



PIARC

**XXVII Congreso Mundial de Carreteras
Praga 2023**

ENTREVISTA

Nazir Ali
Presidente PIARC

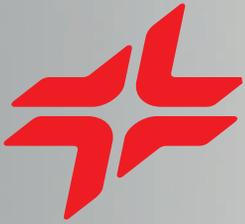
RUTAS TÉCNICA

**Un camino entre el volcán,
la lava y el mar**

**Umbrales de riesgo por cambio
climático en las infraestructuras
viarias en España**

**Sistema de gestión de carreteras
en condiciones meteorológicas
adversas: Niebla y viento**

**España – Informe Nacional:
“Movilidad y Equidad”**



DESCUBRE LA GAMA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

Gracias a las **mejoras en la 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 En la carretera**
Javier de las Heras Molina

PIARC

- 04 XXVII Congreso Mundial de la Carretera de PIARC. PRAGA 2023**

Entrevista

- 12 Nazir Ali, Presidente de la Asociación Mundial de la Carretera**



Rutas Técnica

- 17 Un camino entre el volcán, la lava y el mar**
A road between volcano, lava and sea
Rosendo Martínez Fernández, Fernando Hernández Alastuey, Antonio Nieves Guadix y Óscar Ramón Ramos Gutiérrez
- 28 Umbrales de riesgo por cambio climático en las infraestructuras viarias en España**
Thresholds of risk due to climate change in Spanish road infrastructure
Fernando Jiménez, Laura Crespo, Alberto Gil, Laura Parra, Monica Laura Alonso y Felipe Collazos
- 40 Sistema de gestión de carreteras en condiciones meteorológicas adversas: Niebla y viento**
Road management system for adverse weather conditions: Fog and wind
Ana Blanco Bergareche, Ramiro Martínez Rodríguez, Laura Rey Ramos, Gema Leiro García y Gabriela Ruggiero Pelay
- 48 España – Informe Nacional: “Movilidad y Equidad”**
Spain - National Report: “Mobility and Equity”.
María del Carmen Picón Cabrera y Javier de las Heras Molina



Cultura y Carretera

- 60 Conducía el ingeniero**
Manuel Romana García

ATC

- 62 Jornada Técnica ‘Mezclas Sostenibles’**
- 65 Jornada Técnica ‘Mejora de la Seguridad Vial de los Ciclistas’**
- 72 Jornada Técnica ‘Colocación y Retirada de Señalización de Obra’**
- 76 Distinciones ATC 2023**
- 80 Próximos eventos ATC**
- 81 Junta Directiva, Comités Técnicos y Socios de la ATC**



Edita:

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

Comité Editorial:

Presidente:

Álvaro Navareño Rojo Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

Vicepresidente Ejecutivo:

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

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 Firms de Carreteras
Fernando Pedrazo Majarrez	Presidente del CT de Planificación, Diseño y Tráfico
Álvaro Parrilla Alcaide	Presidente del CT de Geotecnia Vial
Paula Pérez López	Presidenta 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 197 OCTUBRE - DICIEMBRE 2023

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Fotografía de portada:
Imagen de PIARC

En la carretera

Javier de las Heras Molina

Miembro del Comité de Planificación Estratégica de PIARC (2021 -2023)

Juntos de nuevo en la carretera evoca a *Dos en la carretera*, la maravillosa película de Stanley Donen de 1967. El recuerdo del Congreso también celebrado en Praga hace 50 años y el actual. El mundo antes de 2020 y tras la Covid-19. Sentimientos distintos en lugares iguales.

Si en la película la modernidad viene de la mano de los diseños de Mary Quant y la música de Mancini, el Congreso Mundial de la Carretera nos ha mostrado que el futuro de la carretera pasa por cuidar y preservar el medio ambiente y por seguir avanzando en una digitalización que nos ayude a tener mejores carreteras. Todo ello poniendo en primer lugar a la seguridad vial. Las carreteras o serán más seguras o no serán.

El Congreso Mundial ha sido también una gran oportunidad para dar a conocer internacionalmente el gran trabajo que se está haciendo en nuestro país, tanto desde las administraciones públicas como desde el sector privado y la universidad, en la mejora y la modernización del sector de la carretera.

El pabellón español acogió los proyectos y actuaciones más innovadoras y representativas de la ingeniería de la carretera. Por parte del sector público, la Dirección General de Carreteras presentó la nueva carretera de la isla de La Palma, construida sobre las coladas del volcán de Cumbre Vieja, o las nuevas actuaciones de sostenibilidad, digitalización y protección de usuarios vulnerables enmarcadas en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. La Dirección General de Tráfico llevó a sus paneles la plataforma DGT 3.0 que facilita la interconexión de todos los actores que forman parte del ecosistema de la movilidad facilitando información en tiempo real sobre el tráfico. SEITT, entidad que participaba por primera vez en un Congreso Mundial, presentó su red de autopistas de peaje. Además, INECO

hizo hincapié en la importancia de la digitalización de los sistemas de movilidad.

En el ámbito del sector privado destacó la importante y variada presencia de empresas y asociaciones desde el ámbito de la ingeniería, la construcción, la conservación y explotación hasta el desarrollo de suministro de materiales de construcción para las carreteras con la presencia de SEOPAN, ACEX, ASEFMA, OFICEMEN y COPASA. Todo ello, sin olvidar a la Asociación Técnica de la Carretera, sin quién la presencia española sería imposible gracias a su trabajo, coordinación y ayuda.

Como toda road movie, lo interesante de un Congreso Mundial de Carreteras no es lo estático, sino lo que uno se encuentra al recorrer la carretera, en este caso la agenda. Los cinco días de Congreso permitieron conocer las políticas de numerosos países, empresas y centros de investigación sobre la descarbonización del transporte por carretera, la electrificación, la equidad, la financiación o la resiliencia, destacando, además, las sesiones ministeriales sobre seguridad vial y movilidad ciclista. Además de estas sesiones formales, lo más enriquecedor está los intercambios cara a cara de ideas e iniciativas con compañeros de todo el mundo.

Tras la semana de Congreso quedó claro que España es un país referente a nivel mundial en el ámbito de la carretera. Sin embargo, no hay que caer en la complacencia. Como mencionaba anteriormente, el futuro de la carretera está en la adaptación al cambio climático y la reducción de su impacto en el medio ambiente, la incorporación de la inteligencia artificial a los procesos y una mayor cercanía a la ciudadanía. Si no conseguimos estar a la altura de estos retos, parafraseando al personaje interpretado por Audrey Hepburn, mejor será que nos convirtamos en un bonito recuerdo. ❖

XXVII Congreso Mundial de la Carretera de PIARC



Praga, 2-6 de octubre de 2023

El XXVII Congreso Mundial de la Carretera se celebró en Praga, República Checa, del 2 a 6 de octubre de 2023, bajo la organización de PIARC – Asociación Mundial de la Carretera y el Ministerio de Transportes de la República Checa, dando continuidad a la cita cuatrienal que se repite desde 1908. El Congreso fue permitido al sector de la carretera mundial volver a encontrarse tras el distanciamiento de la pandemia, y así lo celebraba el eslogan del Congreso “Juntos en la carretera otra vez” que

hacía referencia tanto a la situación mundial de rencuentro tras la pandemia como a la situación nacional, ya que Praga recibía por segunda vez un Congreso Mundial de la Carretera, convirtiéndose en una de las 4 ciudades en el mundo que lo han acogido dos veces, junto a París, Bruselas y México. El primer Congreso en Praga fue en 1971, cuando Praga era todavía la capital de Checoslovaquia; el Congreso de 2023 se ha realizado en una República Checa con 10,6 millones de habitantes, 78.871 km² (simi-

lar a Castilla la Mancha), unos ingresos per cápita iguales a la media de la Unión Europea, 1.370 kilómetros de autopistas y 5.750 kilómetros de carreteras de clase 1.

