



CT3 FINANCIACIÓN DE CARRETERAS

El Pago por Uso: Dos visiones

RUTAS TÉCNICA

La Dirección General de Carreteras en la encrucijada

Elogio de los puentes de piedra. (2ª parte)

Estado del arte para el correcto uso de los geosintéticos
en la rehabilitación de firmes de carretera

ENTREVISTA

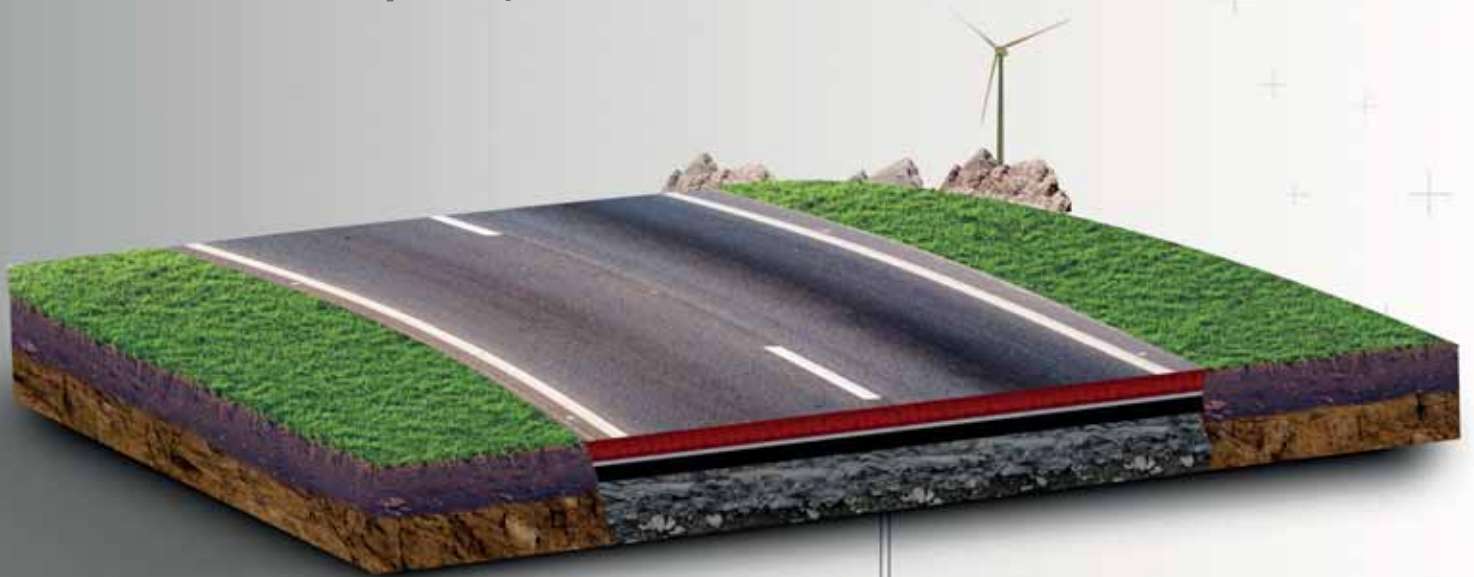
Isidoro Picazo



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



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.

Tribuna Abierta

- 03 **Falacias en la visión de la movilidad: argumentos que no necesitamos en discusiones técnicas**
Manuel Romana García

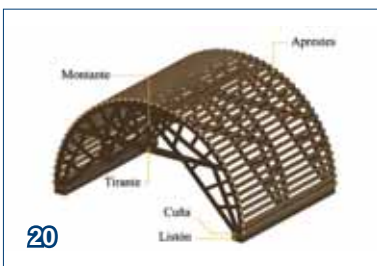
CT3 Financiación de Carreteras

- 05 **El pago por uso: Dos visiones**
- 06 **De lo general a lo concreto**
Enrique Soler Salcedo
- 09 **Nuevos dogmas**
Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez



Rutas Técnica

- 11 **La Dirección General de Carreteras en la encrucijada**
The General Directorate of Roads at the crossroads
Jesús Rubio Alférez
- 20 **Elogio de los puentes de piedra. Apelación a que los ingenieros los estudien (2ª parte)**
Praise of the stone bridges. Exhortation to engineers to study them (II)
Francisco Javier León, Benedetta Orfeo y Leonardo Todisco
- 34 **Estado del arte para el correcto uso de los geosintéticos en la rehabilitación de firmes de carretera**
Correct use of geosynthetics in road pavement rehabilitation state of the art
Grupo de Trabajo GT-5 "Uso de Geosintéticos" del Comité de Firmes ATC



Entrevista

- 44 **Isidoro Picazo**

Socios ATC

- 48 **Nuevo puente de Alcántara**

Actividades del Sector

- 50 **Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería: Equipos rentables y competitivos**

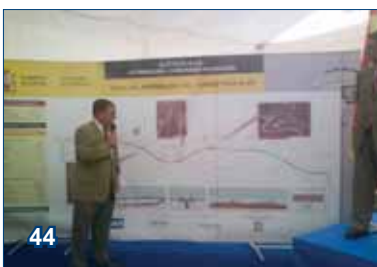
In Memoriam

- 56 **Carlos Jofré Ibáñez**



ATC

- 58 **Jornada Técnica Digital: Nuevo Enfoque en Firmes**
- 64 **Jornada Técnica Digital: Recomendaciones para caracterizar el valor patrimonial de los puentes**
- 66 **Seminario ATC: Proyecto Especial "Smart Roads Classification" de PIARC**
- 69 **Próximamente: Jornada para presentación del documento Carreteras BIT**
- 70 **Próximamente: XVI Jornadas de Conservación de Carreteras**
- 73 **Junta Directiva, Comités Técnicos y Socios de la ATC**



Edita:

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

Comité Editorial:

Presidenta:

M^a del Rosario Cornejo Arribas Presidenta de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

Vicepresidente Ejecutivo:

Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez Dirección General de Carreteras, MITMA (España)

Vocales:

Ana Isabel Blanco Bergareche	Subdirectora Adjunta de Circulación, DGT, M. Interior (España)
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, MITMA (España)
María Martínez Nicolau	Directora Técnica de Innovia-Coptalia (España)
Félix Pérez Jiménez	Catedrático de Caminos de la Universidad Politécnica de Barcelona (España)
Manuel Romana García	Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid (España)
Jesús J. Rubio Alférez	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (España)
Javier Sainz de los Terreros Goñi	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
José Manuel Blanco Segarra	Presidente del CT de Financiación
Luis Azcue Rodríguez	Presidente del CT de Vialidad Invernal
Javier Payán de Tejada	Presidente 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
Carlos Azparren Calvo	Presidente del CT de Dotaciones Viales

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

Asociación Técnica de Carreteras
Tel.: 91 308 23 18 ♦ info@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 187 ABRIL - JUNIO 2021

RUTAS
REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Fotografía de portada:
Fotomontaje del nuevo Puente de Alcántara
Junta de Extremadura

Falacias en la visión de la movilidad: argumentos que no necesitamos en discusiones técnicas

Manuel Romana García

Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid

La movilidad general, urbana e interurbana, es un tema candente. Un debate continuo, porque las visiones son muy diferentes. Hay aportaciones diarias en medios y redes sociales. En ese debate es necesario contar con diálogo, con recursos, con inteligencia y con compromisos.

La movilidad moderna es de una gran complejidad. Pasaron ya los tiempos en los que el desplazamiento principal diario era de los trabajadores, en horas punta muy concentradas, mientras que el resto (educación, compras, ocio) se resolvía con desplazamientos locales a pie, y los viajes fuera del domicilio eran escasos y se resolvían con trenes y autobuses. Hoy la movilidad es mucho más compleja, como son los viajeros, los trabajos y las ocupaciones.

Además, la red crece, pero mucho menos que el parque de automóviles. Desde 1990, la red de carreteras en España ha crecido en menos de 40.000 km en total, pero el parque de vehículos ha pasado de 15,7 millones a 34,4 millones. En coches, de 12 millones a 24,5 millones. Hay cada vez más usuarios del coche, no se puede concluir otra cosa.

Estamos en el umbral de una revolución en lo que corresponde a la propiedad del coche, pero ¿habrá una revolución similar en el número de usuarios? Y, ojo, que nada dice que vaya a disminuir, puede aumentar, en muchos escenarios. Puede aumentar

en muchos pueblos pequeños, cuando nuestros mayores puedan tomar un coche autónomo para sustituir con mucha ventaja de horario al autobús de hoy; en ciudades, porque el coche autónomo puede marcharse, y no hace falta que aparque; puede que haya gente que viva más lejos, para poder pagar mejor vivienda a costa de más tiempo de viaje (esto pasa ya en Los Ángeles y muchas otras grandes urbes, y sin coches en los que puedas dormir tranquilamente).

¿Quiénes son los usuarios naturales del transporte público? Los que viven en centros urbanos consolidados y trabajan cerca de medios de transporte público de gran frecuencia, seguidos de aquellas personas a las que les resulta imposible aparcar, o más bien costearse el aparcamiento, en sus destinos. La complejidad a la que he aludido hará que toda la movilidad sea más rica, y con los MaaS (siglas de Mobility as a Service, la movilidad como servi-

cio, pagando una cuota por usar el medio que se prefiera) se usarán muchos medios diferentes de transporte. Se elegirá el modo dependiendo del viaje, pero puede seguir habiendo muchos viajes en lo que lo que más convenga sea el coche.

Estos dos párrafos anteriores habrán espantado a mucha gente, que no desea esos escenarios ni en pintura. Algunos de ellos emplean con frecuencia falacias para apoyar su manía al coche, y su decisión firme de que el escenario con coches no sea deseable. Una falacia (hay muchos tipos) puede definirse como “un argumento repetido que contiene tergiversaciones o falsedades intencionadas para condicionar el discurso y el debate, en busca de un resultado determinado”.

Antes de mencionarlas, estableceré que, en mi opinión, en aras de una discusión seria y objetiva, que sirva para que los ciudadanos informados



lleguen a una decisión responsable y adulta (son quienes deciden en una sociedad democrática occidental) hay que partir de que:

- Todos los modos de transporte son necesarios: Es imprescindible un transporte público de calidad para una sociedad democrática, ya que hay gente que, si no, no puede viajar, lo que es de una injusticia flagrante
- Es evidente la necesidad de un transporte equilibrado (hay quien no está de acuerdo con esto)
- La planificación transparente es la mejor medida y el mejor procedimiento para la mejora de la sociedad, evitando oportunismos y vaivenes políticos de todo signo y condición
- La bajada de la contaminación es una meta irrenunciable, ya que cuanto menor sea la contaminación, mejor, pero cuando sea así considerado por los ciudadanos, en cuanto a coste, inversión y ritmo.

Vamos a ver brevemente tres falacias muy comunes. La primera es la comparación de un autobús lleno hasta arriba con un coche conducido por un hombre que viaja solo y parece chancearse de los usuarios de transporte público. ¿Por qué es una falacia? Por todo. Primero, los autobuses no van llenos más que a algunas horas y en algunas líneas. Hay más autobuses casi vacíos en toda red urbana que llenos a rebosar: están muy poco ocupados en horas valle, al final del horario, y en las cabeceras de las líneas. Las compañías de autobuses urbanos no suelen publicar su ocupación media, pero en Madrid, un modelo de éxito, está rondando el 50%. Ecomovilidad, en un post, calculó que la ocupación media de un autobús en Barcelona era de 12,7 personas, muy muy lejos de la capacidad, y de las ilustraciones interesadas.

Por otro lado, en los coches hay más de una persona, y menos de dos, lo que dificulta (pero no impide) una representación veraz. Una comparación

no falaz debería ser a ocupaciones medias. En el mismo post, Ecomovilidad determinó que la ocupación del coche era 1,18. Además, los conductores en hora punta no están disfrutando, sino igual de estresados que los del transporte público, aunque de diferente manera. Y evidentemente hay una gran diversidad en los conductores, por supuesto. Y gente con traje en el autobús. Ningunear a todos estos grupos, sustituyéndolos por un tío con traje, añade calibre a la falacia. Por último, en un autobús el número de orígenes y destinos de viaje es limitado (como mucho, el doble de las paradas de la línea). Cada coche tiene una pareja origen-destino diferente, y esa flexibilidad se oculta en la ilustración.

La segunda falacia es la de la contaminación. Madrid tiene un clima que es susceptible de tener inversión térmica, y, en esos días, se ve la boina. Los vigilantes de la boina se apresuran a colgar en redes fotos de esos días, y persiguen que la imagen de los ciudadanos sea que eso es lo que pasa en todas las ciudades todo el rato. Pero no, claro. Muchos días llueve o hay viento en Madrid, y en esos días no hay foto alguna. En muchas otras ciudades (París, Londres, Barcelona, ...) no se produce la inversión, y en algunas sí (Los Ángeles, por ejemplo, que además está en una depresión. En Madrid, esos días, si se mira a la sierra, también se ve calima, pero esa foto interesa menos. En el confinamiento, con un tráfico muy bajo, también se alcanzaron valores alarmantes algunos días en algunas estaciones de control, lo que apunta a que el tráfico no es una fuente única. La discusión se complica, aunque, desde luego, no valen 140 o 500 caracteres. Además, la idea es que seguimos contaminados como en 1970, cuando la verdad es que el aire está en nuestras ciudades mucho más limpio que en el año 2000. Y que con coches compartidos y eléctricos la contaminación del aire no será (entonces habrá que seguir preocupándose por la industria y las calefacciones no eléctricas). Por supuesto, fabricar vehículos eléctricos produce contaminación, pero

quienes no quieren coches no están peleando contra los autobuses eléctricos o híbridos. Siempre es el coche el que molesta. Las cosas son muy complejas.

La tercera falacia que veremos aquí (hay bastantes más, pero no hay espacio) es que, a nivel nacional, es posible disminuir apreciablemente los viajes en coche. Y no es cierto. La proposición de población en centros urbanos consolidados no pasa del 30% en casi ningún país occidental, y desde luego no en España. Hay un estudio de Inglaterra (no Reino Unido), en el que se ve cómo en prácticamente todo el territorio el viaje en coche es preponderante. En Holanda, el 80% de los viajes de más de 5 km se hace hoy en coche, aunque no es la imagen que tenemos en la cabeza, justo por las falacias.

También se pueden producir falacias que favorezcan injustamente al coche, claro, pero en estos momentos lo que hay es una grey de activistas que repiten falacias cuando y como les conviene (no veremos una foto de boina un día de lluvia). Por supuesto. Desde una perspectiva ciudadana responsable, nuestra misión es considerar la complejidad existente, y dar a las personas herramientas y medios para que tengan la movilidad que desean con el mínimo coste posible, personal, ambiental, económico y en tiempo. No decirles lo que tienen que hacer. Y el transporte público debe financiarse de manera estable y adecuada, o nos faltará equidad.

En resumen: datos, información, discusión, análisis, y planificación. Todo transparente, a medio y largo plazo, y con fondos suficientes. La movilidad deseada ha aumentado constantemente desde hace muchos siglos, y seguirá aumentando, porque está en la base de la calidad de vida elegida y del aprovechamiento de oportunidades que cada uno elige, dentro de sus constricciones. No lo resolveremos con falacias. Seguro. ❖

El pago por uso: Dos visiones



Recientemente se ha lanzado una propuesta de pago por el uso de las Autovías y Autopistas gestionadas directamente por el Estado español. Como consecuencia, en la sociedad se ha encendido un debate entre los promotores y los que se sienten afectados. Tradicionalmente el mundo técnico se ha mantenido al margen de ese tipo de debates o ha optado por una determinada postura, de forma aparentemente unánime. En esta ocasión RUTAS quiere hacerse eco de lo que ocurre en la sociedad, y recoger opiniones que, desde dentro del sector, reflejen las discrepancias que se han acallado en otras ocasiones. El formato se asemeja al de dos tribunas, donde las opiniones, aunque no desarrolladas como en un artículo, se basan en datos y experiencias que pretenden ser objetivas. RUTAS, como revista de divulgación de la técnica y de las experiencias, quiere así, y desde una cierta neutralidad, acercarse a una realidad compleja, diversa y contradictoria.

De lo general a lo concreto

Enrique Soler Salcedo

Comité CT3 Financiación de Carreteras

Miembro de la Junta Directiva en representación de los socios individuales

TPF Getinsa Euroestudios

En el pasado número 186 de esta revista (primer trimestre de 2021) se publicó el artículo “Propuesta de nuevo modelo de financiación de carreteras: De un modelo agotado a una alternativa sostenible” firmado por catorce de los miembros del Comité de Financiación de la ATC, entre los cuales me encuentro.

Este documento es el resultado de un amplio debate de varios meses que, dada la importancia económica y social de lo tratado, corresponden solo a las ideas que se pudieron consensuar. Hay que resaltar el abanico amplio de profesionales del sector provenientes de distintos ámbitos como son Administración del Estado, Administración de CCAA, empresa pública, Universidad, consultores, empresas de ingeniería, empresas constructoras, empresas de conservación y empresas concesionarias.

Por supuesto no están todos los que son, pero si son todos los que están y es por eso que lo único que se pretendía era colaborar en el debate, que en el momento de la publicación del artículo solo se intuía que se podía producir en el corto-medio plazo. Sin embargo, la realidad de lo sucedido en los primeros días del mes de mayo con la presentación por parte del Gobierno de España a la Comisión Europea del Programa de Estabilidad y el Plan Nacional de Reformas, lo ha puesto en el centro de la diana de los telediarios, tertulias radiofónicas e incluso discusiones familiares en las sobremesas una vez que ha sido posible volver a reunirse en casa con los no convivientes.

En estas líneas quiero compartir con todos los lectores de Rutas algo más de lo presentado en esa nota de consenso y que corresponde exclusivamente a mi idea

de lo que debería ser el desarrollo del llamado pago por uso de las carreteras en España. Como anécdota decir que el título que le puse a esas primeras notas en el mes de noviembre de 2020 fue “reflexiones sobre una utopía cercana”, sin intuir entonces cuan de cercana era.

Para ello, presento tres ideas y tres propuestas en las siguientes líneas. Por supuesto, como he hecho a lo largo de mi vida, no voy a contar nada nuevo, ninguna idea fantástica que nadie haya tenido antes. Por el contrario, siempre he dicho, y los que me conocen pueden confirmarlo, que yo nunca he inventado nada pero que me encanta aprender de los que saben, ver cómo lo hacen y, con los matices y las condiciones de contorno que correspondan, repetir esas experiencias en otros entornos. Eso he hecho y espero seguir haciendo tanto en lo profesional como en lo personal.

Por eso, estas ideas solo quieren añadir “leña al fuego” del debate, en el buen sentido, para que intentemos entre todos, porque os pido por favor que colaboréis activamente en este debate, no dejar fuera ninguno de los elementos fundamentales que comprenden este puzzle y que me temo no llegan a ser analizados por la mayoría de las personas que opinan del tema, sin que, por supuesto sea algo malintencionado, sino más bien desconocimiento e ignorancia, que como ya sabemos suele ser muy audaz.

Y digo esto, porque viendo las primeras noticias y enfoques que, los antes citados telediarios y tertulianos, le están dando al tema, me temo que solo se intenta llamar la atención, crear polémica política, resaltar todos los elementos negativos y no analizar la realidad, las nece-

sidades y los medios de que disponemos para cuadrar el círculo de las necesidades que tiene el sector de las carreteras en España.

Siempre es fácil hacer ruido, prometer el Edén, y hablar de derechos, pero trabajar, aportar soluciones realistas, asequibles y realizables y sobre todo hablar de deberes, no siempre tiene el retorno inmediato en votos, oyentes o lectores que muchos de los que opinan del tema necesitan y es lo que buscan.

La mayoría de los servicios que recibimos/utilizamos en nuestra sociedad se tarifican por uso de una u otra forma. Lo habitual es un fijo por disponibilidad y un variable por uso/consumo. Esto ha sido así desde prácticamente su implantación, porque ha sido necesaria la creación de nuevas infraestructuras que no existían para su uso y disfrute que, además en algún caso han sido inventadas recientemente "en términos de temporal histórico", (agua, luz, saneamiento y depuración, telefonía, internet, ferrocarril, aviación

Sin embargo, con el transporte por carretera no es así. En mi opinión esto surge porque desde el origen de la humanidad existía una libertad de movimiento NO asociada inicialmente al uso de ninguna infraestructura. El hombre se movía con plena libertad y los caminos se generaban por el propio uso prácticamente hasta la llegada de las calzadas romanas 400 aC.

Es necesario que la sociedad entienda que las carreteras "cuestan", NO SON GRATIS, y el tema que tratamos es cómo se pagan, si por todos, presupuestos, o por los que las usan.

La primera idea fundamental a conocer y recordar por todos es que el sector de la carretera efectivamente soporta varios impuestos, no se trata de dar cifras aquí que se pueden encontrar en numerosos estudios, pero que estos impuestos no revierten en la carretera. Esta idea "nunca se cita" por parte de los que estos días hablan del tema. La carretera no deja de ser "la excusa" para recaudar, pero no es la beneficiaria.

No se trata de hablar del esfuerzo fiscal de los españoles o de la presión fiscal que soportamos. Esto sin duda es un debate también muy importante y fundamental, pero es otro debate en el que no me importa entrar, pero en otro artículo y cuando cambiemos de tema.

Sí que me lleva a centrar la primera propuesta, estamos hablando no de un impuesto sino de una tasa finalista, es decir recaudar para un fin concreto, no un ingreso fiscal a caja única como son el impuesto al combustible fósil, el impuesto de matriculación, el impuesto de circula-

ción o incluso el IVA y el impuesto de sociedades asociados a negocios del entorno de la carretera. Por cierto, es importante señalar que la recaudación por combustibles fósiles debería sufrir en los próximos años una importante caída por la presencia de otros combustibles y la eficiencia de los nuevos vehículos que aún lo usan, lo que sin duda incide en la necesidad de plantearse un nuevo modelo de financiación por parte del Estado.

Segunda idea, la carretera no solo requiere conservación. Estos últimos días se da a entender que nuestras carreteras ya están terminadas y solo requieren un ligero mantenimiento. Esto lamentablemente es falso. Aunque disponemos de una red de carreteras "envidiable" para muchos países, ni está finalizada, ni nunca lo estará. Es necesario una permanente adecuación de la carrera a las necesidades de la movilidad de la sociedad, ampliaciones, terceros carriles, duplicaciones, variantes, mejora, accesos, nuevos enlaces, por citar algunos, así como a las nuevas tecnologías y avances en seguridad vial, coches autónomos, auto recarga, comunicaciones vehículo-infraestructura, etc...

Por lo tanto, como en cualquier plan económico que pretenda ser sostenible de cualquier sector, la tasa a recaudar debe estar en consonancia con lo que se necesita gastar e invertir en un periodo más bien amplio de tiempo, 10-15 años, por ejemplo.

Por supuesto, tampoco podemos olvidar que la carretera tiene también un uso social (de este aspecto hablé en mi exposición en el XXVI Congreso Mundial de la Carretera en Abu Dabi EAU en octubre de 2019) y, como tal, hay una parte de los gastos necesarios para su mantenimiento que debe ser considerado GASTO SOCIAL, al nivel de la sanidad, educación, pensiones,... porque forma parte intrínseca de los conceptos de la educación, de la sanidad y de las pensiones en sí mismas. No hay hospitales sin carreteras/calles para llegar a ellos, no hay colegios o universidades sin carreteras/calles para llegar a ellos, no hay residencias, centros de día, viajes de pensionistas sin carreteras, etc, y por eso, para el cálculo de los ingresos se puede contar con una aportación de los presupuestos que correspondan a ese concepto social.

Por lo tanto, se deben estudiar y planificar las actuaciones en un periodo de explotación y, en base a los estudios de tráfico, definir el importe de la tasa a recaudar. Finalizado ese periodo o cuando se vea que es necesario una modificación, actualizar dicha tasa. Aquí no se trata de recaudar por recaudar, por el contrario, al ser una tasa finalista se trata de hacer sostenible económicamente el sistema de movilidad y transporte por carretera.

Por presentar una clasificación de los diferentes gastos de la carretera, yo los suelo clasificar en tres grupos:

- Muy Grandes Inversiones Puntuales (MGIP), Nuevas obras, ampliaciones, actualizaciones, expropiaciones
- Grandes Inversiones Periódicas No Anuales (GIPNA), Rehabilitaciones, sustituciones, reformas
- Gastos Anuales en Mantenimiento y Explotación (GAME) Limpieza, Siega, Bacheo, Vigilancia, Gestión Administrativa

La segunda propuesta que planteo es que es necesario tener un plan económico financiero de las carreteras del país, donde se definan las necesidades de gastos, el tráfico previsto y los ingresos a obtener y por supuesto con un beneficio "cero" calcular la tarifa a recaudar.

La tercera idea y última que quiero presentar es que el objetivo final debe ser implementar el sistema en todas las carreteras, caminos y calles de España, independientemente de la titularidad de las mismas.

Esto, que dicho así, puede sonar casi a locura en una nación constitucionalmente descentralizada, pretende sin embargo garantizar dos premisas también muy importantes socialmente hablando.

Una, que todos somos iguales ante la ley (aunque a veces no lo parezca) y la segunda, que se premie la buena gestión del gasto por parte de los titulares de cada una de las vías.

Voy a intentar desarrollar esta tercera propuesta. En primer lugar, parto de que tecnológicamente no tenemos límite alguno (ahora o en el futuro inmediato) para localizar al vehículo/usuario de la carretera. Por lo tanto, en todo momento se conoce si se está usando una vía local, provincial, autonómica o estatal (se puede ampliar la clasificación lo que se necesite).

En todo lo comentado hasta ahora, solo he planteado una forma distinta de obtener los ingresos, pero no he planteado ningún cambio en la gestión de los gastos. Es decir, todo lo dicho, no modifica en absoluto la situación actual (real) que del uso de esos fondos hacen dichas Administraciones titulares de carreteras. Ya que esta opción de "ingresos" mantiene intacta la situación actual de cómo se enfocan los gastos.

Con esos ingresos, las distintas Administraciones titulares de carreteras, que mantienen sus obligaciones de dar el servicio de construir, mantener y explotar sus carreteras, podrán buscar la maximización de sus recursos analizando las opciones de licitar contratos de diseño, construcción, conservación, explotación, diseño y cons-

trucción, concesión en el sentido amplio con riesgo de financiación y demanda, concesión sin financiación y con riesgo de demanda o no, etc.

Por lo tanto, en el plan económico planteado en la segunda propuesta, la tasa no tiene que ser única ni la misma para todas las vías del país. Perfectamente se puede personalizar para cada una de las Administraciones titulares de las carreteras, llegando incluso a ser diferentes entre dos Administraciones similares, permitiendo que se beneficien los usuarios de un mejor uso de los recursos si una Administración es más eficiente que otra a la hora de gestionar los gastos.

También este sistema posibilitaría el uso de bonos por distancias o tiempos que permitiera a los usuarios habituales o cíclicos diferenciarse de los puntuales, de forma similar a como se usan en otros medios de transporte.

También permite, si fuera el caso, el hacerlo compatible con alguna de las figuras impositivas actuales que soporta el vehículo/usuario como es el impuesto de circulación, ya que permitiría circular por las vías municipales correspondientes, pero no así por las de otros municipios.

Bien, hasta aquí mis aportaciones al debate inicial. Ahora espero recibir las vuestras para lo cual pongo a vuestra disposición mi correo-e esoler@ciccp.es, aunque sin duda la Asociación Técnica de la Carretera y esta revista estarán encantadas de recibir vuestras aportaciones y opiniones.

Nuevos dogmas

Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez

Vicepresidente Ejecutivo de la Revista Rutas

Dirección General de Carreteras, MITMA (España)

Desde hace un tiempo estamos sometidos a los argumentarios de distintos grupos o estamentos que consiguen que se acepten como verdades incontrovertibles postulados con escasas explicaciones: solo se aceptan, cuando no, se imponen. Las paredes de lo políticamente correcto confinan tanto, que pueden provocar reacciones verdaderamente explosivas. Las carreteras no están al margen de estas corrientes. Palabras como movilidad, resiliencia, descarbonización u otras son ciertamente evocadoras, pero con frecuencia se utilizan como arietes contra un supuesto pasado en la gestión de las carreteras. Da la impresión de que, hasta el presente, un ansia constructiva desmedida primaba sobre cualquier otra ambición por parte del entorno de la carretera. La consideración esencial de la infraestructura como un servicio, su implicación económica, social y ambiental, parece que eran absolutamente ajenas a los técnicos. Tanto es así, que se están tejiendo una serie de urdimbres tan etéreas sobre el futuro de la movilidad, que eluden cualquier referencia al medio material y conceptual que las sustenta: la carretera. Se puede entender que en determinados momentos sea conveniente centrar la atención en unos objetivos escogidos. No debía ser a costa de ignorar la labor abnegada de tantas personas, y ya, por mera imposibilidad ontológica, la materialidad misma del medio principal que soporta la movilidad. Esta sombra se ha originado en una Europa que no se acaba de dotar de una estructura sólida y se limita a lanzar consignas elaboradas por su burocracia. Se trata de un ataque ciertamente furibundo a las carreteras. Aunque a la larga esas amenazas desaparecerán por imposibilidad material, por el momento están venciendo. Ciertamente, y con el impulso de esas mismas instituciones europeas se acometieron en el pasado

obras de dudosa necesidad y rentabilidad. Parece que ahora hay que desplazarse al extremo contrario demonizando a las carreteras. Habrá que recomendar un cierto equilibrio y contención a esos hacedores enfebrecidos de paradigmas.

Simultáneamente ha surgido en España, y con un cariz similar, el tornado del pago por uso. El problema, no es que se haya hecho desde ámbitos políticos o de grupos interesados. Lo preocupante es cuando los técnicos asumen esos argumentarios, bajo mi punto de vista, sin explicaciones suficientes que los respalden. En primer lugar, parece que se limitaría a las autopistas-vías del Estado. Se aduce, entre otras razones, que se encuentran en mal estado. La realidad es que hasta ahora, y salvo en contados tramos, las Carreteras del Estado se encuentra en condiciones aceptables. Así lo atestiguan las auscultaciones de regularidad y las inspecciones de imágenes, que se suponen que son datos objetivos. Es comprensible que las empresas del sector necesiten realizar obras. Se trata de un sector estratégico al que habría que buscarle una salida digna. Pero también creo que no debería necesitar pintar un panorama más sombrío del que es.

La realidad es que las inversiones en conservación y construcción de la pasada década, junto con la caída del tráfico, han evitado que se disparara el deterioro de la red. Además, las autovías con peaje en sombra han mantenido un altísimo nivel en una parte de la red.

Por otro lado, se pretende hacer una distinción entre contribuyente y usuario. Hay servicios del Estado que no son usados por todos los ciudadanos. Probablemente la ópera, que además está subvencionada, deba pagarse, en parte, por los pocos que pueden permitírselo. Pero se

da la circunstancia de que las carreteras, las calles, las autopistas y los caminos son usadas por absolutamente por todos los ciudadanos. No solo de forma directa, sino también indirecta, pues todos los bienes y servicios esenciales necesitan a las vías. Ni que decir, que la sanidad, y la educación necesitan de ese servicio. El pago por ese uso sería equivalente a un impuesto que repercutiría en todos. Los artificios contables entre déficit y deudas públicas y privadas acaban recayendo sobre todos los ciudadanos. Afirmar que el pago de la conservación por vía presupuestaria está agotado, no parece tener más fundamento que el de seguir una consigna. También lo podrían estar la seguridad u otros servicios. En el pasado hubo portazgos, pontazgos, pero el estado moderno asumió que el transporte suponía un servicio esencial, lo que supuso un avance notable. No obstante, hay que reconocer que las concesiones jugaron un papel, en ocasiones beneficioso, pues además de facilitar fondos, pudieron aportar mejoras introducidas por actores externos a las administraciones.

