

Podríamos profundizar en aspectos propios de la Filosofía, la Psicología, y la percepción humana para así aproximarnos al concepto de Belleza. Mas aunque ardua, esa labor ha sido suficientemente desarrollada por diferentes pensadores y estudiosos a lo largo de la Historia, por lo que nos limitaremos a realizar un breve esbozo.

Entre los estudiosos de la belleza como concepto además de a Stendhal (en su ensayo "Historia de la pintura en Italia" escrito en 1817), cabe citar a Winckelmann (1717-1768), quien analiza esta materia en su obra "Historia del arte en la antigüedad". Sin pasar por alto el pensamiento de Kant ("Crítica de la razón pura"), obra en la que pone de relieve la dificultad que tiene el ser humano acerca del conocimiento de los objetos y entre ellos el que pretendemos analizar, el de la belleza, lo que nos ayudaría a relativizarle en función de los gustos, modas y tendencias, y como caso particular el de belleza aplicable a la obra pública. El crítico internacional de Arte Antón Castro se refiere a la herencia kantiana en relación con la belleza, y lo hace como: <<"satisfacción desinteresada", como placer que se siente por la belleza pura al margen de cualquier contenido, que el filósofo alemán Kant (1724-1804) intuyó autónoma respecto a los fines prácticos y conceptuales>>.

En relación también con el concepto que estamos investigando no debemos ignorar el pensamiento del filósofo Schopenhauer en relación con la percepción de las cosas que vemos.

Winckelmann consideraba que: "Los filósofos que han reflexionado sobre las cosas de la belleza universal, tratando de descubrirlas en las cosas creadas, e intentando remontarse hasta las mismas fuentes de la belleza suprema, la han identificado con <<una armonía perfecta entre la criatura con su fin>> y <<una relación armoniosa entre las partes y el todo, y el todo con sus partes>>. Y añade: <<La belleza es percibida y gozada por el órgano sensorial, pero es reconocida y sentida por el espíritu>>. Para más adelante referirse al ci-

clo de la belleza en las artes, con sus tres fases de nacimiento, apogeo y muerte.

La Belleza se puede encontrar en la transición armoniosa, pero también en la rotundidad, o en el fuerte contraste. Justo en el borde, que es donde nace la mayor tensión. Esa tensión, de onda peraltada, se va diluyendo en ondas más tenues y distantes, en el espacio vacío o aliviado de materia que rodea la zona tensionada.

Se puede encontrar en la metamorfosis entálpica (v.g. nacimiento del cristal, abandono de la crisálida, erupción volcánica con sus ríos de magma incandescente, etc.), o en la metamorfosis entrópica (v.g. hojas muertas en el bosque otoñal, barco hundido o varado sobre las rocas azotadas por la mar, ruina arquitectónica, oxidación del acero corten etc.). Aspecto este, el de lo entrópico que la escultora Yoko Ono ha captado de un modo singular en sus "Manzanas", convirtiendo las primeras manzanas de bronce estáticas e imperecederas, en otras obtenidas de la misma Naturaleza, y que como es obvio poco a poco van sufriendo la alteración transmutadora de la pérdida gradual de la vida, como relata el crítico de Arte Antón Castro en su obra "Las manzanas de Yoko Ono" (Editorial Espiral Maior).

Se puede hallar en la pura forma, en sus bordes, pero también en el fondo, en su interior, y en la materia o soporte de la forma.

Se puede hallar en lo efímero (v.g. fuegos artificiales, Performance Art, representación teatral, eclipse de luna o sol, reflejos en las aguas, etc.), o en lo perdurable (v.g. noche estrellada, cadenas montañosas, ríos, lagos, hielos perpetuos, etc).

El ser humano, extraído de su medio natural e inmerso en la ciudad, artificial y cúbica, cada vez siente más su soledad. Necesita cada vez más de referentes para dar sentido a su propia existencia, y sobre todo afectividad. Necesita afecto.

Los referentes, son elementos estáticos o dinámicos, (pero en este último caso se manifiestan de manera cíclica), que permiten al ser humano situarse no

sólo en el espacio sensorial, tridimensional y geométrico en el que se desarrolla su vida biológica, sino también de manera espiritual en el espacio asensorial que le rodea. Otros forman parte del propio acervo, y residen en su memoria, bajo la forma de recuerdos.

Constituyen pues, una amalgama de objetos, fenómenos o acontecimientos, que permiten al hombre situarse dentro o fuera de un espacio multidimensional que de continuo le resulta hostil, de modo que se pueda sentir existencialmente seguro, a través precisamente del diálogo múltiple o relación multilateral con aquellos, lo que no dejaría de constituir una verdadera demostración de su propia existencia.

Chantal Maillard en el prólogo de la obra "Escritos sobre pintura" de Henri Michaux, (el cual investigó la pintura china de los siglos VII al X d.C., donde ya se habían desarrollado el expresionismo y la abstracción) quien experimentó con mescalina para pintar los estados de la mente humana, se refiere a la percepción del alucinado. Para aquel: <<Lo sólido deja de oponer su acostumbrada resistencia, lo seguro se vuelve incierto....El cerebro, mientras tanto observa su propia tramoya.

¿Qué es lo que VE?

En la visión se reduce el tránsito, el primero, que también es el último, el más importante, el tránsito del realismo ingenuo que supone la solidez del mundo al universo de las ONDAS. Ondulaciones que la escritura también reproduce, a su manera, y el trazo, en el dibujo.

Los dibujos: ¿expresión del mundo percibido como ondas o de las ondas mentales que perciben?.....>>.

Henri Michaux consideraba que : << De haberla, la onda representa, en primer lugar continuación. Si se considera cada elemento semejante, es repetición. Si se considera su trayecto que corta indefinidamente una recta imaginaria, es oscilación, interrupción rítmica, perpetua alternancia. De este modo es como puede parecer mecá-

nica. En algunos casos, sólo sus puntas impresionan, en otros, serán sus ondulaciones.>> (Connaissance...17).

### 3. Arte y contemporaneidad

No podemos permanecer anclados en un concepto arcaico del Arte, lo que no implica abandonar el legado histórico que hemos recibido, y que constituye nuestro Patrimonio de la Humanidad.

Para que podamos establecer un diálogo sobre Arte contemporáneo, es interesante penetrar en una de sus manifestaciones más actuales, el Postconceptualismo como manifestación artística que supera la dialéctica conceptual entrando en aspectos más introspectivos o del mundo interior del artista, y en particular nos detendremos en el arte deconstruccionista.

¿Qué pretende el deconstruccionista?, destruir para construir, así de sencillo. No es un anarquista, que pretenda cambiar de un modo radical el orden social, aunque éste en el fondo también sería un algo deconstruccionista, dado que pretendería construir un orden distinto y más justo según su conciencia, después de destruir el existente, al considerarlo inviable. Ni tampoco un fabulador sin más, que pretenda llenar de absurdos los espacios vacíos o inconsistentes de otras mentes. Es simplemente un fabricante de sueños, de ilusiones, de espacios poéticos.

Pero ¿qué es lo que destruye?, solo lo que no es esencial. Ahí está en parte la clave del aparente enigma. Porque el deconstruccionista va un poco más allá del simple concepto, de lo conceptual, y no se queda con la esencia a secas, sino que después de arrebatar lo superfluo del objeto o concepto analizado, deja al descubierto su embrión, y con él sus líneas generatrices. Así, con cada uno de los elementos que lo constituyen, después de interiorizarlos, crea con su libre albedrío nuevos objetos, que son ensoñaciones. Construye nuevas realidades, ideas, representaciones, cosas que antes no existían, seres irreales a los que otorga estatuto de realidad. Objetos intuitivos, soñados, que se originan

en parte en el mundo real, pero que se han alambicado en el subconsciente del autor, al aprehenderlos y componerlos con su otra realidad, la subjetiva. De este modo, superado el concepto, aparece el Postconceptualismo como un fenómeno que irrumpe de lleno en el campo de las Artes, y que tiene ciertos matices y connotaciones de otras manifestaciones artísticas que se apoyan en la subrealidad del Surrealismo, en el Existencialismo, en la Abstracción, y en la Metafísica.

Aparentemente podría resultar todo muy complejo, pero la realidad del fenómeno deconstruccionista, es más sencilla que lo que pudiese parecer a primera vista. Vivir esa experiencia además de necesaria, para conocer sus manifestaciones en el mundo de la pintura, escultura, y teatro fundamentalmente, puede resultar gratificante.

Pero no se trata de realizar un estudio profundo sobre Arte Contemporáneo, y en particular sobre aquellas manifestaciones que podrían llegar a impregnar a la obra pública como son el Conceptualismo y el Post-conceptualismo al que brevemente y a través de la experiencia nos podemos referir. O sobre el reciclaje en la obra de arte contemporánea. O la presencia de lo abyecto en algunas de sus manifestaciones, como hemos tenido ocasión de conocer en las jornadas organizadas en Santiago por el C.G.A.C. y dirigidas por el profesor Antón Castro en el primer trimestre del 2001, y en las que se repasó la casi totalidad de las diversas experiencias a nivel mundial de los últimos veinte años de Arte contemporáneo. Sino de intentar conciliar las últimas tendencias estéticas con la concepción y diseño de la Obra Pública, y las grandes dificultades de asimilar elementos procedentes del mundo de las Artes por los profesionales de la Ingeniería, mucho más preocupados por lo útil que por lo bello.

Para ello resulta necesario estudiar previamente el medio sobre el que se implanta la infraestructura, y dado que estamos en la fase de análisis de la interacción plástica de la obra y dicho medio, es preciso previamente detenerse

en una visión somera sobre lo que entendemos como Paisaje, así como en los criterios que nos brinda la Ingeniería del Paisaje, para intervenir con acierto. Por supuesto no deberemos ignorar la necesidad de aplicar las denominadas tres R del ambientalista: reducir, reciclar, reutilizar, procedentes del mundo de la Ecología, que hoy son realidad en el mundo de las Artes plásticas, pero que deben presidir toda realización vinculada a la Ingeniería, si la misma aspira al logro de belleza, y si entendemos ésta bajo el prisma de una de sus manifestaciones, es decir como aproximación a lo que es natural, lo que no dejaría de suponer una simplificación del concepto.

#### 4. El paisaje

El estudio del paisaje o conjunto de aspectos perceptibles del medio sobre el que deseamos actuar se puede enfocar desde un punto de vista global que identifica al paisaje con el medio: paisaje total, que contempla al medio como indicador y síntesis de las relaciones entre los elementos inertes y vivos del medio.

Pero al paisaje lo podemos definir también como el aspecto formal del medio físico, y en este sentido nos situamos en el paisaje virtual.

Por ello no debemos considerar solo la zona de actuación, sino también las partes del territorio desde la que se divisa la obra.

Siguiendo al profesor I. Español Echániz, los parámetros que definen el paisaje de un modo principal son: Color, línea, escala, forma, textura y espacio. En las I Jornadas Internacionales sobre Paisajismo, celebradas en Santiago de Compostela en Noviembre de 1.991 definió con precisión esos conceptos, siendo de interés la utilización de esos parámetros como instrumento de apoyo para el análisis de impactos de la obra pública sobre el paisaje.

Existen otros Paisajes, que tienen que ver con el mundo interior, son los Paisajes de la mente, que supo representar después de experimentar con alucinógenos Henri Michaux.

Henri Michaux en sus "Escritos sobre pintura" describe los Paisajes de este modo:

<< Paisajes apacibles o desolados  
Paisajes de la carretera de la vida más que de la superficie de la Tierra  
Paisajes del Tiempo que corre lentamente, casi inmóvil y a veces como retrasado

*Paisajes de los jirones, de los nervios lacerados, de las "saudades"*

*Paisajes para cubrir las llagas, el acero, la esquirla, el mal, la época, la cuerda al cuello, la movilización.*

*Paisajes para abolir los gritos*

*Paisajes como quien se pone una sábana sobre la cara. >>*



Figura 1. Muestra de la obra pictórica de Henri Michaux

Existen estructuras maravillosas del mundo de la Química, que no se perciben de manera inmediata y visual tales como las de los dendrímeros (del griego dendrón = árbol, y de meros = parte) que constituyen una clase de macromoléculas monodispersas caracterizadas por una estructura tridimensional muy ramificada. Se conocen desde hace dos décadas aproximadamente, y en un principio se denominaron moléculas en cascada o moléculas arbóreas. Son auténticas esculturas microscópicas que existen en la Naturaleza, pero que también se pueden crear.

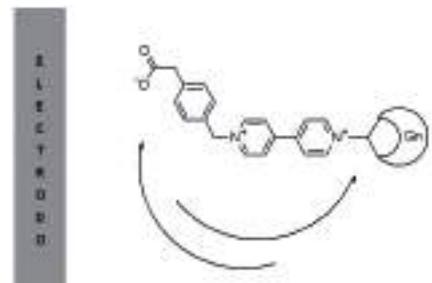


Figura 2. Molécula diseñada por Rosa Toba Veloso

#### 5. La percepción humana del medio

Como antes exponíamos la percepción de las cosas es subjetiva. Según quien sea el individuo perceptor de las sensaciones exteriores, que proceden del objeto observado y recibidas a través de los sentidos, su valoración de la calidad del Arte y del Paisaje será diferente.

Una persona introducida en el mundo de la Cultura valorará de muy diferente modo los restos de un barco hundido sufriendo el proceso de degradación, que una persona materialista e insensible al arte y la belleza, la cual no sería capaz de apreciar en las interfases de los procesos la belleza inherente a todo cambio de estado o transmutación. La persona cultivada valorará de modo diferente la calidad de un paisaje, o de una obra de arte, aunque el vulgo inculto no la entienda.

La edad del que percibe, su vida afectiva, el factor emotivo, el referencial, el ideológico...esos y muchos más factores influirán en su valoración sobre el objeto apreciado.

Cuantos versos han escrito los poetas sobre aspectos que pasan desapercibidos para la generalidad. Así un romántico o un existencialista valorará mucho el paisaje otoñal con sus amarillos y ocre, con sus restos de verde o el rojo incipiente de las viñas, con sus hojas caídas como preludio del frío y de la muerte. Esa estación es idónea para la contemplación del paisaje, y para la meditación, por sus fuertes contrastes, y por los claroscuros.

Después de abandonar los hielos del invierno, la fría luz del norte que tan bien supo captar el pintor Caspar Frie-

drich, elevarán un canto a la primavera cuando florece, como inicio de un ciclo de la vida. Eclósion de la Naturaleza y el espíritu que alcanza su apogeo en el agosto, con el dorado de la espiga. Ese amarillo de campos de Castilla, o de calimas que como un tul de gasa planean sobre el asfalto ardiente de la Castellana, como ha plasmado de modo magistral en sus lienzos, el pintor Antonio López.