El Congreso reunió a cerca de 6.000 participantes de más de 121 países, incluyendo Ministros y Vice-ministros de más de 40 países, más de 500 ponentes, más de 900 presentaciones, más de 500 artículos aceptados al Congreso y cerca de 2.000 estudiantes. Confirmándose

como el mayor foro mundial para intercambio sobre políticas y prácticas sobre las carreteras y el transporte por carretera. Se prestó una atención particular para integrar a los alumnos universitarios y alumnos de secundaria, con el objetivo de dar a conocer el sector vial a los jóvenes y atraer talento joven a las carreteras, un objetivo compartido por PIARC y numerosos países miembros.

El objetivo principal del Congreso, fue como de costumbre, presentar los resultados del ciclo de trabajo de 4 años de PIARC, 2020-2023, que reunió a más de 1.300 expertos de más de 80 países, trabajando en los 25 Comités Técnicos y Grupos de Estudio que cubren los diferentes aspectos del Congreso. Estos resultados ofrecieron cerca de la mitad del contenido del Congreso, mientras la otra mitad fue ofrecida por los artículos presentados a la convocatoria internacional, otros organismos internacionales con los que coopera PIARC, y los países miembros de PIARC a través de los Informes Nacionales.

Los 10 países con mayor participación en el Congreso son, por orden: República Checa, Japón, Francia, Malasia, España, República Eslovaca, Alemania, Reino Unido, Austria e Italia.

Todas las presentaciones, artículos y documentos del Congreso, así como videos y fotografías están disponibles en las actas finales del Congreso:
<https://proceedings-prague2023.piarc.org/>

Ceremonia de inauguración

En la ceremonia de inauguración participó el Primer Ministro de la República Checa, Petr Fiala, testimoniando de la importancia del Congreso para la República Checa, así

como los Ministros de Transporte de la República Checa y la República Eslovaca, Martin Kupka y Pavol Lancaric, ya que la República Eslovaca coorganizó el Congreso, en la habitual estrecha relación entre ambos países.

También intervinieron el alcalde de Praga, Bohuslav Svoboda; el Presidente del Comité de Organización Local, Vaclav Neuvirt, quien ya contribuyó a la organización del Congreso de 1971; el Presidente de PIARC, Nazir Ali y el Secretario General de PIARC, Patrick Malléjacq, quienes subrayaron las contribuciones de los 127 países miembros de PIARC y los más de 1.300 miembros en los 25 Comités Técnicos y Grupos de Estudio de PIARC.

Los mensajes en la ceremonia de inauguración fueron encaminados además de a dar la bienvenida a los participantes, a señalar la importancia que las carreteras tuvieron durante la pandemia para garantizar los suministros de bienes y servicios esenciales, así como para subrayar el papel crucial de la infraestructura por carretera en el desarrollo económico y social de los países. También se mencionaron los temas más candentes del sector de la carrete-

ra como es la descarbonización, la adaptación al cambio climático o la seguridad vial. Y los esfuerzos que está haciendo el sector para mejorar esos aspectos.

La ceremonia de inauguración también acogió la ceremonia de entrega de Premios PIARC 2023, que recompensa a los mejores artículos enviados a la convocatoria internacional del congreso en la que se recibieron más de 750 artículos de más de 100 países. Los premios son otorgados en 8 categorías diferentes, cada uno de los premios es patrocinado por un país, y la siguiente lista muestra tanto las categorías, como los países patrocinadores y los artículos premiados. Cabe destacar que España patrocinó una categoría, y dos artículos españoles ganaron en otras dos categorías.

- Categoría Seguridad Vial; patrocinado por Estados Unidos; ganador “Sistema de gestión vial ante situaciones meteorológicas adversas: viento y niebla”, sobre la A8 en Lugo, España, escrito por Laura Rey Ramos, Ana I. Blanco, Ramiro Martínez Rodríguez, Gabriela Ruggiero Pelay, y Gema Leiro García.



- Categoría Diseño, construcción, mantenimiento y explotación de carreteras; patrocinado por Alemania; ganador “Vigilancia de puentes y gestión de activos estructurales basada en datos” sobre la gestión de vehículos pesados en puentes en Australia y la optimización entre la preservación del activo y el ofrecer mayores cargas a los vehículos de transporte de mercancías, escrito por Rob HEYWOOD, Torill PAPE, Duncan WARD, Peter SHAW, Alan VOLL, y Mandy HALDANE.
- Categoría Cambio climático y resiliencia; patrocinado por Australia; ganador “Umbral de riesgo por cambio climático en las infraestructuras viales en España” sobre la gestión de activos en Cantabria a partir de los posibles impactos producidos por el cambio climático, la vulnerabilidad de la infraestructura, el riesgo y la gestión para incrementar la resiliencia, escrito por Fernando JIMÉNEZ, Laura CRESPO, Alberto GIL, Laura PARRA, Felipe COLLAZOS, y Mónica ALONSO.
- Categoría Movilidad sostenible; patrocinado por España; ganador “Lecciones aprendidas a través del funcionamiento y los esfuerzos de los autobuses de conducción automatizada mediante soluciones C-ITS” sobre la infraestructura urbana en Japón que permite a través de sensores en la carretera la utilización de autobuses automatizados, escrito por Shoichi SUZUKI, Keisuke SHIMONO, Manabu UMEMA, Katsuyasu IWASAKI, Kimihiko NAKANO, y Yoshihiro SUDA.
- Categoría Organización y administración; patrocinado por Corea del Sur; ganador “Identificando y solucionando los problemas de acceso a servicios básicos de las comunidades rurales a través del Sistema de la planificación integral del acceso rural” sobre el análisis de la accesibilidad vial de las comunidades rurales en México a servicios esenciales para programar las intervenciones viales, escrito por José Alfonso BALBUENA CRUZ y Carlos Daniel MARTNER PEYRELONGUE.
- Categoría Mejor Innovación; patrocinado por Bélgica; ganador “Evaluación eficiente de la seguridad de taludes de autopistas reforzados con anclajes al terreno basada en la carga de tracción residual evaluada por el método de vibración” sobre la evaluación no destructiva a través de métodos de vibración de los cables de anclaje al terreno en Japón, escrito por Mitsuru YAMAZAKI, Takashi KITAMURA, Hideki SAITO, Takamasa NIIBE, Naoto OGAWA, y Atsushi YASHIMA.
- Categoría Autores de países de ingresos bajos y medios; patrocinado por Japón; ganador “Hazroad - Sistema de vigilancia para la prevención de riesgos en carreteras - Un estudio de caso en las carreteras federales brasileñas” sobre un programa que a través de sensores distantes (satélites, redes sociales, etc.) y un programa informático de Inteligencia Artificial, ofrece un programa para gestionar la vulnerabilidad a los desastres naturales de la red de carreteras de Brasil, escrito por Fernanda OLIVEIRA DE SOUSA.
- Categoría Jóvenes profesionales; patrocinado por Canadá-Quebec; ganador “Desarrollo de pavimento solar en Japón y su contribución a la neutralidad de carbono” sobre pavimentos fotovoltaicos con placas solares protegidas por capas de rodadura traslúcidas, escrito por Tetsuri KAJI, y Tamotsu YOSHINAKA.