Conviene recordar que el pago por el uso de carreteras existentes surgió en países del centro de Europa que empezaron a ver cómo sus redes soportaban un intenso tráfico pesado, que podía atravesar todo el país sin dejar un céntimo, pero deteriorándolas de forma alarmante. En nuestro país podría justificarse en algún territorio foral en el que no reciben ningún retorno por los vehículos que los atraviesan por carreteras de su exclusiva competencia.

Recaudar fondos solo en las autovías crearía inequidades, disfunciones, accidentes, migraciones tanto de tráfico como de nuevas necesidades de conservación.

Por otra parte, el cobro ¿irá directamente al gestor de las carreteras, o como en situaciones similares irá a parar al Tesoro? De cualquier forma, parece que el Estado se estuviera haciendo trampas al solitario. Resultaría que como el propio Estado no se dota de los recursos suficientes, habría que crear una tasa, supuestamente finalista, para eludir la voracidad de Hacienda. En vez de modificar leyes, se crean otras para soslayar las existentes. ¿No sería más conveniente un pacto legislativo por el que se llegara a un compromiso de dotar de forma suficiente a los servicios que presta el Estado por medio de las carreteras? Países como Nueva Zelanda y el Reino Unido han incorporado a su legislación la necesidad de establecer una Gestión del Patrimonio que garantice una inversión suficiente. En la contabilidad de esos países y en la de Estados Unidos se tiene una detallada valoración del patrimonio viario, considerando su valor de reposición, y la depreciación mediante la evaluación del estado actual.

Sería necesario comunicar de forma eficaz a los ciudadanos la necesidad de preservar el patrimonio viario.

Sin él, no solo no hay ni educación, ni sanidad, ni tan siquiera actividad económica alguna. Los políticos y los ingenieros pueden encontrarse en una sociedad civil que sea consciente de la importancia de preservar un patrimonio que tanto ha costado.

Aunque, todo ello no impide que se prepare un futuro en que se pueda regular la oferta y la demanda por medio de incentivos o desincentivos, de forma que se evite la congestión, o la necesidad de ampliar las redes, con su correspondiente incidencia ambiental. La digitalización, la conducción autónoma, la inteligencia artificial, el big-data y el block-chain facilitarán esa gestión.

No parece que sea el momento de imponer un pago que se circunscribiría a una parte de las carreteras, ni de cargar más al transporte y por ende a toda la población. La movilidad por carretera ya es una fuente ingente de obtención de recursos para el Estado.

Son momentos para defender las carreteras con razones técnicas. La técnica, bien entendida, sobrepasa el ámbito de los materiales y debe abarcar la repercusión económica, social y ambiental. Todo lo que se pueda medir y demostrar debería caer bajo su influjo. Es el momento de que se aporten razones de peso al debate. Que se pongan de manifiesto diagnósticos y soluciones con sus ventajas, y sin eludir los inconvenientes. Se tiene larga y cercanas experiencias en los dictámenes de "expertos" y de sus resultados. Es hora de admitir que las sociedades son adultas, que pueden convivir con la incertidumbre y que saben que las soluciones infalibles no existen.

Se podría concluir insistiendo en que la carretera presta un servicio esencial del que nadie puede prescindir. Además, ya es, hoy en día, una fuente descomunal de ingresos para la nación. Es hora de desempolvar el viejo lema de PIARC, que lo dice todo, proclamándolo a los cuatro vientos: «Via Vita». ❖

La Dirección General de Carreteras en la encrucijada



The General Directorate of Roads at the crossroads

Jesús Rubio Alférez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Revisado por el Comité Técnico de Planificación, Diseño y Tráfico de la Asociación Técnica de Carreteras

La Dirección General de Carreteras del Estado está en una encrucijada que solo se produce cada medio siglo. Tiene que elegir entre dos modelos: conservar y explotar la red de carreteras existente y atender las peticiones de los políticos de manera reactiva, o participar proactivamente en el cambio radical anunciado por Europa y tomar parte en el proceso rupturista tecnológico.

The General Directorate of State Roads is at a crossroads that only occurs every half century. It has to choose between two models: to preserve and exploit the existing road network and to respond to the demands of politicians in a reactive way, or participate proactively in the radical change announced by Europe and play a part in the technological breakthrough process.

Europa anuncia un cambio radical en la política de movilidad

La Comisión Europea ha planteado un cambio radical -en el sentido etimológico, ir a la raíz - que básicamente consiste en dejar de pensar en términos sectoriales. En vez de considerar la concepción y gestión de modos de transporte independientes, la planificación siempre contemplará un sistema global, una de cuyas partes es la carretera.

El documento "Estrategia de movilidad sostenible y conectada" que la Comisión Europea publicó en diciembre de 2020, es muy claro y sirve de referencia para las reflexiones del presente artículo. Pero el marco no es únicamente europeo, la "Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" de Naciones Unidas, aprobada en 2015, planteó 17 objetivos que han sido asumidos activamente por muchos gobiernos, entre otros, el español.

Recordemos también el Pacto Verde Europeo "European Green Deal", que incluye un conjunto de iniciativas con el objetivo de que Europa sea climáticamente neu-



tral en 2050. Dicho Pacto, presentado en 2019, pretende transformar la economía europea y para ello fue seguido en enero de 2020 del correspondiente Plan de Inversiones. Sus objetivos son más amplios que los del transporte, pero también plantea inversiones en transportes públicos y sostenibles que afectan directamente a las carreteras.

Si la Dirección General de Carreteras del Estado (DGC) elige asumir este cambio radical, debe reflejarlo en su estructura interna y participar en observatorios y foros de movilidad sostenible y economía circular.

Como ejemplo del papel actual de la DGC, en el informe de Indra de 2019 “El futuro del transporte viario”, en el que se plantea la redefinición del sector de infraestructuras y se entrevista a diversos expertos, la DGC se encuentra ausente.

Si la Dirección General quiere corregir esto, debe añadir funciones a los Jefes de Planeamiento, Proyectos y Obras, quizá renombrados como Jefes de Movilidad Sostenible, como responsables de estas nuevas tareas e impulsores de la digitalización de la Dirección General en todas las Demarcaciones. Este cambio debería tener también su reflejo en la estructura de las Subdirecciones, asumiendo el final de la etapa de construcción de carreteras, salvo contadas excepciones, y el comienzo de una nueva en la que el cambio digital, la movilidad como servicio y la movilidad segura, sostenible y conectada serán cuestiones relevantes en una DGC renovada, transparente y eficiente, al servicio de los usuarios de la carretera del siglo XXI.



¿Por qué es ahora el momento de elegir?

Los nuevos paradigmas y el consenso al plantear objetivos estratégicos con voluntad de generar cambios profundos y duraderos no son frecuentes. Tienen que darse circunstancias importantes y variadas para que se produzca un acuerdo generalizado en los terrenos político, económico, tecnológico y ciudadano, en lo referente a la necesidad y la inevitabilidad de la mudanza de rumbo.

Para valorar mejor la situación en la que nos encontramos conviene recordar algunos de los hitos relevantes en la historia de nuestras carreteras.

Carlos III planteó en 1761 la realización de una red radial financiada con los impuestos sobre la sal que fuese desde la cúpula de la iglesia de San Francisco el Grande en Madrid a los confines de su reino, falto de comunicaciones viarias básicas. En el siglo XIX, en el que la inexistencia de una carretera mantenía incomunicadas a muchas zonas del territorio nacional, la voluntad real se transformó en voluntad del Parlamento y sus miembros hacían listas con las actuaciones que consideraban prioritarias, aunque no dispusieran de recursos para su ejecución.

Ya en el siglo XX, el Circuito Nacional de Firms Especiales (CNFE) tuvo como objetivo en 1926, el empleo de nuevas técnicas y calidades de construcción más favorables a las exigencias de los nuevos vehículos automóviles. En la década de los 60 se plantearon dos documentos para la mejora de la red de carreteras y su adaptación a los crecientes tráfico: el “Plan de Mejora de la Red Especial de Itinerarios Asfálticos” (REDIA) y el “Programa de Autopistas Nacionales de España” (PANE), cuyos enunciados expresan sus objetivos.

El “Plan General de Carreteras” de 1984, conocido mayoritariamente por su programa de autovías, incorporó las actuaciones en medio urbano como una de las cuestiones relevantes en la red estatal, dedicándole uno de sus cuatro programas de actuación. Los planes estratégicos posteriores del actual Ministerio de Trans-

portes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) formularon pol3ticas de inversi3n que superaron el 3mbito sectorial, sin plantear un cambio cualitativo en las funciones de la DGC: creaci3n, conservaci3n y explotaci3n de parte de la red estatal de carreteras, con los Presupuestos Generales del Estado. Esta red gestionada directamente por la DGC se complementa con la gestionada en r3gimen de concesi3n por el sector privado, sector que a lo largo del siglo pasado ha ido teniendo un papel creciente en la conservaci3n del conjunto.

Estos hitos nos permiten valorar mejor las circunstancias que s3lo coinciden cada muchas d3cadas.

Entre otras, podemos fijarnos en las siguientes:

- Una voluntad pol3tica, tanto europea como nacional, en la cual se expresa el final de una etapa de construcci3n de carreteras.
- Una crisis profunda que puede hacer retroceder la econom3a europea de una manera severa pero que tambi3n puede convertirse en oportunidad de mejoras cualitativas.
- Una sociedad digitalizada como uno de los elementos principales de esas mejoras.
- Cambios tecnol3gicos rupturistas que ya se han traducido en veh3culos aut3nomos circulando por nuestras carreteras.
- La voluntad europea de que los recursos destinados a superar la crisis se dediquen a objetivos concretos en el marco de la resiliencia.
- El acuerdo de los ministerios responsables de la econom3a, la industria del autom3vil, el medio ambiente, y las infraestructuras, asumiendo que el transporte del siglo XXI ser3 seguro, sostenible y conectado. Las iniciativas van todas en esa direcci3n cuando hablamos de electrolineras, c-roads, veh3culos aut3nomos, planes de viaje al trabajo o planes de movilidad sostenible.

Reflejo nacional de la pol3tica europea

El Mitma ha traducido estas iniciativas en documentos estrat3gicos y afirmaciones rotundas, subrayando la necesidad de una nueva concepci3n de la administraci3n de las infraestructuras y la necesidad de un cambio profundo en la estructura interna del Ministerio. El m3ximo responsable del Departamento ha expuesto en diversas ocasiones, que la etapa en la que la creaci3n de infraestructuras era imprescindible para el desarrollo econ3mico y social ha terminado.

El nuevo paradigma, la movilidad segura, sostenible y conectada, se ha concretado en Espa3a en septiembre de 2020 en el documento "Estrategia de Movilidad", donde se plantean las directrices nacionales, de acuerdo con las iniciativas europeas.

La DGC puede afirmar con el Ministro y en l3nea con la estrategia citada, que nuestra red de carreteras es una red madura, que la creaci3n de nuevas infraestructuras de carreteras es casi innecesaria y que lo que importa es una buena gesti3n y una adecuada conservaci3n de la red existente, con la colaboraci3n de la empresa privada, sin plantear concesiones de obras nuevas cuyas 3ltimas experiencias han resultado fallidas o resultar3an imposibles de asumir con los actuales presupuestos anuales. Valgan como ejemplos las autopistas radiales de Madrid rescatadas por el Estado o el coste de la autov3a Benavente-Zamora, una concesi3n a 30 a3os de 49 km, con tr3ficos inferiores a 5.000 veh/d3a, que con una inversi3n inicial estimada en unos 170 M€, y un coste de conservaci3n anual de unos 2,5 M€/a3o, se adjudic3 en 998 M€ en 2012.

Por eso es el momento de un cambio en la DGC, claramente alineada con los objetivos expuestos.





El siglo XXI pide cambios en la Administraci3n

En el siglo XX muchas administraciones nacionales de carreteras se transformaron en agencias, buscando una mayor agilidad en el cumplimiento de sus objetivos (o misi3n, en t3rminos m3s trascendentes), de servicio p3blico.

Se buscaba una autonom3a, con un control cercano. Lo que de manera afortunada se defini3 como “la distancia a la cual una mano extendida llega a tocarte el hombro”, permit3a un funcionamiento de las Agencias separada de la gesti3n cotidiana del Departamento correspondiente, pero con un control parlamentario de objetivos y resultados.

En la DGC se consider3 este modelo, pero nunca lleg3 a concretarse, aunque en 2005 se cre3 la Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transporte Terrestre (SEITT, SA), sociedad p3blica que tiene como primer objeto la gesti3n y control de la construcci3n de infraestructuras de transporte de titularidad estatal.

Mantener el modelo administrativo estable no equivale a un modelo inercial. La DGC lleva d3cadas asumiendo cambios y participando activamente en los foros internacionales en los cuales se plantean las posibilidades de dirigir una administraci3n de carreteras hacia organizaciones m3s eficientes, transparentes, cercanas al ciudadano y que consideren al usuario de la carretera como cliente, al que hay que darle el mejor servicio posible.

Eso incluye m3s seguridad, incorporaci3n de nuevas tecnolog3as, investigaci3n para la mejora del medio ambiente, eliminar los cuellos de botella que puedan quedar o surgir en la red, facilitar los cambios que vengan del sector de la automoci3n, a3adir ITS en la infraestructura, procurar una gesti3n eficaz de emergencias incorporan-

do los medios m3s adecuados (en estos momentos los drones), y asumir el concepto de econom3a circular, considerando todo el ciclo de vida de una carretera al tomar decisiones concretas.

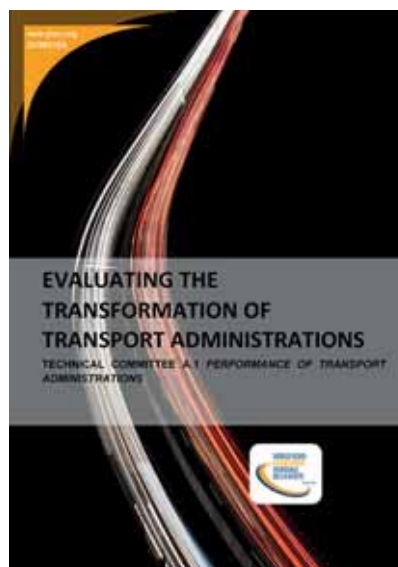
Otra exigencia incuestionable es ser una administraci3n bien relacionada con los organismos europeos que definen la pol3tica global de transportes, promueven los cambios estrat3gicos y financian dichos procesos.

La DGC del siglo XXI deber3a ser tambi3n:

Una DGC que se coordine con instituciones cuyos objetivos son la movilidad sostenible, superando una cierta autarqu3a heredera de la excesiva especializaci3n.

Una DGC que participe en observatorios multimodales, aportando la informaci3n sectorial adecuada para el an3lisis global.

Una DGC con I+D propia en los campos cl3sicos, pero abierta al nuevo mundo de las apps, siguiendo el





ejemplo ferroviario y portuario, por no salir del ámbito ministerial.

Una DGC que explicita el camino a seguir para su completa digitalización y rinda cuentas de los objetivos y plazos cumplidos.

La buena noticia es que hay fondos para ello. La voluntad de mejora sin medios nunca es suficiente, pero la voluntad de transformación de la UE incluye recursos para que pueda producirse en los países miembros que tengan voluntad de hacerla.

La voluntad real de cambio es una condición necesaria, aunque no suficiente, para transformar cualquier institución. Los recursos, mantenidos por el tiempo necesario, son también indispensables, los objetivos deben ser claros, asumidos y estables, pero desde Carlos III, por no remontarnos a los romanos, sabemos que las personas son también imprescindibles. Para garantizar resultados excelentes, es imprescindible contar con personas excelentes al frente de estos cambios, con continuidad en su responsabilidad.

El cambio no es indispensable

Siendo realistas podemos aceptar que para disponer de los fondos europeos no es obligatorio ninguna alteración en la estructura administrativa y accediendo a los fondos europeos que incrementen los presupuestos anuales, la DGC estaría justificada. Además, en estas circunstancias, los expertos en sus respectivas áreas se relacionarán más en foros europeos, afianzando un modelo estable.

La importancia de la DGC podrá medirse en el presupuesto gestionado, que verá épocas más boyantes y otras de menores recursos y cuando sus superiores so-



liciten su presencia en determinados foros, se aplicarán a ello con diligencia. Es un modelo reactivo, pero incuestionable.

Referirnos en el artículo a la DGC estatal es una limitación voluntaria para poder concretar mejor las propuestas. Evidentemente el entorno de cambio y los problemas futuros de movilidad urbana y metropolitana, que serán los principales en el conjunto del sistema de transportes, exigirán actualizaciones en todas las administraciones, pero pensar en los escenarios futuros y sus exigencias de coordinación entre los gestores de las infraestructuras y los del transporte, desborda los objetivos del presente artículo.

Concretando la encrucijada

En este momento hay dos posibilidades: integrar el nuevo paradigma en la cultura de la DGC, tal como pide el actual Ministro cuando califica la administración constructora como obsoleta y cuando expresa en el Eje 9 del documento de movilidad que una de las tareas es producir cambios profundos en la estructura interna del Ministerio, o la segunda posibilidad, continuista con los retoques menores imprescindibles.

Si se opta por la primera, conviene traducirla en decisiones claras, para que sean los primeros pasos de un fructífero camino. Al pensar en estos primeros pasos surgen inmediatamente dos preguntas: ¿es necesaria una estructura interna con tanta relevancia de Proyectos y Construcción o, por el contrario, la relevancia debe ser de Conservación, Explotación y Movilidad Sostenible? La segunda es qué dotación de medios y qué responsables se van a designar para producir una transición digital en la Dirección General.



El Mitma en proceso de cambio

Los organismos del Mitma más activos ya han concretado las primeras iniciativas en el sentido que estamos planteando. Veamos brevemente las novedades recientes en el transporte marítimo, ferroviario y aéreo.

1. El transporte marítimo y el proyecto disruptivo.

Puertos del Estado ha creado una incubadora: Ports 4.0, para fomentar la innovación abierta corporativa, iniciativa con la que espera atraer, apoyar y facilitar la aplicación del talento y emprendimiento al sector logístico-portuario español.

Su objetivo principal es promover e incorporar activamente la innovación como elemento de competitividad, de eficiencia, sostenibilidad y seguridad, con iniciativas públicas y privadas, para facilitar la transición del sector hacia la economía 4.0.

El fondo de innovación Ports 4.0 cerró en octubre de 2020 el plazo de la primera presentación de ideas, contabilizando más de 120 solicitudes. Se cumplió así el primer hito de la hoja de ruta marcada para la ejecución de esta iniciativa que se engloba en el Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras del Mitma y que constituye el proyecto disruptivo más importante para la adaptación del sector logístico-portuario español a la economía 4.0.

2. Transporte ferroviario. El hub de innovación de movilidad y el cambio de cultura empresarial.

TRENLAB es el programa global de aceleración de startups de RENFE en colaboración con WAYRA. Es el hub de innovación abierta en el sector de movilidad, transporte

y logística, para acelerar los mejores proyectos y generar oportunidades de negocio conjuntamente con Telefónica.

En palabras de Bruno Espinar, director de Movilidad 4.0 e Innovación Digital de RENFE: “con las startups ha cambiado la cultura de nuestra empresa gracias a la innovación”, y también indica el objetivo de que mediante TRENLAB se busquen soluciones tecnológicas disruptivas que contribuyan a la transformación de RENFE.

Por otra parte, ADIF y ADIF Alta Velocidad han iniciado un proyecto piloto con el objetivo de impulsar la movilidad sostenible en los desplazamientos hacia y desde las estaciones de trenes, en el marco de la Estrategia de movilidad. La iniciativa surge a raíz de la firma del acuerdo entre ADIF y ADIF AV y la asociación Red de Ciudades por la Bicicleta para un “Plan de Movilidad Ferrocarriil-Bicicleta” y está enmarcada en el proyecto “Ecomilla”, una iniciativa con la que ADIF se convierte en pionera en dar prioridad a la movilidad sostenible.

3. Transporte aéreo sostenible

En febrero de 2021 Iberia y Airbus presentaron un proyecto en el que también se encuentra AENA, para alcanzar un modelo de aviación sostenible y la transición digital en el sector.

El proyecto asciende a 11.000 millones de euros y será cofinanciado aprovechando la oportunidad que ofrecen los fondos europeos para la recuperación.

El Consorcio, al que es posible que se sumen ADIF y RENFE, ha presentado el proyecto en el Ministerio de Industria buscando el compromiso del Gobierno y hace hincapié en:

- La economía circular y el uso más eficiente de los recursos y su reciclabilidad.



- La intermodalidad con el AVE, la integraci3n de operaciones multimodales en torno a los veh3culos el3ctricos aut3nomos, tanto en superficie como a3reos, como antesala para el desarrollo de los de cero emisiones (ZeroE o ZEV por sus siglas en ingl3s) y la integraci3n de operaciones de movilidad a3rea urbana e interurbana.
- La conectividad con puertos y los otros hubs relevantes para consolidar una red log3stica eficiente.

El proyecto plantea la creaci3n de un polo industrial aeron3utico que apoye la transici3n ecol3gica y se erija como un campo de innovaci3n.

Asimismo, propone constituir la AERO_ES2030, una universidad corporativa del sector aeron3utico espa3ol, articulada a trav3s de un centro tecnol3gico p3blico-privado que impulse la innovaci3n transformadora en el sector, la integraci3n de nuevas operaciones y veh3culos aut3nomos, servicios para la mejora de la experiencia de viaje y fomentar el uso de nuevas tecnolog3as entre las que se encuentra el uso de drones.

La voluntad de cambio se refleja en los Presupuestos generales del Estado

Al ver en los Presupuestos Generales del Estado el programa 450 A y su importe, podemos asumir que la voluntad de cambio se ha traducido en un concepto presupuestario nuevo. Si lo comparamos con los programas convencionales, puede justificar el replanteamiento de algunas funciones internas de la DGC, si quiere ser uno de los 3rganos protagonistas de su gesti3n.

El citado programa 450A (Infraestructuras. Mecanismo de Recuperaci3n y Resiliencia) est3 dotado con 3.301,3 M€, y es mayor que la suma del 453B (Creaci3n



de infraestructura de carreteras) con 1.253,5 M€ y el 453C (Conservaci3n y explotaci3n de carreteras) con 1.084,3 M€.

En la descripci3n del Programa 450 A nos encontramos con lo ya expresado en otras ocasiones: la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada, y su horizonte del 2030 supone un nuevo planteamiento de las actuaciones a realizar en transporte, movilidad e infraestructuras. Las palabras que describen el Programa remarcan tambi3n que una vez alcanzado en Espa3a un stock de infraestructuras de transporte importante a nivel europeo, el enfoque var3a de una visi3n meramente inversora a un enfoque basado en la movilidad cotidiana de sus ciudadanos, la sostenibilidad ambiental del transporte y la digitalizaci3n del mismo.

A pesar de la existencia de este programa, el Comit3 de Financiaci3n de la ATC ha expresado en el n3mero anterior de esta revista, su opini3n de que el modelo de financiaci3n actual est3 agotado y no permite cubrir las necesidades de mantenimiento, inspecci3n y auscultaci3n de la actual Red Estatal de Carreteras de manera adecuada. Entre otras conclusiones afirma que es necesario un modelo que resulte sostenible a medio y largo plazo.

Este Comit3 no s3lo plantea la necesidad de recursos, sino que habla de un cambio en la gesti3n cuando indica la necesidad de "fomentar pol3ticas de gesti3n de la movilidad" y subraya la urgencia en la toma de decisiones.

Como estas afirmaciones ser3n objeto de an3lisis m3s detallados no insistimos m3s, pero dejamos constancia de la necesidad de evitar la degradaci3n del patrimonio viario, siendo conscientes de que las necesidades constatadas en conservaci3n no se pueden solventar mediante el citado Programa 450 A, cuyos objetivos son diferentes.



Voluntad de modernizar

En lo expuesto anteriormente vemos que Puertos del Estado, ADIF, RENFE y AENA ya han concretado proyectos piloto e incubadoras de *start ups* y asumen la conveniencia de modificar su cultura empresarial e institucional. Esto no va a modificar sus se1as profundas de identidad, pero les va a permitir participar activamente en el cambio del sistema de transportes del siglo XXI.

La adaptaci3n a nuevas exigencias t3cnicas y administrativas y la adaptaci3n a entornos en evoluci3n manteniendo las se1as de identidad, ha sido una constante en la DGC desde sus inicios. En caso de asumir ahora la conveniencia de una renovaci3n profunda, se podr3a empezar por la columna vertebral de la Direcci3n: las Demarcaciones y Unidades. Podr3a implantarse la digitalizaci3n en alguna como experiencia piloto, para poder tener un ejemplo claro de qu3 hacer en el resto. Ese ser3a el momento de convertir las Jefaturas de Planeamiento, Proyectos y Obras en Jefaturas de Movilidad Sostenible que lideraran la digitalizaci3n del conjunto.

Las personas que asumieran estas jefaturas tambi3n incluir3an en su trabajo la coordinaci3n administrativa con las instituciones responsables de la ordenaci3n territorial, el planeamiento urbano, los planes de movilidad sostenible y los planes de protecci3n ambiental. Ser3an las interlocutoras, en su caso, de los grupos que tengan que ver con la econom3a circular, los reciclados de materiales, la mejora de las emisiones de CO2, la movilidad como servicio (MaaS), el desarrollo de medidas para mejorar la situaci3n de la Espa1a despoblada y el fomento del transporte p3blico.

No en todas las Demarcaciones tendr3an id3nticas cargas de trabajo porque si nos fijamos en el 3ltimo punto, en Barcelona, en Madrid y en los accesos por el oeste de M3laga, ser3a adecuada la implantaci3n de carriles prioritarios para el transporte p3blico, pero no son actuaciones extensivas a otras Demarcaciones. En todas ellas hay necesidad de interlocutores activos en el trabajo conjunto hacia un transporte seguro, sostenible y conectado, pero se concretar3a de manera diferente en cada una.

La adaptaci3n de carreteras para veh3culos aut3nomos o la implantaci3n del 5G s3 son cuestiones que afectan a toda la red, como el establecimiento de electrolineras, los accesos a paradas del transporte p3blico en las carreteras, la mejora del entorno y la disminuci3n de la afecci3n ac3stica, y por eso entendemos que las nuevas funciones justifican un cambio de nombre de las jefaturas citadas.



No se trata de ser exhaustivos en las cuestiones que deben ser objeto del fomento de la movilidad sostenible, pero una de las m3s importantes es la digitalizaci3n de los centros intermodales de viajeros y multimodales de mercanc3as. En ese proceso la DGC deber3a estar presente y no reducir su papel a mantener los accesos a dichos nodos, porque el futuro del transporte es la intermodalidad y esos puntos de intercambio van a ser decisivos en la calidad del conjunto del sistema.

Estos cambios, l3gicamente deber3an tener su reflejo en las Subdirecciones, aunque la tarea de digitalizar la Direcci3n y su participaci3n activa en la incubadora de apps, ha de ser una tarea del conjunto de la Direcci3n.

Hay un punto a favor si se decide optar por la modernizaci3n. Desde su creaci3n, en la DGC todos sabemos que no hay carretera sin puentes y por eso todos nos sentimos de alguna manera, aunque sea la responsabilidad de unos pocos, ingenieros de puentes. Sabemos que atravesar un puente es descubrir una tierra nueva y abandonar la conocida, la que nos resulta confortable. Somos los que realizamos los puentes que nadie sabr3a hacer y nos atrevemos a ser los primeros en cruzarlos.



Bibliografía

- [1] "Crecimiento y modernización de las carreteras españolas. La configuración de la red". Javier R. Ventosa. https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/1D266D39-D653-46E5-A3F1-2234E6E157C3/145323/Ex72_83.pdf
- [2] Informe del CT A.1 DE PIARC "Funcionamiento de las administraciones de transporte", resumido en "Rutas" Nº 185. José Manuel Blanco Segarra. "Funcionamiento de las Administraciones de Transporte" dedicado a la gestión de los cambios y a la elaboración de un marco conceptual y directrices y recomendaciones asociadas. En http://www.atc-piarc.com/rutas_descargar.php?numID=185
- [3] The European Commission. 'Sustainable and Smart Mobility Strategy' https://ec.europa.eu/transport/themes/mobilitystrategy_en
- [4] Un pacto verde europeo. European Green Deal. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es
- [5] Indra. : "El futuro del transporte viario" ITT Report 2019. Smart roads. En: <https://www.indracompany.com/es/ittreport>
- [6] Plan de Digitalización de las Administraciones Públicas. <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2021/270121-digitalizaci-n.aspx>
- [7] Plan España digital 2025. https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/230720-Espa%C3%B1aDigital_2025.pdf
- [8] Estrategia de movilidad. [https://cdn.Mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/20200917_Ddebate_\(doble_p\)vf2.pdf](https://cdn.Mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/20200917_Ddebate_(doble_p)vf2.pdf)
- [9] Movilidad sostenible. EJE 9. <https://esmovilidad.Mitma.es/ejes-estrategicos/evolucion-y-transformacion-del-Mitma>
- [10] Impulso a la movilidad sostenible. Plan Moves. <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/plan-moves-ii>
- [11] C Roads Spain. <https://www.c-roads.es/c-roads-spain>
- [12] Iniciativa "Cloud " en Teruel. <https://www.Mitma.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/mie-16092020-1133>
- [13] Tren lab. <https://www.trenlab.es/>
- [14] Puertos 4.0. <http://www.puertos.es/es-es/Paginas/ports40.aspx>
- [15] Nota sobre la primera convocatoria de Puertos 4.0 <http://www.puertos.es/Documents/Notas%20de%20Prensa/29102020NPFondo40Ideas.pdf>
- [16] Sector aeronáutico sostenible. <https://esmovilidad.Mitma.es/noticias/el-camino-hacia-un-sector-aeronautico-mas-sostenible-y-digital>
- [17] Presentación del proyecto del consorcio Airbus, Iberia, Aena et al. <https://elpais.com/economia/2021-02-14/iberia-y-airbus-se-alian-para-invertir-11000-millones-en-aviacion-sostenible.html>

Fuentes de ilustraciones

13: <https://www.todotransporte.com/tag/autopistas-ferroviarias/>

Faja y 16: NASA-urbanair mobility en transportup.com ❖

Elogio de los puentes de piedra. Apelación a que los ingenieros los estudien (2ª parte)



Praise of the stone bridges. Exhortation to engineers to study them (II)

Francisco Javier León
Benedetta Orfeo
Leonardo Todisco

*Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.
ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid*

Se presenta, en el conjunto de las dos partes en que se ha dividido este artículo, la relación de virtudes de estos puentes (también de algunos puntos débiles), tan numerosos y tan desconocidos por parte de los propios ingenieros. Entremezclados con experiencias profesionales, investigadoras y académicas, se da cuenta aquí de aspectos tan interesantes como las cimbras: una bóveda, un arco, no funciona como tal hasta que no se cierra en clave y puede retirarse la cimbra. Hasta ese instante, las dovelas no son sino una carga (no pequeña) sobre esas estructuras temporales, con frecuencia colosales, proyectadas y construidas con los medios de otros tiempos. Se trata, en palabras de Julio Sánchez, de una expresión de “ingeniería efímera” que merece reconocimiento. Como reza el título, se hace una reivindicación de la necesidad de que se estudien estos puentes, incorporando las enseñanzas a los planes docentes de los másteres de nuestras Escuelas de Ingenieros de Caminos. Se retomará así, de manera actualizada, la brillante trayectoria de aquellos ingenieros decimonónicos que dotaron al país de unos puentes con los que se vertebró la red de carreteras y de ferrocarriles. Merecemos especialistas que traten con conocimiento el patrimonio heredado y que, por qué no, proyecten hacia el futuro las posibilidades de un material estructural, la fábrica de piedra o ladrillo, de cualidades bien probadas pero olvidadas.