Un alma sensible al Arte y la Belleza se recrea en la contemplación reiterativa de la obra artística. La obra es un manantial imperecedero. Habla un lenguaje ondulatorio que es preciso captar con los sensores de nuestra sensibilidad, de manera que a base de verla o sentirla de modo reiterativo, produce la transformación permanente de nuestro sentido estético. Es como si el tensor co-contravariante que constituye nuestro acervo, al enfrentarse a la matriz tensorial de la obra lograrse en ese diálogo como producto o síntesis un nuevo tensor representativo de nuestro mundo interior, el cual sería cada vez más, covariante con aquella. La obra nos impregna de sí misma a fuerza de contemplarla, y nos transforma hacia nuevas posiciones estéticas si nos dejamos guiar. Este fenómeno que ocurre a cualquier perceptor sensible, afecta también a su propio creador, lo transforma su obra, aunque casi siempre habrá de romper, enfrentarse a sus distintas manifestaciones para poder seguir creando, a riesgo de morir atrapado por la última obra producida de su proyecto creador.

¿Cómo podríamos objetivar la percepción?, para poder valorarla, de acuerdo con Rosa Junyent y Miriam Villares, profesoras de sociología de la E.T.S. de Ingenieros de caminos, C. y P. de Barcelona, además de las encuestas cuantitativas, es necesario recurrir a las selectivas, a través de los análisis de motivación, que generalmente se realizan a expertos, a través de entrevistas en profundidad con el fin de individualizar las razones por las que la actuación de que se trate, puede ser aceptada o rechazada.

Las opiniones aún siendo subjetivas, adquieren con este método visos de objetividad.

En cualquier caso no debemos ignorar que el mundo de las sensaciones es cambiante, al menos en las cuatro dimensiones que perciben los humanos. Ni tampoco olvidemos, que cuando el ser humano interviene con toda su inteligencia y amor en la transformación de las cosas, de algún modo generará belleza.

*EL RÍO ES DE PLATA*  
(Eduardo Toba Blanco)

*Doy un lance  
Y la mosca se acerca a la corriente  
Torbellinos de agua circulan y la envuelven  
Salta voraz la trucha  
No la alcanza...*

*Y así todo el atardecer  
Un lance y otro  
Media palabra al viento  
Nadie la escucha,  
Tan solo la corriente*

*Como recuerdo el aullar de los lobos  
Era de madrugada....*

*El río es de plata  
Y el rumor de las aguas, adornan el ambiente  
Pronto llega la noche  
Y el ruido de las hojas  
Dulce susurro,  
Me adormecen...*

*Y al alba  
Siento mi cuerpo frío  
Bañado por la escarcha....*

El poeta Fernando Pessoa en su obra literaria "Libro del Desasosiego", reflexionaba de este modo:

*<<Mi mundo imaginario ha sido siempre el único verdadero para mí>>, y añadía: <<pero los paisajes soñados son apenas humos de paisajes conocidos y el tedio de soñarlos también es casi tan grande como el tedio de mirar al mundo>>.*

Lo verdaderamente importante es poder llegar a asumir que la percepción del Arte o del Paisaje en cada día, en cada momento, puede ser diferente para nosotros. Y que a base de contemplarle y apreciar su cambiante estética según nuestra capacidad variable como seres sensibles, podremos llegar traspasando la mera envoltura con que se nos representa, a encontrar la verdadera esencia de los mismos, entrando así en la esfera de lo ético.

## 6. El ángulo recto como factor generatriz

La obra de Ingeniería tiene su origen conceptual en la Ciencia Matemática aproximándose también al Conceptualismo si la incardinamos dentro de las Artes Plásticas, y de un modo singular al Arte Constructivo, donde el ángulo recto es el elemento generador de todas las formas.

El Constructivismo como manifestación plástica se incardina dentro del denominado Arte Conceptual. Utiliza la Geometría como herramienta, pero pretende a través de un juego de tensiones en la interacción Obra- Observador, crear la propia obra plástica. Es decir, la obra no existiría como tal si no es susceptible de generar una nueva realidad simbiótica con su cambiante observador. El Arte Conceptual minimiza el factor Utilidad, aunque no lo desprecia, y a través de la expresión minimalista puede ordenar espacios, o generar volúmenes, o conformar planos visuales. Este modo de proceder es común al Ingeniero que proyecta y al artista conceptual, con la única diferencia de que el Ingeniero pretende el logro de Utilidad como fin esencial, pero ello no quiere decir que en su ensoñación creadora no persiga también el objetivo de Belleza.

El ángulo recto es esencial al constructivismo: "El ángulo recto se pone de manifiesto como el elemento que engendra todo lo creado. Así las curvas se generarían a través de radios de curvatura potencialmente variables con distintos centros o uno sólo, que bien



Figura 3. "El Perro" de Néstor Basterrechea

podríamos considerarle centro del Universo, pero también como envolvente de todas las rectas tangentes a aquellas, que forman ángulo recto con los radios. Los centros de curvatura serían los lugares desde donde se ejerce alguna acción o influjo sobre el Hombre, y la reacción contra ese influjo surge desde el interior de su ser, situado dicho centro en un infinito, en lo más profundo de su subconsciente, es decir muy alejado de todo su exterior y que sería a su vez el centro del microcosmos humano. El ángulo recto es el lugar de encuentro de la línea de acción de esas fuerzas de atracción y de rechazo que actúan sobre el Hombre, con aquella otra perpendicular a la anterior sobre la que discurren las que le llevan a su liberación, fugándole tangencialmente, unas veces por medio de la evasión y otras

por su encuentro con la muerte, y su viaje a través de la laguna Estigia, que no deja de ser, a pesar de la tristeza, la mayor evasión".<sup>1</sup>

Pintores como Luis Caruncho y Tono Galán, y escultores como Néstor Basterrechea, son un ejemplo de esta tendencia pictórica y escultórica del constructivismo.

## 7. El dialogo con la obra creada: interpretación tensorial

Un alma sensible al Arte y la Belleza se recrea en la contemplación reiterativa de la obra artística. La obra es un ma-

nantial imperecedero. Habla un lenguaje ondulatorio que es preciso captar con los sensores de nuestra sensibilidad, de manera que a base de verla o sentirla de modo reiterativo, produce la transformación permanente de nuestro sentido estético. Es como si el tensor co-contravariante que constituye nuestro acervo, al enfrentarse a la matriz tensorial de la obra lograse en ese diálogo como producto o síntesis un nuevo tensor representativo de nuestro mundo interior, el cual sería cada vez más, covariante con aquella. La obra nos impregna de sí misma a fuerza de contemplarla, y nos transforma hacia nuevas posiciones estéticas si nos dejamos guiar. Este fenómeno que ocurre a cualquier receptor sensible, afecta también a su propio creador, lo transforma su obra, aunque casi siempre habrá de romper, enfrentarse a sus distintas manifestaciones para poder seguir creando, a riesgo de morir atrapado por la última obra producida de su proyecto creador.

En cualquier caso no debemos ignorar que el mundo de las sensaciones es cambiante, al menos en las cuatro dimensiones que perciben los humanos. Ni tampoco olvidemos, que cuando el ser humano interviene con toda su inteligencia y amor en la transformación de las cosas, de algún modo generará Belleza.

## 8. Escultura en la obra pública

La obra escultórica además de fuente o manantial de afecto y sensibilidad, puede y debe cumplir una función importante como referente (v. g. "Esculturas Manantial", "Bóvedas para el Hombre", "Esculturas Yunta", de Pablo Serrano), como hito referencial, sobretudo en las ciudades. Pero también en aquellos espacios que es preciso ordenar, o en aquellos otros que surgen a través de la obra pública como elemento estructurante del territorio.

En algunas ocasiones se plantean muestras de escultura al aire libre, o de jardinería artística, pero de carácter efímero.

No son pocas las muestras donde las diferentes obras no fueron concebidas para el espacio donde con carácter permanente o temporal, fueron ubicadas. Existe una fuerte tendencia hacia la implantación sin más preámbulos de la obra de autor, que se impone a aquella otra que fue concebida para el espacio en concreto, olvidándose del necesario diálogo (tal como sucede en el arte Minimal) entre obra, espacio circundante y ser humano. Llegando a constituir, a veces verdaderos almacenes de obra escultórica, carente en su conjunto de valor estético, al faltar la necesaria armonía entre aquellas y el espacio donde



Figura 4. Breogán de Xosé Cid, y Ártabros de Arturo Andrade

se sitúan, o entre las diferentes obras, al franquearse la distancia de respeto que cada obra artística o patrimonial, ciernen en torno a sí misma.

En otras ocasiones, ya de manera loable, se dota de arte escultórico a las ciudades o a determinados espacios más naturales, a través de procesos más inteligentes e integrales, tales como los desarrollados de carácter público bajo el viaducto de la Castellana en Madrid, o en Münster, Parque escultórico de la Torre de Hércules (que proyecté después de dirigir la restauración del faro, hoy Patrimonio de la Humanidad), Roda de Isabena y Alquezar, Lausanne Jardins'97 (de jardinería artística), Niort (música paisajística, jardinería artística, escultura e iluminación artística) , Isla de Esculturas en Pontevedra, etc. O de carácter privado como el desarrollado

por el Storm King Art Center en Mountainville (Estados Unidos), o la colección Kröller-Müller en Holanda.

Algunos de aquellos proyectos tienen un carácter más urbano, otros en cambio se han realizado con criterios más paisajísticos y de ordenación del territorio sobre los que se ubica la obra artística, tal y como he planteado en el proyecto de Parque escultórico de la Torre de Hércules en A Coruña, donde la escultura además de cumplir una función estética de recreación del mito y la leyenda de carácter simbólico, cumple también la misión de ordenar un espacio de 47 Has. en torno al faro romano.

El proyecto escultórico que planteé en clave mítico-simbólica, se compone de obras figurativas, abstractivas y de Land Art, pero todas ellas unidas por un hilo conductor, la presencia de la Torre

con todo su contenido histórico, y con ella la presencia de Roma en todo el espacio. En él pervive la pugna entre dos culturas que hoy conviven en Galicia, la atlántica representada por Gerión, y la mediterránea, por Hércules.

He utilizado la escultura como instrumento para la ordenación del territorio, a modo de referencias estáticas, que permiten la orientación del paseante. Constituyen nodos de carácter estético que atraen nuestra mirada, y permiten descubrir miradores desde donde se puede apreciar la belleza del Paisaje.

En el libro La Ciudad y el Mar, expongo gran parte de estas ideas.

La escultura forma parte del acervo humano, hunde sus raíces en el Hombre.

Al referirse Pablo Serrano a sus "Bóvedas para el Hombre", se expresaba del siguiente modo:



Figura 5. Paseo de Orillamar. Ing. Autores. E. Toba y E. Urcola.

*<<De este espacio quemado - la presencia de una ausencia - queda su entorno, aparecen las Bóvedas para el hombre o del hombre. Estructuras elementales del espacio protector. Porque el hombre también se va haciendo bóveda de sí mismo, bóveda vivencial donde se radica el "donde" de nuestra vida en el mundo, con toda la monumentalidad desnuda de lo originario y esencial>>.*

De Pablo Serrano miembro destacado del grupo "El Paso", y uno de los escultores que más he apreciado, situé en el parque escultórico de la torre de Hércules una "Guitarra" en acero corten. Pertenece al grupo de obras titulado "Divertimentos con el cubismo", y es un homenaje de Pablo Serrano a Pablo Picasso, quien se formó como pintor en A Coruña, donde vivió de niño.

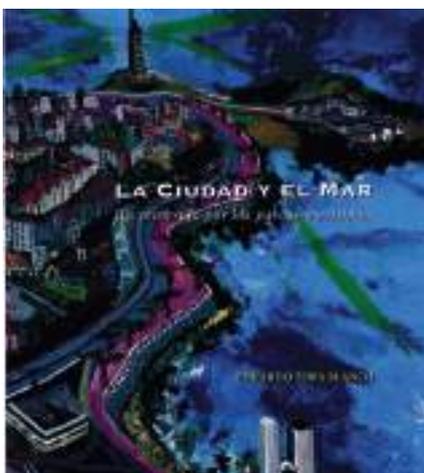


Figura 6. Portada del libro La Ciudad y el Mar (autora Elvira toba Veloso).



Figura 7. Boveda para el Hombre. Pablo Serrano.

### 9. Arte en el territorio: su relación con la obra de ingeniería

El denominado "Land Art", o arte en el territorio, usa de instrumentos similares a los que como criterios utiliza la Ingeniería del Paisaje. Tal vez sea el factor utilitarista de la Obra Pública lo que



Figura 8. Spiral Jetty, de Robert Smithson



Figura 9. Over the River (Río Arkansas). Christo



Figura 10. Pont Neuf. París, Christo, y Jeanne Claude y Umbrellas (Japón), Christo y Jeanne Claude.

pueda apartarla de aquella manifestación. Pero además, porque no siempre la obra de ingeniería establece entre sus paradigmas, el objetivo de belleza, prevaleciendo generalmente el logro de utilidad.

La intervención SPIRAL JETTY, se considera la obra más importante del estadounidense Robert Smithson. Una escultura Heratwork, construida en 1970, fotografiada en abril de 2005

El artista del "Land Art", entre cuyos más señalados representantes podemos citar a Richard Serra, Christo, Richard Long, como el Ingeniero, goza también de la visión territorial, se sitúa en lo más alto. A vista de águila, contempla el horizonte, aprecia los colores, las texturas, la escala. Juega con la línea a la manera de Richard Long, (con sus caminos iniciáticos que nos trasladan a ninguna parte y al infinito), pero también con la forma. Siempre obsesionado con la creación de la belleza en la tie-

rra desnuda e ilimitada, donde él con su obra establece los límites de lo sagrado.

En The Runing Fenice, se puede observar la adaptación al territorio, tal y como ocurre con el trazado de una carretera.

En todos estos proyectos escultóricos se aprecia un claro dominio del territorio, la visión espacial, y la singularización del espacio.

A aquella clásica definición de Belleza como: "Una relación armoniosa entre las partes y el todo, y el todo con sus partes", deberíamos añadir la nota de que aquella armonía o su contraria (ruptura), pero también su negación caótica, se manifiesta esencialmente de manera ondulatoria y vibrante, interpenetrando las partes y el todo, y aquellas entre sí, y con su humano observador. De modo que hasta las líneas más duras, las rupturas más estridentes, como ondas visuales portadoras de ritmos y musicalidad, trascienden nuestra burbuja protectora, nuestra corteza espi-

ritual endurecida por la adversidad de la vida, pudiendo ser interpretadas en nuestro mundo interior, alimentando así de modo permanente el manantial inagotable de nuestra sensibilidad.