Sesiones de Ministros

Los Ministros de Transporte y Obras Públicas a cargo de las carreteras de todo el mundo, fueron invitados a participar en la Sesiones de Ministros. Ministros y Viceministros de más de 40 países participaron en las dos Sesiones de Ministros, incluida la entonces Ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, Raquel Sánchez.

La primera Sesión se dedicó a la Seguridad Vial, una prioridad para la República Checa, organizadora de esta sesión, y el resto de países miembros de PIARC, donde también participó España. La Sesión fue abierta por Nazir Alli, Presidente de PIARC, quien presentó los diferentes trabajos de PIARC en seguridad vial, seguido de una intervención de Jean Todt, enviado especial de Naciones Unidas para la Seguridad Vial, haciendo referencia a la Segunda Década de Acción para la Seguridad Vial de Naciones Unidas 2021-2030, y de Young Tae Kim, Secretario General del Foro Internacional del Transporte de la OCDE. La mesa redonda de ministros fue iniciada y concluida por Martin Kupka, Ministro de Transporte de la República Checa. Los Ministros enfatizaron los esfuerzos que se hacen en su país para mejorar la seguridad vial, y acabar con esta epidemia mundial que deja 1,3 millones de muertos al año y entre 20 y 50 millones de heridos. Causó cierto impacto las declaraciones del Ministro de Letonia, que comentó haber tramitado una ley que permitía confiscar los vehículos de los conductores ebrios para donarlos a Ucrania, donde se podría hacer un mejor uso de los mismos.

La segunda Sesión se dedicó al uso de la bicicleta, una cuestión emergente para la República Checa, organizadora de esta sesión, y para ciertos países de PIARC que ven



como las bicicletas eléctricas, los beneficios para la salud de la movilidad activa y la necesidad de descarbonización del sector, están llevando a repensar la infraestructura ciclista no solo en entornos urbanos sino también en interurbanos. La Sesión fue abierta por Nazir Alli, Presidente de PIARC, quien presentó los diferentes trabajos de PIARC en esta cuestión y la mesa redonda de ministros fue iniciada y concluida por Martin Kupka, Ministro de Transporte de la República Checa.

Sesiones Magistrales

Tras la jornada del lunes dedicada a la ceremonia de inauguración, las sesiones de Ministros y la inauguración de la Exposición, cada uno de los otros días de martes a viernes, fue comenzado por una Sesión Magistral de 45 minutos, donde expertos del sector vial y de otros sectores ofrecieron perspectivas complementarias al Congreso para comenzar cada jornada.

La primera Sesión Magistral “Conexiones geopolíticas y económicas del desarrollo de infraestructuras de transporte” fue ofrecida por Ivan Miklos, antiguo Viceprimer Ministro

y Ministro de Hacienda de la República Eslovaca que habló del futuro de la financiación del desarrollo y la explotación de las infraestructuras públicas en Europa, así como la financiación de la reconstrucción de las infraestructuras viales en Ucrania.

La segunda Sesión Magistral “Innovación en el sector vial: inclusión, diversidad y digitalización” contó con la participación de Zdenek Zajicek, Presidente de la Cámara de Comercio de la República Checa, Young Tae Kim, Secretario General del Foro Internacional del Transporte, y Emanuela Stocchi, Directora de AISCAT Italia y colíder del Equipo de Promoción de la Inclusión del Género y la Diversidad de PIARC. La sesión abordó tanto la innovación en el sector vial con una horizonte de 30 años, como la importancia de la inclusión de género en el sector vial para beneficio de todos.

La tercera Sesión Magistral “Carreteras para el desarrollo internacional” se dedicó a los bancos multilaterales de desarrollo, y contó con la participación de Nazir Alli, presidente de PIARC, Guangzhe Chen, Vicepresidente de Infraestructuras del Banco Mundial, y Antonio Silveira, Vicepresidente de CAF Banco de

Desarrollo de América Latina. En esta sesión magistral se debatieron los retos y oportunidades del sector vial y el papel que desempeñan los organismos multilaterales de desarrollo. Se comentó en particular el fomento del desarrollo sostenible, y como resolver a través de la descarbonización vial el desafío de que los países donadores de fondos de los bancos multilaterales prefieren no seguir financiando carreteras, mientras que los países receptores de fondos solicitan financiación cada vez más para proyectos de desarrollo o mejora de carreteras.

La cuarta y última Sesión Magistral “Carreteras hacia la descarbonización y la adaptación” se dedicó a los esfuerzos del sector privado para descarbonizar y adaptar la infraestructura vial. Contó con la participación de Christophe Santillan, Director General Adjunto de Vinci Autoroutes en Francia, y de Nancy Daubenger, Comisaria del Departamento de Transportes de Minnesota en Estados Unidos. Se abordaron los compromisos de los operadores de carreteras con la descarbonización y se habló de la necesidad de recargar los vehículos eléctricos en movimiento para los periodos de grandes desplazamientos, pues una recarga estática en una operación salida o retorno en la que 25% de los vehículos sean eléctricos, haría imposible la gestión a través de recarga estática.

Sesiones de Orientación Estratégica

Estas sesiones trataron de establecer la orientación futura del sector vial a partir de los Informes Nacionales que elaboraron los países miembros. Estos Informes Nacionales son una larga tradición de los Congresos Mundiales de la Carretera desde el primer Congreso de 1908.

En esta ocasión se organizó una Sesión de Orientación Estratégica para cada uno de los cuatro Temas Estratégicos en los que PIARC estructura sus 25 Comités Técnicos internacionales:

- TE1: Administración de Carreteras
- TE2: Movilidad
- TE3: Seguridad y sostenibilidad
- TE4: Infraestructura resiliente

A partir de estos cuatro Temas, PIARC lanzó una invitación a los 127 países miembros a presentar un Informe Nacional para cada una de las Sesiones, que tenían por título:

- TE1: Carreteras y transporte de carreteras en un mundo que ha cambiado
- TE2: Movilidad y Equidad
- TE3: Nuevos retos e iniciativas para mejorar la seguridad y sostenibilidad
- TE4: De la cuna a la tumba - Mejora de la gestión del ciclo de vida de las infraestructuras viales en el contexto de la transformación digital

Cabe destacar que España, a través del entonces MITMA, presentó un Informe Nacional para cada una de estas sesiones. Por primera vez, PIARC invitó a los países que habían enviado un Informe Nacional, a presentarlo en posters que se expusieron durante toda la duración del Congreso, al mismo tiempo que se invitaba a los congresistas a votar por los mejores Informes Nacionales en cada una de estas sesiones.

En el marco de estas votaciones realizadas por los congresistas el Informe Nacional de España resultó elegido como el mejor informe de la sesión "Movilidad y equidad", cuyos autores son María del Carmen Picón Cabrera y Javier de las Heras Molina.

Sesiones Técnicas

Las Sesiones Técnicas del Congreso Mundial de la Carretera son el corazón del Congreso, pues en ellas se presentan los resultados de los cuatro años de trabajo de PIARC. Cada Comité Técnico y Grupo de Estudio internacional organiza una sesión, y en su conjunto se presentaron las cerca de 150 publicaciones realizadas en 2020-2023 por PIARC, así como las conclusiones de las mismas y las orientaciones para los trabajos futuros en el ciclo 2024-2027.

Estas Sesiones fueron complementadas con los resultados de la invitación internacional a presentar artículos al Congreso sobre 49 temas específicos.