The advantages and some weak points of masonry bridges are reminded in this paper, published in two parts. Although bridges of this type are numerous in Spain and in many other European countries, they are rather unknown by civil engineers. Together with professional, research and academic experiences, the authors pay attention to questions like centring. Thus, an arch will function as a self-supporting structure only when the voussoir at crown is placed and the scaffolding is removed. Till this moment, voussoirs act merely as big loads on such often huge temporary structures erected with the equipment of ancient times. Such “ephemeral engineering” deserves a special recognition, as Julio Sánchez says. As declared in the title of the paper, a special emphasis is given to the need of studying such bridges, disseminating this knowledge through the Civil Engineering Schools or Faculties and their Curricula. Thus, the brilliant tradition of civil engineers of the past (especially 19th Century), properly updated, can be recovered to improve the quality of the refurbishment works on these bridges today and, why not, conceive new possibilities for newly designed bridges on stone or brick.

La construcción de los puentes de piedra

La figura 1 representa el croquis arquetípico e ilustrado del objeto construido. A las cimentaciones, sigue la construcción de los estribos, de las pilas y de los tajamares. La forma de estos últimos ha sido objeto de muchos estudios por parte de los antiguos tratadistas, pues estos eran elementos fundamentales para evitar la tan temida socavación de las pilas, problema principal del colapso de este tipo de puentes. Por limitaciones de espacio, no se entra en la descripción de estos elementos y de las versiones contradictorias que formulan diferentes tratadistas a lo largo de los siglos.

Finalizada la construcción de estribos, pilas y tímpanos, al menos en parte, comienza la realización de la estructura portante horizontal, sustentada por la bóveda, elemento característico y, sin duda, distintivo de todo puente de fábrica. Sobre ella, se posiciona un relleno, que queda confinado por los tímpanos, y que sirve de sustento final para la plataforma [1]. En el proceso constructivo destaca el papel, más bien ignorado, que jugaban las cimbras [2], indispensables para la sustentación de la bóveda, antes de colocar la dovela de clave. Éstas son, conjuntamente con las ataguías y los cajones de cimentación, el medio auxiliar de mayor importancia en el proceso evolutivo del puente y, al mismo tiempo, un elemento a menudo obviado por los tratadistas. Merece la pena dedicar siquiera unas líneas a estas grandes desconocidas [3] y a desvelar al ingeniero de a pie el verdadero papel de la cimbra en el pasado y sus implicaciones en la ingeniería del presente (figura 14 de la primera parte).

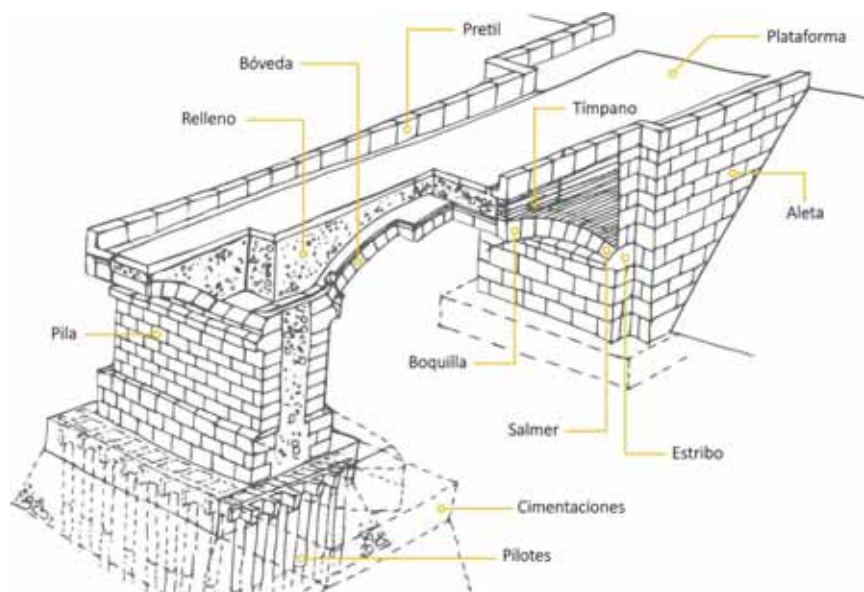


Figura 1. Elementos constitutivos de un puente de piedra

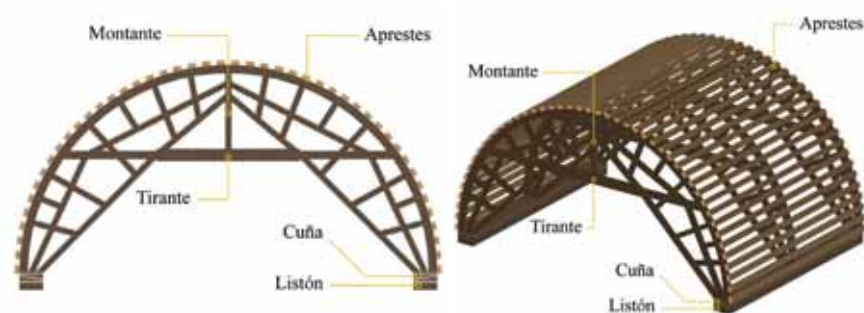


Figura 2. Elementos constitutivos de las cimbras más utilizadas en España (tomado de [3]): a) vista frontal de un cuchillo; b) vista en perspectiva de un conjunto de cuchillos. Ver también la figura 14 de la primera parte.

Tipos de cimbra y sus componentes

Son estructuras de madera formadas por un arco exterior que constituye el esqueleto portante, al cual están clavados elementos lineales de manera radial hacia el centro. La cimbra más utilizada para arcos de medio punto es la que se representa en la figura 2 a partir de la descripción, entre otros, de Sánchez Taramas [4]. Es una cimbra rígida, caracterizada por un montante vertical y un tirante horizontal. Para la construcción de un arco, se suele usar un solo cuchillo, ya que el arco tendrá un solo orden de dovelas. En una bóveda, sin embargo, el arco se proyecta en la tercera dimensión y la cimbra requiere de un cierto número

de cuchillos paralelos, a una distancia el uno del otro de 4 a 7 pies españoles (1 pie español = 27,9 cm). Sobre los cerchones (cuchillos), se ponen unas maderas muy derechas que se llaman aprestes o forros [3] y que no se clavan, dando apoyo a las dovelas en el vacío entre dos cuchillos.

Las cimbras se suelen clasificar, según su deformabilidad, en rígidas y flexibles [5]. La diferencia es debida a la presencia (o no) del tirante y del montante, inexistentes ambos en las cimbras flexibles [6]. Cabe decir que esta clasificación es convencional, ya que también las cimbras rígidas experimentan deformaciones bajo la aplicación de las cargas. Otra clasificación posible atiende a la manera de estar apoyadas [7].

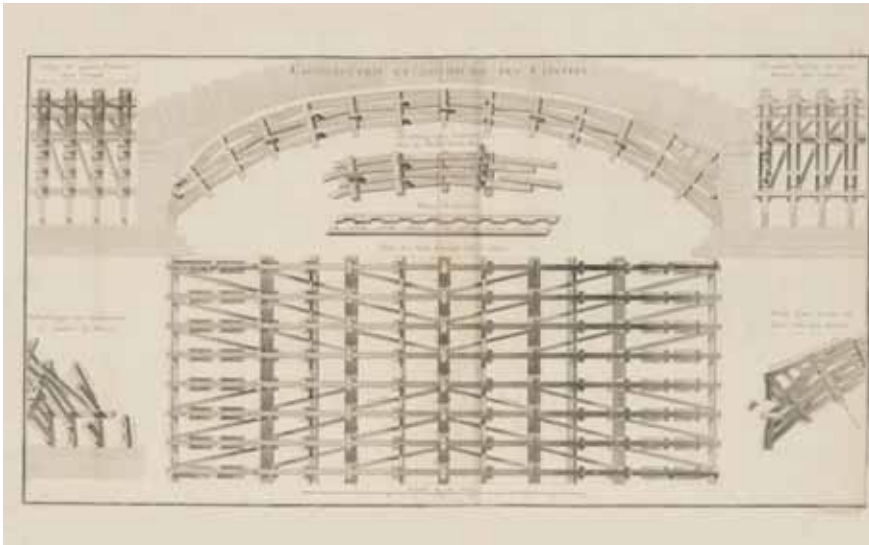


Figura 3. Cimbra flexible del puente de Neuilly (Perronet) [6]

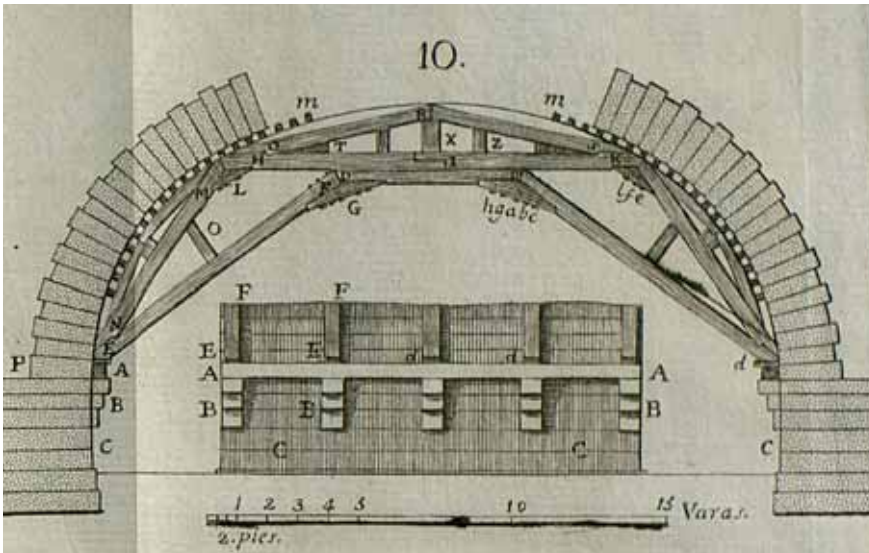


Figura 4. Detalle de hiladas de sillares donde se apoya la cimbra [4]

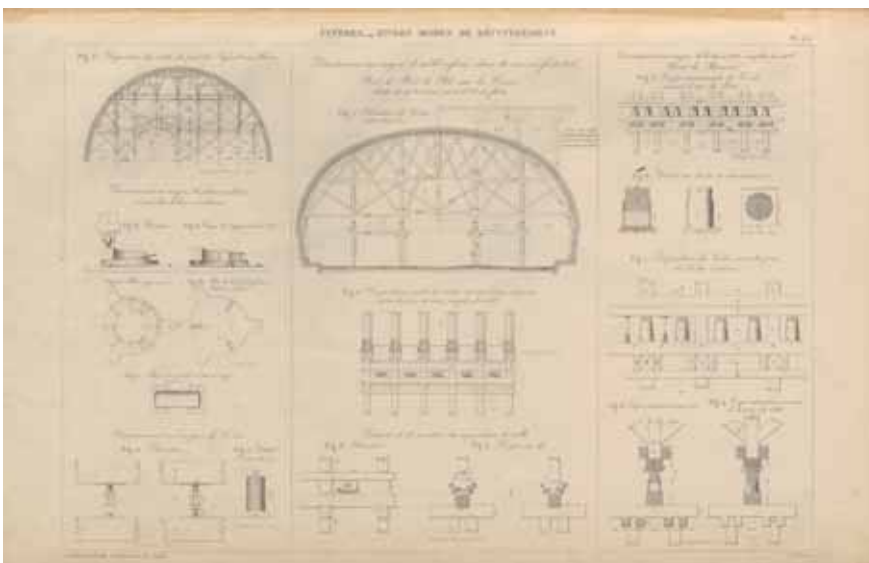


Figura 5. Cimbra apoyada sobre el lecho del río [7]

Lo más frecuente es que los cuchillos de las cimbras apoyen sobre hiladas de sillares en ménsula que sobresalen de las pilas (B y C en la figura 4 [4]).

Los cuchillos no apoyan directamente sobre los sillares, sino sobre unos listones (A) de madera, a su vez dispuestos sobre los sillares sobresalientes en voladizo progresivo. Por encima de los maderos y debajo del apoyo de la cimbra, es posible identificar unas cuñas (d) de unas cuatro pulgadas de grosor (9,3 cm) para aflojar y desarmar la cimbra al concluir la bóveda [8]. Este método es independiente de las condiciones del terreno y las ménsulas no representan un obstáculo para las embarcaciones u objetos flotantes transportados por la corriente de agua bajo la cimbra. Alternativamente, en verano y con cauces bajos, se disponían pies derechos sobre el lecho del río y aparear allí la cimbra y los andamios (figura 5).

El material

La madera, el principal material utilizado en las cimbras, ha de ser lo suficientemente resistente como para evitar un colapso prematuro de la bóveda. También debe asegurar que las deformaciones que se producen, antes y después del descimbrado, no superen los valores límites aceptables asociados a una adecuada geometría final de la bóveda. La madera tiene que ser uniforme, sin nudos, y tiene que haberse ensayado frente a heladas invernales. El P. Pontones [8] dedica un capítulo entero a los materiales empleados en la construcción y reparación de los puentes, con particular atención a la madera. Aconseja el empleo del alcornoque, la encina, el olmo y el pino, recomendando por encima de todos ellos el albar porque es resinoso y se conserva mejor.

En la figura 6, de Wiebeking [9], se visualiza el proceso de ensayo de las maderas para valorar su aptitud a flexión, con un detalle de su rotura, para evaluar la resistencia del material en puentes de madera, pero los resultados sirven también para las cimbras. Para evaluar la resistencia, el P. Pontones [8] propone ensayar un madero bajo una carga aplicada en el centro. Da una fórmula que, certeramente, hace depender del cuadrado del canto, por el ancho, dividido por la luz, lo que denota que se va abandonando la idea clásica de la proporcionalidad en las resistencias, acercándose a lo que, decenios después, plantean Bernoulli y Navier. Es interesante también observar que introduce lo que hoy llamamos “coeficiente de seguridad”, que dice ha de ser 2.

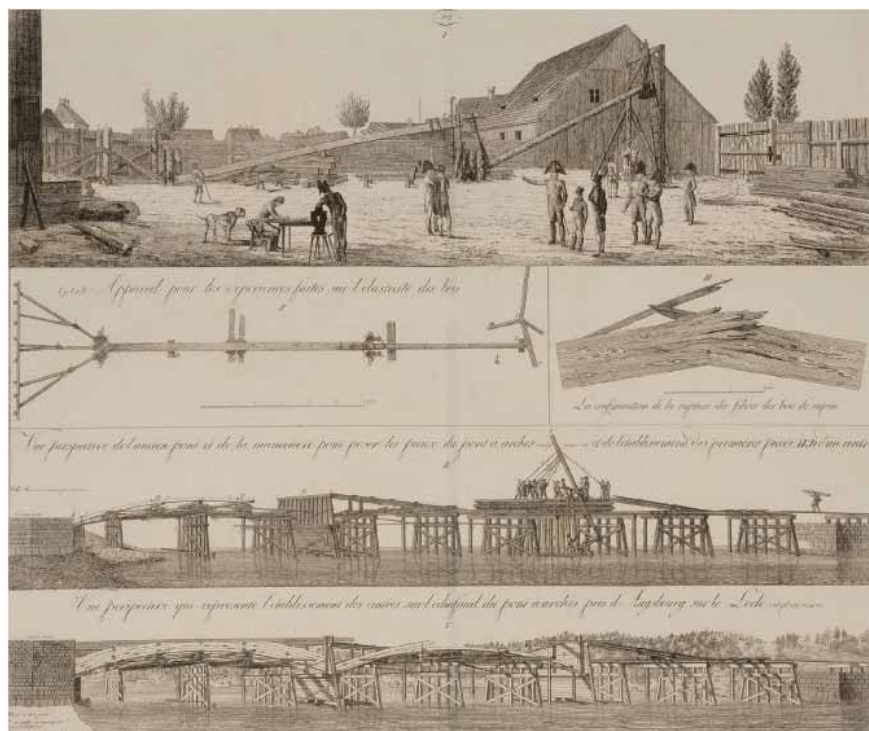


Figura 6. Lámina 112 de Wiebeking [9], en la que se muestran, en la parte superior, los ensayos a flexión realizados sobre rollizos de madera, incluyendo la forma de rotura

Proceso de construcción de una bóveda

El proceso de construcción de las bóvedas es uno de los aspectos fascinantes de los puentes de piedra o ladrillo y que, como las cimentaciones, son muy desconocidos. El ingeniero de hoy contempla la bóveda terminada y admira el resultado, pero su valoración se queda corta si ignora cómo se construyó. De la cimbra depende la forma final de la bóveda del puente [10]. Las primeras dovelas, comprendidas entre la línea de imposta y los 30° (figura 7a), se apoyan una sobre otra sin necesidad de cimbra, ya que el rozamiento entre las dovelas es suficiente como para que no deslicen (ni vuelquen) cayendo hacia el centro del arco [5]. La cimbra, en este caso, juega sólo el papel de guía para dar la correcta forma a la bóveda. Como se puede ver en a), se utiliza una cuerda, llamada cintrel y conectada al centro del arco, para que las dovelas estén posicionadas con la correcta

inclinación y sigan la dirección radial [8] (ver también la figura 14 de la primera parte de este artículo, en el centro de la semicircunferencia). Además, desde el principio del proceso constructivo, es indispensable acopiar ordenadamente en clave y hombros de la cimbra una serie de dovelas en horizontal. Son necesarias para contrarrestar la tendencia de la cimbra a deformarse hacia arriba a medida que se ponen sobre los aprestes las dovelas desde los 30° en adelante (figura 7b). Una vez las dovelas empiezan a acercarse a la clave de la bóveda, estas piezas se van retirando [6].

Finalmente, se dispone la dovela de clave, con la ayuda de un martillo de madera, en un proceso a lo largo del cual el arco empieza a entrar en carga, trabajando, por lo tanto, de manera independiente sin necesidad del sustento que le brinda la cimbra. En este momento, las cuñas en las que se apoya la cimbra se retiran, abandonando ésta de forma definitiva el contacto con el arco (figura 7c). Concluida la

bóveda, se disponen los tímpanos (figura 7d) y los rellenos rígidos y granulares del trasdós (el más oscuro representa el relleno rígido que es el más profundo y se encuentra sobre las sillas de las bóvedas en pilas y estribos), con altura, desde la línea de arranques, equivalente a 2/3 o 4/5 de la flecha, según se trate de puentes de carretera o ferroviarios, con las lógicas variaciones [5]. El relleno rígido es un elemento resistente de enorme importancia porque tiene capacidad portante. El relleno granular, más económico, tiene la misión de repartir la acción de las cargas sobre la plataforma hacia el conjunto relleno rígido – bóveda, además de “pretensar” en conjunto frente a las sobrecargas no simétricas.

Además, el relleno rígido ayuda a resistir los empujes horizontales que deben soportar las pilas provenientes de las bóvedas. Esta función resulta fundamental pues, en algunos casos, este empuje puede no ser compensado por el de la bóveda adyacente si ésta aún no

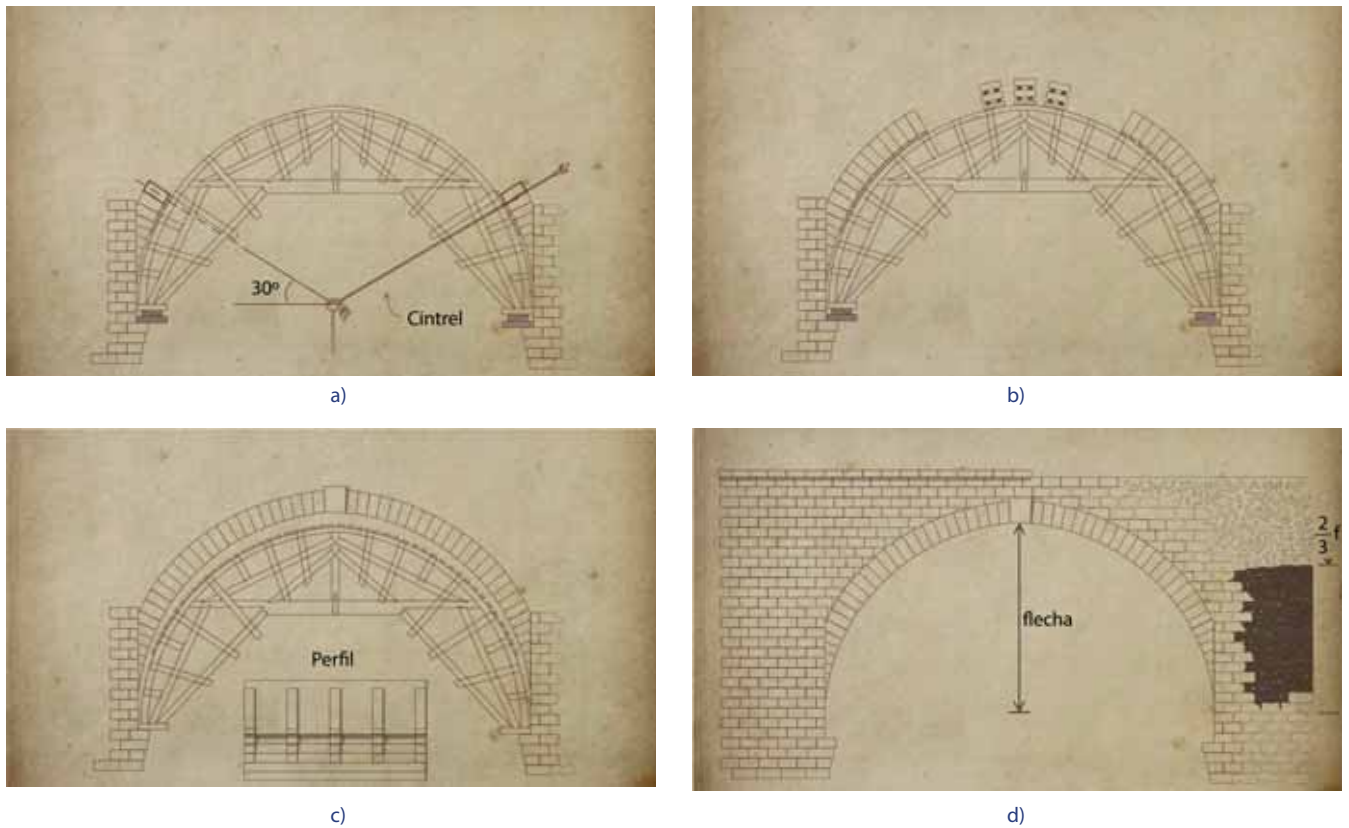


Figura 7. Secuencia de fotogramas que muestran la evolución en la construcción de una bóveda de fábrica (trabajo de B. Orfeo con fines docentes)

ha sido construida. Usualmente, la misma cimbra era empleada para construir todas las bóvedas del puente, lo que imposibilitaba la realización simultánea de todas ellas, dándose este tipo de desequilibrios especialmente crítica en puentes con pilas muy esbeltas, como en el caso del puente de Neuilly [6].

El descimbrado

Esta operación es muy delicada. Debe realizarse con cuidado y siempre de forma gradual. Este procedimiento puede realizarse inmediatamente después de la construcción de la bóveda, o pasadas algunas semanas una vez haya fraguado el mortero o la lechada introducida en las juntas de dovelas. El descimbrado requiere retirar al mismo tiempo todas las cuñas para garantizar un asentamiento uniforme de la cimbra [6].

Comportamiento resistente de la cimbra

La figura 8 presenta la distribución de los esfuerzos axiales en la cimbra a lo largo de la construcción de la bóveda y, en particular, al 30% y al 100% del proceso constructivo [3]. Es evidente que el arco exterior es el principal elemento portante de la cimbra, ya que transfiere la mayor parte de la carga hasta los apoyos. Las piezas radiales actúan como elementos de rigidización, conectando el arco exterior con el interior, con niveles tensionales bajos.

Al principio, los mayores esfuerzos se concentran en la parte más baja de las cimbras, mientras que, al final de la construcción, los mayores se alcanzan al nivel del tirante horizontal, sabiamente dispuesto. Los momentos flectores y las fuerzas cortantes son insignificantes, lo que resalta la idoneidad de la forma seleccionada de las cimbras.

Los ejemplos de Besalú (figura 9) o Almaraz (figura 10) son expresiones de la importancia de las cimbras en relación con la forma de las bóvedas. Éstas han de ser lo bastante rígidas como para poder

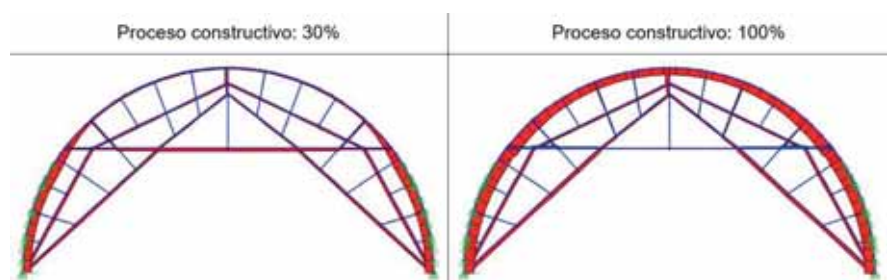


Figura 8. Distribución de esfuerzos axiales en la cimbra [3]

soportar el peso de las dovelas sin alterar la geometría final del arco. El inadecuado diseño de una cimbra excesivamente flexible o el inapropiado orden constructivo (asimetría de montaje de dovelas o ausencia de contrapesos) podrían estar detrás de la forma de falsos (indeseados) arcos góticos. Este aspecto ya fue puesto de manifiesto por Carlos Fernández Casado y casi nunca aparece en los tratados de puentes y, menos aún, en las guías turísticas.

Diseño eficiente de cimbras: los arcos de doble rosca

En el caso de grandes luces son comunes las bóvedas de doble rosca. La razón es esencialmente ingenieril, constructiva, y fue utilizada ya por los romanos. Así, si el espesor canónico de la bóveda había de ser 1/10 de la luz libre, en el puente de Alcántara habrían resultado dovelas de casi 3 m de canto, de difícil manipulación en cantera, en la montea y también sobre la propia cimbra. Otro tanto sucede con los puentes de Ariza y de Almaraz (bóveda de la margen izquierda, que es la primitiva, pues la otra es una refacción de la primera mitad del s. XIX) (figura 10). En los Países Bajos y en el Reino Unido, donde son



Figura 9. Puentes de Besalú, Girona

endémicas las bóvedas de ladrillo de varias roscas, sucede lo mismo. La idea, pues, consiste en disponer una primera rosca de tamaño más manejable y menor exigencia para la cimbra, de forma que, completado el primer anillo, el segundo actúa sobre el primero y, en menor medida, sobre la cimbra, aún dispuesta.

Séjourné [11, 5], el último gran constructor de bóvedas de piedra en Europa, utilizó sabiamente este recurso, llegando a cuantificar en un 70% el ahorro en cimbras, lo que hizo posible mantener la competitividad de los puentes de piedra unos decenios más, precisamente porque la cimbra constituía una parte muy significativa del coste to-

tal de la obra. Como es sabido, E. Torroja utilizó un sistema parecido (roscas) sobre la autocimbra en la construcción del gran arco del viaducto de Martín Gil.

Cimbras de hoy para puentes de piedra

Las consideraciones anteriores no sólo tienen valor histórico, lo que ya es justificación suficiente para tratarlos aquí. Saber de las cimbras y su relación con las bóvedas permite acometer con fundamento labores de rehabilitación, como el ensillado de bóvedas en mal estado, si los rellenos no permiten confiar exclusivamente en bóvedas y



Figura 10. Detalles de doble rosca de los puentes de Alcántara, Almaraz y Ariza

relleno rígido. En casos como el del puente de Deba (figura 11).

Por qué enseñar puentes de piedra en el s. XXI

Para que los ingenieros estudien los puentes de piedra hay dos vías: que el profesional se tenga que enfrentar a un caso real de puente de piedra al que dar respuestas; o que se enseñe en nuestras Escuelas en el contexto del programa formativo reglado, lo que facilitará la capacidad y eficacia para dar tales respuestas. La Escuela de Madrid, la primera y única de España hasta mediada la década de 1960, impartía enseñanzas para proyectar y construir puentes de piedra y ladrillo. Dejó de hacerlo a mediados del s. XX, cuando el empleo del hormigón estructural se hizo extensivo y sustitutivo de la piedra y del ladrillo (Los puentes metálicos siguieron haciendo uso, por cierto, de cimentaciones, pilas y estribos de piedra.) La consecuencia de que dejara de enseñarse la obra de piedra o ladrillo fue que los ingenieros de caminos fueron olvidando ese material estructural y, como es sabido, lo que no se enseña, no cae en los exámenes y es, en la práctica, como si no existiera. Pero existe. Lo que sucede es que los puentes de piedra o ladrillo son tan buenos, en general, tan poco necesitados de mantenimiento en comparación con los metálicos o incluso los de hormigón, que no representaron ni un problema ni una necesidad. Los viejos puentes, pertenecientes a trazados obsoletos (generalmente en carreteras, no en ferrocarriles) o estrechos, o bien fueron abandonados o bien fueron objeto de ensanches de resultado muy desigual [1].

Cuando empiezan a implantarse los primeros sistemas de gestión de puentes, con las correspondientes campañas de inventario e ins-

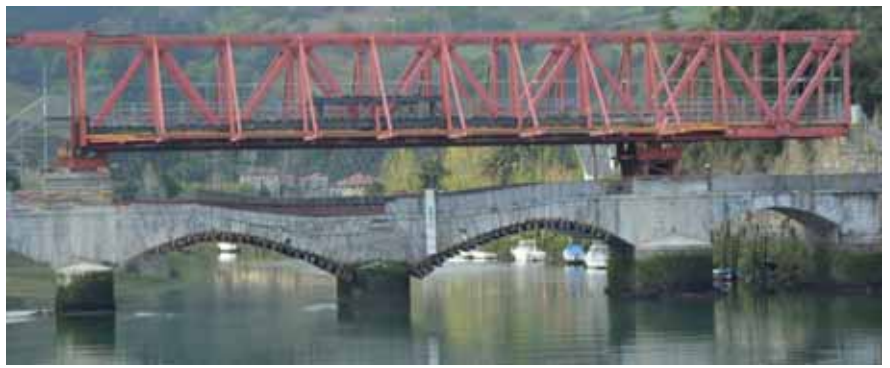


Figura 11. Apeo de las bóvedas del puente de Deba y aprestes dispuestos para su sujeción. Desarrollo de ULMA a partir de la propuesta de FHECOR-INJELAN. Fotos de los autores

pección, en los últimos años del s. XX, las Administraciones empiezan a darse cuenta de que hay que incluir los puentes de piedra. Así lo entiende nuestro recordado Ramón del Cuvillo, presidente del Comité de Puentes de la ATC-AIPCR hasta 2001, en cuyo seno se constituye el grupo de trabajo “Puentes de Fábrica” en 1996, que empieza elaborando un glosario de términos [12], porque hasta la jerga se había olvidado. Siguieron luego otros documentos en los que tuvimos la fortuna de participar, combinándose el trabajo académico y el corporativo en ese singular grupo de trabajo [1, 13, 14].