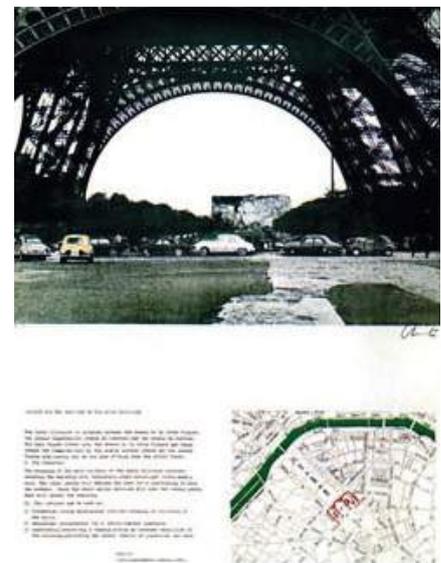


Figura 11. Proyecto para la Ecole Militaire. Christo

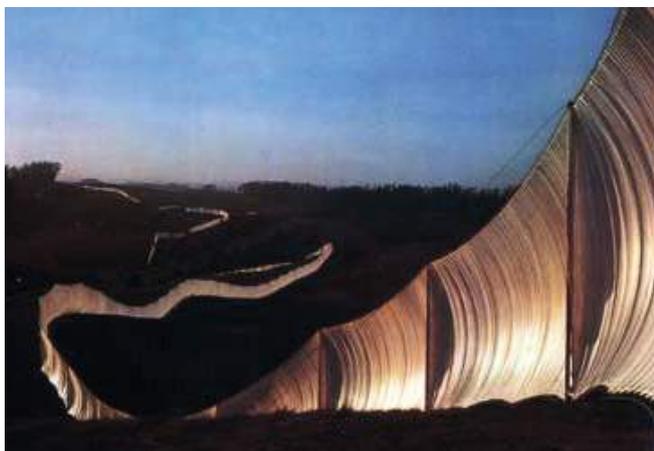


Figura 12. The Runing Fence. (California). Christo



Figura 13. Bronze Gate. Pistoia. Robert Morris

Así un puente como objeto creado por el Hombre debe tener como fin el de unir las riberas separadas del territorio, librar un accidente natural o artificial, para permitir que ambas orillas las alcancen los humanos. ¿Dónde se produciría la mayor armonía en esa múltiple relación, la del puente con ambas riberas?, de acuerdo con los criterios que venimos defendiendo, en lo estricto, en lo mínimamente necesario para alcanzar el fin buscado. Entonces cada dovela trabajaría al máximo, pues habría sido diseñada para soportar el máximo esfuerzo. Su apariencia sería mínima, limpia, casi transparente. Todo lo demás sería excesivo, superfluo, soberbio en la peor de sus acepciones, ni siquiera llegaríamos a comprenderlo.

Con la obra presentada en su plano humilde, desvestida de boato y banalidad, podríamos entrar ya, dentro de su esencia. Sufriríamos con ella su estado tensional, comprendiéndola física y matemáticamente, y estableceríamos en esa relación trilateral ( tierra, obra, observador) tal y como sucede con la obra conceptual, un lenguaje ondulatorio, que traducido en ritmos no dejaría de ser el único lenguaje universal.

Ernesto Cardenal en la cantiga 20, "La música de las esferas", de su obra poética "Cántico Cósmico", dice:

<<...El ritmo. Todo es ritmo  
Ritmos del sol y de la luna son los de la vida  
Lechuzas de noche y palomas de día  
Las flores se despiertan y se duermen  
Gallos al amanecer y al atardecer las  
ranas.....>>

El jardín, considerado como manifestación artística, obra de arquitectura o de ingeniería, y él mismo como obra de arte, constituye una muestra magnífica de lo que aquí decimos. Un buen ejemplo tenemos en los jardines de Lastanosa en Huesca, que además de obra artística constituyen una magnífica realización de Ingeniería Hidráulica.

A aquella clásica definición de belleza como: "Una relación armoniosa entre las partes y el todo, y el todo con sus partes", deberíamos añadir la nota de que aquella armonía o su contraria (ruptura), pero también su negación caótica, se manifiesta esencialmente de manera ondulatoria y vibrante, penetrando las partes en el todo, y aquellas entre sí y con su humano observador. De modo que hasta las líneas más duras, las rupturas más estridentes, como ondas visuales portadoras de ritmos y musicalidad, trascienden nuestra burbuja protectora, nuestra corteza espiritual endurecida por la adversidad de la vida, pudiendo ser interpretadas en nuestro mundo interior, alimentando así de modo permanente el manantial inagotable de nuestra sensibilidad.

Así un puente como objeto creado por el Hombre debe tener como fin el de unir las riberas separadas del territorio, librar un accidente natural o artificial, para permitir que ambas orillas las alcancen los humanos. ¿Dónde se produciría la mayor armonía en esa múltiple relación, la del puente con ambas riberas?, de acuerdo con los criterios que venimos defendiendo, en lo estricto, en

lo mínimo necesario para alcanzar el fin buscado. Entonces cada dovela trabajaría al máximo, pues habría sido diseñada para soportar el máximo esfuerzo. Su apariencia sería mínima, limpia, casi transparente. Todo lo demás sería excesivo, superfluo, soberbio en la peor de sus acepciones, ni siquiera llegaríamos a comprenderlo.

Con la obra presentada en su plano humilde, desvestida de boato y banalidad, podríamos entrar ya, dentro de su esencia. Sufriríamos con ella su estado tensional, comprendiéndola física y matemáticamente, y estableceríamos en esa relación trilateral (tierra, obra, observador) tal y como sucede con la obra conceptual, un lenguaje ondulatorio, que traducido en ritmos no dejaría de ser el único lenguaje universal.

Una carretera no deja de plasmar su huella en el territorio que atraviesa, que hiende, tal como sucede en ocasiones con la obra de "Land Art", pero la carretera puede aproximarse en su concepción a aquellos criterios que utiliza aquel arte territorial, uno de cuyos mejores exponentes es Serra, o el antes citado Richard Long.

Para ello además de tender a la intervención mínima (reducir) que cumpla los objetivos del proyecto (razón de Utilidad), deberá tener en cuenta criterios de paisaje, ecológicos de reciclaje, y de aprovechamiento de lo ya construido (reutilizar). Si además el proyectista está formado en aquellos criterios estéticos, podrá conseguir una obra además de útil, bella. Aproximándose por ello al Arte en el Territorio.



Figura 14. Jardín de Lastanosa. Huesca

Esa aproximación al modo utilitario y seguramente sin perseguir como objetivo el acercamiento al Arte y la Belleza, ha sido recibida como legado en la obra histórica o patrimonial, como son las calzadas romanas.

Hoy es posible conciliar ambos paradigmas, que deben serlo de toda obra pública, Utilidad y Belleza. Es entonces cuando la obra de Ingeniería se aproxima a la obra artística, y ella misma podría ser considerada como obra de Arte.

Estos criterios ambiental-minimalistas pueden utilizarse en los proyectos de obras públicas.

El proyecto escultórico que proyecté en clave mítico-simbólica, se compone de obras figurativas, abstractivas y de Land Art, pero todas ellas unidas por un hilo conductor, la presencia de la Torre con todo su contenido histórico. Y con ella la presencia de Roma en todo el espacio. En él pervive la pugna entre dos culturas que hoy conviven en Galicia, la atlántica representada por Gerión, y la mediterránea, por Hércules.

He utilizado la escultura como instrumento para la ordenación del territorio, a modo de referencias estáticas, que permiten la orientación del pa-

seante. Constituyen nodos de carácter estético que atraen nuestra mirada, y permiten descubrir miradores desde donde se puede apreciar la belleza del Paisaje.

El bucle expansivo que conforma la Vía Láctea se refleja de una forma nítida en la espiral que nos ofrecen las plantas de las playa atlánticas como la de Bares, donde el arcaico dique que la protege (siglo VI a.c.) imita también esa curva. Las playas se manifiestan como una correspondencia biunívoca del Cosmos.

### 10. Aproximación poética de los puentes: La Métrica de los Puentes

Un puente se puede componer como se compone un soneto. Se puede estudiar su métrica, se le puede dotar de rima, o a la contra, componerles arrítmicos. Se les puede diseñar simétricos, o asimétricos. En muchos de sus diseños podremos adivinar las formas de arpa de sus elementos sustentantes. Como la poesía, aproximación al canto, el puente busca la armonía y a través de la Matemática, trata de introducirnos en el mundo de las notas musicales.

### LA MARCHA SOBRE LAS DOS ORILLAS (Henri Michaux, selección poética de Enrique Eskenazi)

*Caminar sobre las dos orillas de un río es un penoso ejercicio.*

*Con frecuencia vemos así a un hombre (estudiante de magia) que remonta un río, caminando sobre una y otra orilla a la vez; de tan preocupado que está, no nos ve. Porque lo que realiza es delicado y no tolera distracción alguna. ¡Pero qué solo podría encontrarse de repente sobre una sola orilla, y qué vergüenza para él, entonces!*

Algunos puentes suenan y resuenan como un arpa o como una tripa de cordero tensado en el bastidor de su tablero.

### 11. Arte en actuaciones de carreteras. Una propuesta: tratamiento de los enlaces este y oeste de Burela

Se trata de dotar de referentes artísticos a dos enlaces de un proyecto de refuerzo y ensanche de una carretera que incluye mejora del trazado. Tiene un desarrollo lineal a lo largo de casi un kilómetro. Discurre por zona periurbana, por lo que es muy importante la dotación de elementos estéticos, referenciales y paisajísticos, que se resuelven a base de vegetación ornamental del tipo tapizante y tratamiento escultórico del territorio de tipo "Land Art" en las intersecciones existentes.



Figura 15. Puente Luis I en Porto (T. Seyrig 1886). Fotografía de E. Toba



Figura 16.- Camino de Richard Long (Isla de Esculturas en el río Lérez, Pontevedra) y Calzada del Foro Romano. Fotografías E. Toba



Figura 17. Paseo de Orillamar (A Coruña). Autores. E. Toba y E. Urcola. Fotografía de Xurxo Lobato, fuente colección Voz de Galicia



Figura 18. Parque Escultórico de la Torre De Hércules (A Coruña). Menhires de Manolo Paz, y Rosa dos Ventos de X. Correa. Autores. E. Toba y E. Urcola



Figura 19. Espiral (M. Chirino, 1999) y Clotoides en AP-9



## 12. Proyecto paisajístico, estético, y arquitectónico en la avenida de Vigo (Pontevedra)

Se trataba de incorporar el arte al proyecto de reordenación y construcción de una avenida en Pontevedra, paralela al río Gafos, que da continuidad a la carretera N- 550. La actuación tiene un desarrollo lineal a lo largo de casi un kilómetro. Discurre por zona urbana, por lo que es muy importante la dotación de elementos estéticos, referenciales, y paisajísticos, sobretudo en lo que constituyen elementos de mobiliario urbano, vegetación ornamental, elementos escultóricos de tipo referencial en las intersecciones, que en este caso se resuelven al mismo nivel mediante glorietas. Y en ese sentido y por las razones apuntadas seguimos los criterios que se utilizan en el tratamiento de un enlace singular como es el de glorietta en las "Recomendaciones sobre glorietas"

(Instrucciones de Construcción del Ministerio de Fomento), que en su capítulo 8 "Paisajismo", considera la conveniencia de la remodelación del terreno, utilizando plantaciones, y elementos singulares (esculturas, objetos simbólicos a destacar, etc.).

Todo ello con el fin de: Destacar la presencia de la glorietta, ocultar la perspectiva del lado opuesto, y favorecer la orientación hacia el sentido de circulación de la calzada anular.

A su vez desde el punto de vista estético pero también referencial para los peatones, es conveniente singularizar el espacio con la introducción de elementos de diseño en el mobiliario, dotación

Siguiendo estas líneas esbozadas en el preámbulo, como Autor del Proyecto y director del proyecto escultórico, hemos introducido criterios minimalistas, conceptualistas y postconceptualistas (deconstrucción-construcción), en el tratamiento del territorio adyacente a ambos enlaces, Este y Oeste.

Para ello hemos visitado el terreno en compañía de los autores de ambos proyectos escultóricos, utilizando un estudio fotográfico para poder entender las diferentes visiones de los conductores, según el grado de aproximación a cada acceso, y teniendo en cuenta su fondo escénico, hemos esbozado los criterios de la intervención, dejando a partir de ese momento plena libertad a los artistas colaboradores (Daniel Caxigueiro en el acceso Este, y José Basterrechea en el Oeste), para que materializaran sus propuestas dentro de la línea elegida de "Land Art".

De este modo nacerían dos intervenciones diferentes:

- Acceso Este: Se incardina dentro del movimiento post-conceptual denominado "Deconstrucción-construcción". Se trata de la deconstrucción de un fragmento de coral, y una vez obtenidas sus líneas esenciales, se compuso de nuevo sobre la representación en plano del territorio a tratar, elaborando posteriormente una maqueta, para la comprobación del logro estético.
- Acceso Oeste: Se trata de una actuación de arte Minimal o minimalista, en la que se compuso una propuesta con un árbol y tres elementos (cuñas de diferentes dimensiones en acero corten, ajardinadas) para tres espacios a tratar, elaborando posteriormente una maqueta para comprobar la idoneidad del proyecto.

Ambos proyectos resultan de todo singulares, incluyéndose dentro de las primeras propuestas del tipo "Land Art" que se pudieron realizar en la cornisa cantábrica, pero que en el presente aún no han visto la luz.

de elementos escultóricos a escala más humana con una cierta cadencia, así como cuidar las texturas, colores, y ordenación de aquellos elementos, creando un conjunto armónico.

He aplicado criterios minimalistas, conceptualistas y constructivistas, en el diseño del mobiliario. Son elementos de diseño muy simples y geométricos, en algunos casos evocadores del mar, como es el efecto mástil-vela que tienen los báculos establecidos en la mediana, que se ajardina con palmeras datilíferas (relación con la cultura de ultramar), camelios (árbol ornamental de gran aceptación en Pontevedra) y brezo. Siguiendo ritmos que acompañan las cadencias del propio mobiliario del paseo.

He concebido la implantación escultórica bajo un doble aspecto: presencia de lo figurativo contemporáneo o neo-realismo- expresionista en la zona de andén, destacando la presencia de lo humano. Y del constructivismo minimalista y abstractivo en el resto.

El proyecto propuesto no ha sido realizado.

### 13. Conclusiones

A través de nuestro análisis y exposición podemos demostrar:

1. El paralelismo que existe entre las formas matemáticas que utilizan los ingenieros en el diseño de las carreteras, y las que sirven de base o fuente para la creación de la obra artística.
2. La posibilidad de alcanzar conjuntamente el logro de Belleza y Utilidad en la Obra Pública.
3. La Obra Pública de la carretera puede ser ella misma objeto de Arte, o incorporar el Arte a través de aportaciones singularizadas.
4. El Arte Minimalista tiene cabida en el diseño y concepción de la Obra Pública contemporánea, y en especial en el proyecto de nuevas carreteras. Tradicionalmente el Constructivismo ha tenido presencia en la Ingeniería.
5. La Obra Pública de la Carretera cuando se acerca al concepto de Paisaje, y tiene en cuenta el logro de Belleza además del de Utilidad, se aproxima al Land Art.
6. La Obra Pública de carácter histórico ha sido asumida por la colectividad como obra de Arte o patrimonial. No sucede lo mismo con la obra contemporánea.
7. Los ingenieros debemos reivindicar nuestro papel de creadores dentro del territorio con nuestras actuaciones de obras públicas.
8. La Ingeniería deberá entrar en el campo de las Bellas Artes con idéntico nivel que la Arquitectura. Otra cuestión es alcanzar el logro de Belleza, pero esto sucede con cualquier obra de carácter creativo, también con la de Arquitectura.
9. Los ingenieros debemos abrirnos más al mundo de las Artes, trabajar en proyectos multidisciplinares con escultores y paisajistas, y aprender de otras manifestaciones de tipo creativo, de modo que nuestras actuaciones, alguna vez puedan ser consideradas obras de Arte.
10. El peor enemigo de la Ingeniería como obra de Arte, es en ocasiones el propio Ingeniero, cuando desprecia el logro de Belleza, considerándole como irracional, superfluo o



Figura 20. Viaducto de Millau. (Norman Foster, 2004)



Figura 21. Salginatobel y Firth Of Fourth. (Robert Maillart, 1930) y (Benjamin Baker y John Fowler, 1890), respectivamente.