Las 25 Sesiones Técnicas fueron:

Tema estratégico 1 - Administración de carreteras

- Sesión Técnica 1.1 - Funcionamiento de las administraciones de transporte
- Sesión Técnica 1.2 - Planificación de la infraestructura vial y del transporte para el desarrollo económico y social
- Sesión Técnica 1.3 - Finanzas y contratación
- Sesión Técnica 1.4 - Cambio climático y resiliencia de la red de carreteras
- Sesión Técnica 1.5 - Gestión de desastres
- Sesión Técnica GE 1.1 y GE 1.3 - Proyectos bien elaborados incluyendo países de bajos y medianos ingresos

Tema estratégico 2 - Movilidad

- Sesión Técnica 2.1 - Movilidad en áreas urbanas
- Sesión Técnica 2.2 - Accesibili-

dad y movilidad en áreas rurales

- Sesión Técnica 2.3 - Transporte de mercancías
- Sesión Técnica 2.4 - Explotación de la Red de Carreteras / Sistemas Inteligentes de Transporte
- Sesión Técnica GE 2.1 - La nueva Movilidad y su Impacto en la Infraestructura Vial y el Transporte
- Sesión Técnica GE 2.2 - Sistemas eléctricos de carreteras (ERS)

Tema estratégico 3 - Seguridad y sostenibilidad

- Sesión Técnica 3.1 - Seguridad Vial
- Sesión Técnica 3.2 - Vialidad invernal
- Sesión Técnica 3.3 - Gestión de activos
- Sesión Técnica 3.4 - Movilidad sostenible por carretera y retos globales (medio ambiente, biodiversidad, transición energética, cambio climático, descarbonización y resiliencia)
- Sesión Técnica TF 3.1 - Seguridad de la infraestructura vial y del transporte

Tema estratégico 4 - Infraestructuras resilientes

- Sesión Técnica 4.1 - Pavimentos (firmes) resilientes
- Sesión Técnica 4.2 - Puentes
- Sesión Técnica 4.3 - Obras de tierra
- Sesión Técnica 4.4 - Explotación y seguridad de los túneles de carreteras
- Sesión Técnica TF 4.1 - Estándares de diseño vial

Tema transversal

- Sesión Técnica - Comité de Estadísticas Viales, Libro de Datos de PIARC sobre Carreteras y Transporte por Carretera 2020-2023

Sesiones Prospectivas

Las Sesiones Prospectivas son sesiones de alto nivel que se organizan con otros organismos internacionales con los que coopera PIARC, y en las que se tratan temas de actualidad que complementan los abordados por los Comités Técnicos, los Grupos de Estudio y las Sesiones de Orientación Estratégica.

También pretenden reforzar las relaciones de PIARC con otras organizaciones internacionales y regionales activas en el ámbito de las carreteras y el transporte por carretera, en ese afán de PIARC de coordinar esfuerzos para encontrar sinergias y evitar repeticiones, con el fin de ofrecer un mejor servicio a sus países miembros. Cada Sesión se organizó en estrecha colaboración con uno o varios de los socios estratégicos de PIARC.

- Sesión de prospectiva 01 - Financiación sostenible y políticas in-

ternacionales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, organizada por el CT 1.3 de PIARC y el Foro Internacional del Transporte.

- Sesión de prospectiva 02 - Aprovechar la inteligencia artificial y los macrodatos para una movilidad por carretera más segura y optimizada, organizada con IRF Global, contó con la participación de Xavier Flores, entonces Secretario General de Infraestructuras de España.
- Sesión de prospectiva 03 - Mejorar la equidad en el transporte a nivel mundial: Perspectivas, retos y cuestiones futuras, organizada con el TRB de Estados Unidos.
- Sesión de prospectiva 04 - Caminos rurales en América Latina y el Caribe: una puerta al desarrollo, organizada con CAF Banco de Desarrollo de América Latina, contó con la participación de los Ministros de Panamá y Paraguay, así como de otras autoridades latinoamericanas.
- Sesión de prospectiva 05 - Diseños y velocidades seguros para la movilidad activa y el transporte multimodal, organizada por

PIARC con invitados de diversos organismos internacionales.

- Sesión de prospectiva 06 - Tendencias revolucionarias en la ejecución de proyectos de carreteras, organizadas con IRF Global.
- Sesión de prospectiva 07 - Escenarios para las cadenas de suministro mundiales y sus implicaciones para las autoridades viales nacionales, organizada con la Conferencia de Directores de Carreteras de Europa CEDR
- Sesión de prospectiva 08 - Movilización de inversiones y asociaciones para lograr resultados en materia de seguridad vial, organizada con IRF e iRAP.
- Sesión de prospectiva 09 - Infraestructura física y digital para facilitar la adopción a gran escala de CCAM para todos, organizada con CEDR e IRF.
- Sesión de prospectiva 10 - Ingenieros y ecologistas se alían por una movilidad más sostenible y respetuosa con la biodiversidad, organizada por el CT 3.4 de PIARC y la Red Europea de Infraestructuras y Ecología IENE.
- Sesión de prospectiva 11 - Un sistema de transporte que incluya la igualdad de género, organizada por el Equipo de Promoción de la Inclusión del Género de PIARC, con invitados internacionales.
- Sesión de prospectiva 12 - Gestión de la transición energética: Ampliar el despliegue de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, organizada con IRF
- Sesión de prospectiva 13 - Pruebas de estrés para evaluar la resistencia de los activos viales al cambio climático, organizada con la UNECE.



Sesiones de Proyectos Especiales

PIARC trabaja en ciclos de 4 años, reuniendo a cientos de expertos con realidades profesionales diversas. En ocasiones, los países miembros detectan cuestiones emergentes a las que hay que dar respuesta en menos de 4 años. Para responder a estas necesidades, PIARC ha desarrollado el mecanismo de los Proyectos Especiales, que deben responder a estas cuestiones, con un ámbito mundial y en menos de 12 meses.

En el Congreso Mundial de Praga se presentaron los cuatro Proyectos Especiales desarrollados en 2022 y 2023, tras el Congreso de Vialidad Invernal y Resiliencia de la Carretera, en Calgary, donde se presentaron los proyectos de 2020 y 2021.

Las cuatro Sesiones de Proyectos Especiales fueron:

- Equidad social y accesibilidad social del sector vial.
- Neutralidad en carbono del sector vial.
- Infraestructura ciclista interurbana.
- Políticas de innovación en el sector vial.

Talleres

Los talleres fueron parte integrante del programa del Congreso, donde los Comités Técnicos de PIARC u organismos internacionales asociados, presentaron un enfoque más interactivo, más práctico e incluso con las manos en la masa. Se celebraron en paralelo a las demás sesiones, pero sin la interpretación simultánea de la que se beneficiaron todas las otras sesiones (español, inglés, francés y checo).



Los 16 talleres que se organizaron fueron:

- Taller 01 - Descarbonización y economía circular de la construcción y mantenimiento de carreteras y sus equipos.
- Taller 02 - Cero significa mucho: ¿tienen las organizaciones de movilidad urbana lo que hay que tener?
- Taller 03 - Infraestructura digital para la explotación de la red de carreteras.
- Taller 04 - Mitigación del fallo de puentes por grandes sobrecargas.
- Taller 05 - Agencias de transporte del futuro.
- Taller 06 - Marco de adaptación al cambio climático.
- Taller 07 - Gestión de activos viales y norma ISO 55000.
- Taller 08 - Construir un sector vial sensible al clima.
- Taller 09 - Conceptos de pavimentos de hormigón optimizados y sostenibles para el futuro.
- Taller 10 - Manual de gestión de catástrofes: Guía de sistemas de transporte resistentes

- Taller 11 - Cambio climático y gestión de activos.
- Taller 12 - Investigación e innovación en beneficio de unos pavimentos de aeródromo más ecológicos y sostenibles.
- Taller 13 - Aumentar la seguridad vial en los países de ingresos bajos y medios (PIBM).
- Taller 14 - Transformación digital en las infraestructuras viales - Parte 1.
- Taller 14 - Transformación digital en las infraestructuras viales - Parte 2.
- Taller 15 - Nuevas técnicas de inspección y rehabilitación de puentes.
- Taller 16 - HDM-4 - Pasado, presente y futuro.