Llegó el llamado “Plan Bolonia” que, junto a algunos inconvenientes, aportó la oportunidad de actualizar contenidos, como así ha sucedido. Desgraciadamente, en nuestra Es-

cuela sucedió que la referida asignatura, en la que se tratan muy específicamente los puentes de piedra o ladrillo, se ofrece sólo a los alumnos del Máster Universitario en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales, pero no a los del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (habilitante para ejercer la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos). Así, nuestro plan docente no cubre, clamorosamente, esta laguna formativa. Creemos muy firmemente que no basta con ofrecer esta formación a profesionales que proceden, en su gran mayoría, de otras disciplinas y universidades (Arquitectura o Arquitectura técnica, o Ingeniería Civil de otras Escuelas de todo el mundo). Se trata, que quede claro, de alumnos que en buen número han redactado tesis o trabajos fin de máster que han

sido merecedores de excelentes calificaciones, lo que nos ha permitido atesorar un acervo teórico-práctico muy reconocido. Pero es imprescindible que nuestros excelentes alumnos de máster de ingeniería de caminos, que en su mayoría proceden de la formación de grado, con gran nivel, tengan también la oportunidad de ver satisfecha esa formación con el reconocimiento académico correspondiente. No se trata de una veleidad, de un capricho revestido de reivindicación académica para satisfacer a unos docentes, por muy entusiasmados que estemos. Se trata de formar, en una asignatura semestral, ingenieros capaces de responder a las necesidades que se les planteen en el desempeño de su actividad profesional en relación con los puentes de piedra o ladrillo.

Ya hemos dicho que el número de puentes de este tipo es muy grande en España, de los más numerosos de Europa occidental. Aunque, lamentablemente, no se ha completado aún el inventario, se estima que puede haber entre 15.000 y 20.000 puentes de piedra o ladrillo. No enseñar cómo son, cómo funcionan, cómo se construyeron, qué riesgos les acechan y cómo se rehabilitan es tan absurdo como decir que deja de impartirse la materia de Estructuras y Puentes Metálicos porque el porcentaje de puentes de ese material (incluidas

las estructuras mixtas) es del orden del 5% del total, es decir, unos 5 000 puentes, en números redondos, es decir, claramente minoritario. No basta, pues, decir que los programas docentes están saturados, lo cual es cierto, como nos explican los responsables de la Escuela, que, comprendiendo este planteamiento, están haciendo un esfuerzo para enmendar la carencia denunciada. Un lustro después de que se haya implantado el nuevo Plan de Estudios es tiempo suficiente para hacer balance y, si procede, reorganizar ofertas y contenidos.

Los ingenieros de caminos, tanto los futuros como los que ya lo son pero no tuvieron la oportunidad de estudiar estos puentes, deben saber cuáles son sus puntos fuertes, entre los que están la gran capacidad frente a sobrecargas, la gran durabilidad [15] y el reducido mantenimiento asociado, y sus puntos débiles: cimentaciones, movimientos impuestos, lixiviación de rellenos. Algunas de esas debilidades se han puesto de manifiesto por la desafortunada intervención de otros ingenieros de caminos que desconocían qué se puede y qué no se debe hacer en estos puentes, ignorando los efectos de la socavación y el descalce, consintiendo empujes desiguales en pilas o reparando con morteros de cemento que son tan poco saludables para la

obra de piedra o ladrillo como la cicuta al ser humano. Todo ello por no hablar de la desidia al permitir adosar en cualquier sitio conducciones parasitarias o disponer ensanches o sistemas de contención tan agresivos visualmente como la "restauración" del Ecce Homo de Borja hace unos años.

Está arraigada la idea de que estos puentes son robustos y que están tan sobredimensionados que no es necesario hacer comprobaciones estructurales, en la línea del aforismo de Ortega y Gasset (La ciencia consiste en sustituir el saber que parecía seguro por una teoría, o sea, por algo problemático), en una frase que conviene releer antes de caer en la tentación de disentir, porque dudar es consustancial con el aprendizaje (Aristóteles afirmaba que el ignorante afirma, el sabio duda y reflexiona). Es cierto que la pervivencia de estos puentes, extendida en el tiempo durante tantos siglos, avala la idea de que su solvencia es patente, pero eso no significa que, en determinadas circunstancias, no haya que comprobar la capacidad de cimentaciones, bóvedas, o tímpanos, como es el caso del dimensionamiento de recalces o ensillados, o la aptitud frente al paso de determinados vehículos cuando, como consecuencia de movimientos en la cimentación, se advierten rótulas en sus bóvedas.



Figura 12. Descensos y giros en pila como consecuencia del deterioro progresivo de las cimentaciones profundas (pilotes) del puente de Astiñene (S. Sebastián). Fotos de los autores (2017)

En efecto, los menores conocimientos de la Mecánica de Suelos y los incomparablemente más deficientes métodos constructivos de que disponían aquellos proyectistas y constructores (en comparación con los que tenemos desde mediados del s. XX, lo que otorga aún mayor mérito a aquellos bravos ingenieros), traen consigo descensos y giros que, en el caso de puentes de piedra o ladrillo (figura 12), se traducen en desórdenes en las bóvedas con un rápido y progresivo descenso del nivel de seguridad.

Así, merece la pena señalar el poco conocido hecho de que las pilas que descienden ven aumentar la reacción vertical que gravita sobre ellas y eso, obviamente, compromete aún más su estabilidad, pues un incremento de carga suele traer consigo un aumento de los efectos provocados por ésta. En la figura 13 se esquematiza el efecto engañoso que la costumbre puede generar en el ingeniero estructural, que tiende a considerar universal el hecho de que, en sistemas rígidos como las vigas continuas, el descenso de uno de sus apoyos se traduce en una relajación de la reacción. Eso es cierto en vigas, pero opuesto en el caso de bóvedas. En efecto, puede verse que a medida que asciende un apoyo (desciende en la expresi-

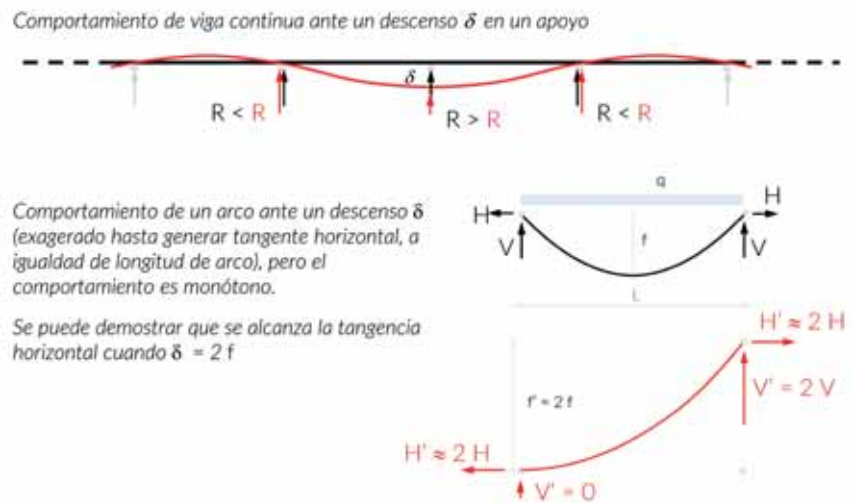


Figura 13. Contra δ : del efecto estructural generado por el descenso δ de un apoyo en una viga continua y en un arco o bóveda, respectivamente. Figura de los autores.

ón antifunicular) la reacción vertical aumenta hasta ser el 100% de la carga total actuante cuando la línea de presiones se hace horizontal en el apoyo que no se mueve. Si la pila descendió por deficiencias geotécnicas, el incremento de la carga vertical no contribuirá precisamente a mejorar las cosas. La conclusión es válida, por cierto, para puentes arco sea cual sea su material estructural. Obsérvese que también aumenta la reacción horizontal, lo que tenderá a desequilibrar otras pilas.

La propia evaluación estructural no es sencilla. La discontinuidad que se produce en las fábricas como consecuencia de la apertura de juntas hace que no sean aplica-

bles los principios de la Mecánica de Medios Continuos (porque ya no hay continuidad) y que los procesos se produzcan en un entorno no lineal que complica extraordinariamente los cálculos. La potencia de los medios computacionales actuales (elementos finitos, elementos de contorno, etc.) queda en entredicho cuando se tiene en cuenta la escasa homogeneidad de los sillares, más bien heterogéneos, morteros de diferente calidad, rellenos de calicanto lixiviados (o no), lo que hace inviable la utilización práctica de tales procedimientos, salvo para casos prototípicos [16, 17] relativamente sencillos. De la necesidad se ha hecho virtud: se han desarrollado pro-



Figura 14. Estados inmediatamente anterior y posterior a la reparación de una pila en el puente de Langa de Duero. Foto del equipo en una visita del curso 2020-21

cedimientos de comprobación que aún esperan avances significativos.

Al intervenir en recalces y refacciones (especialmente de bóvedas), es cuando el ingeniero se enfrenta con la realidad de su ignorancia y valora en su justa medida la profesionalidad de los ingenieros y maestros de obras del pasado (figura 14). ¿Cómo eran las cimbras? ¿Cómo se disponían? ¿Sobre qué elementos (los citados aprestes) se disponían los sillares? ¿Se hacían montajes en blanco? ¿Cómo se ponía el mortero de las juntas, especialmente en las dovelas más verticales de hombros y clave? ¿Cómo se controlaba la deformabilidad de la cimbra para garantizar la correcta forma de la directriz? ¿Cómo se tenían en cuenta las deformaciones instantáneas, tras el descimbrado, y diferidas por reajuste de morteros de endurecimiento tan lento como los de cal?

A esto, entre otras cosas, nos referimos cuando hablamos de la necesidad de estudiar y de enseñar, de analizar y de divulgar. Como se ha anticipado, no sólo se trata de dar respuestas, sino de hacerse

preguntas. Se hace, además, justicia a aquellos ingenieros y maestros que, en un medio hostil como es el de un río, dieron lo mejor de sí mismos en favor de una sociedad que no les valora suficientemente. La del pontífice es una más de las facetas de la labor social de los ingenieros de caminos.

A los argumentos esgrimidos cabe añadir que no debe descartarse el que se construyan nuevos puentes de piedra o ladrillo. Con las innovaciones que la industria y la experiencia adquirida en el ámbito de la prefabricación, por ejemplo, vayan introduciendo (ver capítulo de J. Romo en [5] y [18]). Estos materiales tienen menor huella de carbono (son más sostenibles), una gran durabilidad, acumulan razones para sacudirse un infundado velo de anacronismo y, tras algunas experiencias, de falta de competitividad.

Añádase finalmente una razón extra-técnica. Los puentes de piedra son piezas arraigadas en el paisaje y en la sociedad, de creciente sensibilidad y exigencia. Hay que conocerlos para amarlos y predicar

entre los conciudadanos su valor arquitectónico, paisajístico, cultural, técnico, ... como de todos los puentes [19].

Cómo y a quién enseñar

Sin renegar de las vías de divulgación que hoy están a disposición de cualquiera, en opinión de los autores es necesario encauzar la docencia y la investigación en su ámbito habitual y eterno: la Universidad. Además del cauce natural que es la asignatura antedicha, en el contexto de los Másteres enunciados, cabe plantear cursos de postgrado y formación adicional como la que se ha dado ya, en años recientes, en el Ministerio de Fomento.

Los contenidos formativos deben abarcar los materiales (piedra, ladrillo y mortero), el funcionamiento mecánico de cada componente y el trabajo conjunto como obra aparejada frente a diferentes tipos de sollicitación, así como los mecanismos de deterioro. Deben estudiarse también sus componentes, tipologías y ratios típicas, asociadas a distintas épocas, los procesos constructivos,



Figura 15. Modelos reducidos y físicos, válidos para entender el comportamiento de las construcciones de piedra (CEHOPU, equipo investigador, abadía de Arthous, y puente de Deba. Las tres últimas, fotos de los autores)

el porqué de sus emplazamientos y configuraciones. Uno de los objetivos es que los ingenieros sepamos distinguir un puente medieval de uno romano o del s. XVIII con la misma soltura con la que otros profesionales y aficionados saben identificar los edificios románicos, los neoclásicos o los eclécticos del s. XIX. Es algo que se debe esperar de los ingenieros de caminos que saben de puentes.

En nuestra opinión, es esencial explicar a través de modelos o maquetas, porque, como se ha anticipado igualmente, es necesario despertar en el alumno (y en los ingenieros consagrados) la sensibilidad que requiere la comprensión de la forma en que trabajan estas nobles construcciones, desprovistos del corsé que puede suponer (lo hemos explicado con el ejemplo de la pila que desciende) el esquema tipo “viga” o estructura de pórticos al que estamos más acostumbrados. Sentir el empuje de las bóvedas que resisten flexiones (figura 15) si el axil es suficiente y está dentro de la directriz, que la estabilidad depende de la geometría (inicial y deformada, especialmente si hay movimientos impuestos en sus arranques), adivinar la cinemática del comportamiento son virtudes de los modelos físicos que no siempre se perciben en recreaciones virtuales, cada vez de mejor calidad, ciertamente. Todo eso está en la línea del monumental libro que Javier Rui-Wamba [20] acaba de publicar y en el que afirma, precisamente, *que las estructuras no se calculan, se sienten*.

Merece la pena resaltar el papel que juegan las maquetas, que ayudan sobremedida a tener una visión global de obras antiguas y de sus métodos de proyecto y construcción. Con ellas se pueden visualizar clara e inmediatamente el proceso de construcción de un puente, detalles constructivos o las técnicas emplea-



Figura 16. Maqueta del puente de Neuilly. Academia de Ingenieros del Ejército. Hoyo de Manzanares). Fotos de la Fundación Juanelo Turriano [36] y de los autores

das. Buen ejemplo de ello es la maqueta del puente de Neuilly (trabajo de P. Navascués en [5, 21], o o los múltiples modelos a escala reducida que se pueden encontrar en el libro de Bert Heinrich [22]) (figura 16). En este sentido, los modelos a escala reducida son también indispensables para documentar estructuras que ya no existen.

También las maquetas enseñan detalles importantísimos relacionados con el drenaje. Esto último se ejemplifica en un caso recientemente vivido por los autores en el puente de Langa de Duero, en el que se descubrió el enlosado que se hallaba bajo el pavimento aglomerado (figura 17 de la primera parte de este artículo). La lectura del tratado del Padre Pontones [8], quien trabajó en ese puente, nos permitió comprobar que en puentes de una cierta an-

chura y con pendiente longitudinal, se proponía un drenaje longitudinal centrado, sin gárgolas laterales ni en clave de bóvedas, sino un canal central bajo el enlosado, guarnecido de buena mezcla de cal a modo de estuco bien bruñido:

Este canal se rellena de guijarros muy juntos y limpios, sobre ellos y demás pavimento del puente sienta el empedrado o embaldosado, con inclinación al medio para el arroyo que causen la aguas de las lluvias y sólo para eso se dará un corto descenso desde el medio del Puente a los lados en esta disposición se libertan las bóvedas de los arcos del perjuicio sordo que padecen sin esta prevención por las aguas que se introducen. Añade que los otros conductos que se suelen hacer se ciegan pronto. (El texto en cursiva es transcripción directa del manus-

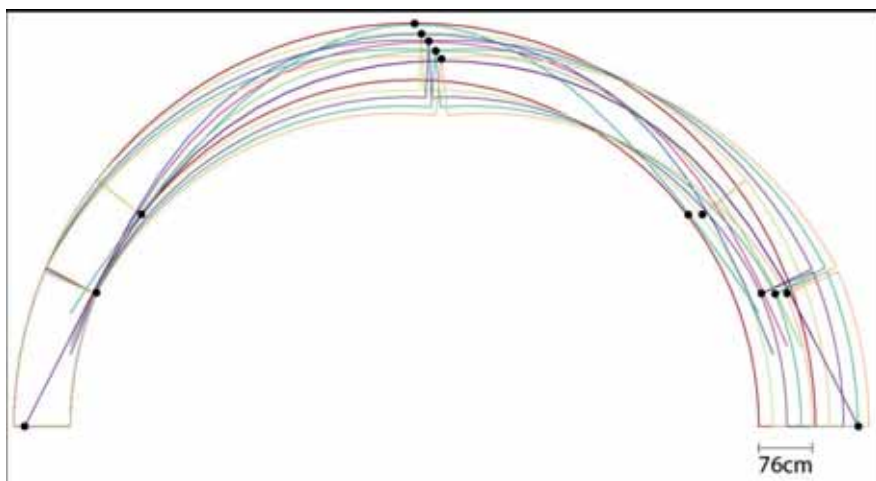


Figura 17. Estado del puente tras el colapso (foto publicada en La Rioja el 25 de enero de 2021) y análisis estructural realizado por los autores en el contexto de un trabajo fin de máster [23] y aportada al informe remitido en su día

crítico.)

Hay que añadir que, contrariamente al estereotipo extendido, el enlosado no constituía el pavimento sobre el que pasasen personas, carros y ganados, con las incomodidades que eso genera, sino el soporte firme de la cobertura superior de arena o macadam recebado al que se ha hecho referencia más arriba. La lección, de tipo aparentemente arqueológico o histórico, es que antes de proceder a un vaciado de senos para acometer un ensillado, por ejemplo, se efectúen calcatas de reconocimiento. No bastan los sondeos al uso, con los que no se puede detectar tan clara-

mente el pavimento. Una vez más se pone de manifiesto que la mejor pedagogía se hace desde la experiencia vivida.

Un desahogo final. Cuando ya habíamos terminado de escribir este artículo nos llegó la noticia del hundimiento de la bóveda del puente Mantible, del que dimos cuenta en la figura 15 de la primera parte de este artículo. No puede decirse que lo sucedido sea el resultado de la mala suerte, sino de la indolencia y la inacción de una administración (o de varias) en lo que se refiere a los puentes. El puente, Bien de Interés Cultural desde 1983, que es la máxima figura de protección del

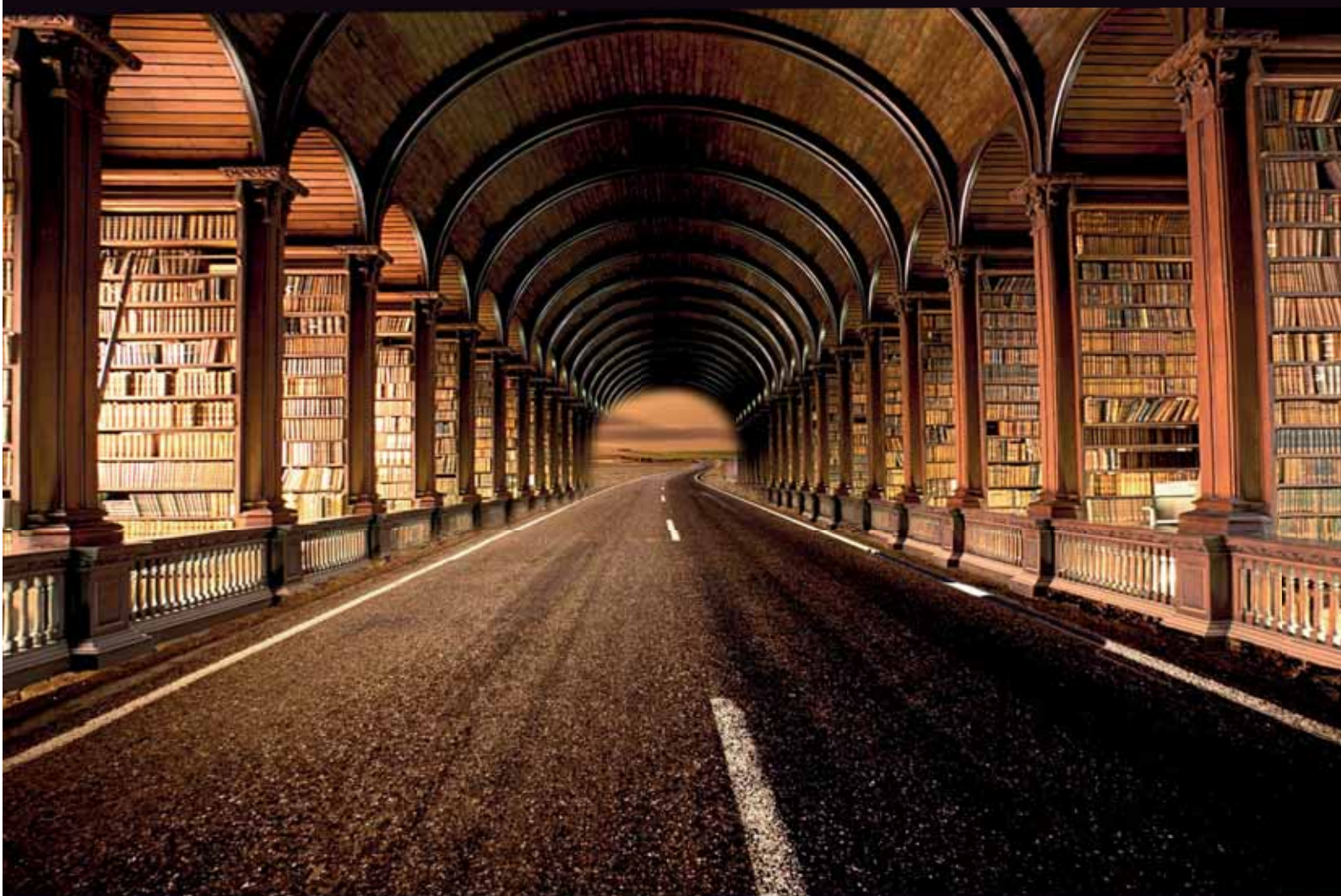
Patrimonio, ha perdido la bóveda sobre cuya precariedad muchos de nosotros habíamos pronunciado. Catalogado de romano por D. Carlos Fernández Casado, no parecía reunir todas las características propias de esos puentes, pero la figura 35, que muestra lo que queda del arranque de la bóveda, con espesor constante, podría dar la razón a aquel gran ingeniero que tanto trabajó por el patrimonio. Esta desgracia es también el resultado de una consideración menor de los puentes con relación a otros elementos del patrimonio y, quizás, el resultado de un razonamiento equivocado si se pensó que, después de muchos años en equilibrio, más o menos precario, podría seguir así aún un tiempo más. Lamentablemente, se hace patente la necesidad de educar tal y como reclamamos en este texto.

Cabe hacer mención al mantenimiento, especialmente por lo que se acaba de exponer. Los puentes de piedra duran mucho, pero eso no exonera a sus responsables de una policía de conservación que no es fruto de la modernidad. Baste recordar la advertencia que hiciera Fray Lorenzo de San Nicolás, uno de los tratadistas a los que hemos aludido [24], acerca de la inspección de las pilas frente a una amenaza crítica como es la socavación. Tras recomendar, para prevenirla, que las cimentaciones deben profundizar todo lo posible, señala que *por esto convendrá que los señores de las puentes en los veranos hagan que los Maestros recorran las cepas, si en el invierno han sido robadas, para recibirlas, que eso se hace con facilidad, y el hacerla después de caída es difícil* (pág. 123 de su tratado, con texto actualizado ortográficamente). Los autores sentimos que se hace verdad la exhortación de san Juan de la Cruz: *Buscad leyendo y hallaréis meditando.*

Referencias

- [1] Comité de Puentes de carretera de la ATC-AIPCR. Grupo de trabajo "Puentes de fábrica". Criterios de intervención en puentes de fábrica. 2014.
- [2] E. González Redondo and R. Aroca Hernández-Ros, Cimbrao y descimbrao de puentes en el s. XVIII: Perronet. Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Cádiz, 27-29 de enero de 2005.
- [3] B. Orfeo, L. Todisco, J. León, Construction process of vaults in masonry bridges: the importance of centrings. *International Journal of Architectural Heritage. Conservation, Analysis and Restoration*, 2021, doi: 10.1080/15583058.2020.1861389.
- [4] M. Sánchez Taramas. Tratado de fortificación ó arte de construir los edificios militares y civiles. Escrito en inglés por Juan Muller. Barcelona, 1769.
- [5] F.J. León y J. M. Goicolea (coord.). Los puentes de piedra (o ladrillo) antaño y hogaño. Fundación Juanelo Turriano. Colección "Lecciones Juanelo Turriano de historia de la ingeniería". Madrid, 2017.
- [6] J.-R. Perronet. Construire des Ponts au XVIII siècle. 1987.
- [7] M. R. Morandière. Traité de la construction des ponts et viaducs en pierre, en charpente et en métal pour routes, canaux et chemins de fer avec un appendice pour la construction des souterrains. Paris, 1874.
- [8] Padre Pontones. Arquitectura Hydraulica en las fabricas de puentes. Methodo de proyectarlos y repararlos. 1768.
- [9] C. F. Wiebeking, Theoretisch-Practische Wasserbaukunst. Darmstadt, 1805.
- [10] M. Durán Fuentes. La utilidad de antiguos conocimientos constructivos en las obras de restauración de puentes históricos. Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Burgos, 7 - 9 de junio de 2007. [Online]. Available: http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC5_026-M.Dur__n.pdf.
- [11] P. Séjourné. Grandes voûtes. Bourges, 1916.
- [12] Comité de Puentes de carretera de la ATC-AIPCR. Grupo de trabajo "Puentes de fábrica". Primer glosario de términos empleados en puentes de fábrica. Separata del número 70 de RUTAS. Enero-febrero, 1999.
- [13] Comité de Puentes de carretera de la ATC-AIPCR. Grupo de trabajo "Puentes de fábrica". Ensilado de bóvedas. 2002.
- [14] Comité de Puentes de carretera de la ATC-AIPCR. Grupo de trabajo "Puentes de fábrica". Cimentaciones de fábrica en puentes. 2008.
- [15] M. Tena, L. Todisco, J. León. Calibration of the ageing process of masonry bridges based on field inspections and construction quality. *Structural Engineering International (SEI)*, vol.28, no. 3 pp. 325-337. 2018.
- [16] L. Mutiloa, A. Guamán, J. León, L. Todisco. Desplazamiento horizontal límite en arcos de fábrica. Informes de la Construcción. Pendiente de publicación.
- [17] E. Stagnitta. Modeling of a masonry arch using the discrete element method. Trabajo de Fin de Máster, dirigido por J.M. Goicolea. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UPM, 2019.
- [18] L. Todisco, E. Stocks, J. León, H. Corres. Enhancing the structural performance of masonry structures by post-tensioning. *Nexus Network Journal*. 20 - 3, pp. 671 - 691. 2018.
- [19] Comité de Puentes de carretera de la ATC-AIPCR. Grupo de trabajo sobre "Valor patrimonial de los puentes". Recomendaciones para caracterizar el valor patrimonial de los puentes. 2020. Pendiente de publicación y presentación.
- [20] J. Rui-Wamba. Teoría unificada de estructuras y cimientos. Una mirada transversal. Reverté, 2000.
- [21] P. Navascués Palacio et al., Maquetas y Modelos históricos - Ingeniería y construcción. Madrid, 2017.
- [22] B. Heinrich. Brücken: Vom Balken zum Bogen. Kulturgeschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Deutsches Museum München. Hamburg, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH. 1983.
- [23] A. Guamán. Desarrollo de una herramienta para deducir el desplazamiento límite en arcos de fábrica. Trabajo fin de máster dirigido por J. León y L. Todisco. Noviembre, 2019. ETSICCP-UPM
- [24] J. León. Construcción y reparación de puentes según cuatro tratadistas españoles de la Edad Moderna. Capítulo del libro Sueño e Ingenio. Libros de ingeniería civil en España, catálogo de la exposición homónima en la Biblioteca Nacional, cuyo comisario fue el historiador Daniel Crespo. Fundación Juanelo Turriano y Biblioteca Nacional. 2020. ❖

“EL SABER NUNCA HA ESTADO TAN CERCA”



Descubre más en
www.atc-piarc.com

Estado del arte para el correcto uso de los geosintéticos en la rehabilitación de firmes de carretera



Correct use of geosynthetics in road pavement rehabilitation state of the art

Grupo de Trabajo GT-5 "Uso de Geosintéticos"

Comité de Firmes de la Asociación Técnica de Carreteras

El objetivo de este artículo es llenar las lagunas existentes en estos momentos en la utilización de geosintéticos en firmes de carreteras, ayudando al proyectista a elegir la mejor solución para su problema y a comprender de una forma sencilla y didáctica cuando es posible, o no, plantearse el empleo de un geosintético; proporcionar al aplicador (empresa constructora o de conservación) las herramientas necesarias para colocar de una forma eficiente y económica estos productos, así como las precauciones elementales que debe observar para conseguir los mejores resultados; y proporcionar a las Direcciones de Obra los criterios y la información necesarias para poder controlar la calidad de los productos utilizados y del resultado final de la solución elegida.

Aunque su empleo más habitual sea la rehabilitación de firmes de carretera con la finalidad principal de mejorar sus prestaciones controlando la propagación de fisuras hacia la superficie y evitando la entrada de agua hacia las capas inferiores, las soluciones aquí propuestas pueden emplearse desde las fases iniciales en firmes de nueva construcción, como medida de control de posibles fisuras procedentes de las capas inferiores (como, por ejemplo, las tratadas con conglomerantes hidráulicos o losas de hormigón) o procedentes de las capas superiores como sucede en regiones con fuertes gradientes térmicos y capas de rodadura con comportamiento frágil a bajas temperaturas (- 5°C), en las que la fisuración es del tipo "top-down".

The aim of this article is to fill the gaps that currently exist in the use of geosynthetics in road pavements, helping the designer to choose the best solution for his problem and to understand in a simple and didactic way when it is possible, or not, to consider the use of a geosynthetic; providing the applicator (construction or maintenance company) with the necessary tools to lay these products efficiently and economically, as well as the basic precautions to be observed to achieve the best results; and providing site management with the necessary criteria and information to be able to control the quality of the products used and the final result of the chosen solution.

Although most commonly used in the rehabilitation of road pavements with the main purpose of improving their performance by controlling the propagation of cracks towards the surface and preventing water ingress into the bottom layers, the solutions proposed here can be used from the initial stages in new pavements, as a measure to control possible cracking from the lower layers (e.g. those treated with hydraulic binders or concrete slabs) or from the upper layers, as in regions with strong thermal gradients and wearing courses with brittle behaviour at low temperatures (- 5°C), where cracking is of the "top-down" type.

Prologo

El Comité de firmes de la Asociación Técnica de carreteras tiene en su seno un grupo de trabajo dedicado a la aplicación de los geosintéticos en los firmes, lo que puede aportarles beneficios de cara a su durabilidad. Muchos son los aspectos que se pretenden analizar en este grupo de trabajo, ya que muchas son las incógnitas y los desconocimientos que aún existen sobre su empleo, tanto en el campo del diseño, colocación y ensayo como en el de su sostenibilidad. Los resultados se integrarán dentro del conjunto de conclusiones que, en otros grupos de trabajo, se están estudiando con el objetivo de pre-

sentar una panorámica de tecnologías aplicables en el campo de los firmes y sus condiciones óptimas de empleo.

Los geosintéticos llevan utilizándose en las carreteras españolas desde hace décadas. La irrupción de los geosintéticos con función de refuerzo es más reciente, pero su uso aumenta cada año, especialmente con función de antirreflexión de fisuras en labores de conservación. Como en otros ámbitos, la técnica va por delante de la normativa que la regula, dándose el caso de que estamos empleando en nuestras carreteras materiales muy diversos, con características, calidades y tecnologías, en algunos

casos discutibles. La falta de manuales y referencias normalizadas conlleva cierta confusión a la hora de prescribirlos y dudas en el control de calidad y puesta en obra de estos materiales.

La idea principal de este artículo es poner las bases para que algunos puedan aprender lo que son los geosintéticos, otros puedan consolidar sus conocimientos y otros puedan cambiar la apreciación que tenían sobre ellos. Son materiales tecnológicos, que pueden diseñarse para resolver determinados problemas de los firmes, y que serán eficaces y eficientes siempre que hayan sido elegidos y colocados en obra de manera adecuada.