Figura 22. Millennium Bridge. Río Támesis (N. Foster, 2000). Fotografía de E. Toba



Figura 23. Acceso oeste a Burela. Maqueta de José Basterrechea

inconsistente, quedándose únicamente con el de Utilidad, e ignorando la compatibilidad entre ambos.

11. El Arte Minimalista, puede ser un buen punto de partida para que los ingenieros entiendan lo útil y bello de modo simultáneo.
  12. Existe entre el colectivo de ingenieros, algunos componentes que sienten auténtica aversión por el mundo de las Artes. Con semejante posición que intentan hacer extensiva a las nuevas generaciones, conseguirán que la obra de Ingeniería pierda el carácter de obra patrimonial como legado histórico, para las futuras generaciones.
  13. A través del conocimiento de las Humanidades el Ingeniero se hará cada vez más humanista, y en ese momento al pensar en el ser humano al realizar su obra, se aproximará cada vez más al logro de Belleza.
- [2] Castro, Antón: "LAS MANZANAS DE YOKO ONO"; 1995; Edita Espiral Maior; Santiago de Compostela.
- [3] Castro, Antón, y Olivares, Rosa: Catálogo del proyecto de ISLA DE ESCULTURAS; 2000; Edita Consellería de Cultura de la Xunta de Galicia; Santiago de Compostela
- [4] De Sambad, Daniel: "Retrato estético de un artista maldito que se creía Oscar Wilde"; 1998; Edita Diputación Provincial de Pontevedra.
- [5] Español Echániz, Ignacio: "LAS OBRAS PUBLICAS EN EL PAISAJE"; 1998; Edita CEDEX; Madrid.
- [6] Maderuelo, Javier; ARTE PUBLICO; 1994; Edita Diputación de Huesca. Huesca
- [7] Kerouac, Jack: "En el camino". Edit. ANAGRAMA
- [8] Keith, Patrick, y otro: "ESCULTURA BRITANICA CONTEMPORANEA: De Henry Moore a los años 90"; 1996; Edita Fundação de Serralves y Auditorio de Galicia; Santiago de Compostela.
- [9] Michaux, Henri: "ESCRITOS SOBRE PINTURA"; 2000; Edición traducción y prólogo de Chantal Maillard, de la colección de "Arquitectura" dirigida por el profesor Francisco Jarauta y otros, y patrocinada por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia.
- [10] Pérez Sanz Antonio: "Las Ecuaciones de las Flores". Revista SIGMA nº 26.
- [11] Semprún, J.: "La Espiral. Naturaleza, Simbología y Cosmos". Grabados de M. Chirino. Fundación Maphre Guanarteme.
- [12] Toba Blanco, Eduardo, y otros: "EL JARDIN DE HERCULES: 14 escultores bajo la luz del faro"; 1995; Editor J. M.Villar; A Coruña.
- [13] Toba Blanco, Eduardo: "LA CIUDAD Y EL MAR: Un recorrido por los paseos marítimos"; 1999; Editor J. López Garrancho; A Coruña.
- [14] Toba Veloso, Rosa: Tesis doctoral: "Dendrímeros electroactivos con núcleo de viológeno"
- [15] Westerdahl, Eduardo: "LA ESCULTURA DE PABLO SERRANO"; 1984; Ediciones Polígrafa, S.A.; Barcelona.
- [16] Toba Blanco, Eduardo: "El hombre en la obra de Tono Galán". Rvista Guadalimar.
- [17] Toba Blanco, Eduardo: "Las obras públicas y el Land Art". Revista O.P.
- [18] ACTAS DE LAS I JORNADAS INTERNACIONALES SOBRE PAISAJISMO; Santiago de Compostela 1991; Editan los Colegios de Arquitectos, Ingenieros Agrónomos, e ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- [19] ACTAS ARTE Y NATURALEZA; El paisaje; 1996; Edita Diputación de Huesca
- [20] ACTAS ARTE Y NATURALEZA; El jardín como arte; 1997; Edita Diputación de Huesca.
- [21] ACTAS DEL II CONGRESO DE INGENIERIA DEL PAISAJE; 1997; Edita Asociación Española de Ingeniería del Paisaje.
- [22] Catálogo de la exposición "MINIMAL-MAXIMAL" celebrada el año 1999 en el CGAC; Santiago de Compostela. ❖

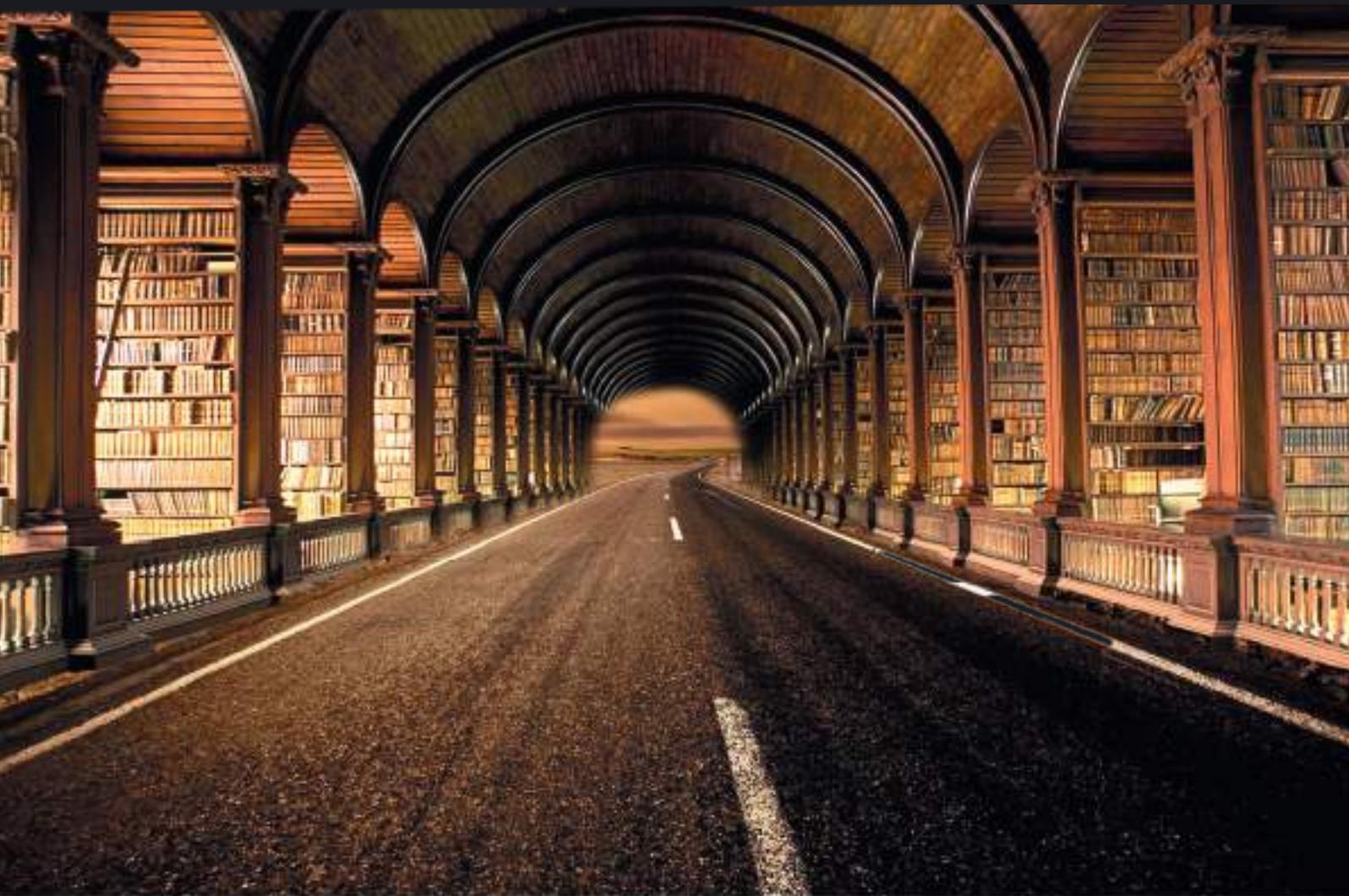
## Agradecimientos

A todos aquellos que han contribuido a mi formación en el campo de las Humanidades, y de modo muy especial a mi esposa Rosa, que ha participado activamente en todos mis proyectos animándome a la introducción del Arte en la Obra Pública. Y a mis hijas Rosa y Elvira, que han redactado conmigo esta comunicación.

## Referencias bibliográficas

- [1] Caruncho, Luis y otros: "EL PASO, 40 años después"; 1997; Edita Fundación Pedro Barrié de la Maza; A Coruña.

“EL SABER NUNCA HA ESTADO TAN CERCA”



Descubre más en

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

# XXXVIII Reunión del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica en Sevilla

Los días 22 y 23 de mayo se celebró en Sevilla la XXXVIII reunión del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica (DIRCAIBEA).

DIRCAIBEA se constituyó en septiembre de 1995, por iniciativa de la Dirección General de Carreteras de España y contó desde el primer momento con los auspicios de la Asociación Mundial de Carreteras (PIARC), organismo con el que existe desde entonces una estrecha colaboración. A fecha actual está formado por veintidós países miembros que incluyen todos los iberoamericanos que hablan en castellano, junto con Brasil y Portugal.

El Consejo es un foro permanente para el diálogo entre los máximos responsables de las Administraciones de Carreteras, que sustenta sus iniciativas y decisiones en dicho diálogo y en el intercambio de experiencias y, además, en los trabajos específicos desarrollados a instancias de los miembros sobre temas tales como la organización administrativa, la financiación, la integración de las redes de carreteras, el transporte modal, la seguridad vial, el mantenimiento o el medio ambiente, entre otros.

Es de esta forma como el Consejo desarrolla sus objetivos, entre los que se encuentran: el promover la cooperación entre las Administraciones de Carreteras, fomentando los vínculos institucionales, y el mejorar el nivel

técnico de las mismas, mediante el intercambio de experiencias y la transferencia del conocimiento.

Si bien en los últimos años la participación de algunos países miembros no ha sido muy constante, desde junio de 2016, cuando se celebró la XXXII reunión del Consejo y se produjo el

cambio de directiva retomando nuevamente México la presidencia, se ha experimentado un resurgimiento de dicho organismo. La presidencia está trabajando para volver a convertir a DIRCAIBEA en un referente de las Administraciones de Carreteras de los países miembros, así como para darle

## LISTA DE ADMINISTRACIONES VIALES QUE DESIGNAN AL MIEMBRO TITULAR DE CADA PAÍS ANTE EL CONSEJO

Argentina	Dirección Nacional de Vialidad
Bolivia	Administradora Bolivariana de Carreteras - ABC
Brasil	Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes - DNIT
Chile	Dirección Nacional de Vialidad
Colombia	Instituto Nacional de Vías - INVIAS
Costa Rica	Viceministerio de Infraestructura
Cuba	Centro Nacional de Vialidad
Ecuador	Viceministerio de Infraestructura de Transporte
El Salvador	Viceministerio de Obras Públicas
España	Dirección General de Carreteras
Guatemala	Viceministerio de Infraestructura
Honduras	Subsecretaría de Infraestructura
México	Subsecretaría de Infraestructura
Nicaragua	Dirección General de Vialidad
Panamá	Dirección Nacional de Mantenimiento
Paraguay	Dirección de Vialidad
Perú	Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
Portugal	AMT - Autoridade da Mobilidade e dos Transportes
Puerto Rico	Departamento de Transportación y Obras Públicas
República Dominicana	Viceministerio de Operaciones y Mantenimiento Vial
Uruguay	Dirección Nacional de Vialidad
Venezuela	Viceministerio de Planificación y Desarrollo Integral de Transporte

Fuente: Reglamento de DIRCAIBEA

más visibilidad internacional estrechando lazos con otras instituciones. Actualmente se está desarrollando un Plan de Trabajo trienal, apoyado en tres Comisiones (de Planificación, de Comunicación y de Tecnología), y se ha renovado el Plan de Acción con la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC).

La agenda de la XXXVIII reunión celebrada en Sevilla ha comprendido dos días de trabajo en el que se abordaron los siguientes temas:

- Desarrollo del Plan de Trabajo trienal 2016-2019.
- Elaboración de la actualización del Plan para el siguiente periodo, 2020-2022.

- Plan de Acción con la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), con el análisis de la finalización del ciclo de trabajo 2016-2019 con el XXV Congreso Mundial de la Carretera y la participación en el próximo ciclo de trabajo 2020-2023.

La reunión fue inaugurada por el Secretario General de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, Julián López Milla, quien hizo una descripción de la importancia de la carretera en el transporte interior de viajeros y mercancías en nuestro país, acorde con el importante desarrollo experimentado por las infraestructuras viarias en España en las últimas décadas, y animó a los miembros del Consejo a continuar co-

laborando conjuntamente al objeto de promover la mejora de la infraestructura viaria en sus respectivos países.

El representante de España en el Consejo es el Director General de Carreteras, Javier Herrero Lizano, quien estuvo acompañado de los ingenieros de su equipo con responsabilidad en esta materia.

La reunión contó además con la participación del Presidente de la Asociación Mundial de la Carretera, Claude Van Rooten, así como del Director Técnico de ésta, Miguel Caso-Flórez. Y fue organizada con la colaboración de la Asociación Técnica de Carreteras, ATC.

La reunión del Consejo se desarrolló, como viene siendo habitual, en un ambiente de cooperación mutua, y con el deseo de dar un paso más en la consecución de los objetivos de esta organización que reúne a países que comparten una cultura y una historia común.

Con la finalidad de hacer aún más fructífera la visita de los miembros del Consejo de DIRCAIBEA a España, ésta se completó con la participación en la Conferencia Internacional sobre Gestión de Puentes en Servicio (organizada por la Asociación Técnica de Carreteras en Sevilla los dos días previos a la reunión del Consejo). Dicha conferencia tuvo una gran acogida entre los miembros del Consejo, dada la gran preocupación que la conservación y explotación de este tipo de estructuras representa para las Administraciones de Carreteras de todo el mundo. Y constituyó un elemento más de intercambio de conocimiento y experiencias, con la exposición de los sistemas de gestión de estructuras que se desarrollan en países latinoamericanos como México y Chile.

La próxima reunión del Consejo se realizará en octubre en Abu Dabi, coincidiendo con la celebración del XXVI Congreso Mundial de Carreteras de PIARC, a invitación de dicha asociación y al objeto de profundizar los lazos de colaboración entre ambas, como ya se hiciera en el año 2015 en Seúl con motivo del XXV Congreso Mundial. ❖



# Jornada Técnica “De Camino” organizada por ACEX



La Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX) organizó el 26 de abril en Santo Domingo de la Calzada la Jornada Técnica “De Camino”.