Sesiones de Posters

En los Congresos Mundial de la Carretera, a diferencia de en otros congresos, las Sesiones de Posters son sesiones de primer nivel, donde todos los autores de artículos aceptados presentan su trabajo, y no únicamente aquellos que no fueron seleccionados para las sesiones orales



Estas sesiones constituyeron una excelente oportunidad para que los delegados del Congreso interactúen con los autores durante medio día y en función de los 49 temas de la invitación a presentar artículos.

Visitas Técnicas

El Comité de Organización Checo hizo un excelente trabajo en la organización de 16 visitas técnicas de un día completo o medio día que mostraron a los congresistas las infraestructuras más modernas de Praga y su región, pero también centros de robótica para inspecciones con drones y robots, salas de control de túneles, puentes históricos sobre el río Moldava, centros de investigación, el circuito de pruebas de BMW y el Museo de los transportes.

Exposición internacional

La exposición vinculada al Congreso tuvo un enorme éxito en términos de construcción de pabellones nacionales y del sector privado, como resultado del atractivo del Congreso y la realidad de la pandemia que había imposibilitado las exposiciones físicas durante los años anteriores.

Un total de 35 países montaron un pabellón nacional, incluido España, pero también se sumaron institutos de investigación, universidades, consultores en ingeniería vial, fabricantes y proveedores de equipos de construcción de carreteras, empresas de construcción y mantenimiento de carreteras, proveedores de equipos de explotación de carreteras, asociaciones técnicas relacionadas con las carreteras y el transporte por carretera.

Ceremonia de clausura

La ceremonia de clausura incluyó un resumen de los aspectos más destacados del Congreso presentado por Ludek Sosna, Primer Delegado de PIARC en la República Checa.

Patrick Malléjcy, Secretario General de PIARC, presentó el Plan Estratégico de PIARC 2024-2027, que guiará las actividades de PIARC durante los próximos cuatro años.

Miguel Caso Flórez, Director Técnico de PIARC presentó los Premios del Congreso, que fueron decididos por los congresistas por votación popular.

- El premio a la mejor presentación recayó en la ponencia sobre “Actualización del Manual de Gestión de Catástrofes”, a cargo de Constantin ZBARNEA, Rumanía.
- El premio a la mejor sesión fue para el taller sobre “Gestión de activos viales y la serie ISO 55000”, presidida por Fernando VARELA SOTO, España.
- Los premios a los mejores informes nacionales fueron para el Reino Unido por la Sesión Estratégica 1 sobre “Carreteras y transporte por carretera en un mundo cambiado”, para España por la Sesión Estratégica 2 sobre “Movilidad y equidad” (mencionado anteriormente en este artículo), para Rumanía por la Sesión Estratégica 3 sobre “Nuevos retos e iniciativas para mejorar la seguridad y la sostenibilidad”, y para la República Eslovaca por la Sesión Estratégica 4 sobre “De la cuna a la tumba - Mejora de la gestión del ciclo de vida de las infraestructuras viales en el curso de la transformación digital”.

Emanuela Stocchi, Presidenta del equipo de Inclusión de Género y Diversidad de PIARC, entregó el premio inaugural de Inclusión de Género y Diversidad al Comité 1.1 de PIARC sobre el Funcionamiento de las Administraciones de Transporte, presidido por Christos Xenophontos.

Robin Sebillé, Secretario General Adjunto de PIARC, introdujo las delegaciones oficiales que de los países anfitriones de los próximos Congresos de PIARC, quienes invitaron a los delegados a unirse a ellos: el XVII Congreso de la Vialidad Invernal y la Resiliencia de la Carretera en Chamberí, Francia, del 9 al 13 de marzo de 2026; y el XXVIII Congreso Mundial de la Carretera en Vancouver, Canadá, del 4 al 8 de octubre de 2027. ❖

Nazir Ali

Presidente de la Asociación Mundial de la Carretera

Por Óscar Gutiérrez-Bolivar

Nazir Ali es el actual presidente de PIARC. En esta entrevista se le pregunta por aspectos de PIARC y del propio congreso que por otra parte están recogidas en otras publicaciones. Por eso se ha pretendido también recabar su experiencia como persona que ha llevado a cabo una profunda transformación de la red de carreteras en Sudáfrica paralela a los cambios generales del país. Se trata de un brillante ingeniero con amplias capacidades técnicas, estratégicas y gerenciales y con una más que demostrada capacidad de liderazgo junto con una gran humanidad y afabilidad.

Aunque es difícil la elección, voy a empezar preguntándole cuáles son los aspectos que consideras más destacados de este Congreso.

Bueno, antes que nada, debemos aprovechar esta oportunidad para dar las gracias al gobierno y al comité organizador checo. Y, por supuesto, a nuestro Secretario General y a

su equipo. Ya me habéis oído hablar de la buena colaboración que se ha dado aquí y también de nuestro agradecimiento a la cantidad de expositores. Pero un Congreso como este no existiría sin las sesiones técnicas que incluyen las sesiones paralelas que hacemos con nuestros asociados. Sí, ese es el núcleo de nuestro Congreso. Y lo es porque mostramos lo que hemos estado haciendo y es la culminación de un ciclo de trabajo. Sin embargo, nadie espera cuatro años para que se publique algo, por lo que lo hacemos a lo largo de todo el ciclo. En realidad, aquí juntamos todo lo que pasó en esos cuatro años. En los diferentes tipos de sesiones se comparte con la gente en el cara a cara. Se llega a un público mucho más amplio, y las discusiones enriquecen, no solo a las personas que han producido los informes, sino a todos los que asisten a las múltiples sesiones.

Otra parte importante son los oradores invitados que suelen ser expertos y personalidades bien conocidas en sus respectivos campos, ya

sea sobre la carga eléctrica, sobre el género, la igualdad o a atraer a más mujeres a la ingeniería civil. Lo que hacen esos oradores es preparar el escenario para mostrar asuntos que también deberíamos considerar en el futuro. Y ese es el valor de las sesiones magistrales.

Tú perteneces a PIARC desde 1995, ¿ha cambiado tu visión de PIARC desde que eres presidente; qué has descubierto?

Como cualquier organización, ya sabes, evoluciona con el tiempo. Pero, ¿cuál es el atractivo de las reuniones de PIARC? ¿Se mantiene siempre al día con las nuevas tendencias en desarrollo? Sí. Si nos fijamos en la primera vez que me involucré en PIARC fue en 1995. Creo que, en esos primeros años, como los llamo, el énfasis solía estar más en la construcción de la infraestructura, la provisión de la infraestructura y el tipo de instituciones que teníamos. Las autoridades viales eran diferentes a las que tenemos hoy. Pero en esos 30 años PIARC se mantuvo al día, como



dije, con las tendencias en desarrollo. Estamos hablando de vehículos eléctricos, que, por ejemplo, hace 50 años, no hablábamos de ellos. Así los vehículos eléctricos o VE y la habilitación de la infraestructura necesaria para su operación segura se han convertido en uno de los principales problemas. ¿Cómo lo hacemos? ¿Cómo nos aseguramos de que haya instalaciones de carga disponibles? ¿Quién paga las instalaciones de carga? ¿Qué tan rápido se pueden cargar? ¿Cómo nos aseguramos de que no se produzcan cuellos de botella en las estaciones de carga? ¿Cuál es la longevidad de las baterías que estamos usando? Estamos analizando toda la cadena de valor en PIARC. No solo saber qué hacer con las baterías. El final de su vida útil. Sí. ¿Alrededor de qué? ¿Qué implicaciones tienen los medios utilizados para extraer los materiales para producir esas baterías? También los temas relacionados con las prácticas laborales deben considerarse. Todo eso saca a relucir toda la cadena de valor que está a la vanguardia en la investigación y el intercambio de experiencias.