Fco Javier Payán de Tejada González
Presidente del Comité de Firmes de la Asociación Técnica de Carreteras

1. Funciones

Las diferentes funciones que pueden cumplir los geosintéticos que se emplean en la rehabilitación de firmes, descritas en la norma UNE-EN 15381 [1]¹, son el refuerzo, la barrera intercapas y la relajación de tensiones. Es importante conocer las necesidades de cada sección para elegir correctamente el tipo de geosintético a utilizar:

Función de refuerzo (R)

La función de refuerzo exige que el geosintético tenga una elevada resistencia a tracción y una baja deformación, lo que implica un elevado módulo de elasticidad, compatible con la aplicación que se le quiera dar.

Es importante considerar la influencia en los geosintéticos empleados de los distintos factores:

- Agentes químicos.
- Agentes biológicos.
- Daños mecánicos durante la puesta en obra.

La fisuración asociada a la fatiga ocurre cuando las fuerzas de flexión y cortante que se producen en el pavimento, debido a las cargas del tráfico, producen la rotura del aglomerado asfáltico. La fisuración asociada a la temperatura ocurre cuando se produce un movimiento horizontal debido a la expansión y contracción térmica, creándose tensiones de tracción que también producen su rotura.

La función de refuerzo mediante la introducción de una geomalla, per-

mitirá armar las mezclas bituminosas en dos direcciones, dotándolas de una mayor resistencia a tracción, de forma que puedan absorber los esfuerzos por fatiga y térmicos antes mencionados. Debido a esto, en algunos países se aprovecha el efecto de refuerzo de la geomalla para reducir los espesores de las capas del firme [2], ya que la función refuerzo de este tipo de materiales permite mantener la vida útil del firme, disminuyendo el espesor de la capa de mezcla bituminosa.

En el caso de recricido de firmes en el que las capas inferiores

¹ El título correcto de esta norma es "Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en firmes y refuerzos bituminosos" (Geotextiles and geotextile-related products - Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays).

presentan fisuración, la geomalla, al tener más rigidez que la mezcla bituminosa, absorberá la fisura y la redirigirá lateralmente, de forma que los mismos se propagarán a lo largo del elemento de refuerzo hasta que su energía se disipe, mejorando el comportamiento del conjunto del firme, que retrasará la aparición de estas fisuras en la superficie, evitando que se cree una vía preferente de entrada de agua y el progresivo deterioro de la estructura.

Función de barrera intercapa (B)

Esta función la aporta principalmente el betún que impregna el geotextil no tejido, bien de manera individual al saturarse el geotextil con el betún del riego de adherencia, bien formando parte de un geocompuesto como uno de los elementos que lo conforman. Estas actuaciones tienen una alta dotación de ligante bituminoso, lo que les permite proporcionar una elevada impermeabilidad al conjunto, evitando que el agua penetre hacia capas inferiores del paquete asfáltico.

Función de relajación de tensiones (STR)

Establece una capa elástica entre el firme antiguo y la capa de recocado que permita amortiguar y aliviar las tensiones que conllevan la propagación de la fisura. Va asociada a la función barrera intercapa y la presentan los geotextiles no tejidos y geocompuestos, que constituyen una membrana de absorción de tensiones o SRL (Stress Relief Layer).

En el epígrafe 290.2.5. del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, art. 290 del PG-3 [3] actualizado en mayo de 2018, se definen las 3 funciones (refuerzo, relajación

Tabla 1.

Funciones	Tipos de Geosintéticos		
	Geotextil no tejido (GTX-NW)	Geomalla (GGR)	Geocompuesto (GCO)
Refuerzo (R)	-	X	X
Barrera intercapa (B)	X	-	X
Relajación de tensiones (STR)	X	-	X

de tensiones y barrera intercapas) desempeñadas en obras de carretera por los geosintéticos en la rehabilitación de pavimentos. En este epígrafe encontraremos la tabla 290.3 que indica las propiedades a exigir a los geotextiles y productos relacionados, incluyendo sus correspondientes normas de ensayo siguiendo la norma europea de aplicación UNE-EN 15381.

La antireflexión de fisuras no es una función en sí de los geosintéticos [4], es la consecuencia de:

- Solo la función de refuerzo.
- La combinación de las tres funciones: refuerzo + barrera intercapa + relajación de tensiones.
- La combinación de las funciones de barrera intercapa + relajación de tensiones.

Por supuesto, contando siempre con un espesor necesario y determinado, de recocado de mezcla bituminosa. (Tabla 1)

2. Tipología

Dentro de los múltiples tipos de geosintéticos que existen, esta Guía se va a centrar exclusivamente en aquellos que se utilizan en capas de firmes de carretera con contacto con mezclas bituminosas por ambas caras o por la cara superior, sin que en ningún caso esté en contacto con una capa granular del firme.

En la rehabilitación de firmes se emplean los siguientes tipos de geosintéticos:

- Geotextiles no tejidos. Saturando el geotextil con betún se confecciona una capa para impermeabilizar el firme y relajar las tensiones intercapa (SRL (Stress Relief Layer).
- Geomallas biaxiales para la función de refuerzo, complementadas con un elemento auxiliar para favorecer su instalación. Este elemento auxiliar puede ser:
 - Un geotextil no tejido ligero, que aporte superficie específica que favorezca la adherencia al soporte, y que pueda, o no, tener recubrimiento bituminoso. Este geotextil no cumple la función de barrera intercapa porque no tiene la capacidad de retención de betún necesaria para cumplir esa función.
 - Un recubrimiento de la geomalla con betún oxidado (mínimo 150 g/m²), que favorezca la adherencia al soporte por termofusión de este durante su instalación.
- Geocompuestos formados por una geomalla biaxial y un geotextil no tejido. pudiendo estar el conjunto recubierto o no. La función que realiza es triple: Refuerzo + Relajación de tensiones + Barrera intercapas (impermeable por saturación con betún del geotextil no tejido).

Estos geosintéticos se definen de acuerdo con la norma UNE-EN-ISO 10318-1 [5] de la siguiente manera:

Geosintético (GSY):

Término genérico para describir un producto en el que al menos uno de sus componentes está fabricado con un polímero sintético o natural en forma de una lámina, tira o banda o estructura tridimensional, que se emplea en contacto tanto con suelos y/u otros materiales en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil (figura 1).

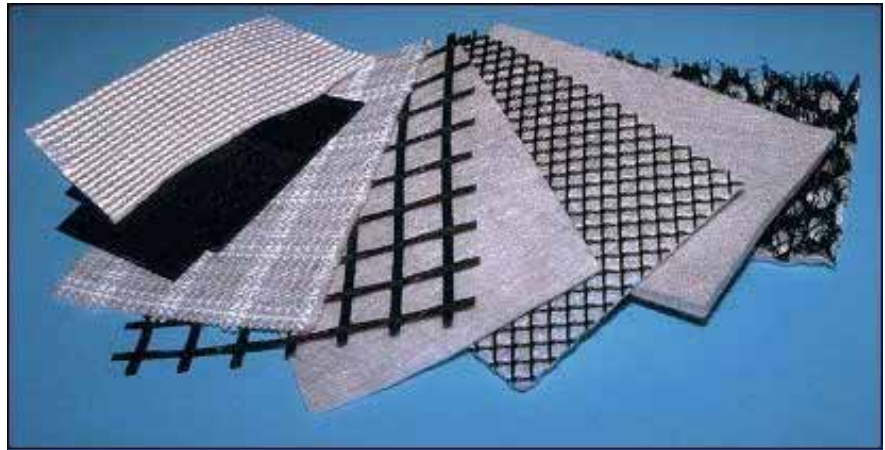


Figura 1. Gama geosintéticos (GSY)

Geotextil no-tejido (GTX-NW):

Geotextil fabricado de fibras, filamentos u otros elementos orientados regularmente o aleatoriamente, unidos de forma mecánica y/o química y/o térmicamente (figura 2).

Los que se contemplan en este caso son de polipropileno que presentan una retención de betún óptima y cuyas funciones principales son constituir una barrera intercapa y relajar las tensiones en el plano en el que se colocan (SAMI = Stress Absorbing Membrane Interlayer).



Figura 2. Geotextil no tejido (GTX-NW)

Geomalla (GGR):

Estructura plana polimérica que consiste en una red abierta regular de elementos que actúan por tracción, integralmente conectados, que pueden ensamblarse por extrusión, ligado o entrelazado, y cuyas aberturas son mayores que sus elementos constitutivos (figura 3).

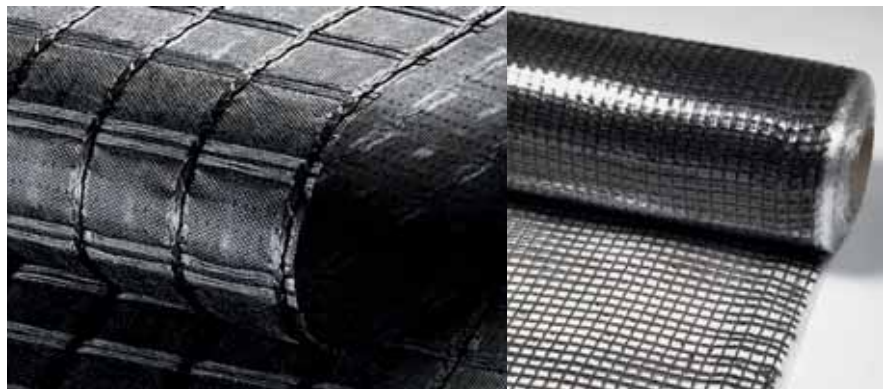


Figura 3. Geomalla (GGR) con geotextil no tejido ligero y con betún oxidado

Según su forma de trabajo se pueden dividir en:

- Uniaxiales: son estructuras bidimensionales cuya dirección de refuerzo principal es la longitudinal (la del sentido de fabricación), mientras que el refuerzo que aporta la dirección transversal no será relevante.

- Biaxiales: son estructuras bidimensionales con refuerzo en ambas direcciones (longitudinal y transversal, y en las que el refuerzo en la dirección transversal será al menos igual al de la dirección longitudinal).

Este tipo de materiales proporcionan una función de refuerzo, ya que

poseen una elevada resistencia a tracción y baja deformación.

En un sistema antirreflexión de fisuras se deben emplear las geomallas biaxiales, puesto que la acción de las cargas del tráfico que se transmite a las capas del firme se hace en al menos dos direcciones, longitudinal y transversal al eje de la vía.

Geocompuesto (GCO):

Material ensamblado que se fabrica utilizando, al menos, un producto geosintético entre sus componentes (figuras 4 y 5).

Para su aplicación en la rehabilitación de firmes de carreteras el geocompuesto debe estar formado por una geomalla biaxial (función de refuerzo) y un geotextil no tejido (función de relajación de tensiones y barrera intercapas).

3. Materias primas de fabricación

Los polímeros más empleados en la fabricación de los geosintéticos utilizados para su uso en rehabilitación de firmes son: (Tabla 5)

4. Campos de empleo: ventajas y desventajas

Podríamos centrarnos en los siguientes campos principales de empleo de los geosintéticos en rehabilitación de firme o en obra nueva de carreteras.

Rehabilitación de firmes flexibles mediante fresado y reposición.

Se suele llevar a cabo en los siguientes casos:

- Zonas en las que el firme está agrietado o con "piel de cocodrilo".
- Rehabilitación de firmes envejecidos que deban ser totalmente repuestos.
- Calles con limitaciones topográficas o de cota para un recreado estándar.
- Para la realización de juntas de construcción de firmes nuevos con los ya existentes (ensanche de carreteras existentes).



Figura 4. Geocompuesto (GCO) con recubrimiento bituminoso

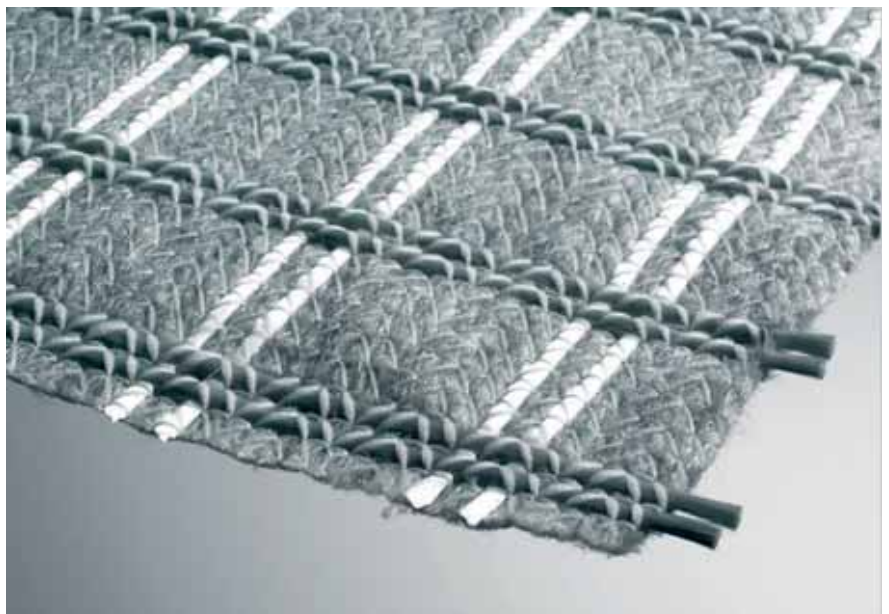


Figura 5. Geocompuesto (GCO) sin recubrimiento bituminoso

- Para reducir el peso necesario en los puentes en los que se va a reponer el firme.
- Zonas donde se debe mantener el gálibo.
- Para correcciones de pendiente en las capas de base.
- Para fresado de pozos y arquetas en travesías o zonas urbanas.
- Para eliminar baches o defectos producidos por el extendido de mezclas asfálticas.

Se puede aplicar un geotextil no tejido, una geomalla o un geocompuesto, dependiendo de la función que se quiera conseguir (ver el apartado de funciones).

Rehabilitación del firme en regiones con fuertes gradiente térmicos y capas de rodadura con comportamiento frágil a bajas temperaturas (-5°C)

En estos casos, la fisuración es del tipo "top-down cracking" es decir, aparecen desde la superficie y se propagan hacia el interior del pavimento. Esta patología se puede resolver de dos maneras diferentes:

- Utilizando la función de barrera intercapa del geotextil o geocompuesto, para combatir los efectos de dicha fisuración evitando la entrada de agua en el interior de las capas bituminosas y, por tanto, evitando también la acción del hielo en dichas fisuras que acelera el deterioro del firme.

Tabla 1.

Materia prima	Tipos de Geosintéticos			Observaciones
	Geotextil no tejido (GTX-NW)	Geomalla (GGR)	Geocompuesto (GCO)	
Polipropileno	X	—	—	No se debe emplear para cumplir la función de refuerzo por su falta de estabilidad térmica a la temperatura de puesta en obra de las mezclas bituminosas.
Poliéster	—	X	X	No puede estar en contacto con hormigones y materiales tratados con cemento por su falta de estabilidad química para valores de pH superiores a 9.
Fibra de vidrio	—	X	X	Debe ser resistente a los álcalis para su uso sobre hormigón. Debe estar protegida para reducir sus daños mecánicos en la puesta en obra.
Fibra de carbono	—	X	—	Buena resistencia a daños químicos.
Polivinil alcohol	—	X	X	Buena resistencia a daños químicos.
Fibra de basalto	—	—	X	Buena resistencia a daños químicos

- Utilizando la función de refuerzo mediante el empleo de geomallas, armando la capa de firme, de manera que haya un reparto de esfuerzos en toda la superficie que prevengan y retrasen la aparición de dichas fisuras (vías de entrada de agua).

Rehabilitación mediante recrecido de mezclas bituminosas sobre firmes rígidos o semirrígidos existentes

La norma 6.3 IC "Rehabilitación de firmes" de la Instrucción de Carreteras [6], publicada en diciembre de 2003, incluye un apartado breve sobre "Sistemas antirreflexión de fisuras" dentro del epígrafe sobre "Recrecimiento con mezcla bituminosa" donde se mencionan los geotextiles impregnados como un tratamiento de pequeño espesor para controlar la propagación de fisuras producidas por movimientos horizontales cuando se realiza un recrecimiento con mezclas bituminosas para reha-

bilitación estructural de un pavimento de hormigón.

En este caso, la función refuerzo es la prioritaria por lo que son las geomallas biaxiales con elemento auxiliar para facilitar su instalación, los geosintéticos de mayor empleo en este campo. La función refuerzo pudiera necesitar o no de las funciones de barrera intercapa y relajación de tensiones en el plano que proporciona el geotextil que conforma los geocompuestos. Es claro, que el geotextil no tejido no será de aplicación ya que no aporta la función refuerzo.

Ampliación de la sección transversal

También en el apartado de "Ampliación de la sección transversal" de la norma 6.3 IC "Rehabilitación de firmes" de la Instrucción de Carreteras [6] se presenta la figura 6 "Esquema de sección tipo de ensanche de firme" donde se indica la colocación de una "lámina resistente impermeable de 1m de ancho" pero sin ninguna explicación adicional en el texto lo que, obviamente, conlleva a confusión y a aplicaciones incorrectas de los geosintéticos. Las carencias de la instrucción vigente a nivel nacional



Figura 6. Esquema de sección tipo de ensanche de firme

son grandes, ya que aparte de lo ya comentado, no se discretiza en qué tipo de pavimento debe usarse, ni se valoran soluciones diferenciadas en función de las necesidades y obliga a que sea a ancho completo.

La diferencia de comportamiento estructural entre la carretera antigua y la recién construida propiciará la aparición de una fisura en la junta, por ello, se necesita aportar la función de refuerzo, por lo que el geosintético a requerir será una geomalla o un geocompuesto, que reparta las cargas en ese punto y las transfiera. El geocompuesto aportará un carácter impermeable adicional a la solución, que lo dará el betún que se aplica para la saturación del geotextil no tejido.

Rehabilitación y refuerzo del firme o secciones de nueva construcción reduciendo espesores de capas bituminosas

La reducción de espesores de capas bituminosas en una sección de rehabilitación y refuerzo de un firme existente es una de las ventajas que puede proporcionar el empleo de geosintéticos e incluso es una solución beneficiosa desde el punto de vista de la sostenibilidad y de la economía si se considera en proyecto como obra nueva de carretera siempre y cuando se tenga en cuenta la vida de servicio para la que se dimensiona el firme.

5. Control de calidad

Control de procedencia de los geosintéticos

Se llevará a cabo la verificación de que los valores y prestaciones declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en el Pliego del proyecto. Independien-

temente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en la declaración de prestaciones para el marcado CE, se podrán realizar comprobaciones y ensayos sobre los geosintéticos suministrados a la obra, con el fin de asegurar las propiedades y calidad requerida por el proyecto. El marcado CE es obligatorio y no supone un certificado de calidad.

Los sistemas de gestión de calidad deben cumplir a su vez los requisitos de la UNE-EN ISO 9001 [8].

Por el control de recepción, en la entrega se debe verificar que el material va acompañado de un albarán que incluya la información relevante, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10320 [9] "Identificación in situ" y que los geosintéticos se encuentran debidamente marcados.

El albarán debe incluir, al menos, la fecha de fabricación y de suministro, la cantidad que se suministra, la identificación del vehículo que lo transporta, la referencia del pedido y las instrucciones de manipulación y almacenamiento.

El etiquetado debe contener al menos (Figura 7):

- El símbolo del marcado CE y el número de identificación del organismo de certificación (bajo el símbolo CE en la figura 7).
- Los dos últimos dígitos del año en el que se fija el marcado (junto a las funciones en la figura 7).
- La denominación comercial y fecha de la declaración de prestaciones.
- Referencia a la norma europea correspondiente y funciones previstas
- La información sobre las características esenciales incluidas en la norma UNE-EN 15381 [1], indicando el valor medio y tolerancia correspondiente a un nivel de confianza del 95%, y la información sobre la durabilidad y peligrosidad del material.

Además, se deben hacer verificaciones sencillas y prácticas como es la comparación visual de muestras del material recibido con el ofertado y adquirido.

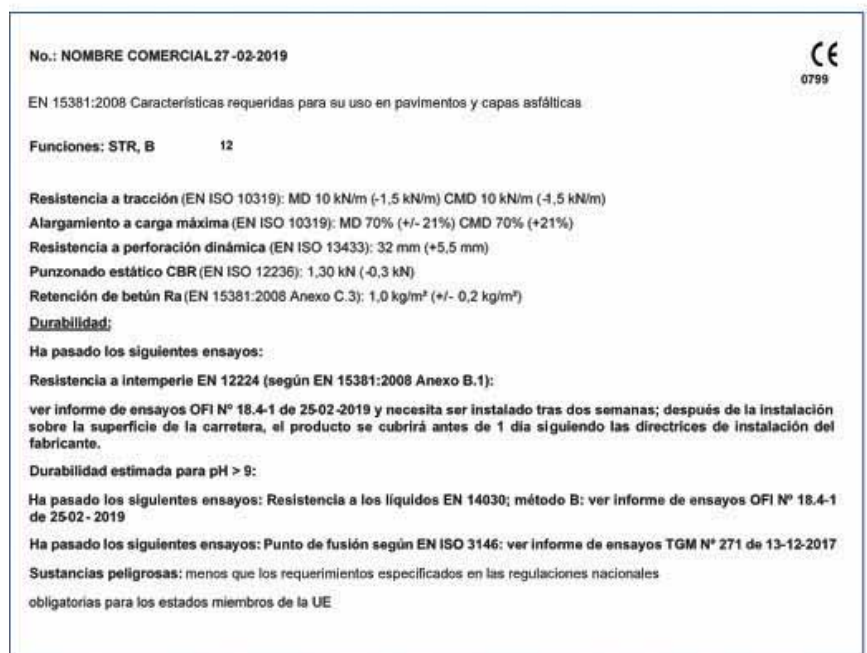


Figura 7. Ejemplo de etiqueta de geotextil no tejido

Control de calidad de los geosintéticos

A realizar por el fabricante por requerimiento para el marcado CE:

- Ensayos iniciales de tipo (UNE EN 15381 [1]).
- Ensayos de control de producción (UNE EN 15381 [1]).

A realizar por el contratista y el cliente (Administración o promotor):

- Control del transporte y almacenamiento, se debe realizar según las instrucciones del fabricante. El PG-3 [3] da indicaciones.
- Control "in situ", incluyendo la recepción del material y la puesta en obra (Informe Técnico UNE-CEN/TR 15019 IN para Geotextiles y productos relacionados - Control de calidad in situ [7]).

El artículo 290 del PG-3 [3] incorpora, en sus especificaciones de control de calidad, los criterios básicos de ambos documentos.

Los Pliegos de Prescripciones deben incluir un sistema de comprobación de características por lotes. La definición de los lotes debe señalar su tamaño y las características a verificar.

Los ensayos que, en cualquier caso y como mínimo, se deben realizar son:

- Un ensayo mecánico que suele ser el de resistencia a tracción - alargamiento para geomallas y geocompuestos (UNE-EN ISO 10319 [10]).
- El ensayo de retención de betún para los geotextiles no tejidos y los geocompuestos (UNE-EN 15381 [1], Anexo C).

Control de ejecución

Durante la colocación en obra se debe inspeccionar que la instalación del producto se hace de acuerdo con

el proyecto y las especificaciones correspondientes y en particular se ha de comprobar que:

- El material se ha instalado como muestran los planos y las especificaciones.
- La cara superior del material está efectivamente arriba.
- La máquina de extendido sigue la dirección adecuada.
- Si es necesario el solape, hay suficiente solape entre rollos, la dirección de solape es correcta y se encuentran en el lugar indicado.
- La dotación de betún residual para garantizar la adherencia es la adecuada, especialmente en zonas peraltadas, en las que podría producirse escurrimiento del riego.

También se debe comprobar que las condiciones climáticas en cuanto a temperatura o lluvia/humedad cumplen las especificaciones.

Es conveniente verificar que durante la instalación del producto no se daña el material, por lo que es recomendable colocar muestras de referencia que se extraen posteriormente para comprobar el estado del material. La toma de muestras se realiza de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 13437 [12].

6. Directrices de instalación

1. Almacenaje del material

Los rollos de geosintético deberán mantenerse secos y envueltos correctamente, almacenados en lugares elevados del suelo y protegidos con cubierta impermeable.

2. Trabajos de preparación de la superficie

La superficie donde se instala el geosintético debe estar seca, limpia

y libre de material suelto. Se deberán rellenar baches y sellar grietas de anchura superior a 4 mm o bien extender una capa de regularización de mezcla bituminosa.

3. Aplicación del riego de adherencia: dotación, tipo y rotura

La dotación total del riego de adherencia para el correcto funcionamiento deberá ser indicada por el fabricante del geosintético suministrado. Si la superficie está fresada, rugosa o deteriorada, la dotación deberá incrementarse un 20%.

El riego debe ser homogéneo, por lo que se recomienda el uso de sistemas de control de riego automatizados, dejando el riego de forma manual solamente para pequeñas áreas puntuales.

El tipo de riego recomendado es la emulsión catiónica rápida termo-adherente modificada con polímeros, tipo C60BP3 TER (antes ECR1-m al 58-62% de betún) para capas de rodaduras o bien, tipo C60B3 TER para el resto de las capas del pavimento. Con tiempo frío, siguiendo el artículo 214 del PG-3 (Orden FOM/2523/2014), se recomienda una emulsión modificada con polímeros tipo C60BP2 TER. Se permite el uso de C60B2 TER (emulsión no modificada) en capas que no sean de rodadura y en tiempo frío, variando de la clase de 3 a 2 (índice de rotura < 110).

Antes de extender el geosintético, se deberá esperar a la rotura de la emulsión, que se aprecia por el cambio de color de marrón a negro y por la evaporación del agua, puesto que es el momento de mayor poder de adherencia.

4. Instalación del geosintético: extendido, solapes, fijaciones y otros detalles

El extendido puede ser manual (anchos de rollo < 2m) o mecánico

mediante un dispositivo facilitado o recomendado por el fabricante del geosintético (figura 8).

El geosintético deberá quedar en contacto total con la superficie de apoyo, debiendo eliminarse manualmente cualquier pliegue o arruga que se hubiera formado o bien sustituyendo ese paño.

La geomalla, ya sea la que forma parte del geocompuesto o la que lleve un elemento auxiliar de instalación, deberá quedar en la parte superior.

A las geomallas recubiertas con betún oxidado se les debe pasar por una zona de calentamiento que reblandecerá el betún que la reviste y, posteriormente, será compactada por rodillos, de manera que se garantice la adherencia al soporte (figura 9).

No deberá permitirse el tráfico de vehículos y maquinaria sobre el geosintético salvo los camiones de aglomerado y la extendidora cuyos conductores deberán trabajar bien sincronizados, evitando empujes, cambios de dirección y movimientos bruscos.

Para evitar que la extendidora origine arrollamientos, el inicio del primer rollo debe ser fijado convenientemente al terreno y la parte final de cada rollo deberá quedar por encima del inicio del rollo siguiente. El solape longitudinal y transversal deberá ser indicado por el fabricante



Figura 8. Extendido manual y mecánico

teniendo en cuenta que será necesaria la aplicación de riego adicional de forma manual en geotextiles no tejidos y geocompuestos. Cuantas menos zonas de solape se realicen, menor será el riesgo de fallos en la instalación.

5. Extendido de la capa de mezcla bituminosa

Para evitar cualquier contaminación o un posible exceso de humedad, el extendido deberá comenzar inmediatamente después de la instalación del geosintético.

Las juntas del extendido no deben coincidir con las juntas de los geosintéticos. En caso de extendido en tramos paralelos, mantener 20 cm de geotextil sin cubrir para prevenir juntas longitudinales de extendido.

El grado de compactación de la nueva capa bituminosa se consigue siguiendo los procedimientos habituales.

7. Conclusiones

El objetivo del empleo de geosintéticos en rehabilitación de firmes es retrasar la reflexión de fisuras en las nuevas capas de firme en los siguientes casos:

- Instalados sobre carreteras antiguas deterioradas (rehabilitación de firme), se busca retardar la reflexión de las fisuras preexistentes, con lo que la vida útil de la estructura se alarga, retrasando las actuaciones de reparación sobre la misma. El patrón de generación de fisuras cambia, produciéndose un mayor número de las mismas, pero con un tamaño muy inferior. Se habla en este caso de microfisuración del pavimento asfáltico.
- En las juntas existentes en los firmes rígidos sobre los que se va a extender una nueva capa de aglomerado. Aquí, también se pretende retrasar la propagación de las juntas existentes en el pa-



Figura 9. Extendido mecánico, Calentamiento del betún y compactado con rodillos

vimiento rígido a través del pavimento bituminoso.

- En ampliaciones de carriles, sobrecanchos o elementos intermedios de distinta rigidez, reforzando las juntas generadas.

Cuando se extiende una mezcla bituminosa sobre un pavimento, es necesario que ésta quede perfectamente adherida a la anterior, lo que significa que en la zona de contacto se debe alcanzar una resistencia al corte mayor que la que se va a producir durante su vida en servicio. Es importante que esta propiedad se mantenga a lo largo de la vida útil del firme.

La introducción de cualquier tipo de geosintético entre dos capas de mezcla bituminosa disminuye la adherencia entre éstas en comparación con la que alcanzarían sin este tipo de productos. Por esta razón, si el geosintético colocado busca aportar la función de refuerzo, se debe garantizar que la adherencia sea correcta para un óptimo funcionamiento. Las geomallas presentan un alto índice de huecos (forma de cuadrícula abierta: apertura de malla) precisamente para que exista una mayor imbricación y adherencia entre capas.

La falta de adherencia y rozamiento entre capas puede provocar que el geosintético deslice. Las razones por las que esto puede llegar a ocurrir son: dosificación y/o tipo de riego incorrectos, la instalación se realiza antes de la rotura de la emulsión, la superficie sobre la que se aplica está sucia o la puesta en obra del geosintético no es la adecuada.

Cuando se utilizan geomallas, el riego de adherencia entre capas de mezclas bituminosas necesita una dotación de betún residual menor que la necesaria en los geotextiles no tejidos y geocompuestos. Esto es así porque las geomallas aportan la fun-

ción de refuerzo y no las funciones de barrera intercapa y relajación de tensiones en el plano (por lo que no tienen que saturar el geosintético), solo garantizar la adherencia entre capas. Siempre se deberán seguir las indicaciones del fabricante para cada producto particular.

El módulo elástico de la materia prima de fabricación de la geomalla así como sus características mecánicas, deben ser compatibles con la aplicación para la que estén definidos.

Cuando queremos realizar la función de barrera intercapa, la norma europea de aplicación UNE-EN 15381 [1] en su Anexo C indica, con base en la especificación americana AASHTO M288, que la retención mínima de betún debe ser 0,9 Kg/m² para asegurar la saturación del geotextil no tejido / geocompuesto y la integridad de su instalación.

En el caso del uso de geocompuestos, dependiendo de la aplicación para la que se han diseñado, los materiales que lo conforman serán diferentes, siendo siempre uno de ellos el elemento de refuerzo, geomalla biaxial de diferentes materias primas y características tenso-deformacionales, y otro el elemento continuo de relajación de tensiones y barrera intercapa: geotextil no tejido.

8. Bibliografía

- [1] UNE-EN 15381:2008: Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en pavimentos y cubiertas asfálticas. UNE, Madrid, febrero, 2015.
- [2] Geosynthetic Design & Construction Guidelines Reference Manual. FHWA 2008.
- [3] Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de

Carreteras y Puentes (PG-3). Actualización de determinados artículos relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos. Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre. Ministerio de Fomento. BOE, 3 de enero de 2015.