Previamente a dicha jornada, la tarde del 25 de abril, sirvió de antesala con la celebración de la XXI mesa de conservación de carreteras en la que se contó con la participación de 11 administraciones autonómicas representadas por sus jefes de servicio de conservación acompañados de los directores generales de carreteras de las mismas.

También se sumaron a esta cita representantes del Ministerio de Fomento, encabezados por su director general de carreteras, Javier Herrero, y de la Dirección General de Tráfico.

Posteriormente, a las 19:00, asistimos a la apertura de la Puerta del Perdón de la Catedral donde se celebró la inauguración del Año Jubilar Calceatense oficiada por el cardenal Ricardo Blázquez y cantada por el coro del Vaticano.

Entrando en detalle de la jornada “De Camino” debemos comenzar diciendo que las carreteras tienen una historia apasionante. Y en esta

Jornada, que se enmarcó, como ya hemos dicho, en el entorno del primer milenario del nacimiento de Domingo García, Domingo “el de la calzada”, el patrono de los Cuerpos de Obras Públicas, de los ingenieros de caminos, canales y puertos y de los ingenieros técnicos de obras públicas, se puso en valor la historia de las carreteras que constituyen un elemento básico para la movilidad de los ciudadanos y la economía de nuestro país.

La jornada fue inaugurada a las 9:00 por el Consejero de Fomento y Política Territorial del Gobierno de

La Rioja, D. Carlos Cuevas Villoslada acompañado por el director general de carreteras del Ministerio de Fomento, D. Javier Herrero Lizano, la subdirectora general adjunta de movilidad de la DGT, D<sup>a</sup> Ana I. Blanco Bergareche, el alcalde de Santo Domingo de la Calzada, D. Agustín García Metola, y el presidente de Acex, D. Luis Fernández Gorostiza.

De izquierda a derecha: Ana I. Blanco Bergareche, Agustín García Metola, Carlos Cuevas Villoslada, Javier Herrero Lizano y Luis Fernández Gorostiza.

La primera ponencia corrió a cargo de Isaac Moreno, quien habló de la historia de las vías romanas, analizando el transporte, los carros y la construcción de las mismas. Finalizó explicando pormenorizadamente como identificar dichas vías.

El segundo turno fue para Aniceto Zaragoza que expuso la importancia de los caminos en la historia y su innegable relación directa con el poder, la expansión y el comercio, entre otros.

A continuación Ignacio García-Arango se centró en la historia de las carreteras en España, concretamente en los siglos XVIII y XIX, cuando el estado, en la época de los Borbones, se hizo cargo de una red en pésimas condiciones. Creando escuelas específicas para formar ingenieros, las cuales darían pie a la creación de la escuela de ingenieros de caminos, canales y puertos.

En cuarto lugar Manuel Durán mostró la calidad técnica y la destreza con la que se construyeron los puentes romanos de Hispania, y destacó sus aspectos constructivos más originales y habituales que les transformaron en paradigmas de obras bien construidas y en modelos a estudiar y aplicar en la construcción de los puentes de fábrica hasta finales del siglo XIX.

La última ponencia fue de Carlos Casas Nagore, quien además coordinó la jornada, que habló del pasado y presente de la conservación de

### IMPOSICIÓN DE MEDALLAS DE LA COFRADÍA DEL SANTO



Al acto acudieron a recoger la mencionada distinción las siguientes entidades:

- Diputación Foral de Álava
- Dirección General de Tráfico
- Junta de Andalucía
- Ministerio de Fomento
- Diputación Foral de Bizkaia
- Xunta de Galicia
- Gobierno de Cantabria,
- Gobierno de La Rioja
- Junta de Castilla y León
- Comunidad de Madrid
- Servei Català de Trànsit
- Consell de Mallorca
- Generalitat de Catalunya
- Región de Murcia
- Gobierno de Extremadura
- Cabildo insular de Tenerife

carreteras en España. Mostró cuales eran los medios con los que se contaba en cada época, los planes y técnicas utilizadas hasta llegar a la consolidada conservación integral de carreteras que rige los contratos de conservación del Ministerio de Fomento.

Toda la información completa sobre las ponencias está disponible para su descarga en [www.acex.eu](http://www.acex.eu)

en la sección de Jornadas Técnicas.

La jornada concluyó en la Casa de la Cofradía del Santo con la imposición de medallas a las direcciones generales de carreteras y de tráfico. Acto que llenó el salón de las Doncellas, donde Pablo Sáez Villar, Director Gerente de Acex y natural de Santo Domingo de la Calzada, hizo de maestro de ceremonias.❖

# Ampliación del Puente de Rande



Las obras de ampliación de capacidad del tramo de la autopista AP-9 entre los enlaces de O Morrazo y Teis han permitido la transformación y mejora del tramo con mayor intensidad de tráfico dentro de las comunicaciones por carretera del eje atlántico del noroeste peninsular, dotando a la autopista de un tercer carril por sentido en un tramo de casi 6 kilómetros de longitud.

La ampliación del puente de Rande, puente atirantado de 400 metros de luz de vano principal y

longitud total de 704 metros, puesto en servicio en 1981, es el hito más significativo de las obras.

Se trata de una actuación inédita y pionera en el ámbito de la ingeniería civil a nivel mundial, ya que no existen precedentes conocidos ni en Europa ni en el resto del mundo de una ampliación lateral sobre un puente atirantado de gran luz como el de Rande, más aún si se tiene en cuenta que dicha ampliación se ha realizado con el puente en servicio en todo momento.

Los condicionantes tenidos en

cuenta para la ejecución de las obras ha sido los de conseguir una nula afección medioambiental a la ría de Vigo, nula afección a la capacidad viaria del tráfico rodado sobre el puente y sus accesos, máxima seguridad para el tráfico y en la ejecución de la obra, y máximo aprovechamiento de la capacidad resistente del puente actual.

La ampliación del puente de Rande se ha conseguido adosando, a cada uno de los lados exteriores de las pilas principales y a la distancia necesaria para salvar el ancho de



sus fustes, un nuevo tablero metálico cuya base está formada por un cajón y una celosía exterior metálicos, y una losa superior de hormigón armado; esta estructura se ha unido mediante celosías interiores metálicas ancladas al tablero original mediante rótulas.

El sistema de sustentación del tablero ampliado es un sistema análogo al original, con 80 nuevos tirantes anclados en uno de sus extremos a un elemento metálico de fijación con forma de U invertida situado en coronación de las pilas principales, y al cajón del nuevo tablero metálico en el otro extremo.

Los trabajos de ampliación del puente de Rande se desarrollaron de manera intensiva durante 16 meses entre agosto de 2016 y diciembre de 2017. La inversión global para el tramo completo de obras ascendió a 191,6 MM€.

La obra de ampliación del puente de Rande ha sido galardonada como finalista de los premios a

la Mejor Estructura (Outstanding Structure Award, OSTRA), otorgado por la Asociación Internacional de Puentes e Ingeniería Estructural (IABSE – International Association for Bridge and Structural Engineering), asociación científico-técnica que reúne a miembros de más de 100 países en torno a 51 grupos nacionales en todo el Mundo, con sede en Zurich (Suiza).

La ampliación del puente de Rande ha quedado sólo por detrás del puente Mersey Gateway, en Liverpool (Reino Unido), habiendo superado al puente Mukogawa, (Japón), tercer clasificado.

El premio IABSE OSTRA (Outstanding Structure Award) fue establecido en 1998 y es una de las más altas distinciones otorgadas por IABSE, reconociendo cada año a las estructuras más singulares, innovadoras y creativas del mundo. La sostenibilidad y el respeto al medio ambiente de la obra son igualmente relevantes. Anteriormente han sido

premiadas obras como el Nuevo Puente de la Bahía de San Francisco o la Torre Burj Khalifa en Dubai. El jurado del premio está compuesto por prestigiosos ingenieros de ámbito internacional.

El OSTRA 2019 se suma al Premio ITS 2019 otorgado en abril en Madrid a la ampliación del puente de Rande, en esta ocasión con distinción especial a las direcciones generales de Tráfico y Carreteras por la coordinación y el sistema implantado, que permitió mantener los mismos niveles de tráfico antes y durante las obras de ampliación (60.000 vehículos diarios). La ampliación de Rande recibió su primer gran galardón en 2018, el Premio Acueducto de Segovia, por su respeto al medio ambiente y a la lámina marina durante la realización de las obras.

Los galardones de los IABSE OSTRA 2019 se entregarán en el mes de septiembre de 2019 en Nueva York. ❖

# Reunión del Comité Ejecutivo de PIARC en Buenos Aires



La ciudad de Buenos Aires fue en esta ocasión la sede de la reunión del Comité Ejecutivo que la Asociación Mundial de la Carretera celebró en el mes de abril. Como viene siendo habitual, los días previos y posteriores al Comité se celebraron también las reuniones de la Comisión de Planificación Estratégica y de la Comisión de Comunicaciones. Como novedad, propiciada entre otros factores por la elección de la que fue sede de la reunión, se mantuvo un encuentro con los Primeros Delegados de Latinoamérica.

La Asociación Mundial de la Carretera (PIARC) es una asociación apolítica, sin ánimo de lucro, fundada en 1909 por varios gobiernos europeos, entre ellos el español, y que actualmente cuenta con 122 gobiernos miembros en todo el mundo. Su objetivo es la mejora de la cooperación internacional y el progreso en materia

de infraestructuras de carreteras y de transporte por carretera, mediante el intercambio de conocimientos, el análisis y la difusión de las mejores prácticas en la materia y la promoción de herramientas eficaces y útiles para la toma de decisiones.

El Comité Ejecutivo es responsable de la supervisión de la gestión de la Asociación, en conformidad con la política aprobada por el Consejo, máximo órgano de gobierno de la misma, y es asistido en sus funciones por las Comisiones de Planificación Estratégica, Finanzas y Comunicaciones, y por la Secretaría General. España cuenta tradicionalmente con un miembro en este órgano, que actualmente está ocupado, desde su elección en 2013 y su posterior reelección en 2017, por M<sup>a</sup> del Carmen Picón, quien desarrolla a su vez sus competencias en la Unidad de Apoyo de la Dirección General de Carreteras del

Ministerio de Fomento, responsabilizándose de las relaciones internacionales de dicho centro directivo.

El Primer Delegado de España y Director General de Carreteras del Ministerio de Fomento, Javier Herrero, participó también en las reuniones, al objeto de conocer de primera mano los trabajos que lleva a cabo esta Asociación y apoyar con su presencia la delegación española.

Apoyado en el trabajo previo realizado por la Comisión de Planificación Estratégica, el Comité Ejecutivo evaluó el desarrollo alcanzado por los distintos Comités Técnicos Internacionales y Grupos de Estudio durante el ciclo actual, 2016-2019, y el progreso en la preparación del próximo Congreso Mundial de Carreteras que se celebrará en Abu Dabi en octubre de este año, con el que culmina.

Se constató la importante contribución que la figura del Director

Técnico, puesto actualmente ocupado por Miguel Caso-Flórez, y cuya existencia ha sido una novedad de este ciclo, ha representado para mejorar la calidad de los trabajos que se desarrollan en torno al Plan Estratégico 2016-2019, así como su disponibilidad en los tiempos adecuados para ser presentados en el Congreso Mundial. Todo ello apoyándose en los Coordinadores de Tema Estratégico, uno por cada uno de los cinco temas de que consta el Plan Estratégico actual, entre los que se cuenta con Óscar Gutiérrez-Bolívar como coordinador del tema de Infraestructuras.

Asimismo, el Comité Ejecutivo aprobó la estructura principal del próximo Plan Estratégico, correspondiente al ciclo 2020-2023, que constará de cuatro Temas Estratégicos, que se desarrollan mediante 17 Comités Técnicos, 6 Grupos de Estudio y 2 Comités transversales, así como por diversos Proyectos Especiales sobre temas emergentes que se desarrollarán durante esos cuatro años. Los Términos de Referencia a desarrollar por cada uno de ellos fueron igualmente objeto de debate en la reunión. La redacción de este Plan, que ha sido liderada por M<sup>a</sup> del Carmen Picón, pretende dotar a éste de mayor flexibilidad para adaptarlo a las necesidades de un mundo en permanente cambio y poder satisfacer mejor los requerimientos de los socios de PIARC, así como, en definitiva, de todo el sector de la infraestructura y el transporte por carretera.

Esta labor ha sido determinante a la hora de nombrar a M<sup>a</sup> del Carmen Picón Presidente de la Comisión de Planificación al haber quedado vacante dicho puesto, ocupado hasta diciembre de 2018 por el entonces Subsecretario de Infraestructura de México, Óscar Callejo.

Entre las novedades que comprenden el proceso del nuevo Plan Estratégico se incluye el nombramiento de los Coordinadores de Tema Estratégico, Presidentes y Secretarios de los Comités Técnicos y Grupos de Estudio

## Plan Estratégico 2020 - 2023

### Estructura Principal

Tema Estratégico 1 La Administración de Carreteras	Tema Estratégico 2 Movilidad	Tema Estratégico 3 Seguridad y Sostenibilidad	Tema Estratégico 4 Infraestructura Resiliente
<b>COMITÉS TÉCNICOS</b>			
CT 1.1 Funcionamiento de las Administraciones de Transporte	CT 2.1 Movilidad en Áreas Urbanas	CT 3.1 Seguridad Vial	CT 4.1 Firmes
CT 1.2 Planificación de la Infraestructura Vial y del Transporte para el Desarrollo Económico y Social	CT 2.2 Accesibilidad y Movilidad en Áreas Rurales	CT 3.2 Explotación de la Red de Carreteras	CT 4.2 Puentes
CT 1.3 Financiación y Contratación	CT 2.3 Transporte de Mercancías	CT 3.3 Vialidad Invernal	CT 4.3 Movimientos de Tierra
CT 1.4 Cambio Climático y Resiliencia de la Red de Carreteras	CT 2.4 Sostenibilidad Medioambiental en las Infraestructuras Viales y el Transporte	CT 3.4 Gestión de Activos	CT 4.4 Túneles
CT 1.5 Gestión de Desastres			
Comité de Terminología Comité de Estadísticas de Carreteras			
<b>GRUPOS DE ESTUDIO</b>			
GE 1.1 Proyectos Bien Preparados	GE 2.1 La nueva Movilidad y su Impacto en la Infraestructura Vial y el Transporte	GE 3.1 Manual de Seguridad Vial	GE 4.1 Estándares de Diseño Vial
GE 1.2 HDM-4		GE 3.2 Seguridad en la Infraestructura y el Transporte por Carretera	

con antelación con respecto a ciclos anteriores, al objeto de involucrarlos de una manera precoz en la redacción del mismo y posibilitar así un rendimiento más efectivo desde su inicio. En esta elección, que se desarrolló en la reunión de Buenos Aires, han sido nombrados Secretarios siete españoles: José Manuel Blanco (C.T. 1.1 Funcionamiento de las Administraciones de Transporte), Roberto Llamas (C.T. 3.1 Seguridad Vial), José Valdecantos (C.T. 3.3 Vialidad Invernal), José del Cerro (C.T. 4.1 Firmes), Gonzalo Arias (C.T. 4.2 Puentes), Rafael López Guariga (C.T. 4.4 Túneles) y David Callejo (C.T. Terminología).