¿No crees que hay ciertas amenazas sobre la carretera, como productora de emisiones u otras afecciones ambientales?

Las carreteras siguen siendo el medio genuino de comunicación y transporte. El desarrollo económico, el bienestar y la equidad dependen de las carreteras. Eso tiene especial trascendencia para los países con medios y bajos ingresos.

¿Qué tienes que decir sobre la presencia de la mujer en PIARC?

Se han hecho serios esfuerzos concertados en este período para incorporar a la mujer. Desde proyectos, seminarios a todo tipo de actividades. Hace falta que también se incorporen a todas las actividades relacionadas con la carretera, así como atraer a más mujeres a las universidades de ingeniería.

¿Y los jóvenes?

Es una preocupación el tratar de atraer a los jóvenes a PIARC. Vamos a establecer una forma de participación de los jóvenes -tratando de hacerlo a través de las universidades- en los comités, de forma que se facilite la transición y la trasmisión de conocimiento.

¿Las nuevas tecnologías y la experiencia pueden entrar en conflicto? ¿Se está inventando de nuevo la rueda?

Es importante que haya un diálogo entre la experiencia y la incorporación de nuevas técnicas. Las nuevas técnicas supondrán un gran salto, pero no hay que olvidar todo el conocimiento acumulado. Acciones como el mentoring y la incorporación de jóvenes pueden facilitar ese diálogo entre pasado y futuro.

¿Cómo se quedarían los países con menos recursos respecto a las tecnologías disruptivas?

PIARC dispone de un fondo especial para los países de bajos ingresos, de forma que no queden excluidos. Tratamos de que sea lo más inclusivo posible, y por eso hay un subsidio parcial para la comunidad técnica. Los miembros de los países de ingresos bajos y de ingresos bajos y medianos podrán asistir a estas reuniones, en muchos casos apoyados por la misma tecnología que también ayuda para ese fin.

Quiero aprovechar para dar las gracias al presidente por su apoyo al español, ya desde el Congreso Mundial de Durban donde fue por primera vez lengua del congreso.

En primer lugar, me alegré mucho de formar parte del equipo que se aseguró de que el español se introdujera como lengua oficial del año en 2003 por primera vez, pues se utilizó en el Congreso de Durban en 2003. Uno de los esfuerzos que todos deberíamos hacer aquí es tratar de asegurarnos de que las publicaciones que producimos sean accesibles a todos los países miembros. No hay nada que impida a un país miembro tomar cualquier publicación de PIARC y traducirla a su propia lengua materna-paterna.

Ahora querría pasar a tú papel al frente de SANRAL (South African National Roads Agency) ¿Cómo se produjo esa increíble transformación de la red de carreteras?

Déjame decirte que no hay milagro. Se trataba de aplicar nuestras mentes y nuestros conocimientos y, por supuesto, asegurarnos de que así sucediera. La red de carreteras estaba sirviendo al conjunto de la eco-



nomía de Sudáfrica de todo tipo y no sólo de una parte de Sudáfrica o de un determinado grupo de población.

Hicimos crecer la red nacional cuando me uní por primera vez en 1995 al departamento. Tenía el mandato claro de separar a los responsables políticos de la ejecución. De ahí surgió el concepto de la Agencia Nacional de Carreteras. Fui muy afortunado de haber liderado a un grupo de personas muy talentosas. Cuando comenzamos en SANRAL, la red nacional era de 6800 kilómetros, y cuando dejé SANRAL eran poco más de 22 200 kilómetros. Sí, tuvimos que emplear ingeniería inteligente para ponernos al día con todo el retraso que había. También había un déficit en la conservación que, en el período que yo estuve como cabeza de SANRAL, se erradicó superando el atraso en ese aspecto. Por supuesto, todavía teníamos un poco de retraso en lo que respecta a la ampliación de la red vial en términos de la capacidad y de proporcionar el nivel adecuado de servicio al usuario de la carretera.

Otro concepto que también introdujimos en SANRAL durante mi tiempo fueron las concesiones. En cinco años impulsamos 3 contratos de concesiones. A los más antiguos, creo,

que todavía les quedaban unos seis años de funcionamiento de los 30 años que duraban las concesiones. En dos de las concesiones participaron contratistas europeos, uno de Francia y otro de España, asociados a contratistas locales. La participación de contratistas internacionales fue muy alentadora para nosotros. Demostraba que las empresas extranjeras también estaban interesadas en asociarse con empresas sudafricanas para invertir en Sudáfrica. La tercera fue enteramente sudafricana.

Todo eso y tu paso durante dos años por PIARC como presidente han demostrado tu enorme capacidad de liderazgo ¿Qué les dirías a los ingenieros para mejorar sus habilidades en ese sentido?

Oscar, déjame decirte una cosa. Sí. Siempre he creído en lo que mi difunto padre me dijo hace muchos años cuando me iba de Sudáfrica para ir al extranjero. Hay un par de cosas que me dijo. Una de las primeras cosas que me dijo es que siempre respete a los seres humanos y nunca, nunca, nunca machaques la dignidad de otros. Sí, respeta siempre a los seres humanos. Debes ase-

gurarte de proporcionarles el respeto necesario y proteger su dignidad. Así que me gustaría creer que cuando estaba todavía trabajando y, ya sabes, liderando una organización como SANRAL, siempre fui fiel al consejo de mi padre, mi difunto padre, y además que la gente entendería que siempre iba a respetarlos y a proteger su dignidad.

Es fácil decir eso, pero cumplirlo... Porque somos seres humanos, ¿verdad? Entonces nos tienen cogidos, pues a veces nos enojamos. Pero debes tener el coraje de aplicar tus convicciones para ir y disculparte con las personas que te reportan o con los colegas que trabajaban contigo. Perdón es una palabra muy pequeña. Sí, pero tiene un gran impacto y aceptación por parte de la gente, cuando alguien se disculpa genuinamente por algo que ha hecho en un momento de ira.

Sudáfrica ha sido un país muy activo en el desarrollo de nuevas técnicas. Recuerdo, entre otros, las pistas de ensayo móviles y el pesaje en movimiento que la situaban en la vanguardia. Parte de ese desarrollo fue impulsado por ti. ¿Cómo se mantiene esa capacidad de mejorar?

Sí. Mira, yo creo que la educación es la clave de estas cosas de investigación y del desarrollo. No puede haber desarrollo sin educación e investigación.