- [4] Guidelines for Using Geosynthetics with HMA Overlays to Reduce Reflective Cracking. Texas Transportation Institute. 2003
- [5] UNE-EN ISO 10318-1:2015/A1:2019; Geosintéticos. Parte 1: Términos y definiciones.
- [6] Norma 6.3 IC: Rehabilitación de Firmes, de la Instrucción de Carreteras. ORDEN FOM/3459/2003, de 28 de noviembre. Ministerio de Fomento. BOE, 12 de diciembre de 2003.
- [7] Informe Técnico UNE-CEN/TR 15019 IN para Geotextiles y productos relacionados - Control de calidad in situ.
- [8] UNE-EN ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- [9] UNE-EN ISO 10320 Geosintéticos. Identificación en obra.
- [10] UNE-EN ISO 10319:2015. Geosintéticos. Ensayo de tracción de bandas anchas.
- [11] UNE-EN ISO 9864. Geosintéticos. Método de ensayo para la determinación de la masa por unidad de superficie de geotextiles y productos relacionados.
- [12] UNE-EN ISO 13437. Geosintéticos. Instalación y extracción de muestras del terreno para la evaluación de la durabilidad.
- [13] AASHTO M288-06 Geotextile Specification for Highway Applications. ❖

Isidoro Picazo



Isidoro Picazo podría ser el gran maestro de una supuesta orden de caballería de la carretera. Porque es un caballero en toda la extensión de la palabra, y porque se ha entregado sin límites al servicio de las personas que las usan. Como a su paisano Alonso Quijano, le mueven los ideales, pero se diferencia en que rezuma sentido común y racionalidad. Durante muchos años ha sido el responsable de las carreteras en su querido Albacete, transformándolas de forma notable y mimándolas con atentos cuidados. Isidoro ha entregado su vida, y lo seguirá haciendo a esa dama tan exigente como es la carretera.

Por Óscar Gutiérrez-Bolívar

Isidoro, ¿cómo empezó todo?

Después de la mili al final del verano de 1974 me incorporé a la 6ª Jefatura Regional de Valencia, y allí en la División de Materiales. Tuve la suerte de tener como jefes a Rafael Arteaga, Alberto Albert y como jefe regional a Manuel Calduch. Además del laboratorio, donde se desarrollaba una actividad intensísima, me dediqué a estudios previos de terrenos y geotécnicos.

¿Siempre estuviste en carreteras?

No, fui delegado provincial del MOPU en los años 80 con UCD. Desarrollamos un ambicioso plan de más de 600 viviendas. Mantuve el cargo cuando cambió el gobierno al PSOE en 1982. Más tarde cuando desaparecieron las delegaciones, fui nombrado director del Servicio Geo-

lógico de Obras Hidráulicas con nivel de subdirector general.

Y ¿no las echabas de menos?

Pues sí, ya que echaba de menos las obras y las carreteras en general. Volví a la Jefatura de Alicante, siendo director general Enrique Balaguer. Fue un año y medio. Al crearse las demarcaciones me trasladé a Albacete, donde ejercí como jefe de la Unidad, y ahí es donde he desarrollado mi carrera profesional hasta la jubilación a finales de agosto de 2018, salvo dos meses en 2005 que compatibilicé el puesto con el de jefe de la Demarcación de Castilla La Mancha.

¿Cómo empezó tu contacto con la realidad?

Mi preocupación y cercanía por los materiales me viene de los la-

boratorios. Entonces había hasta 80 personas, y estaban muy bien dotados. El uso de sondas, penetrómetros, ensayos geofísicos me familiarizaron con los suelos. Los ensayos con betunes, el CPA me acercaron a los firmes. Me fascinaba tocar materialmente los suelos y así aprendí a clasificarlos casi al tacto. Creo que el conocimiento y control de los materiales es vital para garantizar la duración de las obras.

Aunque como ingeniero has cubierto muchas facetas, no te conformaste. Cuéntame.

La realidad es que hice Económicas y más adelante coincidiendo con que un hijo de Arteaga empezó Derecho, me matriculé yo también. De hecho, me ha servido para todas las gestiones administrativas, expropiaciones y la explotación, así como

para las leyes, reglamentos y normas en las que he participado. También he estado vinculado a la universidad. En Valencia como profesor de prácticas de geotecnia. Posteriormente, y durante muchos años, como profesor de Economía en la de Castilla La Mancha, en horario casi nocturno para que no interfiriera con mi trabajo en carreteras. Los alumnos me recordaban como el de los zapatos sucios, pues iba a toda velocidad desde la obra a las clases. El contacto con los jóvenes ha sido muy enriquecedor.

Circula una leyenda de que no has faltado ni un solo día a tus carreteras...

La verdad es que he ido a trabajar sin poder tan siquiera hablar debido a una neumonía. No, nunca he estado de baja.

Creo que más que eso...

Bueno, como vivía enfrente, también iba los sábados - **¿y, las proverbiales nevadas de Albacete?** - La verdad es que no me acostaba. Me quedaba en la oficina, y comía en el bar de abajo. Tenía obsesión con que nadie se quedara aislado. Trataba de recorrer los tramos conflictivos con el capitán de la Guardia Civil.

Eres un poco como el padre-madre de las carreteras

En cierto modo sí. Desde su concepción inicial en los estudios informativos, el proyecto, la tramitación y expropiación a la construcción de obras que luego tendría que conservar y rehabilitar. Eso me ha obligado a pensar en toda la vida de la obra. También me ha dado muchas satisfacciones. Todo ello con la colaboración de un grupo excelente de técnicos laborales y camineros de la Unidad de Carreteras de Albacete y de la Demarcación de Castilla La



Mancha a los que estaré permanentemente agradecido.

Tienes fama de exigente, pero también de justo. ¿Cómo ha sido tu relación con los contratistas?

Tengo pasión por las obras, y me gusta estar encima desde el principio. Con eso se consigue que no haya fallos que luego salgan a la luz y sea muy costoso reparar. Eso es una ventaja para las carreteras, pero también para los contratistas. Además, siempre he procurado que tengan una justa compensación por los trabajos bien hechos.

¿Cómo ha sido tu relación con las personas que han tenido la fortuna de trabajar contigo?

He tratado de transmitirles el cariño a las obras. Cuando llegaba alguien nuevo lo llevaba para que viera los materiales de los préstamos para que tuviera una idea desde el principio de la obra, y se iniciara en la relación con los contratistas. Nunca me he reservado nada. En realidad es lo que a mí me transmitieron en Valencia Tomás Prieto, Eduardo Lambrandero y Manuel Calduch. A su vez, eso es

lo que yo he querido transmitir al equipo de personas que tanto me han ayudado en los 32 años en la Unidad de Carreteras de Albacete.

Las obras nos marcan, pero ¿la seguridad vial?

En el 86 se crearon las demarcaciones, y fue cuando llegué a Albacete, aunque llevaba obras de Valencia y de Castilla La Mancha. Al principio de los 90 hubo en un año 90 muertos. A mí aquello me impactó. Entonces no había autovías. Cuando me fui en el año 2018 había del orden de 5 o 6 muertos al año. Tenía obsesión con que al final de año hubiera disminuido esa terrible cifra. Si los resultados no eran buenos suponía un disgusto enorme. La verdad, esa enorme disminución es una de las mayores satisfacciones que he tenido. Se puede construir muy bien, pero si no disminuyen los accidentes, algo falla. Siempre he estado muy pendiente de la señalización vertical y horizontal, del balizamiento incluido el luminoso y de las barreras. He procurado buscar con la gestión directa o con los contratos de conservación hacer pequeñas actuaciones que influyeran en la seguridad, aunque siempre preveía la posibilidad de actuaciones

mayores si no funcionaban las de bajo coste.

¿Cómo crees que debe ser un buen jefe, como me consta que tú lo has sido?

Pues creo que debe ser serio, coherente con sus principios, seguir una línea clara. No se deben dar bandazos, y basarse sobre principios bien fundamentados. El cumplimiento de la palabra, la atención a los que vienen a plantear problemas, el ofrecerles soluciones son algunas de las actitudes que se deben tener. Por supuesto, no escudarse en los demás para los errores propios asumiendo los que nos correspondan. Por otra parte, he tratado de ser muy delicado con los errores de los otros. Y en cuanto a los éxitos, compartirlos como un logro de todos.

Volvamos a los materiales. El buen estado de los firmes en Albacete ha sido emblemático. ¿Cómo lo has conseguido?

Como ya dije, empezando desde abajo. Si no se cuidan los terraplenes y su coronación, los problemas posteriores necesitan de una solución muy complicada. He sido muy exigente en las compactaciones, con buenos materiales y con espesores del orden de 30 cm, sobre todo en los trasdoses de las estructuras. En ese caso marcaba los espesores en el trasdós, y hasta que no se conseguía el Proctor, no se seguía con la siguiente capa.

He tenido firmes rígidos sin pasadores, que era los que se hacían entonces, pero que, aun así, dieron bastante buen resultado. Por problemas de rozamiento, en lugar de fresar, se cubrieron con microaglomerado, previa inyección, reperfilado y colocación de un geotextil. Con la ayuda

de los betunes modificados se absorbían los movimientos de las losas.

Para los otros firmes he promovido el uso de microaglomerados con buenos áridos como capa de rodadura por las ventajas en CRT, macrotextura y en el drenaje.

La red en Albacete supone una parte esencial para la comunicación entre muchas regiones. ¿Cómo ha evolucionado esa red?

Cuando llegué había solo 2,5 km de lo que hoy llamaríamos una carretera multicarril. Cuando me fui dejé a la provincia con casi 300 km de autovías y autopistas. De estos solo 2,5 km corresponde a la parte de la AP-36 en Albacete. En realidad, fui su inspector en toda su longitud, es decir, desde Ocaña, y empezando en la fase de construcción hasta el final.

Se trata de un cambio formidable, pero ¿no se te queda alguna espinita?

Lo que falta es la A-32, de Linares a Albacete. Empezamos estudiándola como vía rápida a principios de los 90. Ya en los 2000 se cambió a au-

tovía. Se dividió en 8 tramos en Jaén y 6 en Albacete, de los que hay 5 en Jaén, tres en servicio y dos en obra, y sólo uno en obra en Albacete. Hay alguna duda de la necesidad de la autovía por la escasez actual de tráfico. Aunque es difícil ajustar los tráficos generados, estoy convencido que la situación actual cambiará cuando se ofrezca una alternativa más segura. Creo que hay que hacerla poco a poco a medida que haya disponibilidad presupuestaria.

¿Cuál es tu opinión sobre las concesiones de peajes directos o duros y en la sombra?

Antes, en los 60 y 70 se construían con seguro de cambio, para poder financiarse con seguridad en el mercado internacional. Eran necesarias y no había disponibilidad presupuestaria. El seguro era en realidad un superseguro. Las últimas de peaje, no han respondido debido a los problemas de falta de demanda, exceso de coste en expropiaciones, y la crisis. En cuanto a las autovías de peaje en sombra, que son las de primera generación *, creo que nos equivocamos eligiendo tantos tramos de golpe. Se debían haber elegido dos o tres para experimentar antes. Han dado muchos proble-



mas. Yo he sufrido dos de ellas, en un caso solo el proyecto y construcción y en la otra todo. Creo que lo que se pedía en el pliego no estaba suficientemente estudiado. A lo mejor, por el procedimiento normal se hubiera conseguido lo mismo. Tampoco era muy necesario la reforma en Albacete. En cambio, en Alicante, donde paradójicamente sí era urgente esa reforma, no se ha podido hacer debido a problemas con una tercera parte.

Son también famosas tus travesías. Cuéntame.

Cuando hacíamos una variante en una población, el objetivo era que el ayuntamiento se hiciera cargo de la antigua carretera, la travesía. Era una labor diplomática y comercial. Por una parte, se hacía un proyecto muy cuidado y atractivo, y una vez aceptada el traspaso del tramo de carretera por el ayuntamiento, se ejecutaba la obra tal como se había proyectado. Se contentaba a todos.

Hay una tendencia a acharnos un afán constructor desmedido, sin considerar el servicio que debemos prestar. ¿Qué se puede decir?

Ahora que tanto hablamos de movilidad, la carretera es el modo de transporte más social que hay. Es el modo por excelencia para la movilidad. Además, está siempre a disposición. No tiene horarios. Es un servicio permanente. Lo peor que puedes hacerle a una población es cortar la carretera.

Sé que sigues participando en la redacción del reglamento de carreteras. ¿Cómo está?

Anteriormente ya había participado en la ley. El borrador está prácticamente terminado, y solo queda



que después se envíe a las consultas que se consideren. Al jubilarme, el director general de carreteras me pidió que siguiera en el grupo redactor, y lo he hecho con mucho gusto. Estoy a disposición de la Dirección General para colaborar en lo que necesite. No es el momento, ni me corresponde dar más detalles sobre el Reglamento.

¿Cómo dice la canción, a qué dedicas el tiempo que te queda libre?

Pues, debido a circunstancias familiares, ahora me toca ocuparme del campo, de la siembra, abono y a la recolección, y de si llueve o no. Tengo que decir que en estos tiempos de pandemia el vínculo entre el campo y la carretera ha sido garante del abastecimiento a toda la población.

Aunque difícil de resumir toda tu intensa y extensa trayectoria, ¿podrías señalar los logros que has conseguido?

El deber cumplido y la conciencia tranquila de que he hecho todo lo que he podido y lo que he sabido para cumplir con mi deber. He pues-

to el interés general por encima de mi propio interés durante los 44 años que he estado en la Administración. Ese es mi resultado final: el haber servido a los ciudadanos.

De cualquier forma, sigo a disposición de la DGC para lo que me pidan de forma desinteresada, como siempre lo he hecho.

Termina aquí la entrevista con Isidoro Picazo Valera que resulta en un vibrante y apasionante relato de lo que es una genuina vocación de entrega al servicio de su país. Isidoro no ha tenido mediada para sí mismo. Ha superado el deber y ha trascendido a lo épico. Ciertamente es que el "me lo he pasado muy bien", que dice, puede compensar los desvelos, y servir de ejemplo para todos. "Solo lo difícil es estimulante" de José Lezama Lima, se materializa en Isidoro. ❖

Nuevo puente de Alcántara

El viaducto estará 200 metros aguas arriba del romano e incluirá una pasarela peatonal adoquinada con vistas hacia él.



El presidente de la Junta de Extremadura, Guillermo Fernández Vara, afirmó durante la presentación del nuevo puente de Alcántara sobre el río Tajo, en la carretera EX-117, que con esta construcción se contribuye a “mantener algo que la historia aportó”, en relación con el puente romano de la localidad, y que en un futuro las generaciones venideras podrán observar cómo en otra etapa se salió al rescate de esa parte de la historia de hace más de veinte siglos.

Durante su intervención en el acto, al que también ha asistido la consejera de Movilidad, Transporte y Vivienda, Leire Iglesias, Fernández Vara, indicó que se trata de un acto “cargado de simbolismo y con una especial transcendencia”, ya que parece como si la historia viniera a ayudar a la historia.

Para el jefe del Ejecutivo regional “tenemos la obligación ética y moral” de mantener lo que recibimos y lo que recibimos fue “patrimonio histórico”.

En este punto subrayó que cuando la obra esté concluida “podremos estar tranquilos que el puente romano está a salvo de cualquier afectación en el futuro” y será una de las cuestiones que esta generación le dejará a otras, con otro puente, que la historia también juzgará.

Por otro lado, el presidente de la Junta de Extremadura, explicó que tras la covid-19 volverá a haber turismo, pero que este será de otra manera, “más de experiencia, más cultural y patrimonial”.

En este sentido, continuó diciendo que los ciudadanos de las zonas del mundo más pobladas, lo que desean es conocer pueblos con historia y tradiciones distintas a las suyas “pero que las tengan y por eso nosotros tenemos que ser fieles primero, en el mantenimiento

y la rehabilitación y sostenimiento de nuestro patrimonio cultural, pero también, en nuestra proyección hacia el futuro”.

En relación con lo anterior el presidente extremeño destacó que se puede avanzar, se puede conquistar la modernidad sin perder la esencia. “No creamos que para ser gente del futuro tenemos que olvidar nuestro pasado porque nos equivocaremos”, ha asegurado.

Fernández Vara indicó que la apuesta por lo nuevo, por lo limpio, por lo verde y lo digital es absolutamente complementaria con la apuesta por el mantenimiento y el sostenimiento que ha significado la historia de los pueblos.

También señaló el presidente de la Junta que si ahora podemos disfrutar de determinadas cosas es porque alguien “optó por mantenerlo y nuestra aportación a la historia será conservar todo para aquellos que vengan detrás y hacerlo de una manera sostenible”. ❖

Oficina de Prensa
Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda
Junta de Extremadura



Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería: Equipos rentables y competitivos.

Se originó en el Reino Unido el 23 de junio de 2014 por la Women's Engineering Society, una organización benéfica que comenzó en 1919 tras el final de la Primera Guerra Mundial, durante la cual muchas mujeres asumieron roles que antes no habían tenido, como los relacionados con la ingeniería.

En el año 2016, el Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería recibió el patrocinio de la UNESCO y en 2017 se convirtió en un evento internacional, con los objetivos de promover que las mujeres se incorporen a las carreras de ingeniería, fomentar el crecimiento de las mujeres en este sector, así como lograr la plena inclusividad.

Estos objetivos, esenciales para la sociedad y fundamentales para las empresas de hoy en día, ayudarán a conseguir que las personas más brillantes, sean del sexo que sean, ocupen los puestos de trabajo de la Ingeniería del futuro.

El Grupo de Trabajo Mujer e Ingeniería de Caminos del Colegio de

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP) está abordando un Plan de Acción, cuya primera actividad consiste en un estudio acerca de la presencia de la mujer en las escuelas técnicas, así como en los distintos sectores de nuestra profesión, junto con un análisis de las posibles causas.

El informe "Mujeres en la UPM. Estadísticas de género en la Universidad Politécnica de Madrid" del Proyecto Europeo TRIGGER analiza la presencia de las mujeres en carreras técnicas y establece que pese a la ligera evolución de los últimos años, las mujeres son minoritarias en el ámbito de las ingenierías,



Figura 1. Autovía A-23. Tramo: Alto de Monrepós - Caldearenas. Separación entre ambas calzadas

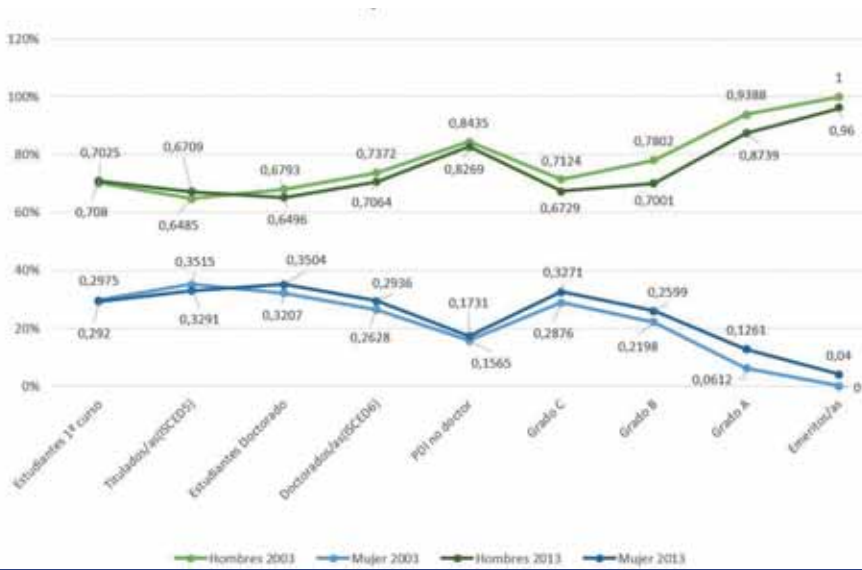


Figura 2. Mujeres en la UPM. Estadísticas de género en la Universidad Politécnica de Madrid. Fuente: UPM, 2015



Figura 3. Autovía A-38. Tramo Cullera-Favara. Viaducto del Jucar

suponiendo solo el 29% del alumnado; sin embargo se destaca que el número de mujeres egresadas y de doctorandas aumentó en 2013, hasta situarse en el 35,77% y el 29,36% sobre el total, respectivamente. (Figura 2)

Es de vital importancia que la formación académica se adapte a los nuevos modelos de sociedad, sin perder los valores que la Ingeniería merece. Éstos se fomentan desde nuestras Escuelas Técnicas de manera constante, con un planteamiento de exigencia y excelencia en la mayoría de ellas y en constante revisión.

Animamos a elegir esta opción académica (y profesional) a todas aquellas mujeres que se sientan atraídas por las ciencias aplicadas, por las ciencias útiles, por las ciencias que resuelven y mejoran nuestro día a día.

Una profesión decisiva

Una de las consecuencias de las todavía pocas mujeres que estudian carreras técnicas, es la poca presencia de Ingenieras de Caminos en España. Sirva de dato que solo el 16,2% de las colegiadas de nuestra Institución son mujeres.

La Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos tienen un componente de servicio público, dedicado fundamentalmente, a la obra pública y, por tanto, al servicio público, con actuaciones que poseen una fuerte vocación de sostenibilidad, tanto por su utilidad para mejorar la calidad de vida como por su objetivo de desarrollo económico, con ejecuciones durables en el tiempo.

Una profesión que ha sido, es y será determinante en el desarrollo de nuestro país y que ha llevado a España a ser puntera en esta actividad a nivel mundial.

La superación de retos, afrontar y resolver problemas difíciles, la toma de decisiones, la competitividad, la mejora continua o la calidad en el trabajo, son valores intrínsecos a nuestra profesión.

El talento y el ingenio no tienen género, las Ingenieras de Caminos, como todos los profesionales, innovamos, planificamos, proyectamos, calculamos, construimos, mantenemos, abordamos balances económicos, estudios de viabilidad, normativos, etc, de Infraestructuras y servicios destinados a la población y relativos a todos los campos, tales como el Transporte, la Movilidad, el Agua, la Energía, el Urbanismo, la Ordenación del Territorio, el Medio Ambiente.

Disponemos, por formación, también, de un marcado y diferenciador carácter transversal para abordar cualquier campo y cualquier problemática y en los últimos años hemos demostrado nuestra competitividad a nivel global en concursos y obras por todo el mundo.

La Ingeniería de Caminos es una profesión de presente y de futuro.

También queremos contaros que la Ingeniería va más allá de la propia profesión, que sus valores trascien-

den y se desarrollan en todos los ámbitos de nuestra vida cotidiana.

Los valores descritos, las características de nuestra profesión, la importancia de las tareas que desempeñamos en una buena marcha de nuestra sociedad, deberían ser suficientes para que las mujeres que estén eligiendo su opción profesional se sientan atraídas por este oficio.

Una interesante visión nos aporta Carmen Lacasa, de la Comisión de Jóvenes del Colegio de ICCP que indica: *“El valor añadido que aportamos las mujeres a la profesión es decisivo para avanzar hacia una sociedad integradora y de futuro, aportando una total dedicación, pasión y profesionalidad para hacernos valer en un sector aún muy masculinizado, pero que empieza a tener una tendencia de cambio.”*

Hay razones poderosas para estudiar carreras de Ingeniería y ejercer como Ingenieras, por eso en este día tan relevante, animamos a que aumente el número de mujeres en esta profesión.

Diversidad, rentabilidad y competitividad

Numerosos estudios avalan la diversidad en las plantillas y en la dirección de las empresas con una mayor rentabilidad y competitividad.

A pesar de que hay mujeres liderando grandes organizaciones, en el 83% de los consejos de administración de las empresas del sector, o no hay ninguna mujer, o cuentan con menos del 10%.

La presidenta de ANCI, Concha Santos: *“Si bien la mujer va ocupando el puesto que le corresponde, alcanzar la igualdad plena es un camino largo que exige numerosas transformaciones en todos los niveles. También entre las propias mu-*

jer, que tenemos que atrevernos a no ponernos límites. En el caso del sector construcción, claramente masculinizado, el potencial de mejora es enorme. Nos encontramos en un momento de cambio, en el que es crucial que las mujeres en puestos de dirección sean referentes para el resto, evidenciando que el talento y el compromiso no entiende de género”.

En 2016 un estudio elaborado por New Peterson Institute y Ernst & Young ya revelaba que el incremento de mujeres en puestos de liderazgo dentro de las organizaciones provocaba un aumento significativo de la rentabilidad de sus empresas.

Este estudio se llevó a cabo entre 21.000 empresas de 91 países y una de sus conclusiones afirmaba que tener, al menos, un 30% de mujeres en puestos de liderazgo dentro de las organizaciones daba como resultado un 6% más en sus beneficios netos.

El informe de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) publicado en mayo de 2019 *“Las mujeres en la gestión empresarial: Argumentos para un cambio”* abunda en estas mismas conclusiones.

Según este informe, en lo que se refiere a los consejos de administración, las empresas necesitan alcanzar una masa crítica del 30% de mujeres para que la diversidad de género dé sus frutos.

Los datos de incremento del Producto Interior Bruto (PIB) y la participación de las mujeres en el mercado del trabajo son elocuentes en la generación de riqueza:

Un incremento de un 6% del PIB en las economías de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con la reducción de la brecha de género, y en un 6% adicional si su participa-

ción llegara a igualar la de los hombres, según el informe de la OIT

Un incremento de 5.3 billones de dólares (dólar estadounidense) del PIB mundial, si se columnara la brecha mundial de género antes de 2025, en términos de participación de las mujeres en el mercado de trabajo, arroja el Foro Económico Mundial (2017).

Tomando el caso de éxito de Suecia, en el que la tasa de participación de las mujeres en el mercado de trabajo es del 80%, el PIB de los países de la OCDE crecería en más de 6 billones de dólares (dólar estadounidense), indica PricewaterhouseCoopers (PwC) (2018). (Figura 4)

La encuesta de la OIT pone de manifiesto que, en las empresas que han rastreado los efectos cuantitativos de algunas iniciativas en torno a la diversidad de género, como la promoción de las mujeres a puestos directivos, casi el 74% de ellas informan que han obtenido un incremento de entre el 5 y el 20% en sus beneficios.

La figura 5, extraída de esta publicación, muestra los resultados por región. A nivel mundial, la mayoría de las empresas (29,1%) informaron de un incremento de sus beneficios entre el 10 y el 15%.

En España, el informe de la consultora McKinsey *“Women Matter 2017: A way forward for Spain”* recalca que el aumento del número de mujeres en el mercado laboral resulta beneficioso tanto para las empresas como para la economía en general.

Las empresas con mayor diversidad también tienen mayores oportunidades para seleccionar y retener personas con talento.

Las mujeres representan en la actualidad una parte muy importante del stock de conocimientos



Figura 4. Proportión de empresas que informan sobre si las iniciativas relativas a diversidad de género e igualdad ayudaron a mejorar sus resultados comerciales, datos a escala mundial y regional. Fuente: Encuesta de empresas de la OIT, 2018

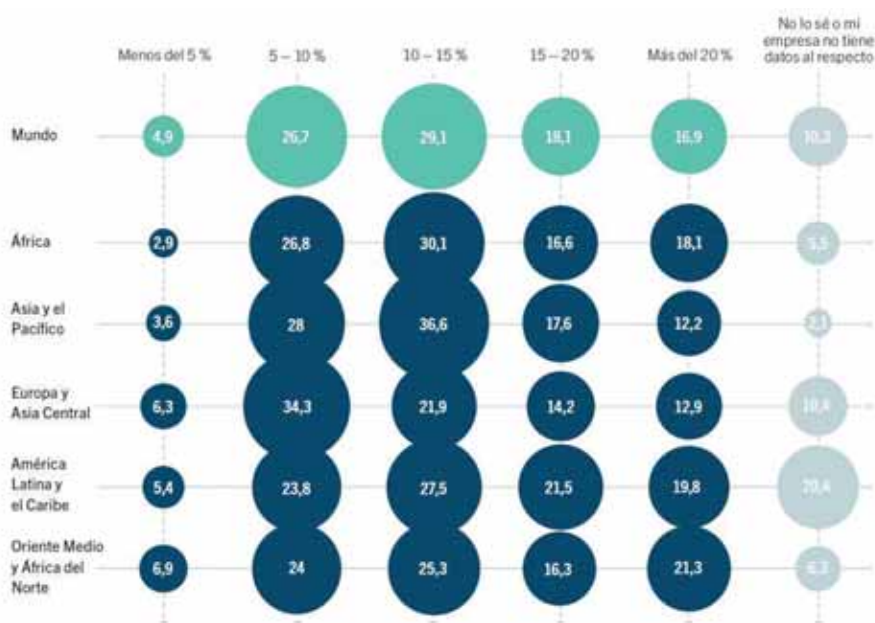


Figura 5. Proporción de empresas que declaran haber aumentado sus beneficios a raíz de las iniciativas sobre diversidad e igualdad de género, datos a escala mundial y regional. Fuente: Encuesta de empresas de la OIT, 2018

académicos existentes en nuestra sociedad.

Teniendo en cuenta el nivel formativo alcanzado por la población entre los 25 y 34 años, se observa que un 34,9% de hombres y un 47% de mujeres tienen un nivel de formación correspondiente a educación superior y doctorado, 13 puntos de diferencia (Fuente: INE (21 de junio de 2016) “Mujeres y Hombres en España” Epígrafe 9.1).

Según la “European Private Business Survey 2019”, elaborada por PWC la escasez de talento es uno de los principales problemas para crecer de las empresas medianas de la UE.

En España, PWC arroja la pérdida de ingresos de las empresas podría situarse en torno a los 45.100 millones de euros al año, el 3,7% de nuestro PIB, añadiendo que los puestos más deseados por las empresas son los técnicos (para el 75%

de las empresas encuestadas) y los ingenieros (45%). En cuanto a su experiencia, se buscan perfiles de alta dirección (45%) y profesionales en los primeros años de su trayectoria (61%).

La discriminación positiva

Una de las posibilidades para aumentar la rentabilidad y competitividad en las empresas es introducir la discriminación positiva. Se trata



Figura 5. Duplicación de la Circunvalación de Segovia (SG-20). Enlace La Granja.

de aumentar la representación de determinados grupos en función de su género, raza, sexualidad, credo o nacionalidad en ámbitos en los que están infrarrepresentados.

Hay Ingenieras de Caminos que no comparten esta práctica, ya que la alta cualificación, cualidades y capacidad deberían bastar para promocionar y lograr la incorporación de la mujer en puestos de responsabilidad. Ahora bien, si el hecho de ser mujer discrimina negativamente, sí defendemos que esta discriminación se evite de todas las maneras posibles, también “mismo trabajo mismo sueldo”.

El género no debería ser un factor de elección; cualquier persona que ocupe un puesto profesional o directivo debería serlo por méritos propios, pero, eso sí, sin mirar el género, ni para eliminar ni para aceptar.

A partir de las anteriores cifras de mujeres en puestos directivos, cabe pensar si esto es consecuencia de la escasez de mujeres en el sector o, simplemente de que las mujeres encuentran más obstáculos en las empresas para ocupar estos puestos.

El informe de McKinsey *“Women Matter 2017: A way forward for Spain”* constata que las mujeres tienen una baja representación en todos los niveles empresariales y la diferencia es aún mayor en los puestos más altos. La falta de compromiso visible y recurrente en el tiempo por parte de la dirección y la escasez de mentores y modelos para las mujeres constituyen grandes obstáculos corporativos para el ascenso femenino. Únicamente el 26% de los consejeros delegados considera la diversidad dentro de sus diez prioridades estratégicas; solo el 17% de las mujeres entrevistadas declaró que tenía un modelo a seguir, y solo el 14% contaba con mentoría. Los procesos de RR.HH. son cada vez más conscientes de la necesidad de diversidad pero todavía no están totalmente adecuados.

Según datos del Colegio de ICCP en mayo de 2021 la tasa de desempleo entre los colegiados es del 2,45%, mientras que esta tasa alcanza el 5,19% entre las colegiadas.