Asimismo, el Comité Ejecutivo conoció las actividades desarrolladas y previstas por los distintos Comités Nacionales, como el español – la Asociación Técnica de Carreteras, ATC-, y la estrategia que se está llevando a cabo para seguir incrementando la participación de éstos en la Asociación Mundial y las relaciones entre los mismos. Y debatió sobre cuestiones relevantes en materia económica y de comunicaciones, donde se está trabajando intensamente para dar mayor visibilidad a la Asociación, así como

para adaptarla a los tiempos actuales, incluso con la renovación de su logo.

Como complemento a la reunión del Comité Ejecutivo y dado que éste se celebraba en Buenos Aires y que uno de los Vicepresidentes de la Asociación es Miguel Salvia, ex Administrador de Vialidad y ex Presidente del Comité Nacional Argentino, se mantuvo un encuentro entre algunos miembros relevantes del mismo y los Primeros Delegados de Latinoamérica, el día posterior a la terminación de aquél.

A dicha reunión fue invitado, por su especial vinculación con Latinoamérica, el Primer Delegado de España, Javier Herrero. En la misma se analizaron la participación de los países de esa región en la Asociación Mundial y las ventajas que ello representa para ambas partes, y se exploraron fórmulas para incrementar las sinergias actuales.

La próxima reunión del Comité Ejecutivo se realizará en octubre Abu Dabi, coincidiendo con el Congreso Mundial de Carreteras. Y en marzo de 2020, el Comité Ejecutivo celebrará la primera reunión del ciclo de trabajo 2020-2023 en Madrid. ❖

# Reuniones de los Comités Técnicos de PIARC

## Comité TC.D2 “Firmes de Carreteras”

El pasado mes de abril el Comité Técnico D.2 Firmes de PIARC celebró en Bruselas la que será su última reunión antes de la celebración del XXVI Congreso Mundial de la Carretera que se celebrará en Abu Dabi (Emiratos Árabes Unidos) del 6 al 10 de octubre. El objeto principal de la reunión fue dar un último repaso a los trabajos realizados por los diversos grupos de trabajo, organizar las sesiones técnicas que tendrán lugar en Abu Dhabi y preparar las conclusiones de cuatro años de trabajo, además de los diferentes talleres que se incluirán en el Congreso Mundial como el de firmes en pistas de aterrizaje

El Comité Internacional de Firmes cuenta con tres grupos de trabajo, cuyas actividades se describen a continuación.

1. Soluciones de pavimentación ecológica y materiales de firmes sostenibles (Green Paving Solutions and Sustainable Pavement Materials). Se ha elaborado un estado del arte en el que se recogen las buenas prácticas, las nuevas tecnologías y los retos existentes en el campo de los firmes sostenibles. Para ello se elaboró una encuesta que se distribuyó a nivel mundial y en la que se han recogido las contribuciones de

autoridades viales, contratistas y centros de investigación de un total de 20 países diferentes. El análisis de las respuestas recibidas permite dar una amplia panorámica de las técnicas utilizadas para mejorar la sostenibilidad del firme en las distintas fases de su ciclo de vida, así como el estado actual en la contratación pública ecológica.

2. Firmes de bajo coste (Low Cost Pavement Systems). La tarea de este grupo de trabajo no ha sido sencilla, comenzando por la definición de su alcance, que finalmente incluye los costes



Miembros del Comité Técnico TC D.2 “Firmes de Carreteras” de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC)

derivados de la construcción, la conservación y los impactos ambientales. El informe que se ha elaborado describe los objetivos perseguidos por este tipo de firmes, los factores que conllevan a seleccionar la alternativa más adecuada y la descripción general de estas alternativas, así como su análisis del ciclo de vida.

3. Técnicas no destructivas de auscultación y ensayo de firmes (Non-destructive Pavement Monitoring and Testing Techniques). Este grupo de trabajo ha redactado un informe que es continuación del informe titulado "Estado del arte de la auscultación del estado de la carretera" finalizado en 2015 (referencia PIARC 2016R17EN). El informe de 2015

describía las modernas técnicas de toma de datos del estado de la carretera y de la interacción vehículo/carretera, proporcionando una visión general de las prácticas existentes y las tecnologías emergentes. El informe de 2019 actualiza algunos capítulos como consecuencia del desarrollo de nuevas técnicas, algunas todavía en fase de experimentación.

La reunión, tuvo lugar en Bruselas, en el Belgian Road Research Centre, donde los participantes tuvieron la oportunidad de conocer su laboratorio en la cercana localidad de Sterrebeek y poder intercambiar experiencias con los investigadores de las diferentes áreas de trabajo (auscultación, geotecnia, y firmes).

Este laboratorio fue creado en 1952 con la misión de promover el progreso tecnológico en la construcción de carreteras a través de la investigación, el desarrollo y la transferencia de conocimientos. Con una plantilla de más de cien personas las actividades del BRRC abarcan un gran número de disciplinas: materiales, diseño y construcción, conservación y gestión, seguridad vial, movilidad, señalización de tráfico y protección del medio ambiente.

Los informes del Comité de Firmes están muy avanzados y los miembros españoles, Jesús Díaz (IECA) y Julio Vaquero (M<sup>o</sup> Fomento) se están haciendo cargo de la elaboración de sus versiones al español que, junto con el francés y el inglés, es lengua oficial de PIARC. ❖

## Comité TC.D1

### "Gestión del Patrimonio "

A inicios del mes de abril se ha celebrado en Liubliana (Eslovenia) la última reunión del ciclo 2016-2019 del Comité Técnico TC D.1 de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), encargado de la Gestión del Patrimonio o 'Asset Management' en inglés.

Dicha reunión se ha centrado sobre todo en finalizar los trabajos pendientes por parte de los diferentes grupos de trabajo y en preparar las presentaciones de los resultados de cara al XXVI Congreso Mundial de la Carretera, que se celebrará en Abu Dabi entre los días 6 y 10 de octubre de 2019 y que significará el final del ciclo actual de PIARC y el comienzo del siguiente.

Para el ciclo que ahora termina, el Comité Técnico TC D.1 ha organizado su trabajo principalmente en

las siguientes cuatro líneas temáticas:

- Manual de Gestión de Patrimonio: se ha desarrollado un manual cuyo objeto es servir de ayuda a los países, independientemente de su estado de desarrollo, para mantener sus infraestructuras y poner en práctica estrategias para gestionar su patrimonio vial. También ofrece una amplia gama de recomendaciones, que van desde las técnicas disponibles hasta estrategias adecuadas de organización. El manual se ha organizado en cuatro temas: Gestión, Datos y Modelización, Planificación, Aplicación.
- Difusión y educación en la importancia de la gestión del patrimonio: se ha elaborado un informe que sirva para impulsar

la difusión de la importancia de la gestión del patrimonio vial así como la educación en técnicas modernas de la gestión del mismo. Dicha educación debe orientarse principalmente a los empleados de las administraciones de carreteras, pero también a otros grupos relacionados (empresas constructoras y de ingeniería, bancos, empresas aseguradoras ...)

- Innovación en la gestión del patrimonio: el informe realizado se basa en encuestas realizadas a 64 administradores de carreteras y analiza la transformación de la gestión del patrimonio viario a partir de la aparición de la norma ISO 55000 y como consecuencia de la revolución digital en la que se encuentra inmersa la socie-



Miembros del Comité Técnico TC D.1 "Gestión del Patrimonio" de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC)

dad, lo que está provocando la aparición de numerosas tecnologías aplicables a la gestión del patrimonio. Este proceso está lejos de finalizar y es posible afirmar que parte de las innovaciones en el futuro se caractericen por la integración de BIM con los sistemas de gestión de activos existentes.

- HDM-4: dicho software, que sirve desde hace tiempo en muchas administraciones como herramienta para el análisis, la planificación, gestión y toma de decisiones relacionadas con la inversión de carreteras, está siendo actualizado con la asistencia del consorcio HDM Global y la nueva versión estará disponible en enero de 2020. Dicha nueva versión actualiza la funcionalidad del programa, aunque por el momento no incluye cambios en los análisis o modelos.

Además, durante este ciclo se ha constituido también otro grupo de trabajo transversal formado miembros de países Latinoamericanos y España.

De cara al Congreso Mundial de la Carretera en Abu Dabi, los resultados del trabajo del comité TC D.1 durante este ciclo será presentado en diferentes momentos del congreso:

- Sesión técnica de 'Asset Management' (tarde del lunes 7 de octubre). En esta sesión se presentarán los resultados de las líneas de trabajo desarrolladas por el comité y que se han comentado en el epígrafe anterior. Además, incluirá varias presentaciones de las comunicaciones de expertos externos que han sido seleccionadas por dicho comité.
- Taller dedicado a la herramienta HDM-4 (mañana y tarde del martes 8 de octubre). Llevará como asunto principal el uso actual de la herramienta a través de diferentes casos de estudio, y también se tratarán asuntos relacionados con un posible mapa de ruta para el desarrollo futuro de esta herramienta como apoyo de la Gestión del Patrimonio.
- Taller dedicado al 'Asset Management' (tarde del miércoles 9 de octubre). Llevará como título 'Gestión del Patrimonio. ¿Importa?'. En dicho taller se procurará establecer una dinámica entre los ponentes y el público a través de una herramienta interactiva, de forma que se permita visualizar varios aspectos prácticos del trabajo desarrollado por el comité: cómo utilizar el Manual de Gestión de Patrimonio de PIARC,

ejemplos de nueva tecnología aplicable ... Constará también de diferentes mesas redondas.

- BIM enfocado a 'Asset Management' (comprendida en la sesión de BIM prevista para la mañana del miércoles 9 de octubre). Estará enfocada principalmente en la futura integración de los Sistemas de Gestión del Patrimonio existentes actualmente con la metodología BIM que se encuentra en proceso de implantación para los nuevos activos (diseño, construcción y conservación).

Por último, cabe destacar de esta reunión en Liubliana la excelente acogida por parte de los anfitriones eslovenos con el comité. Mencionar igualmente la interesante visita del último día de reuniones a un centro de conservación y de gestión de tráfico de DARS (empresa pública de autopistas de Eslovenia), donde se comentó entre otros aspectos los efectos positivos que ha generado la sustitución de las áreas de peaje tradicionales por la implantación tanto de la viñeta para vehículos ligeros (desde el año 2008), como de sistemas electrónicos de peaje free-flow para vehículos pesados (desde el año 2018). ❖

# XXVI Congreso Mundial de la Carretera

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



El evento incluirá 150 presentaciones con más de 50 talleres de trabajo y sesiones. Reunirá a muchos ministros y viceministros de los 121 países miembros y a más de 5.000 delegados procedentes de más de 100 países, haciendo un total de más de 8.000 participantes. El Congreso irá acompañado de una gran exposición con casi 300 expositores y aproximadamente 20.000 visitantes. Formará parte de la ya larga historia de Congresos Mundiales de la Carretera, historia que comenzó en 1908 en París.

EL XXVI Congreso Mundial de la Carretera de PIARC será una oportunidad única para presentar los numerosos resultados técnicos y mejores prácticas en todas las áreas relacionadas con la carretera y el transporte por carretera. Está dirigido a todas las partes interesadas del mundo entero, tanto del sector público como del privado, que podrán reunirse para presentar y debatir sobre los nuevos planteamientos y soluciones y compartir sus experiencias. ❖



CONECTANDO CULTURAS  
FORTALECIENDO ECONOMÍAS  
6 - 10 Octubre 2019

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

# Reunión del Grupo de Trabajo Valor patrimonial de los puentes del Comité de Puentes de la ATC

## Centro de Boecillo (Valladolid) y visita al puente de Alcazarén

El pasado día 6 de junio el grupo de trabajo del Comité de Puentes de la ATC-PIARC Valor patrimonial de los puentes, coordinado por Javier León, celebró su séptima reunión de trabajo en el centro de conservación de Boecillo (Valladolid), con la asistencia, además de la mayor parte de los miembros del grupo, de M<sup>a</sup> Rosario Cornejo Arribas (Directora Técnica de la DGC y Presidenta de la ATC), Pilar Crespo Rodríguez (Jefe de Área de Estructuras de la DGC) y Jesús Castillo Oli (Director Técnico de Conservación del Patrimonio de la Fundación Santa María La Real) y de Javier Payán de Tejada (Jefe de Unidad de Valladolid, que hizo las veces de anfitrión de la reunión y de la posterior visita técnica).

Este grupo de trabajo se constituyó hace año y medio con el objeto de elaborar un documento que pueda

servir de guía a las Administraciones, a los técnicos, a los docentes y a todas las personas interesadas, para identificar los valores patrimoniales de los puentes de una determinada red, ya sea de carreteras o ferroviaria, urbana o interurbana.

Javier León, coordinador del grupo, ha configurado para ello un equipo multidisciplinar constituido por arquitectos y aparejadores, historiadores e ingenieros de diversas disciplinas, de forma que puedan englobar las distintas sensibilidades que requiere una tarea como ésta.

Después de la reunión se realizó una visita al Puente de Alcazarén, sobre el río Eresma, también denominado Puente Mediana, una obra bastante desconocida, que, según una primera investigación documental, fue levantado en el siglo XVII por

Francisco de Praves (1585 – 1637), arquitecto del Duque de Lerma y Maestro Mayor de Obras del rey Felipe IV, para dar servicio al camino real de Valladolid a Toledo. El puente está formado por dos bóvedas apuntadas, percibiéndose en sus paramentos las diferentes etapas constructivas a partir de los distintos patrones de las fábricas dispuestas. La piedra empleada en la sillería es una caliza de páramo, típica de la zona, pudiendo distinguirse en algunas piezas las marcas de cantero propias de la época.

Además de disfrutar de la visita a esta interesante obra, el puente va a servir, entre otros seleccionados, para calibrar la metodología adoptada por el grupo de trabajo para su aplicación a la valoración patrimonial de los puentes. ❖



Los miembros del Grupo de Trabajo "Valor patrimonial de los puentes" del Comité de Puentes de la ATC-AIPCR, durante su visita el pasado 6 de junio al puente de Alcazarén, en Valladolid.



Vista de la fábrica del intradós de una de las bóvedas (caliza de páramo)

# CONFERENCIA INTERNACIONAL GESTION DE LA CONSERVACION DE LOS PUENTES



Los días 20 y 21 de mayo pasados, se celebró en el Hotel Ayre de Sevilla la citada conferencia, organizada por la ATC. Contó con la asistencia de unas 250 personas entre profesionales y técnicos de la materia.