Así que en SANRAL jugué un papel decisivo en la creación de varias cátedras en varias universidades. Teníamos la cátedra de ingeniería de pavimentos en la Universidad Stellenbosch, la cátedra de ingeniería civil en la Universidad de Ciudad del Cabo. En la Universidad de Pretoria financiamos el nuevo laboratorio para trabajos de investigación y desarrollo. Teníamos otra cátedra que establecimos en la Universidad de Free Sta-

te en Matemáticas y Ciencias, pues creíamos que esas materias eran la base de la ingeniería. Juntos con las universidades y el CSIR realizamos numerosos programas de investigación. Así que creo que las claves para nosotros en términos de por qué hemos avanzado son la investigación y el desarrollo que se llevan a cabo y la asociación que formamos con nuestras universidades y otras instituciones de investigación como el Consejo para la Investigación Científica e Industrial (CSIR). Como ejemplo fuimos los primeros en el mundo, en ese momento, en tener un sistema de cobro de peaje electrónico interoperable. Entonces con ese sistema con una tarjeta se podía cruzar todo el país con diferentes concesionarios y diferentes sistemas de peaje. Pero si lo miras, eran nuevas tecnologías. Lo único que hicimos fue tomar una tecnología antigua y avanzarla. Avanzamos con lo que estaba por venir, ya sabes, la gente conocía el cobro de peaje electrónico y nos aseguramos de que el nuestro fuera interoperable para que cuando te movieras de una provincia a otra, no tuvieras que cambiar tu tarjeta. Creo que Sudáfrica es un país que, aunque, honradamente no gastamos lo suficiente en investigación, hay áreas en las que sí se concentra el esfuerzo. Así se han hecho avances con las nanotecnologías para caminos de grava, de los que hay una red muy extensa. El problema es que la gente se está comiendo el polvo, y no quieres esto. Y no puedes estarlas regando permanentemente. Sí, nuevamente, se trata de avances que se han logrado con los investigadores de nuestras universidades y el CSR, pero necesitamos gastar más en investigación y desarrollo.

¿Cómo se afronta la inclusión y la diversidad de género?

En los últimos años hemos introducido en PIARC el tema conocido

de la inclusión y la diversidad de género. Como ejemplo en SANRAL teníamos una estructura muy plana nacida primero en la alta gerencia personal, o como quieras llamarlo, que la formábamos nueve personas. Cuatro eran mujeres, cinco eran hombres, y no era solo en lo que yo llamaba los servicios de apoyo. La secretaria del consejo de nuestra empresa era una mujer y una de nuestras gerentes regionales, de las cuatro que teníamos, era una ingeniera que había crecido entre nosotros. En la dirección financiera (CFO) y al frente de los recursos humanos también había dos mujeres. El 50% del staff eran mujeres.

Así que no era como si tuviéramos a estas personas en los 3º o 4º nivel, ya entiendes, el personal de apoyo. Estaban con nosotros en la cima. El 50% de la población en el mundo son mujeres. Entonces, ¿por qué deberíamos ignorar este talento?

Pero tenemos que hacer mucho trabajo a nivel escolar, etc. Cambiar la cultura. Pensar que la ingeniería civil es sólo una profesión de hombres no es correcto. Y entiendo que la gente simplemente se dé la vuelta y diga, joh!, en el pasado no se podía tener a una mujer trabajando en obra, ya sabes, en la construcción. Y quiero decir, eso es una absoluta tontería, en mi opinión. Sí, no veo ninguna razón por la que una mujer no pueda ser la líder de un equipo en obra.

También hay cuestiones culturales con las que uno tiene que lidiar. Quiero decir, desde hace años lo sé, por ejemplo, en la construcción de túneles. Sí, en túneles. No lo hacen. A las personas que trabajan en túneles no les gusta que una mujer entre en un túnel. Pero ¿quién es el patrón de los túneles (alusión a Santa Bárbara)? Así que eso es una contradicción en sí misma.

Recuerdo construyendo un túnel hidráulico nos asignaron a una colega geóloga mujer. Por supuesto, hubo cierta resistencia por parte de los que podríamos llamar varones mayores. Le dije a ella que eran hombres rudos de mentes cortas, que, una vez que vieron la calidad del trabajo que hizo, cesaron los comentarios.

Es una cultura internacional y no es exclusivo de ningún país. Tenemos que romperla desde el nivel escolar.

Nazir, PIARC necesita a los jóvenes, pero también la experiencia, el sentido común, la humanidad que tú transmites, ¿cuáles son tus planes para el futuro?

Estoy involucrado también en otras actividades dentro del sector. He sido muy afortunado, realmente afortunado y bendecido en mi vida.

Estoy en un par de juntas directivas en Sudáfrica, pero también uno de estos días llegará a su fin y me gustaría creer que seguiré siendo capaz de retribuir al sector en su conjunto, como un mentor. Sí, tenemos la Academia Sudafricana de Ingeniería en Sudáfrica. Soy miembro de la Academia, y estamos intentando lanzar varios programas de tutoría.

Y estoy de acuerdo contigo en que necesitamos traer sangre nueva y joven. Ese es el escenario y por eso ven los esfuerzos que he estado tratando de hacer durante mi mandato respecto a atraer a universidades como miembros de PIARC.

Sí, estamos animando a estos estudiantes de posgrado a convertirse en miembros de nuestros comités técnicos porque ahí es donde podemos seguir creciendo como compañeros. Será beneficioso para los estudiantes de posgrado que tendrán acce-

so a mentores como a personas con experiencia. Y luego, por supuesto, podremos ver la sangre nueva. Esa es la razón por la que he estado diciendo que necesitamos miembros del comité técnico del mundo académico y estudiantes de posgrado. Y creo que a los miembros de PIARC y del Consejo les gusta la idea. Espero que este próximo ciclo que comienza en enero del nuevo año podamos ver venir a más de esas personas. Tuvi- mos a varios profesores en este Congreso en particular, lo cual fue muy agradable. Y, por supuesto, nuestro anfitrión del Congreso inscribió a un gran número de escolares y a estudiantes universitarios para que vieran de qué se trata PIARC y lo que está disponible en términos de tecnología. Ese fue también un aspecto muy alentador de este Congreso.

Quería preguntarte por la comunicación con el público. ¿Cómo puede explicarse a la gente lo importante que es para la vida el servicio que les brindamos? Entonces, ¿cómo podemos mejorar esto?

Estoy seguro de que siempre hay margen de mejora en términos de cómo nos comunicamos, ¿verdad? Y estoy de acuerdo contigo en que hablamos más o menos entre nosotros. Sabes, hablamos con los ingenieros que hablan con las personas involucradas en la cadena de suministro, sobre todas las cosas que debemos hacer con la ingeniería, desde el software de tecnología inteligente que utilizamos estos días hasta pasar a ese asunto: saber con quién estamos hablando. Verás, creo que nuestros países miembros tienen un papel más importante que desempeñar cuando brindan un servicio a sus ciudadanos. Ellos deben sentir la diferencia. Y al sentir esa diferencia descubrirán que la gente también comprenderá el papel que afronta PIARC.

Con las publicaciones que producimos, los seminarios que tenemos en nuestros diferentes países desempeñamos un papel bastante importante en la difusión de cualquier producto que hayamos concebido a una audiencia más amplia. Ahora bien, si nos fijamos en las estadísticas de nuestro informe anual que es una pequeña tabla que muestra la participación, descubrirás que hay muchísimas personas que participan, accediendo a las publicaciones, que no son miembros de PIARC. En nuestras publicaciones debería indicarse que esa labor, para cada comunidad, la hacen los ingenieros civiles. Pero estoy de acuerdo contigo en que necesitamos esforzarnos un poco más para lograrlo

Bueno, ¿te gustaría agregar alguna otra cosa que sea relevante para nuestros lectores?

Sí. Mira, sólo quiero aprovechar esta oportunidad para daros las gracias a todos nuestros países miembros. Son nuestros países miembros los que designan a los voluntarios para hacer el trabajo en los comités técnicos, grupos de trabajo, etc. Es ese el núcleo donde está el valor real. Gracias sinceras a todos ellos.

También quiero mostrar mi sincero agradecimiento a los países anfitriones que acogen nuestras reuniones, seminarios y congresos similares.