Aunque algunas ingenieras de caminos han manifestado que no se sienten cómodas con ciertas políticas de igualdad, muchas de las que han llegado a puestos de responsabilidad también han manifes-

tado que han tenido que demostrar y trabajar mucho más que sus compañeros varones para llegar a puestos similares.

Quizás con la legislación vigente que obliga a las empresas a partir de cierto tamaño a contar con planes de igualdad estas diferencias se hagan patentes y se establezcan acciones para corregirlas.

La Ceo del Grupo Puentes, Purificación Torreblanca, *“La ingeniería es un sector fascinante y absolutamente necesario para el crecimiento y progreso de las civilizaciones. La diversidad y el talento que aportan hombres y mujeres trabajando juntos en este ámbito es esencial para el enriquecimiento de propuestas y alternativas. La eliminación de obstáculos y el sumar a las nuevas generaciones para cumplir con lo que la sociedad nos requiere está en nuestras manos”*.

Las Ingenieras de Caminos, Canales y Puertos, nos sumamos a las celebraciones del Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería, felicitamos a todas las Mujeres que son Ingenieras y sobre todo a aquéllas que quieren llegar a serlo. A todas ellas las animamos a reivindicar su profesión y su talento. ❖

www.normativadecarreteras.com



Legislación y normativa técnica de carreteras
Acceso libre y gratuito



Carlos Jofré Ibáñez

Un gran sabio humilde y bondadoso



Nos ha dejado nuestro amigo Carlos Jofre. Un gran sabio, hombre bueno al que podemos sumar las cualidades de humildad y bondad, un gran maestro sin duda que dejó una profunda huella en todos aquellos que le conocimos de cerca. Un técnico brillante, apasionado de su profesión, de sus carreteras y pavimentos de hormigón, de los materiales tratados con cemento o las presas de hormigón compactado con rodillo, temas en los que llegó a ser un gran experto. Siguió la estela dejada por Enrique Balaguer y Sandro Rocci, otros de mis profesores ausentes.

Carlos nació en Badalona, el 1 de septiembre de 1947. Estudió Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid acabando con solo 22 años tras realizar el primer curso en Oviedo, donde ganó la Olimpiada Matemática. En marzo de 1972 ingreso en el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento como colaborador científico contratado, logrando posteriormente la plaza y fue nombrado jefe del Equipo de Investigación de Aplicaciones del Cemento en Vías de Comunicación. Entre sus labores estuvieron la dirección del laboratorio de hormigones para pavimentos y de materiales tratados con cemento, y la dirección técnica de dos equipos para la construcción de pavimentos de hormigón, propiedad de la Agrupación de fabricantes de cemento de España (Oficemen),

En 1986, Carlos entro a formar parte del Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), ocupando hasta 2012 el cargo de director Técnico, donde se jubiló. Además de la im-

portante labor de promoción técnica, investigación, desarrollo de normativa, difusión del conocimiento a través de la elaboración de publicaciones, participación en congresos, cursos y conferencias que desarrollo en el IECA, Carlos se ocupó de la dirección técnica de un equipo para el ranurado de pavimentos de hormigón mediante discos de diamante y de otro para la prefisuración de materiales tratados con cemento, ambos propiedad igualmente de Oficemen.

Además, intervino en la redacción de numerosos proyectos, colaborando como asesor en la construcción, conservación y reparación de un gran número de obras. Como reconocido experto, participó en numerosos comités técnicos (entre 1976 y 2012 fue miembro del de Carreteras de Hormigón, actualmente Comité Técnico de Firms, de la Asociación Técnica de Carreteras ATC siendo su presidente entre los años 90 y 99, o en el Comité Técnico Internacional de Firms de Hormigón de la Asociación Mundial de Carreteras AIPCR entre 1989 y 2012 o de los Comités Europeos de Normalización CEN TC51 'Cementos y cales de construcción' y del CEN TC227 'Materiales para carreteras', coordinando los Grupos de Trabajo WG14 y WG3, o el de normalización de AENOR CTN-41/SC2), fue redactor de la revista RUTAS de la misma ATC y coordinador de diversos Grupos de Trabajo (sobre Pavimentos de hormigón compactado y sobre Reciclado in situ de firms con cemento), además de intervenir en la Federación Interamericana de Productores de Cemento (FICEM), en

la Asociación Europea de Pavimentos de Hormigón (EUPAVE), en el AFH50 Concrete Pavement Construction, del Transportation Research Board de Estados Unidos, etc.

También realizó numerosos proyectos de investigación y participó en la redacción de distintas normativas en campos tan dispares como Puertos del Estado, Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (actual MITMA), Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, Consejería de Obras Publicas de la Junta de Andalucía, Gobierno Vasco, la Generalitat Valenciana o el Gobierno de Aragón. Además, participo como profesor en numerosos cursos y seminarios, impartiendo sus conocimientos tanto en España como en otros países, presentó ponencias y comunicaciones en más de 80 congresos y reuniones nacionales e internacionales y fue autor de más de 50 libros y monografías publicados, algunos de ellos, en otros países.

Recibió la Medalla de Honor con mención Especial de la AEC y demostraba continuamente, además de un gran amor por su trabajo, un aprecio por las cosas sencillas de la vida, como la amistad, la naturaleza o la gastronomía. Profesaba un profundo amor por su Lola, su mujer y por sus hijos, Carlos, Luis y Jordi, así como por sus nietos Carolina y Pablo.

Ingeniero, científico, investigador, innovador, divulgador..., se nos fue un maestro. Alguien que dejó muy claro que "también aprendía" a la vez que era un ejemplo diario. Descanse en paz. ❖

Jornada Técnica Digital

Nuevo Enfoque en Firmes

8, 15, 22 y 29 de abril 2021

A lo largo del mes de abril del año en curso, ORGANIZADAS POR EL Comité Técnico de Firmes de la ATC, se han celebrado las jornadas "LOS JUEVES DIGITALES DEL COMITÉ DE FIRMES", dirigidas a la exposición y debate del "NUEVO ENFOQUE" en el diseño y construcción de firmes.

En el último SIMPOSIO NACIONAL DE CARRETERAS, celebrado en 2018, se decidió que los simposios nacionales se convocarían cada cuatro años, pero que entre medias, para pulsar el estado de los nuevos desarrollos en el campo de los firmes, se celebrarían unas Jornadas de carácter general, independientemente de las jornadas o congresos sobre otros temas más específicos que pudieran surgir.

A este criterio obedeció la convocatoria de estas jornadas que se celebraron a lo largo de cuatro jueves del mes de abril, con una duración de dos horas aproximadamente.

La idea de las Jornadas fue presentar las diversas tecnologías existentes en el campo de los firmes y su adaptación a las condiciones de sostenibilidad, resiliencia y conectividad que caracterizan el "NUEVO ENFOQUE", con la intención de generar un debate amplio y sin limitaciones que pusiera sobre la mesa todo el abanico de posibilidades disponibles y fuese capaz de movilizar el enorme potencial de este sector para la realización de investigaciones, estudios y obras experimentales, lo que nos permitiría sacar algunas conclusiones sobre la capacidad de adaptación de las dife-

rentes tecnologías al NUEVO ENFOQUE de cara al próximo II Simposio Nacional.

Cada una de estas jornadas se organizó en tres bloques:

Un primer bloque en el que, mediante miniponencias de 10 minutos, se expusieron, para las diferentes tecnologías, el estado actual de la situación, los trabajos en marcha en el seno del comité o de otras organizaciones o foros de investigación, los aspectos críticos o que precisan mayor investigación, las perspectivas de la tecnología presentada y las ventajas e inconvenientes que se intuyen para su aplicación y desarrollo.

Un segundo bloque, con la presentación de casos en los que se han

08 ABRIL 2021
EL NUEVO ENFOQUE APLICADO AL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE FIRMES

15 ABRIL 2021
TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DEL NUEVO ENFOQUE

22 ABRIL 2021
LAS TECNOLOGÍAS QUE YA SON UNA REALIDAD EN EL NUEVO ENFOQUE DE FIRMES: LOS RECICLADOS Y LAS MEZCLAS FABRICADAS A BAJA TEMPERATURA

29 ABRIL 2021
TECNOLOGÍAS INNOVADORAS EN EL CAMINO HACIA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS FIRMES

#JuevesdeFirmesATC

Asociación Técnica de Carreteras

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

AGENDA 2030

aplicado las diferentes tecnologías, con un tiempo de exposición de cinco minutos.

Y, un tercer bloque de coloquio a través del chat de la videoconferencia.

La jornada inaugural de se dedicó al NUEVO ENFOQUE y especialmente al planteamiento de los nuevos requisitos de SOSTENIBILIDAD, RESILIENCIA Y CONECTIVIDAD.

Creo que todos tenemos claro el cambio que se está produciendo en estos momentos a nivel global en cuanto a las relaciones del hombre con LA TIERRA. Desde los años setenta, la preocupación mundial por el medioambiente y el cambio climático no ha hecho más que crecer. Y la solución a este problema debe abordarse no sólo desde las declaraciones de alto nivel de los distintos foros internacionales, como son las conclusiones de las distintas Cumbres de la Tierra, sino también desde la aportación de nuestro granito de arena desde todos los sectores que con sus emisiones y contaminación contribuyen a acelerar el deterioro del medioambiente.

En el campo de los firmes en el que nos movemos, hay todavía una ingente tarea por hacer en este sentido. El ahorro de materia prima natural y de combustible, el aumento de la durabilidad y de su resiliencia, la reducción de su mantenimiento a lo largo de su vida útil y su reutilización o reciclaje al final de la misma son objetivos que debemos marcarnos como prioritarios.

Las Jornadas fueron iniciadas por D. Javier Herrero Lizano, director general de carreteras del MITMA, con una introducción en la que subrayó la necesidad de la carretera como soporte de la movilidad, y apostó por la innovación y la sostenibilidad.

A continuación, María del Rosario Cornejo Arribas, directora técnica de



Javier Herrero Lizano, director general de carreteras del MITMA

la Dirección General de Carreteras hizo una exposición de lo que es el NUEVO ENFOQUE y de las iniciativas que en este tema está adoptando la Dirección General.

Miguel Caso Flórez, director técnico de la Asociación Mundial de la Carretera, habló sobre los trabajos que se están realizando en el seno de PIARC sobre los últimos avances en la carretera electrificada.

Ángel Sampedro Rodríguez, Coordinador y profesor de Área de Ingeniería de carreteras de la Universidad Alfonso X el Sabio, habló de las dos herramientas más potentes y actuales para la evaluación de las mezclas en relación con su sostenibilidad, el Análisis del Ciclo de Vida y el del Coste de Ciclo de vida.

Marcos Perelli Botello, Coordinador de Programa Técnico Científico en el Centro de Estudios del Transporte (CEDEX), presentó el último documento realizado en el seno del Grupo de Trabajo del Comité que el mismo coordina, sobre la COMPRA PÚBLICA VERDE, tema de vital importancia para la inmersión del sector en el campo de la sostenibilidad.

Laura Parra Ruiz, Directora de Laboratorio de Infraestructura Viaria en el Centro de Estudios del Transporte del CEDEX y coordinadora del Comité Transversal de la ATC sobre RESILIENCIA, aspecto cada vez más en auge debido a las consecuencias del cambio climático, habló precisamente de la aplicación de este requisito a los firmes para carretera.

Alfredo García García, catedrático de Ingeniería de Carreteras de la Universidad Politécnica de Valencia, nos introdujo en el mundo de la carretera conectada y de la aplicación de las nuevas tecnologías que nos permitirán mejorar la gestión de las infraestructuras y del transporte y, en consecuencia, hacerlos más sostenibles.

En el segundo bloque de casos prácticos, contamos con la participación de Lucía Miranda Pérez, Técnico de Asistencia Técnica de Asfaltos en Repsol, Carlos García Serrada, Jefe de Servicio de I+D+I en Construcciones y Obras Llorente S.A. (COLLOSA) y Cesar Bartolomé Muñoz, director del área de innovación de IECA, que nos presentaron la experiencia de sus empresas con las Declaraciones Ambientales de Producto, documen-

tos que, aparte de la información ambiental que proporcionan, son, sobre todo, indicadores de la preocupación de las empresas por hacer productos cada vez más respetuosos con el medioambiente.

En la segunda Jornada, se trató el tema de las “TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DEL NUEVO ENFOQUE”

En el caso de las mezclas bituminosas, si clasificamos las diferentes posibilidades que tenemos en función del tipo de mezcla y tecnología de fabricación, podemos observar rápidamente las múltiples alternativas disponibles.

Desde el punto de vista de los tipos de mezclas, existen ocho tipologías de mezclas ya normalizadas a nivel europeo, a las que tenemos que añadir los microaglomerados en frío, igualmente normalizadas.

Cada una de estas puede fabricarse con diferentes materiales, incluyendo más de 15 tipos distintos de ligantes y diversas posibilidades de áridos, tanto naturales como artificiales, y de polvos minerales de aportación.

Las tipologías de mezclas las podemos dividir entre las fabricadas en planta e in situ.

Entre las tecnologías en planta, podemos considerar, por una parte, las que se diferencian por la temperatura de fabricación: calientes, semicalientes, templadas y en frío,

Y, por otra parte, las recicladas o no. A su vez las mezclas recicladas en planta pueden ser de tasa baja, media o alta, y el material reciclado puede ser RAP o residuos procedentes de otras industrias como las escorias siderúrgicas o los residuos de construcción y demolición siempre que cumplan las condiciones establecidas en el PG-3.



María del Rosario Cornejo Arribas, directora técnica de la Dirección General de Carreteras



En el caso de los firmes de hormigón, la situación también plantea distintas posibilidades de diseño y construcción, en masa con juntas, armados con juntas o continuos, o con fibras. Las últimas iniciativas se dirigen a la consecución de texturas en rodadura más seguras y cómodas, como los pavimentos de hormigón extendidos en doble capa, los denudados superficiales que dejan visto los áridos de calidad en rodadura o los microtexturados.

Y en esta categoría también habría que incluir las capas de base tratadas con materiales hidráulicos como son los suelocemento y las gravacemento fabricadas en planta, aunque su función sea como base para proporcionar capacidad soporte al firme.

Incluso, existen soluciones mixtas como los pavimentos bituminosos percolados con cemento o los típicos pavimentos urbanos en los que sobre la capa de hormigón se coloca una capa de mezcla bituminosa.

Vemos pues, que tenemos multitud de alternativas que nos ofrecen un abanico inmenso de posibilidades a la hora del diseño de nuevos firmes.

¿Cuál es la más adecuada?

Eso dependerá de las circunstancias de cada proyecto y del conoci-

miento detallado de cada una de las tecnologías, estudiada desde el punto de vista del nuevo enfoque.

En el caso de las tecnologías habituales, ya se dispone de experiencia y conocimientos suficientes sobre su comportamiento, lo que no implica que deba bajarse la guardia respecto a su aplicación, pero en el caso de las nuevas tecnologías que han emergido con fuerza en los últimos 20 años, aunque hay bastante información sobre las investigaciones realizadas y su comportamiento a nivel de laboratorio, no existe una información suficiente sobre su comportamiento en campo. Es necesario, pues, para las nuevas obras o tramos experimentales que se realicen, hacerles un seguimiento a medio o largo plazo que, en resumen, puede consistir en la preparación de un plan de control ampliado durante la obra y su posterior seguimiento a 4-8 años mediante un plan de auscultaciones, inspección visual y extracción de testigos.

En esta Jornada intervinieron, Jesús Felipe Sanjuan y Jesús Díaz Minguela, coordinadores de los grupos de trabajo del Comité sobre “Mezclas Bituminosas” y “Pavimentos de Hormigón” que presentaron sus trabajos sobre las diferentes técnicas aplicables a la construcción de firmes, cada uno en su campo respectivo.

A continuación Javier Loma Lozano y Sergio Carrascón Ortiz, hablan sobre la forma en que se pueden hacer más sostenibles los firmes actuando simplemente sobre la mejora de los procesos y su digitalización, en los campos de las mezclas bituminosas y los pavimentos de hormigón respectivamente.

Para hablar de la mejora de la durabilidad de los firmes, y tocando un aspecto tan fundamental como es el de la adherencia entre capas, intervino Daniel Andaluz García, coordinador del grupo de trabajo del Comité sobre "Riegos de adherencia", que presentó el documento preparado en este grupo, la "Guía de buenas prácticas en la ejecución de riegos de adherencia", que intenta ser un apoyo a los técnicos para la correcta aplicación de esta unidad de obra.

Y Anna París Madrona, que presentó la "Guía para el proyecto y la ejecución de lechadas de cal para la protección de riegos de adherencia" publicada por la Dirección General de Carreteras como Nota Técnica 1/2020.

En el bloque de casos prácticos se contó con la participación de María Elena Hidalgo, de EIFFAGE, Nuria Uguet, de PROBISA, Francisco José Veá, de BECSA y Sergio Carrascón, de IECA, que presentaron ejemplos de la digitalización de la fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas, del empleo de energías renovables, de la aplicación de BIM y GIS en la puesta en obra y conservación de firmes y del PAVIT, un programa español de dimensionamiento de firmes.

La tercera Jornada trató sobre las "TECNOLOGÍAS QUE YA SON UNA REALIDAD EN EL NUEVO ENFOQUE: LOS RECICLADOS Y LAS MEZCLAS FABRICADAS A BAJA TEMPERATURA"

Ambas técnicas ofrecen un enorme potencial en cuanto a la reducción



de los impactos medioambientales tanto por la preservación de materiales vírgenes, como por la reducción de la huella de carbono.

En relación con las mezclas recicladas, ya existe en España una notable experiencia transpuesta en forma de normativa en la Orden Circular 40/2017.

En esta Orden Circular se priorizan las técnicas de reciclado en las actuaciones de rehabilitación de un firme cuya superficie de aplicación sea superior a 70.000 m².

De acuerdo con el PG-3, en las mezclas bituminosas se puede incorporar hasta un 15 % de RAP en las mismas condiciones que el resto de áridos, sin ninguna exigencia a mayores. Sólo este 15 % ya ahorraría una gran cantidad de áridos vírgenes.

Para tasas superiores, de hasta el 25 %, las adaptaciones de las plantas no son importantes, si bien ya tenemos que tratar el RAP y la fabricación de la mezcla de una manera específica adaptada al nuevo producto.

Las tasas más elevadas son las que requieren medios extraordinarios, pero por otra parte el ahorro de materia prima, áridos y ligante, puede compensar a medio plazo.

Yo destacaría dos problemas en este campo, el de la logística y distribución del RAP y el de su tratamiento

y acopio, que debe ser muy esmerado.

En relación con el comportamiento técnico, la experiencia existente es positiva, aunque es preciso seguir con los estudios, investigaciones y tramos experimentales para poder comprobar como varían las características de las mezclas al incorporarles el RAP.

Las mezclas a baja temperatura son otra de las fórmulas que creemos con más futuro de cara al nuevo enfoque. La reducción de la temperatura de fabricación obviamente produce ahorros de combustibles y reducción de las emisiones a la atmósfera, mejora el entorno de trabajo y las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

Las mezclas a baja temperatura las clasificamos inicialmente en semicalientes y templadas según la temperatura de fabricación.

Existen varias tecnologías para producir mezclas a baja temperatura semicalientes. Las más habituales son el espumado, directo o indirecto, y el empleo de betunes aditivados con compuestos orgánicos o inorgánicos.

Ambas técnicas son fáciles de implementar. La espumación directa del betún exige la incorporación de un espumador en la planta, pero el equipo no es especialmente costoso.



Francisco José Lucas, secretario del Comité de Firmes y conductor de las Jornadas

Mientras que, la utilización de betunes de baja temperatura fabricados en refinería no precisa ninguna adaptación especial.

En relación con el comportamiento de las mezclas a baja temperatura, en un estudio a largo plazo realizado en Estados Unidos, no se registraron diferencias significativas entre las mezclas semicalientes y las convencionales. Algunas dudas surgieron sobre la necesidad de utilizar aditivos para mejorar la adherencia betún/árido, en línea con los resultados que se han encontrado en España donde se han dado algunos casos de incumplimiento de la especificación en relación con la sensibilidad al agua.

Por último, las mezclas templadas, fabricadas con emulsión o betunes espumados, ofrecen buenas posibilidades aunque aún no se encuentran recogidas en la normativa del MITMA.

En esta Jornada intervinieron, Anna París, coordinadora del grupo de trabajo del Comité de Firmes sobre reciclados, que nos presentó el resultado de la encuesta que han preparado sobre realizaciones en España de este tipo de obras.

María del Mar Colás, de CEPESA, que presentó la situación de las mezclas recicladas in situ con emulsión

Julio González, Jefe del Servicio de Conservación de la DGC de la

Junta de Castilla y León, que presentó el resultado de la amplia experiencia que tienen en esa Comunidad con los reciclados en frío con cemento.

Jorge Ortiz, de la empresa Benito Arnó, que presentó el panorama actual de los reciclados en caliente en planta.

A continuación, Francisco Veja, Coordinador del Grupo de Trabajo sobre “Mezclas a Baja Temperatura” del Comité de Firmes habló de “Las tecnologías de fabricación y extendido de mezclas a baja temperatura”

Para hablar de “Las tecnologías de reciclado a baja temperatura”, se contó con Francisco Lucas, secretario del Comité de Firmes.

José Manuel Blanco y Ángel García Garay, compañeros y amigos de la Dirección General, nos transmitieron su experiencia y su visión sobre las perspectivas y oportunidad de las nuevas tecnologías

En el bloque de casos prácticos se contó con Teodoro Ozarín, Jefe del Servicio Territorial de Palencia de la Junta de Castilla y León que comentó sus múltiples experiencias con el reciclado in situ con cemento en la red de carreteras de su responsabilidad. Con Carlos Maté, ingeniero de la DGC, que nos comentó las “Experiencias con mezclas semicalientes

en la red del Estado en Valladolid” y con María Elena Hidalgo, de EIFFAGE, que nos comentó una obra de “Reciclado en frío con emulsión en la N-432.”

La cuarta y última jornada trató el tema de las “TECNOLOGÍAS INNOVADORAS EN EL CAMINO HACIA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS FIRMES”

En esta Jornada se trataron algunas de las muchas propuestas innovadoras en el campo del diseño y construcción de firmes.

Algunas consisten en la aplicación de materiales fabricados con otros objetivos que pueden también emplearse en los firmes para mejorar su comportamiento y aumentar su durabilidad, como los geotextiles y los geocompuestos.

Otras tratan el aprovechamiento de residuos de otras industrias, como las escorias siderúrgicas o el caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil, aprovechando sus buenas características, para evitar su vertido y ahorrar materiales vírgenes.

Por último, se habló de los nuevos tipos de mezclas que, aunque ya se utilizan en otros países y están normalizadas a nivel europeo e incluso español, aún no se han empleado de forma generalizada en España, como las mezclas ultradelgadas y las mezclas SMA.

En la primera charla, José del Cerro, secretario de habla hispana del Comité Internacional de Firmes de la AIPCR, presentó las líneas maestras que se están siguiendo en la Asociación Mundial de la Carretera respecto al nuevo enfoque.

A continuación, se habló del empleo de geocompuestos para reforzar los firmes. Este es un uso antiguo que apenas ha tenido desarrollo, aunque suele ser una solución a la que se acude frecuentemente en

conservación para evitar la reflexión de las fisuras de las capas inferiores.

Quizás uno de los problemas que originan esta falta de uso es la carencia de una metodología de diseño al alcance de los ingenieros que permita calcular el material más adecuado a emplear en cada momento y evaluar su contribución al comportamiento del firme.

Otros problemas que surgen con estos materiales son su interferencia con la rutina de extendido de mezclas bituminosas, lo que provoca pérdida de rendimientos, y alguna posible dificultad en su colocación si no se aplican adecuadamente los protocolos de instalación o no se usan los medios adecuados. Patricia Amo, coordinadora del Grupo de trabajo del Comité de Firms sobre "Geocompuestos" aclaró estos temas y presentó los desarrollos realizados en el seno del mismo.

A continuación, se habló de la utilización de residuos, distintos del RAP, en la fabricación de mezclas asfálticas.

Breixo Gómez Meijide, de EAPA, habló de "La viabilidad del empleo de subproductos en firmes de carreteras y tendencias actuales". Este es un tema de gran interés, aunque en muchos casos se reduce al uso local del residuo. Breixo nos contó su experiencia y los criterios que se están aplicando actualmente en Europa.

Anna Paris Madrona, habló de la utilización de las escorias negras siderúrgicas de horno de arco eléctrico en las mezclas bituminosas y presentó la Nota Técnica emitida por la Dirección General en relación con este tema. Dos aspectos tienen que tenerse en cuenta para el uso de estos materiales, una correcta valoración de las escorias para evitar su expansividad, y su elevado peso específico que encarece el transporte

y obliga a hacer las necesarias correcciones en el diseño de la fórmula de trabajo

Por último, yo mismo comenté el estado actual del empleo del caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil en las mezclas bituminosas. Tecnología sobre la que ya existe una gran experiencia, pero sobre la que se sigue investigando, siendo muy reciente el desarrollo de polvos pretratados que facilitan su empleo y reducen incertidumbres.

En cuanto a los nuevos tipos de mezclas, se habló de las mezclas ultradelgadas, que permiten reponer rodaduras de alta calidad con el mínimo de espesor y ahorrando materiales; de las mezclas SMA, muy extendidas en Europa por sus buenas características superficiales y por su durabilidad; y de las mezclas fonorredutoras, por su menor afección al medioambiente al reducir el nivel de ruido emanado de la circulación. Para ello se contó con Mar Subarroca Gella, de Sorigué, que trató las mezclas ultradelgadas, con Andrés Costa Hernández, presidente del Comité de Firms de Baja Intensidad de Tráfico, que habló de las mezclas SMA, y con

Jose Luis Peña Ruiz, de ASEFMA, que habló de un tema muy candente hoy en día, como son los pavimentos fonorredutores.

Una preconclusión general de todos ellos fue la necesidad de seguir realizando tramos experimentales y obras donde se plantee un protocolo de ensayos ampliado y un seguimiento a medio plazo.

En el segundo bloque, de casos prácticos, Joanna Rodríguez Pérez, consultora muy joven y miembro del Comité de Firms, presentó el "Estudio del comportamiento a largo plazo de dos obras realizadas en Valladolid con mezclas bituminosas que incorporan caucho procedente de

neumáticos al final de su vida útil"; Carlos Álvarez Merino, ingeniero de la DGC en la Demarcación de Extremadura, presentó una obra en la que se emplearon Escorias de Hornos de Arco Eléctrico en la provincia de Badajoz; Marisol Barral Vázquez, de Campezo, presentó sus experiencias con árido siderúrgico en el País Vasco; Francisco Guisado Mateo, de Repsol, presentó casos prácticos de mezclas ultradelgadas; y, Álvaro Fernández Díaz, de TRABIT, presentó casos sobre el uso de geocompuestos.

Como colofón de las Jornadas se leyeron las conclusiones que se presentan a continuación:

1. Se ha propuesto UN NUEVO ENFOQUE en el diseño y construcción de firmes que incorpora además de los criterios tradicionales, los de SOSTENIBILIDAD, RESILIENCIA Y CONECTIVIDAD.
2. En línea con la nueva ley de Cambio Climático, el Comité está preparando un documento sobre los criterios que se pueden aplicar a la compra pública verde.
3. Hay que avanzar en las soluciones que favorezcan la conectividad de las carreteras tanto en cuanto a su monitorización como en cuanto al suministro de información a los conductores sobre el estado de la carretera y el del tráfico y comprobar cómo afecta este aspecto al diseño, construcción y conservación de las carreteras.
4. En línea con lo establecido en la nueva Ley sobre el cambio climático, hay que trabajar en el desarrollo de la electrificación de la carretera y comprobar, en nuestro caso, cómo afecta a los firmes y a su mantenimiento.
5. Existe una gran variedad de tecnologías para el diseño y cons-



Transcurso de uno de los debates finales

trucción de firmes a mayores de las convencionales que ofrecen un gran potencial para encajar en ESTE NUEVO ENFOQUE

6. Hay que estudiar las soluciones más adecuadas desde el punto de vista del NUEVO ENFOQUE para distintos escenarios y desarrollar guías de aplicación de cada tecnología aplicable en cada entorno.
7. Es necesario intensificar la investigación y el desarrollo de las herramientas ACV y CCV, especialmente en lo que concierne al establecimiento de bases de datos de aplicación universal y al empleo de la digitalización para una adecuada gestión.
8. El diseño de firmes debe ir más allá de la aplicación de las normas actuales e incorporar las nuevas herramientas de ACV y CCV, hacer un especial análisis de las condiciones de entorno de la actuación y definir la tecnología que mejor se adecue a esas condiciones, teniendo en cuenta los criterios de SOSTENIBILIDAD, RESILIENCIA Y CONECTIVIDAD.
9. Otro aspecto que hay que considerar en el diseño de firmes es el de la ROBUSTEZ de la tecnología

a emplear, considerada desde la perspectiva de su sencillez de aplicación, su pequeña sensibilidad a variaciones en los factores de diseño, su durabilidad y su coste.

10. Hay que mejorar el equipamiento de las plantas asfálticas, de forma que sean suficientemente versátiles para poder fabricar con diferentes tecnologías.
11. Igualmente, hay que potenciar el sector de la infraestructura técnica, de forma que exista una oferta completa, variada y de calidad de laboratorios y medios de diseño y control de las diferentes tecnologías.
12. Hay que promocionar la ejecución de obras que incorporen las nuevas tecnologías y los protocolos de evaluación y seguimiento a medio y largo plazo, de forma que se aumente el conocimiento sobre las dificultades de aplicación y el comportamiento a lo largo de su vida útil.
13. Hay que estudiar el problema de la recuperación y reutilización de todo el RAP producido en la fabricación de nuevas mezclas asfálticas, atendiendo especialmente a los problemas del fresado selec-

tivo, del acopio en condiciones adecuadas, exentas de contaminaciones y de la absorción de humedad, y de la distribución del RAP generado.

14. Creemos que la declaración de FIN DE RESIDUO para el RAP sería un gran impulsor de su reutilización en nuevas mezclas bituminosas.
15. Hay que estudiar y aprovechar, aunque sea localmente, la utilización de residuos de otras industrias que proporcionen soluciones que manteniendo la funcionalidad requerida sean robustas, sostenibles, duraderas, resilientes, y económicamente viables. ❖

Jornada Técnica Digital

Recomendaciones para caracterizar el valor patrimonial de los puentes

11 de mayo 2021

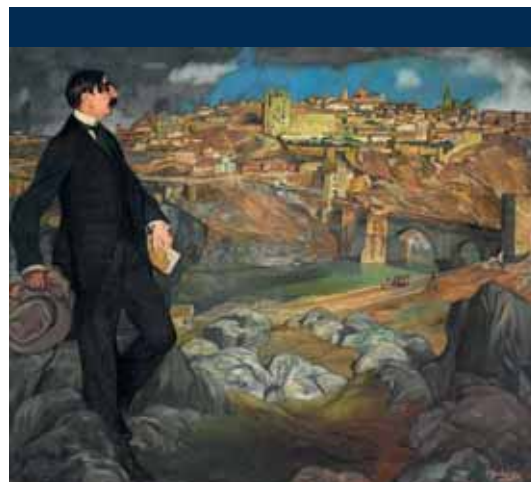
Algo más de un año después de lo previsto, por culpa de la pandemia, como tantas otras cosas en este año, ha tenido lugar el 11 de mayo pasado la Jornada Técnica en que se ha presentado el documento de referencia, elaborado por el grupo de trabajo Caracterización del valor patrimonial de los puentes, dentro del Comité de Puentes entre 2018 y 2020. El acto fue seguido presencialmente por 60 personas y 180 virtuales. Además, a fecha 20 de mayo, ha sido objeto de más de 900 visualizaciones.