El acto de inauguración estuvo a cargo de Dña. Rosario Cornejo, presidenta de la ATC, D. Claude Van Rooten, presidente de la PIARC (Asociación Mundial de la Carretera), D. Enrique Manuel Catalina, Director General de Carreteras de la Junta de Andalucía, D. Javier Herrero, Director General de Carretera del Ministerio de Fomento y D. Antonio Muñoz Martínez del Ayuntamiento de Sevilla. Dieron la bienvenida a los asistentes, además el presidente de PIARC comentó algunas características de la asociación y nos animó a acudir al Congreso Mundial

de Carreteras que se celebrará este mismo año, en octubre, en Abu Dabi.

Hay que destacar que esta conferencia coincidió con los días previos a la reunión de DIRCAIBEA (consejo de directores generales de carreteras de Iberia e Iberoamérica), lo cual hizo posible la participación de colegas de diferentes países, dándole un enfoque internacional y más atractivo por el intercambio de conocimientos y experiencias.

A continuación tuvo lugar la Conferencia Inaugural a cargo de D. Javier Rui-Wamba, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, presidente de Esteyco y fundación Esteyco, miembro de la Real Academia de Ingeniería, medalla al Mérito Profesional del colegio de ICCP 1992, medalla de Honor del Colegio de ICCP 2013 y Premio Nacional

de Ingeniería 2016, entre otros muchos logros. En su brillante y divertida exposición, empezó señalando que "los puentes son parte del itinerario que es su razón de ser". "Los puentes sirven para comunicar orillas, para salvar obstáculos, por eso son -junto con la verdad- las primeras víctimas de las guerras". Señaló además que para que un puente dure toda la vida, ha de estar toda la vida en construcción, y puso como ejemplo al puente de Alcántara, en Cáceres, muchas veces restaurado. Hizo un repaso de algunos de los puentes más significativos del mundo, así como de la evolución de los transportes que marcan también la evolución de los puentes. Para finalizar nos recordó que en tiempos en los que se tiende de nuevo a construir murallas, los puentes sirven para comunicarnos.

### La sesión 1, trató sobre la gestión de los puentes. Estuvo moderada por Dña. M<sup>a</sup> Carmen Picón.

En primer lugar D. Alvaro Navareño, habló sobre los antecedentes de la gestión de los puentes en la DGC, y sobre el inventario de puentes así como de los tres niveles de inspecciones de que consta el sistema de gestión de puentes de la DGC del M<sup>o</sup> de fomento. A continuación, D. Eduardo Soto, trató sobre el sistema de gestión de puentes de la Dirección General de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas en Chile. Posteriormente D. Luis Rojas trató sobre la gestión de los puentes en Méjico; hizo un repaso de la Red de carreteras Mejicana, y trató sobre los diferentes programas de actuaciones que tiene implementados: actuaciones rutinarias, periódicas, de refuerzo y de reconstrucción. D. Nicolas Bardou trató sobre los indicadores de comportamiento en puentes. Hizo un repaso del contexto para los gestores de puentes tras la catástrofe del puente de Génova en 2018, como es el envejecimiento del parque de puentes, los cambios en las condiciones de uso y la disminución de los recursos para conservar. Además destacó las nuevas exigencias de la sociedad. Transparencia, medioambiente, socioeconómicas y de seguridad. Y presentó algunos ejemplos de indicadores que se han considerado en varios trabajos internacionales, como son la ACCION COST TU 1406, y el comité internacional de PIARC, además de poner algún ejemplo de indicadores de gestión de puentes considerado en el grupo Vinci Autoroutes. Para finalizar, D. Javier León, presentó algunas ideas para considerar los riesgos en los puentes. Riesgos, explicó, que deben venir asociados a una probabilidad de fallo y a unas consecuencias de dicho fallo. Como son los accidentes: por problemas de gálibo, por cruce ferroviario, por incremento de solicitudes. También riesgos, denominó, por razones tecnológicas: los anteriores a 1970, atirantados, metálicos tipo



Mesa de inauguración de la Conferencia Internacional integrada, de izquierda a derecha, por D. Claude Van Rooten, D. Antonio Muñoz Martínez, D. Javier Herrero Lizano, D. Enrique Manuel Catalina Carmona y D.<sup>a</sup> María del Rosario Cornejo Arribas.

celosías, apoyos a media madera, de fábrica en estuarios, entre otros. Finalmente explicó clases de consecuencia con distintos e interesantes ejemplos.

A continuación se celebró una mesa redonda sobre la Puesta en Valor del Patrimonio de Puentes, moderada por D. Javier Herrero, en la que participaron D. Claude Van Rooten, D. Eduardo Soto, D. Hugo Corres, D. Luis Rojas y D. Enrique Manuel Catalina. Destacaron que las administraciones son cada vez más sensibles a la conservación de su patrimonio, y en particular a los puentes. Y que es preciso valorarlos desde muy distintos puntos de vista. Pusieron de manifiesto que queda mucho por hacer en cuanto a reivindicar la importancia de estas obras ante los usuarios en general y ante la sociedad. Y buen ejemplo de esto, es el tratamiento que el séptimo arte, el cine, ha dado a algunos puentes y la relevancia que estos han tenido; frente a la poca relevancia que somos capaces de darles a otros puentes importantes por otros cauces.

### Sesión 2, trató sobre lecciones aprendidas y su difusión. Estuvo Moderada por D. Alvaro Navareño.

D. Luis Rojas, trató sobre el comité internacional de puentes de PIARC, detalló algunas de las líneas de actuación en este comité, y recalcó en su conferencia la importancia de hacer estructuras accesibles para su mantenimiento; además insistió en un buen control del proyecto y de la construc-

ción de las obras. D. Miguel Caso, trató sobre fallos imprevistos en la infraestructura; Proyecto especial de PIARC. Señaló que este tipo de proyectos responde a cuestiones emergentes del sector de la carretera en un tiempo limitado (12 meses). El Objetivo del proyecto fue apoyar a las administraciones de carreteras a comprender las enseñanzas y las oportunidades de los Fallos Imprevistos en la Infraestructuras. Se seleccionaron 15 casos de estudio de distintos países, y se determinó que en el Ciclo de Gestión de estos "Fallos" pueden establecerse cuatro niveles: mitigación, preparación, respuesta y recuperación. Como conclusión afirmó que este tipo de fallos, no previstos, pueden planificarse por parte de las administraciones, mediante el establecimiento de centros de control de comunicación, mediante el uso adecuado de redes sociales o mediante la identificación permanente de las lecciones aprendidas, entre otros factores.

D. Gonzalo Arias habló sobre mejoras para el proyecto y la construcción basadas en la conservación. Señaló que muchas veces, los costes futuros superan con creces la inversión de capital inicial considerando las inspecciones y el mantenimiento. Y que han de preverse desde el diseño las inspecciones de las estructuras. A continuación, D. Fernando Pedraza, trató sobre la planificación y mantenimiento de la conservación desde el diseño y la construcción. Puente de 1812 en Cádiz. Señaló que en muchas



Visita técnica a los puentes sobre el río Guadalquivir.



Vistas a la Torre del Oro desde el lugar de celebración del coctel.

ocasiones los grandes puentes deben integrar un sistema de explotación a semejanza del de los túneles. Además que todos los puentes deben incluir, esbozado ya en fase de proyecto y acorde con su envergadura: Un plan de inspección, un manual de conservación y mantenimiento, y un manual de explotación. Puso como ejemplo el puente de 1812 en Cádiz, y expuso parte de las principales instalaciones y características de la citada obra. Finalmente, D. Emilio Criado, trató sobre el plan de mantenimiento de puentes; Guía metodológica. Señaló el importante problema heredado hoy día de la falta de sensibilidad hacia la conservación de las normativas antiguas, y de los proyectos antiguos, lo que se manifiesta actualmente en puentes poco preparados para el mantenimiento. Por ello es importante, como lección aprendida, en las nuevas obras la necesidad de realizar planes de mantenimiento y de destinar recursos a la conservación, pensando en una adecuada durabilidad; aprovechando también las nuevas tecnologías que hoy están surgiendo y que suponen un reto para todos los técnicos.

Al finalizar esta segunda sesión tuvo lugar un breve coloquio, con algunas preguntas de los asistentes.

Posteriormente tuvo lugar la visita técnica, consistente en un recorrido en barco, por algunos de los puentes más importantes de Sevilla. D. Emilio Asensio, a modo de guía, fue narrando un resumen histórico y técnico de cada uno de los puentes, mientras

se desarrollaba el paseo en barco. El embarque se realizó junto a la torre del Oro, y el recorrido comprendió el puente del Centenario (1991), el puente de Las Delicias (1991) junto a la antigua ubicación del puente de Alfonso XIII desmontado en 1998, el puente de Los Remedios (1968), el puente de San Telmo (1931), el puente de Isabel II (1852) o puente de Triana en la antigua ubicación del denominado puente de barcas existente desde 1171 hasta 1852, y el puente del Cristo de la Expiración (1991).

Finalmente, tras el desembarco, se celebró un coctel en la terraza de un restaurante junto al Guadalquivir, con vistas a la Torre del Oro que sirvió de colofón a la jornada.

### **Ya el martes 21, se celebró la sesión 3, sobre experiencias. Estuvo moderada por Dña. Rosario Cornejo.**

D. Jaime López-Cuervo, expuso su ponencia sobre actuaciones de emergencia, donde resumió el procedimiento para tramitar tales obras, y presentó algunos datos sobre inversiones, destacando que en los últimos tiempos la DGC invierte más de 20M€ en obras de emergencia en estructuras cada año. Presentó algunos ejemplos de actuaciones realizadas tras el terremoto de Lorca y daños por inundaciones. Dña. Pilar Crespo, trató sobre monitorización continua preventiva, destacando que si bien ha sido frecuente monitorizar estructuras singulares durante la construcción,

debe planificarse el uso de la monitorización durante la conservación de las mismas cuando sea necesario, manteniendo por tanto el historial de las medidas en el mismo; monitorización que en general puede ser de tipo dinámico y no solo estático; es el caso de los puentes atirantados, por ejemplo, como paso previo al estudio del comportamiento del puente y de parámetros específicos de los mismos, como el gradiente térmico. D. Alvaro Serrano, expuso la obra de ampliación del denominado Puente de Rande, en Vigo, que supuso un aumento de capacidad de la autopista AP-9. Se proyectó una calzada lateral a cada lado del tablero atirantado existente, a la vez que se reforzaron los pilonos y el resto del puente y mientras se mantuvo el tráfico existente. Obra que está recibiendo diversos premios y galardones a nivel internacional. D. Daniel Gonçalves, expuso su ponencia sobre el puente internacional sobre el Guadalquivir, en Ayamonte. Se trata de un puente atirantado, internacional y por lo cual hay constituido un grupo de trabajo entre España y Portugal para su gestión. Tras una minuciosa inspección del puente, actualmente se están ejecutando las obras de rehabilitación del tablero de hormigón y sustitución del sistema de atirantamiento. D. Miguel Angel Delgado, trató sobre la rehabilitación del denominado Puente de Treto en Cantabria, uno de los puentes de hierro (92.16% hierro forjado o pudelado, hierro fundido 7.05%, acero 0.67% bronce 0.02% y

plomo 0.1%), más antiguos de España, terminado en 1905, y actualmente en servicio. Puente que contaba en su momento con un tramo giratorio, que permitía el paso de embarcaciones.

Tras el Café, D. Francisco Millanes, expuso su ponencia sobre "Puente de Génova: algunas enseñanzas". Durante la misma, hizo un repaso de algunos de los numerosos e importantes accidentes acaecidos en la historia de los puentes. Así mismo, formuló una serie de interrogantes que fue respondiendo en la explicación, y que por su interés trascibimos a continuación: ¿Son inevitables los accidentes en puentes y estructuras? ¿Es necesario convivir con los riesgos e incertidumbres que de ellos se derivan? ¿Se aprende de las lecciones del pasado? ¿Cuáles han sido las respuestas de los ingenieros y las administraciones? ¿Dan las normativas y reglamentaciones las respuestas que se requieren? Históricamente no ha habido Cultura de la Conservación. ¿Se está produciendo o se ha producido ya un cambio en este sentido? ¿Se contemplan las distintas fases de la vida de un puente (concepción / proyecto / construcción / mantenimiento y conservación) de forma aislada e independiente o interrelacionada? Repercusiones que se derivan en relación con la docencia / ejercicio profesional / administraciones implicadas / reglamentación / etc.

Finalizó destacando el enorme interés de la puesta en común de la toda la información que puede extraerse de los resultados de las inspecciones

de cientos de puentes en los Sistemas de Gestión ya implantados en muchos países. A continuación, Dña. Susana Benavides, presentó su ponencia sobre la reparación del puente metálico de Villa del Río, en Córdoba. Hizo un resumen de cómo la DGC de la Junta de Andalucía realiza la conservación de las carreteras y puentes. Posteriormente D. Jose Romo, describió detalladamente la rehabilitación del puente metálico de Villa del Río, para devolverle la funcionalidad, mediante la reparación de los daños y la ampliación del tablero; manteniendo, a pesar de los condicionantes, el concepto estructural del puente y su imagen.

**La última sesión, la 4, estuvo dedicada a la importancia de la comunicación al usuario. Estuvo moderada por D. Miguel Caso.**

Se presentó una única ponencia, a cargo de D. Chris Waite, titulada experiencia de comunicación en obra de emergencia en puente en Edimburgo. En el estuario de Forth en Escocia, se localizan varios puentes singulares por su tipología. El Forth Road Bridge, fue objeto de una obra de emergencia en diciembre de 2015, tras la detección (el día 1 de dicho mes) de una rotura en un elemento crítico metálico que obligó a cortar el tráfico en todo el puente el día 3 de ese mes. Esto tuvo una importante repercusión económica y social en Edimburgo, al provocar desvíos de 35 km alternativos cada día. Sin embargo, el tratamiento me-

diático que se le dio a este hecho fue muy relevante. Dando un tratamiento neutral y objetivo de la información y haciendo participe de las actuaciones a desarrollar a la población. Además de ello se planificó y ejecutaron las actuaciones de reparación pertinentes en todo el puente, no solo en la zona de rotura. Se realizaron trabajos las 24 horas, y a finales de diciembre se pudo abrir al tráfico de turismos, mientras que a finales de febrero se pudo abrir al tráfico de vehículos de transportes especiales. Siendo considerados todos los intervinientes en estas obras, de forma mediática como los "Héroes del Forth Bridge"

A continuación se celebró una mesa redonda sobre Comunicación Usuario-Administraciones y Gestores, moderada por Dña. Marta Rodrigo, en la que participaron D. Antonio Martínez Cutillas, D. Pablo Saez, D. Tomás Ripa, D. Miguel Caso y D. Chris Waite. La moderadora señaló que desde la entrada en vigor de la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno, el ministerio de fomento era una de las administraciones que más preguntas o requerimientos había recibido. Y que desde su entrada en vigor, era preciso reforzar la transparencia de la actividad pública, regular y garantizar el derecho de acceso a la información y establecer las obligaciones de buen gobierno que deben cumplir los responsables públicos. Se estableció un interesante debate sobre la dificultad de informar al público o usuarios de la carretera. Sobre si el lenguaje que empleamos es apropiado y los usuarios nos entienden, o si desde la ingeniería somos buenos comunicadores.