El Director de la ATC actuó como maestro de ceremonias del acto, presentando en primer lugar al presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, en cuya sede tuvo lugar la transmisión y grabación del acto (que puede seguirse en <https://www.youtube.com/watch?v=fXif4KPowTo&t=181s>). En efecto, Miguel Ángel Carrillo dio la bienvenida a los asistentes y expresó su satisfacción por la presentación de un documento que contribuirá a dar valor a los puentes, en el ethos de los ingenieros de caminos. Seguidamente intervino M^a del Rosario Cornejo, presidenta de la Asociación Técnica de Carreteras, quien participó, en junio de 2019, en una de las sesiones de trabajo del grupo. Se congratuló de la existencia de este documento, que permitirá “ver los puentes con otros ojos” a partir de los criterios de valoración que contiene.

Álvaro Navareño, presidente del Comité de Puentes de la ATC y director técnico de la Jornada, junto con Javier León, expresó su reconocimiento y agradecimiento al grupo de trabajo, que lleva ya muchos años aportando documentos orientados al mejor tratamiento de los puentes. Recordó la necesidad de que los puentes reciban la atención presupuestaria debida, a cuya mejor gestión contribuirá un documento como éste.

Cerró la apertura de la Jornada Sergio Vázquez, Secretario General de Infraestructuras del MITMA. En

su intervención destacó el interés del documento. “El puente dijo es la representación tangible de la curiosidad humana, el pasar al otro lado.” Expresó su agrado por la dimensión humana que el texto deja traslucir, rompiendo el cliché de la separación entre ciencias y humanidades, consiguiendo la deseada síntesis. Añadió que las obras de ingeniería tienen un hondo calado social y debe dejarse constancia del sustrato cultural que comporta el objeto puente, como hace el texto que se presenta. Recordó que el puente es fruto de la sociedad que le ha visto nacer, siendo el documento un valioso ins-



RECOMENDACIONES PARA CARACTERIZAR EL VALOR PATRIMONIAL DE LOS PUENTES

Comité de Puentes.
Asociación Técnica de Carreteras
Grupo de Trabajo: Valor patrimonial de los puentes





trumento para hacer que los puentes sean visibles para la sociedad a la que prestan servicio. Afirmó que el deseo del Ministerio que la Conservación deje de ser la hermana pobre de la política de infraestructuras, como ya se está poniendo de manifiesto en casos recientes. Eso pasa, continuó, por dotar con presupuestos más amplios para atender esas necesidades.

A continuación, fueron interviniendo sucesivamente los miembros del grupo redactor: Javier León, coordinador del grupo, Manuel Durán, Mercedes López, Daniel Crespo, Carlos Paradela, José M^a García de Miguel, Emilio Arévalo, Juan Rodado, Alejandro Ramos, Gonzalo Arias y Mario Tena, secretario del grupo. Sus intervenciones consistieron en presentar los capítulos respectivos de los que han sido autores, insistiendo en las razones por las cuales se consideran explícitamente los valores emotivo y social, el estético, paisajístico y medioambiental, el valor histórico, el de las colecciones existentes de puentes, el valor reconocido documental, el de uso, el técnico y estructural, el de conservación y, por último, las

características del algoritmo utilizado para ponerle nota a los puentes. Todo ello está detalladamente explicado en el documento, animándose al lector a zambullirse en su lectura.

Finalmente, Álvaro Navareño abrió una mesa redonda en la que participaron Miguel Aguiló, Miguel Ángel Astiz, José Miguel Mateo, Carlos Nárdiz, Pedro Navascués y José Romo. Aportaron interesantes observaciones a propósito de la difícil tarea de valorar, de concretar en guarismos el resultado del análisis. Merece la pena destacar que varios de los intervinientes recordaron la necesidad de que los usuarios de esta herramienta no se contenten con el resultado numérico que se obtiene, estimulando al estudio completo de los puentes, a la participación de los arqueólogos (además de historiadores, restauradores, expertos en patrimonio, materiales, etc.). Asimismo se planteó el valor explícito de la sostenibilidad. También desde la sala, con pocos asistentes por razones sanitarias, se suscitaban algunos comentarios de interés que ponen de manifiesto que la cuestión está, felizmente, muy viva, lo que supone

todo un estímulo para seguir trabajando en esta línea.

El coordinador del grupo de trabajo ha tenido mucho interés en destacar dos cosas: La primera, que el puente es un objeto cultural porque, si cultura es el cemento, el ligante que une a una sociedad, el puente es ligante, porque vertebraba un territorio habitado, ergo el puente es cultura. La segunda consideración es que el ingeniero ha de valorar incluso aspectos intangibles como la cultura, precisamente. Viene a cuento la consideración de F. Savater (*Las preguntas de la vida*, 1999), quien afirma, a propósito de "valorar" o asignar valor, que la tarea de valorar es el empeño humano por excelencia y la base de cualquier cultura humana. En la naturaleza reina la indiferencia, en la cultura la diferenciación y los valores.

Los ingenieros somos así, buscando denodadamente dar soluciones, en pos de la perfección. ❖

Seminario ATC

Proyecto Especial

“Smart Roads Classification” de PIARC

2 de junio 2021

Dentro de las actividades del Comité CT4 “Planificación, Diseño y Tráfico”, que preside Fernando Pedraza, desde su Grupo de Trabajo 3 sobre “Nuevas Tecnologías”, se organizó el 2 de junio, desde las 11:00 hasta las 14:30 horas, un Seminario para presentar y debatir la propuesta inicial de un nuevo sistema de Clasificación de Carreteras Inteligentes (SRC), correspondiente al desarrollo de un Proyecto Especial de PIARC del año 2021. Tuvo un formato mixto: presencial en la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid y online; siendo una oportunidad de volver a interactuar personalmente, donde siempre hemos sido más eficaces.

Participaron unos 40 expertos de casi todos los agentes que intervienen en el nuevo sistema de transporte por carretera que está surgiendo: administración de carreteras, operador de carreteras, sector del automóvil, asociación de carreteras, empresa de ingeniería

de carreteras, empresa tecnológica, centro de investigación y academia.

El Proyecto SRC está siendo desarrollado por un Equipo perteneciente a la Universitat Politècnica de València (UPV), liderado por el Prof. Alfredo García, catedrático de ingeniería de carreteras. Lo conforman otros dos profesores del Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC), Javier Camacho y David Llopis, así como el Prof. José Francisco Monserrat, catedrático de telecomunicaciones y experto en conectividad.

Este Proyecto Especial de PIARC tiene como objetivo explorar la viabilidad tanto de un nuevo marco de clasificación de carreteras inteligentes como de su aplicabilidad. Este marco se basa en las características de la infraestructura física y digital, así como en la capacidad de albergar vehículos autónomos y conectados, para conseguir una mayor seguridad y una

operación más eficiente y sostenible.

El objetivo final es establecer distintos niveles de carreteras inteligentes, con los atributos que deben tener, para poder informar a los usuarios y/o a los vehículos automatizados y conectados de las características del segmento de carretera inteligente por el que van a circular y así puedan adaptar su conducción a esas condiciones.

Es de destacar que la Dirección General de Carreteras y su director general, como Primer Delegado de España en PIARC, fueron los promotores de la idea para que finalmente PIARC la aprobara y sacara a concurso internacional la realización del Proyecto Especial SRC. El proyecto fue adjudicado al equipo de la UPV y se inició el 26 de febrero de 2021, disponiendo de un plazo de 6 meses. El desarrollo del Proyecto SRC cuenta con la supervisión de un grupo de doce expertos internacionales (POT), dirigido



por Óscar Gutiérrez-Bolívar que forma parte de la Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras. Entre los miembros españoles, se encuentran: Ana Luz Jiménez, jefa de Tráfico de Sevilla; Vicente Sebastián, de la empresa ETRA; Antonio Muruais, del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; y Miguel Caso, director técnico de PIARC.

En la introducción al Seminario intervinieron: Miguel Caso, como director técnico de PIARC; Óscar Gutiérrez-Bolívar, como presidente del POT; Fernando Pedraza, como presidente del Comité Técnico CT4 "Planificación, Diseño y Tráfico"; y Rosario Cornejo, como presidenta de la ATC y directora técnica de la Dirección General de Carreteras.

La dinámica de la reunión fue muy interactiva, donde el equipo de la UPV realizó una serie de presentaciones iniciales para que se entendiera mejor la propuesta de SRC y los conceptos subyacen-

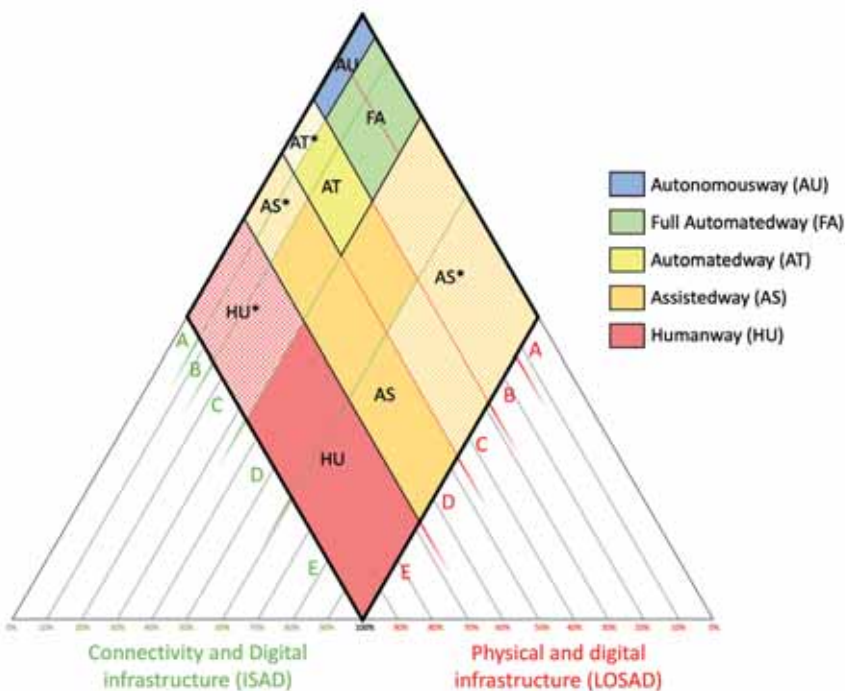
tes. Además, con varios días de antelación se envió el documento desarrollado para ser sometido a evaluación internacional.

Las presentaciones se centran en una introducción de la propuesta del sistema de Clasificación de Carreteras Inteligentes y un resumen de la revisión de la literatura, para pasar a algunos conceptos principales relacionados con la adaptación de los vehículos automatizados y conectados a la infraestructura de carreteras, y a la propuesta para el SRC. Se concluyó con una última presentación relacionada con las posibles aplicaciones y la gestión del SRC.

La participación se fomentó mediante tres breves cuestionarios en formato web, que se intercalaron a las presentaciones, de tal forma que nada más enviar las respuestas y comentarios de todos los participantes, se pudieron compartir los resultados para pasar a la discusión abierta.

Las tres encuestas intercaladas dieron como resultados 30, 24 y 19 respuestas, respectivamente, lo que permitió tener una visión global rápida de las opiniones e ideas. En la primera de ellas, destacó la unanimidad en que debe implantarse un sistema SRC en un futuro próximo, con una puntuación de 4,7 sobre 5, y que solo la mitad de los participantes estaban de acuerdo con que el SRC no supusiera responsabilidad alguna para la administración o el operador de carreteras. Este nivel de respuesta suscitó un debate interesante y buenas ideas al respecto, orientadas hacia la necesidad de plantear como objetivo del SRC unas responsabilidades compartidas.

En este último sentido, en la segunda encuesta se profundizaba con una pregunta sobre quién debería asumir la responsabilidad de establecer y actualizar el nivel de carretera inteligente (SRL) para cada segmento de carretera y otra sobre quién debería asumir la res-



ponsabilidad de usar el nivel de carretera inteligente. A la primera pregunta la respuesta mayoritaria apuntaba hacia las administraciones y operadores de carreteras, mientras que la segunda estuvo más equilibrada, destacando el usuario y el vehículo automatizado. Hubo otras tres preguntas que aglutinaron una respuesta muy favorable: (i) la necesidad de que los fabricantes expliciten sus Dominios de Diseño Operativos (ODD); (ii) los fabricantes de vehículos automatizados deberían estar obligados a informar de sus desconexiones; y (iii) se debería compartir toda la información física y digital de las infraestructuras viarias para que pudiera haber una variedad de proveedores de información.

La tercera encuesta también reforzó la propuesta de que se establezcan cinco niveles de carreteras inteligentes, a través de la combinación de los indicadores ISAD y LOSAD, que se corresponden con el Apoyo de la Infraestructura para la Conducción Automatizada (ISAD) y el Nivel de Servicio para

la Conducción Automatizada (LOSAD).

Además, el nivel de comprensión de la propuesta de sistema de clasificación y el nivel de detalle alcanzado fue bien valorado, con aproximadamente 4 puntos sobre 5. El nivel de aplicabilidad del sistema SRC en un futuro próximo obtuvo algo menos de puntuación (3,6 sobre 5). Esta última pregunta suscitó una animada discusión sobre los beneficios de la aplicación del SRC y los retos y barreras al mismo. Debido a que el sistema SRC pretende explorar la viabilidad de una nueva clasificación de carreteras, es muy importante recibir aportaciones que sustenten el necesario análisis estratégico.

Finalmente, también se discutieron diversas formas de aplicar el SRC para la necesaria nueva planificación de las carreteras inteligentes que orienten las importantes inversiones necesarias para la adaptación de la infraestructura física (mejorando el funcionamiento de la automatización) y la ampliación de la infraestructura digital

(aumentando los beneficios de la conectividad entre usuarios e infraestructura, V2X). Los usuarios finales estarán informados acerca del nivel de automatización que pueden aplicar en sus vehículos a lo largo de cada segmento viario. De este modo, se espera una red de carreteras más segura, sostenible y cómoda.

Este mismo formato de Seminario se utilizó para un Webinar internacional que organizó PIARC el día 15 de junio, que fue seguido por más de 160 de forma simultánea. El nivel de interacción fue muy alto y se obtuvo una media de 60 respuestas a cada uno de los tres cuestionarios que se lanzaron. Además, PIARC lanzó una encuesta internacional para evaluar la propuesta de SRC y recabar opiniones e ideas para su mejora y, sobre todo, para el análisis final estratégico de la aplicación y gestión del mismo. El nivel de participación ha sido muy alto, con más de 60 respuestas.

El resultado final del Proyecto Especial SRC se publicará en la página web de PIARC en octubre de este año y estará disponible en abierto. ❖

Próximamente

Jornada Técnica Digital para
la presentación del documento:

Evaluación del firme de una carretera BIT a partir de su inspección visual

8 de julio 2021

Esta Jornada Técnica se plantea desde el Comité Técnico de Carreteras de Baja Intensidad (BIT) de la Asociación Técnica de Carreteras para la presentación de un documento elaborado en el Comité para la evaluación del estado del firme de una carretera BIT a partir de su inspección visual.

Se consideran carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) en España, a todas aquellas que tienen una IMD inferior a 2.000 vehículos/día o bien cuya categoría de tráfico pesado sea T31 o inferior (menos de 200 vehículos pesados/carril y día).

Entre los trabajos realizados por este Comité se encuentra una Encuesta sobre la GESTION de la CONSERVACION en las carreteras BIT. Uno de los resultados de esta encuesta hace referencia a la auscultación que se realiza en este tipo de carreteras. Los resultados son heterogéneos y con porcentajes bajos

especialmente en las carreteras dependientes de las diputaciones provinciales, forales y cabildos (DPFC).

Como complemento se pidió información sobre la realización de auscultación visual. Aquí el resultado fue elevado pues, en lo relativo a los firmes, el 89% de las comunidades autónomas y en el 100% de las DPFC se hace inspección visual del firme, complementando así la escasa auscultación que se realiza.

Por este motivo, el Comité decidió elaborar un documento: **“METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO DEL FIRME EN UNA CARRETERA DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO A PARTIR DE SU INSPECCION VISUAL. PROPUESTA DE POSIBLES ACTUACIONES DE CONSERVACION DEL FIRME MEDIANTE SOLUCIONES TECNICAS SOSTENIBLES”** que permitiese unificar los criterios de evaluación visual del firme y que, mediante unos indi-

adores facilitase evaluar el estado del firme y su evolución en el tiempo, sirviendo como un Sistema de Gestión de los firmes muy elemental.

En esta Jornada, que inicialmente se pretendía que fuese presencial y a desarrollar en distintas zonas geográficas para la divulgación del documento, se va a presentar la metodología y se va a explicar cómo aplicarla.

Se pretende que esta Jornada inicial, en formato de videoconferencia, permita una participación activa de los asistentes para aclarar cualquier tipo de duda o consulta que pueda surgir en la exposición. Para ello, la parte más extensa de la misma, prácticamente la mitad del tiempo total, es una MESA REDONDA, al final de la Jornada, que permita la participación, a través del chat, de todos los participantes en la Jornada. ❖

Próximamente

XVI Jornadas de Conservación de Carreteras

La carretera: Infraestructura Esencial

Sevilla, 26 al 28 de octubre de 2021

Desde que en mayo de 2018 se celebraron las XV jornadas de conservación en la ciudad de Valencia se han producido numerosos cambios en el sector de la carretera. Pero, sobre todo, no podemos ser ajenos a los cambios producidos a consecuencia de la pandemia (la última que todos hemos sufrido, pero no la única que se ha producido).

Esto nos llevó a designar como lema de estas jornadas “La carretera: Infraestructura Esencial”.

La conservación es una actividad a medio camino entre el servicio al usuario de la carretera y las imprescindibles obras de rehabilitación del patrimonio.

En el ámbito de los contratos de conservación y explotación, hay que destacar la aprobación de un nuevo pliego de prescripciones, que incorpora la explotación de las áreas de servicio junto con el correspondiente contrato de conservación y la incorporación de algunas obras específicas en los contratos. Esto abre nuevas expectativas para el sector, y genera algunas ventajas y posiblemente también algunos nuevos retos.

La Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada (los tres pilares básicos) es la herramienta que quiere guiar la actuación del Ministerio

de Transportes, movilidad y agenda urbana, plantea un nuevo paradigma, tanto para marcar el nuevo rumbo en nuestras políticas de infraestructuras, transporte y movilidad, como para generar un necesario cambio de la cultura interna del Ministerio. Se articula a través de 9 ejes específicos.

Si hacemos un repaso de las últimas jornadas de conservación, hay una serie de temas recurrentes, como no puede ser de otra manera como son:

Uno de los pilares básicos, la **Conectividad** a través de la digitalización es ya una realidad. Pero queda mucho por mejorar. Por ello se pretende tener una sesión donde la infraestructura, el tráfico y los vehículos deben mostrar sus posiciones y aunar esfuerzos.

El otro pilar básico, **Movilidad Segura**, se articula a través de casi todas las facetas de la conservación de una carretera, pero específicamente:

La seguridad vial: Hablaremos de la trasposición de la Directiva (UE) 2019/1936 del parlamento europeo y del consejo de 23 de octubre de 2019 por la que se modifica la directiva 2008/96/CE sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias. Las consecuencias que de ello se deriva y hacia dónde camina la seguridad viaria en infraestructuras. Se tratará también el tema de las inspecciones de seguridad vial, como un paso más, en carreteras en servicio, de las clásicas auditorías de seguridad vial.



La vialidad invernal: Hablaremos del nuevo protocolo de vialidad invernal firmado en noviembre de 2020. Trataremos también el último e histórico episodio de nevadas que nos trajo la Borrasca Filomena. Episodio preavisado, donde se puso en alerta roja a numerosas provincias de nuestra geografía, y donde gran parte de los recursos de vialidad invernal de la RCE estuvieron trabajando ininterrumpidamente durante días. ¿Qué lecciones podemos extraer de este episodio? ¿Cómo funcionaron los aparcamientos de vialidad invernal para el tráfico pesado?

Por otro lado, el sector de la carretera cada vez se reivindica más, y los propios trabajadores de conservación demandan más seguridad a la vez que crecen los tráficos. Por ello, aparece nueva normativa de seguridad para los trabajadores. Debemos tratar

este tema específicamente, como singularidad. Al margen de la seguridad de los vehículos que circulan por la carretera.

El tercer pilar básico, la **Sostenibilidad**, tiene un reflejo importante en la mejora en la ejecución de las inversiones. El incremento del presupuesto de conservación de la DGC del Mioma ha llevado aparejado una mayor licitación de obras de rehabilitación de firmes, estructuras, señalización entre otras. Debe priorizarse la movilidad cotidiana, la equidad económico-social, la eficiencia energética, y la lucha contra el cambio climático, tratando de minimizar la contribución del transporte a las emisiones contaminantes, tanto de viajeros como de mercancías. Fomentando los modos limpios, la economía circular, la resiliencia climática y la movilidad universal. Se tratarán muchos de estos

aspectos en las diferentes mesas redondas y ponencias en las que se articulan estas XVI jornadas de Conservación de Carreteras.

Habrà una sesión de comunicaciones libres. Las administraciones y las empresas deben ir de la mano para conseguir la mejor eficiencia en la consecución de estos objetivos.

Por todo lo anterior, la Asociación Técnica de Carreteras, junto a ACEX organizan estas XVI Jornadas de Conservación, promovidas por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, en Sevilla, del 26 al 28 de octubre de 2021, y animan a los profesionales del Sector y a sus empresas a participar intensamente en las Jornadas y a contribuir con ello al éxito de las mismas. ❖

Para mas información sobre envío de comunicaciones, patrocinio y exposición técnica (stands), próximamente en:

congresosatcpiarc.com

PROGRAMA

Martes 26 de octubre

- Sesión 1. Nuevos Contratos de Conservación y Explotación.
- Sesión 2. La Seguridad de los Trabajadores de la Carretera.
- Sesión 3. La infraestructura de carreteras en el futuro.

Miércoles 27 de octubre

- Sesión 4. Vialidad Invernal. Nuevo protocolo de Vialidad Invernal. Lecciones de Filomena.
- Sesión 5.1. Seguridad Vial. Situación y nuevos retos.
- Sesión 5.2. Fondos europeos
- Sesión 6. Infraestructura: Elementos y Patrimonio.

Jueves 28 de octubre

- Sesión 7. Panorámica del sector de los Firmes.
- Sesión 8. Herramientas de Ayuda a la Gestión.

VI Premio SANDRO ROCCI para Jovenes Profesionales



La Asociación Técnica de Carreteras, Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera, convoca el VI Premio Sandro Rocci 2021 abierto a los jóvenes profesionales (nacidos posteriormente a 1986) que manifiesten un interés en el sector de la carretera y de los transportes.

La finalidad de este premio es promover la realización de trabajos

técnicos por los profesionales jóvenes que trabajen dentro del sector de la carretera en cualquiera de los campos de interés de la Asociación Técnica de Carreteras.

Tiene por objeto fomentar el interés y la especialización de las nuevas generaciones en el ámbito de la tecnología de carreteras, así como el desarrollo de nuevas ideas en esos campos. También se pretende in-

centivar la participación de los jóvenes en las actividades de la Asociación Técnica de Carreteras.

En nuestra web podrás descargar las bases del concurso. ❖

Más información:

www.atc-piarc.com

Anteriores ganadores del “Premio Sandro Rocci para Jovenes Profesionales”

2018- DAVID LLOPIS CASTELLÓ

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

2016- JAIME ANTONA ANDRÉS

“Herramienta de detección precoz de anomalías en estaciones de toma de datos de tráfico”

2013-JAVIER MARTINEZ CAÑAMARES

“Recomendaciones para ampliación de tableros de puentes de fábrica mediante losa volada”

2011-JOSÉ MARÍA ZAMORA PÉREZ

“Conservación integral obras de drenaje transversal”

Composición de la Junta Directiva de la ATC

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



- Presidente Saliente:
 - D. Luis Alberto Solís Villa
- Designados por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:
 - D.ª María Rosario Cornejo Arribas
 - D.ª María del Carmen Picón Cabrera
 - D.ª Ana Cristina Trifón Arevalo
 - D. Alfredo González González
 - D. Álvaro Navareño Rojo
- 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. José Luis Gochicoa González
 - D. Xavier Flores García
 - D. David Merino Rueda
 - D. Jesús Félix Puerta García
 - D. Carlos Estefanía Angulo
 - D. Ramón Colom Gorgues
- En representación de los órganos responsables de vialidad de los ayuntamientos
 - D.ª Margarita Torres Rodríguez
- 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. Antonio Belmonte Sánchez
- Representantes de las empresas de consultoría:
 - D. José Luis Mangas Panero
 - D. Juan Antonio Alba Ripoll
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
 - D. Jesús Díaz Minguela
 - D. Francisco José Lucas Ochoa
 - D. Sebastián de la Rica Castedo
 - D. Juan José Potti Cuervo
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
 - D. Jorge Enrique Lucas Herranz
 - D. José Luis Álvarez Poyatos
 - D. Camilo José Alcalá Sánchez
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
 - D. Pablo Sáez Villar
- Representante de los laboratorios acreditados
 - D. Alonso Pérez Gómez
- Representantes de los Socios Individuales de la Asociación:
 - D. Alfredo García García
 - D.ª Anna París Madrona
 - D. Rafael Ángel Pérez Arenas
 - D. Enrique Soler Salcedo
- Entre los Socios de Honor:
 - D. Pedro Gómez González
 - D. Francisco Javier Criado Ballesteros

Comités Técnicos de la ATC

COMITÉ DE VIALIDAD INVERNAL

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

COMITÉ DE FINANCIACIÓN

- Presidente: D. José Manuel Blanco Segarra

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y TRÁFICO

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

TÚNELES DE CARRETERAS

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

CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

- Presidente: D. Vicente Vilanova Martínez-Falero
- Presidente Adjunto: D.ª Paula Pérez López
- Secretario: D. Pablo Sáez Villar

FIRMES DE CARRETERAS

- Presidente: D. Francisco Javier Payán de Tejada González
- 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
 - Socios Colectivos
 - Socios Individuales
- **Otros Socios:**
 - 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
- 2019 - D. PABLO SÁEZ VILLAR
- 2020 - D.ª M.ª DEL CARMEN PICÓN CABRERA

Socios de Mérito

- 2010 - D. FRANCISCO ACHUTEGUI VIADA
- 2010 - D. RAMÓN DEL CUVILLO 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 AVIÑO 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
- 2017 - D. VICENTE VILANOVA MARTÍNEZ-FALERO
- 2017 - D. ÁNGEL GARCÍA GARAY
- 2018 - D. LUIS AZCUE RODRÍGUEZ
- 2018 - D. FERNANDO PEDRAZO MAJÁRREZ
- 2019 - D. ÓSCAR GUTIÉRREZ-BOLIÍVAR ÁLVAREZ
- 2019 - D. ALFREDO GARCÍA GARCÍA
- 2020 - D. CARLOS CASAS NAGORE
- 2020 - D. ANDRÉS COSTA HERNANDEZ

Socios Protectores y Socios Colectivos

Administración General del Estado

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

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. CONSEJERÍA DE FOMENTO
- JUNTA DE EXTREMADURA. CONSEJERÍA DE MOVILIDAD, TRANSPORTE Y VIVIENDA. DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS.
- 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 VALENCIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALLADOLID
- CABILDO INSULAR DE TENERIFE
- CONSELL DE MALLORCA. DIRECCIÓN INSULAR DE CARRETERAS

Colegios Profesionales y Centros de investigación y formación

- 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, AFASEMTRA
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, ASEFMA
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE ÁMBITO NACIONAL, SEOPAN
- ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS, ATEB
- FORO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRANSPORTE, ITS ESPAÑA
- FUNDACIÓN REAL AUTOMÓVIL CLUB DE CATALUÑA, RACC

Sociedades Concesionarias

- ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA, S.A.
- ACCIONA CONCESIONES, S.L.
- AUCALSA, AUTOPISTA CONCESIONARIA ASTUR - LEONESA, S.A.
- AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.
- AUTOPISTAS DEL ATLANTICO, CONCESIONARIA ESPAÑOLA, S.A.
- CEDINSA CONCESSIONARIA, S.A.
- CONCESIONARIA VIAL ANDINA, S.A.S. (COVIANDINA)
- SACYR CONCESIONES, S.L.
- TÚNEL D'ENVALIRA, S.A.

Empresas

- 3M ESPAÑA, S.L.
- A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.
- ABALDO COMPAÑIA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, 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
- 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.
- AQUATERRA SERVICIOS INFRAESTRUCTURAS S.L.
- ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L.
- ASFALTOS Y PAVIMENTOS, S.A.
- AUDECA, S.L.U.
- BARNICES VALENTINE, S.A.U.
- BECSA, S.A.U.
- BENITO ARNÓ E HIJOS, 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.
- COMSA INSTALACIONES Y SISTEMAS INDUSTRIALES, S.L.U.
- CONSERVACIÓN INTEGRAL VIARIA, S.L. (CONSVIA)
- CONSTRUCCIONES MAYGAR, S.L.
- CONSTRUCCIONES SARRIÓN, S.L.
- CORSAN - CORVIAM, CONSTRUCCIÓN, S.A.
- CPS INFRAESTRUCTURAS MOVILIDAD Y MEDIOAMBIENTE, S.L.
- CTS BITUMEN GMBH
- 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 GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.L.
- EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA M-30, S.A. (EMESA)
- ESTEYCO, S.A.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- ESTRUCTURAS TÉCNICAS Y SERVICIOS DE REHABILITACIÓN, S.L. (ETYSER)
- 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 CIMENTOS, S.A. (GEOCISA)
- GIRDER INGENIEROS, S.L.P.
- GIVASA S.A.
- 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.
- INECO, INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, 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.
- INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.U.
- KAO CORPORATION, S.A.
- KAPSCH TRAFFICOM TRANSPORTATION S.A.U.
- KELLER CIMENTACIONES S.L.U.
- LANTANIA, S.A.U.
- LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, S.A.
- LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- MASTER BUILDERS SOLUTIONS ESPAÑA, S.L.U.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- ORION REPARACION ESTRUCTURAL, S.L.
- ORYX OBRAS Y SERVICIOS, S.L.
- PADECASA OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
- PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)
- PINTURAS HEMPEL, S.A.U.
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PROINTEC, S.A.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- RAUROSZM.COM, S.L.
- REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.
- RETINEO, S.L.
- SACYR CONSERVACIÓN, S.A.
- SACYR CONSTRUCCION, S.A.
- S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN (GESECO)
- S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS (COPASA)
- SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SISTEMAS Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SGS TECNOS, S.A.
- SORIGUE, S.A.
- TALHER, S.A.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPSA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TEKIA INGENIEROS, S.A.
- TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.
- TPF GETINSA EUROESTUDIOS, S.L.
- TRABAJOS BITUMINOSOS, S. L.
- ULMA C Y E, SOCIEDAD COOPERATIVA
- VSING INNOVA 2016, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

Socios Individuales, Senior y Junior

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

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



Si quiere suscribirse por un año a la revista **RUTAS**, en su edición impresa, 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.



www.atc-piarc.com/rutas

PORTADA RUTAS:

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

Forma de pago:

Domiciliación bancaria CCC nº _____
 Transferencia al numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre
Empresa NIF
Dirección Teléfono
Ciudad C.P. e-mail
Provincia País
Fecha Firma



SÚMATE AL PROYECTO ONGAWA

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

Tfno.: (+34) 91 590 01 90
info@ongawa.org
www.ongawa.org

Antes:



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



Innovar está en nuestros genes

En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia.

Trabajamos para proporcionar a la sociedad las mejores **infraestructuras** con respeto al medio ambiente. Por eso, aplicamos todo nuestro potencial innovador en desarrollar **soluciones verdes** en la industria del asfalto.



[Repsol.com](https://www.repsol.com)