Por último, Dña. Charo Cornejo, D. Alvaro Navareño y D. Javier Herrero tras algunas reflexiones finales clausuraron la jornada agradeciendo a la organización el esfuerzo realizado y al público de la sala la asistencia y participación y esperando que la misma hubiese sido interesante y productiva. ❖



"Héroes del Forth Brigde"

# 2º Curso Responsable de Seguridad de Túneles de Carretera

Celebrado en las aulas de la ATC durante los días 18, 19 y 20 de junio de 2019

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.

Uno de dichos actores es el Responsable de Seguridad que supuso una novedad en nuestro país, que es nombrado por el Gestor del túnel y

que 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 de 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 inquietudes del Comité de Túneles de PIARC y también 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, se animó a la organización de este curso, del que ahora se ha celebrado su segunda edición.

En el ciclo 2011 – 2015 se constituyó un Grupo de Trabajo que elaboró el informe “El Responsable de Seguridad de Túneles de Carretera” que aborda 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.

Debe estar al día en el conocimiento de las diversas normativas de aplicación en las fases de proyecto, construcción y explotación y de las instalaciones y equipamientos técnicos para la amplia diversidad de posibles casos de túneles, implicarse en la elaboración de los manuales de explotación y en el plan de autoprotección y participar en la gestión de emergencias, simulacros y ensayos, por lo que todos estos temas se abordaron en el curso, añadiéndose el caso práctico de un simulacro de incidente.

El curso estuvo dirigido principalmente a personal en activo que venga desarrollando esta actividad, con alguna experiencia y que desee actualizar sus conocimientos completando su formación. ❖



Rafael López Guarga, director técnico del Curso



La Directiva 2008/96/CE sobre procedimientos de gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias supuso un punto de inflexión en materia de seguridad en la ingeniería de carreteras a nivel del conjunto europeo. Era la primera vez que se legislaba, y más en un ámbito supranacional, para definir y establecer unos procedimientos comunes y de aplicación reglada.

Pues bien, transcurridos ya unos años de aplicación de dichos procedimientos, la Comisión europea ha considerado conveniente mejorar algunos aspectos que se han mostrado a lo largo de estos años ineficientes e introducir otros novedosos. Por ello, ha promovido la modificación de dicha Directiva, cuya tramitación está en su etapa final por lo que muy próximamente verá la luz. Dado que algunas de las modificaciones planteadas por la Comisión han suscitado polémicas y discusiones técnico-políticas entre los países miembros, será a la hora de desarrollar los nuevos procedimientos y poner en marcha su

metodología de aplicación cuando se defina con detalle cómo se abordan por cada uno de ellos y cómo se resuelven las discrepancias metodológicas dentro del margen de actuación que admite la modificación de la Directiva. En todo caso, el fin de la Comisión con la promulgación de esta nueva Directiva es dar un paso más hacia la consecución del objetivo comunitario de reducción de los fallecidos en las carreteras europeas hasta tratar de conseguir cero muertes en el 2050.

Las modificaciones que se introducen en la Directiva vigente suponen un cambio importante de orientación tanto en el ámbito de carreteras a las que les afecta su aplicación como en el de los propios procedimientos de gestión y las correspondientes metodologías a aplicar, por lo que resulta necesario que las diferentes Administraciones de carreteras existentes en cada país las conozcan lo antes posible para planificar adecuadamente la adaptación de sus propios recursos y procedimientos para poder

cumplir con los nuevos requerimientos exigibles en los plazos establecidos.

En esta Jornada se abordarán temas novedosos y que afectarán a Administraciones y sus colaboradores (proyectistas, auditores, ingenierías, constructoras, conservadoras y explotadores de carreteras), por lo que es importante conocerlas previamente para establecer convenientemente los mecanismos necesarios para la aplicación de los nuevos procedimientos en nuestras carreteras y conseguir una adecuada financiación de las obras de mejora que surjan de los mismos. Además de divulgar, analizar y debatir sobre estos aspectos, se facilitará a todos los participantes el texto en español de la futura Directiva, para así poder consultar y matizar con mayor precisión los temas abordados en la Jornada.

Una Jornada para ser concedores privilegiados de las últimas novedades y modificaciones que la próxima Directiva nos impondrá y que cambiará nuestra forma de proceder.

Sede: Salón de Actos del CEDEX

Fecha: **24 de septiembre de 2019**

Director Técnico de la Jornada: Roberto Llamas, Presidente del Comité de Seguridad Vial de la ATC

# PRÓXIMOS EVENTOS ATC

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

- **Jornada Técnica: Modificación de la Directiva de Seguridad 20008/96/CED**  
Madrid, 24 de septiembre de 2019
- **Semana de la Carretera**  
*(en colaboración con la Asociación Española de la Carretera - AEC)*  
Santiago de Compostela, 29 al 31 de octubre de 2019
- **Feria Carretera y Nieve**  
*(en colaboración con la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras - ACEX)*  
Ezcaray (La Rioja), 19 al 21 de noviembre de 2019
- **Jornada Comités Nacionales de la ATC**  
Madrid, enero de 2020
- **XVI Jornadas de Conservación y Explotación de Carreteras**  
Málaga, junio de 2020

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



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

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



# CARLOS OTEO MAZO, HASTA SIEMPRE



Álvaro Parrilla Alcaide

El pasado sábado 2 de febrero de 2019, nos dejaba para siempre Carlos Oteo Mazo, Socio de Mérito y presidente del comité de Geotecnia Vial de la Asociación Técnica de Carreteras durante una década. En ese tiempo el comité ha crecido, ha celebrado numerosas jornadas, impartido cursos, publicado artículos y editado libros que llevan su impronta y en muchos casos su firma.

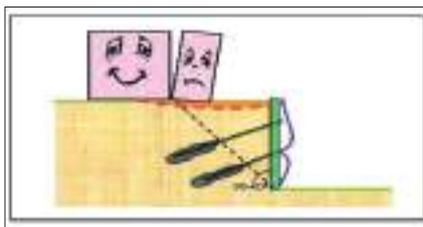
Carlos ha sido Director del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX, profesor de Universidad, asesor en numerosas obras, presidente de comisiones, comités... pero siendo todo ello importante, creo que es lo de menos. Nos deja la persona.

Cada uno de nosotros podría hablar de él desde su experiencia, permítanme en esta página de Rutas, la que fue su revista, hacerlo a mí.

Pertenezco a una generación de ingenieros que rondamos el medio siglo de vida a los que Jiménez Salas ya no nos dio clase, la asignatura de geotecnia en la Escuela de Caminos de Madrid la impartían entonces Santiago Uriel, Antonio Soriano y Carlos Oteo. Fue por tanto uno de mis maestros la primera vez que la geotecnia se me cruzó en la vida. Después y varias veces, volví a ser alumno suyo y posteriormente he podido trabajar y compartir con él muchos momentos, llenos de anécdotas.

Siempre recuerdo de sus clases, en aquellas fechas con transparencias de acetato, en que junto a las formulaciones, tablas y ábacos, rara vez faltaba un

dibujo de su mano en que alguien exclamaba ¡Cuidado que se cae!, un edificio con cara humana resoplaba aliviado porque habían recalzado sus cimientos o, como conclusión de la clase, Moisés enseñaba las tablas de la Ley con el decálogo de ideas de lo que acababa de explicar... siempre generaba una sonrisa que no podías evitar, por muy sesudo que fuese el tema que estaba tratando.



Cuando hablabas con él, te podía contar el caso de cierto día en que un famoso geotécnico internacional en una visita a España, observaba unas cajas de sondeos de una obra bastante problemática. Tras unos minutos de observación del testigo de arcilla ocre muy compacta, de desmenuzarla, olerla y hasta chupar ligeramente parte del material desmenuzado, ante el silencio sepulcral de los que le estaban obser-

vando, exclamaba "Oh! clay" y se marchaba, sin más.

Siempre recordaré su capacidad de abstracción y síntesis, que la primera vez me dejó atónito (luego, me acostumburé), así en cierta ocasión teníamos una nube de puntos que representaban diferentes variables en relación con fallos en taludes de distintas alturas, en varias provincias, algunos en arcillas, otros en rocas alteradas ... para el común de los mortales, una nube de puntos sin más. Él miró el papel, cogió los datos, y los dividió o multiplicó por dos o tres variables geotécnicas y geométricas básicas, para hacer adimensionales los dos ejes de aquella maraña de puntos y en unos minutos, no más de diez, aquello tenía sentido, las nubes de puntos se ordenaban en dos o tres líneas razonablemente rectas.

Más allá de la anécdota que siempre te hace sonreír, Carlos fue un enamorado de su profesión, un verdadero maestro que todo el mundo en nuestro sector reconoce y ubica sin dudar. Pocos, como él, han escrito tanto y tan bien, por lo que, aunque ya no esté físicamente con nosotros, sus libros y artículos nos seguirán alumbrando mucho tiempo.

Sin más, no sabemos muy bien cuáles son los criterios que rigen allí arriba, cuándo, cómo ni por qué te llaman, pero creo que, en las últimas lluvias de finales de enero, a san Pedro se le ha debido caer algún talud.

Carlos Oteo Mazo, descansa en paz. ❖

# Composición de la Junta Directiva de la ATC

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



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



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

## Comités Técnicos de la ATC

### COMITÉ DE VIALIDAD INVERNAL

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

### COMITÉ DE FINANCIACIÓN

- Presidente D. José Manuel Vasallo Magro

### PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y TRÁFICO

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

### TÚNELES DE CARRETERAS

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

### CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

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

### FIRMES DE CARRETERAS

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

### DOTACIONES VIALES

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

### PUENTES DE CARRETERAS

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

### GEOTECNIA VIAL

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

### SEGURIDAD VIAL

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

### CARRETERAS Y MEDIO AMBIENTE

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

### CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

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

## Socios de la ATC

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

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

### Socios de Honor

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

### Socios de Mérito

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

### Socios Protectores y Socios Colectivos

#### Administración General del Estado

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

#### Comunidades Autónomas

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

#### Ayuntamientos

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

#### Diputaciones Forales, Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells

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

#### Colegios Profesionales y Centros de investigación y formación

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

## Asociaciones

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

## Sociedades Concesionarias

- ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA, S.A.
- ACCIONA CONCESIONES, S.L.
- AUCALSA, AUTOPISTA CONCESIONARIA ASTUR - LEONESA, S.A.
- AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.
- AUTOPISTAS DEL ATLANTICO, CONCESIONARIA ESPAÑOLA, S.A.
- CEDINSA 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.
- A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- ACEINSA MOVILIDAD, S.A.
- AECOM INOCSA, S.L.U.
- A.E.R.C.O., S. A. SUCURSAL EN ESPAÑA
- AERONAVAL DE CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES, S.A. (ACISA)
- AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)
- ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.
- ALAUDA INGENIERÍA, S.A.
- ALVAC, S.A.
- AMIANTIT ESPAÑA S.A.U.
- API MOVILIDAD, S.A.
- APPLUS NORCONTROL S.L.
- ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L.
- ASFALTOS Y PAVIMENTACIÓN, S.A.
- AUDECA, S.L.U.
- BARNICES VALENTINE, S.A.U.
- BASF CONSTRUCTION CHEMICALS, S.L.
- BECSA, S.A.U.
- BETAZUL, S.A.
- CAMPEZO OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.
- CEPESA COMERCIAL PETROLEO, S.A.
- CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- CINTRA SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- COMPOSAN OBRAS Y SERVICIOS, S.L.
- COMSA INSTALACIONES Y SISTEMAS INDUSTRIALES, S.L.U.
- CONSERVACIÓN INTEGRAL VIARIA, S.L. (CONSVIA)
- CONSTRUCCIONES MAYGAR, S.L.
- CORSAN - CORVIAM, CONSTRUCCIÓN, S.A.
- CYOPSA - SISOCIA, S.A.
- DILUS, INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS, S.A.
- DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.
- DRAGADOS, S.A.
- DRIZORO, S.A.U.
- EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS GESTIÓN Y DESARROLLO, S.L.
- ELSAMEX, S.A.
- EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA M-30, S.A. (EMESA)
- ESTEYCO, S.A.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- EUROCONSULT, S.A.
- FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
- FCC INDUSTRIAL E INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS, S.A.U.
- FERROSER INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- FERROVIAL AGROMÁN, S.A.
- FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
- FIBERTEX ELEPHANT ESPAÑA, S.L. SOCIEDAD UNIPERSONAL
- FREYSSINET, S.A.
- GEOCONTROL, S.A.
- GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A. (GEOCISA)
- GINPROSA INGENIERÍA, S.L.
- GIRDER INGENIEROS, S.L.P.
- GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- HIDRODEMOLICIÓN, S.A.
- HUESKER GEOSINTÉTICOS, S.A.
- IDEAM, S.A.
- IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
- IKUSI, S.L.U.
- IMPLASER 99, S.L.L.
- INCOPE CONSULTORES, S.L.
- INDRA SISTEMAS, S.A.
- INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
- INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A. (INECO)
- INGENIERÍA ESPECIALIZADA OBRA CIVIL E INDUSTRIA S.A.
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- KAO CORPORATION, S.A.
- KAPSCH TRAFFICCOM TRANSPORTATION S.A.U.
- KELLER CIMENTACIONES S.L.U.
- LANTANIA, S.L.
- LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, S.A.
- LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- ORION REPARACION ESTRUCTURAL, S.L.
- PADECASA OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
- PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)
- PINTURAS HEMPEL, S.A.U.
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PROINTEC, S.A.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- RAUROSZM.COM, S.L.
- REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.
- RETINEO, S.L.
- S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN (GESECO)
- S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS (COPASA)
- SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SISTEMAS Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SGS TECNOS, S.A.
- TALHER, S.A.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPESA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TECYR CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES, S.A. (TECYRSA)
- TEKIA INGENIEROS, S.A.
- TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.
- TPF GETINSA EUROESTUDIOS, S.L.
- TRABAJOS BITUMINOSOS, S. L.
- ULMA C Y E, SOCIEDAD COOPERATIVA
- VALORIZA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- VSING INNOVA 2016, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

## Socios Individuales, Senior y Junior

Personas físicas (61) técnicos especialistas de las administraciones públicas; del ámbito universitario; de empresas de ingeniería, construcción, conservación, de suministros y de servicios; de centros de investigación; usuarios de la carretera y de otros campos relacionados con la carretera. Todos ellos actuando en su propio nombre y derecho.

# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



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



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

**C/ Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha. 28010 Madrid.**

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

**Tel.: 91 308 23 18    info@atc-piarc.com    www.atc-piarc.com**

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

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

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

## PORTADA RUTAS:

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



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

Forma de pago:

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

Transferencia al numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa  NIF

Dirección  Teléfono

Ciudad  C.P.  e-mail

Provincia  País

Fecha  Firma



# NUEVA GAMA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

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

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



Riegos de adherencia  
Otros riegos auxiliares  
Microaglomerados y Lechadas  
Mezclas templadas

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

**CEPSA**

*Tu mundo, más eficiente.*

# trafic

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

8 - 11  
OCTUBRE  
OCTOBER  
2019

ORGANIZA  
ORGANISED BY



IFEMA  
Feria de  
Madrid



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

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