Por favor, no olvides a esta comunidad que es PIARC, que es una de las que más alto nivel de valores representa para todo el mundo, y espero que puedas seguir asesorando y ayudando.

Absolutamente. En eso tienen que estar de acuerdo contigo. Gracias por la oportunidad de hablar contigo, Óscar. ❖

**Premio a la mejor comunicación española PRAGA 2023
otorgado por la ATC**

Conexión con LP-213 – conexión con LP-215 dentro de las obras de emergencia para la reconstrucción o restitución de infraestructuras de carreteras en la isla de La Palma, con motivo de la erupción volcánica de septiembre de 2021.

Un camino entre el volcán, la lava y el mar



A road between volcano, lava and sea

Rosendo Martínez Fernández
DCE de Cantabria, MTMS

Fernando Hernández Alastuey
DCE de Cantabria, MTMS

Antonio Nievas Guadix
DRAGADOS

Óscar Ramón Ramos Gutiérrez
ORRAMOS INGENIERÍA
Universidad de Cantabria

El 19 de septiembre de 2021, a las 15:10 horas (hora canaria) comenzó una erupción volcánica en la zona de Cabeza de Vaca en la isla de La Palma, en el municipio de El Paso. La erupción expulsó una colada de lava intensa con graves perjuicios, entre ellos, la afección a la red de carreteras. El día 13 de diciembre de 2021 se da por finalizada la erupción volcánica tras 85 días y 8 horas de actividad.

On September 19, 2021, at 15:10 hours (Canary Islands time) a volcanic eruption began in the area of Cabeza de Vaca on the island of La Palma, in the municipality of El Paso. The eruption expelled an intense lava flow with serious damages, among them, the affection to the road network. On December 13, 2021 the volcanic eruption ended after 85 days and 8 hours of activity.

El 19 de septiembre de 2021, a las 15:10 horas (hora canaria) comenzó una erupción volcánica en la zona de Cabeza de Vaca en la isla de La Palma, en el municipio de El Paso. La erupción expulsa una colada de lava intensa con graves perjuicios, entre ellos, la afección a la red de carreteras. El día 13 de diciembre de 2021 se da por finalizada la erupción volcánica tras 85 días y 8 horas de actividad.

El área de la colada de lava ocupa una superficie de aproximadamente 1219 hectáreas, con un espesor medio estimado de 12 m y espesores máximos de hasta 70 m.

Las carreteras LP-2, LP-212, LP-213, LP-211, LP-2132 y LP-215 han quedado parcialmente sepultadas por la colada. Por lo tanto, la comunicación Norte – Sur en esta zona de la isla ha quedado completamente interrumpida, aislando núcleos poblaciones y explotaciones agrícolas de los municipios de Los Llanos de Aridane, Tazacorte y El Paso.

Particularmente la población al sur de la colada no puede acceder a la capital (Santa Cruz de La Palma) a través de la ruta habitual LP-2 y LP-3, sino que tiene que dirigirse hacia el sur a través de la LP-2 circunvalando la isla.

Las siguientes imágenes y figuras muestran el alcance de la afección de la erupción. (figuras 1, 2 y 3)

Con fecha 14 de marzo de 2022 el Jefe de Demarcación de Carreteras en Cantabria, D. Fernando Hernández Alastuey, como integrante del Grupo de Trabajo de Seguimiento de Medidas a Adoptar en el Plan de Ayudas a la Palma, en el que participa el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) solicita la declaración de emergencia para las obras necesari-



Figura 1. Vista satelital antes y después de la erupción

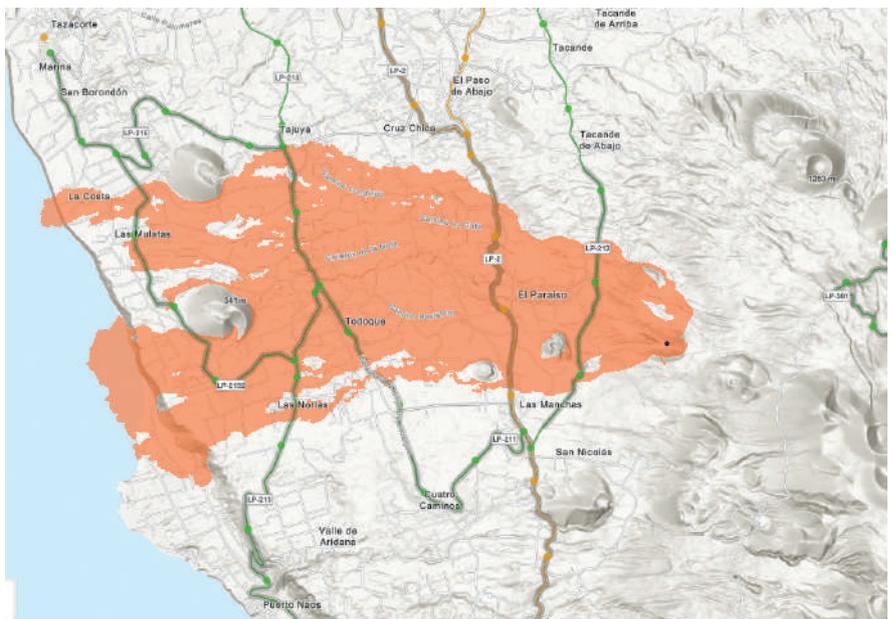


Figura 2. Infraestructuras viarias afectadas por la colada



Figura 3. Vista de la zona afectada por la colada desde la montaña de La Laguna

rias de reconstrucción o restitución de infraestructuras de carreteras en la Isla de La Palma, con motivo de la erupción volcánica comenzada en septiembre de 2021, en atención a la naturaleza catastrófica existente.

Con fecha 22 de marzo de 2022 la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana dicta una Resolución por la que se ordena la declaración de emergencia y habilitación de un crédito de 38.096.360,00€ a la Dirección General de Carreteras para la ejecución de dichas obras.

El objetivo de la obra de emergencia es restaurar en la medida de lo posible la conexión entre la carretera LP-2 en el núcleo poblacional de Los Llanos de Aridane con la zona Sureste de la colada restableciendo, de esta forma, el principal itinerario de movilidad afectado por la colada.

Definición del corredor y parámetros generales de la carretera

De acuerdo con la información disponible, en las zonas situadas al Este de las montañas de La Laguna y Todoque, en la zona central o superior de la colada, los espesores de colada alcanzan en algunos puntos los 30 m. Este hecho, unido a la incertidumbre acerca de la capacidad técnica para trabajar sobre el propio material de la colada, aconsejaba acometer las obras de emergencia en zonas alejadas del núcleo central de la colada.

Por este motivo, de común acuerdo con la Dirección General de Infraestructuras Viarias del Gobierno de Canarias, el Cabildo Insular de La Palma y los Ayuntamientos afectados, se determinó como opción preferente para restablecer la comunicación Norte – Sur actuar de manera emergente en la parte más cercana a la franja costera, al Oeste de las montañas de La Laguna y Todoque. En esta zona los espesores de colada son más reducidos e, in-

cluso, la actuación de emergencia discurriría en parte sobre terrenos no afectados por la colada.

La obra finalmente construida es una carretera convencional de 3,912 km m longitud y velocidad de proyecto de 70 km/h con una sola calzada y un carril por sentido definida por un eje situado en la línea de separación de ambos carriles. El inicio del Tramo se sitúa en la conexión de la antigua carretera de la costa LP-2132 con la LP-213 (PK 0+950 del documento constructivo), y finaliza en el PK 4+862, en la conexión con la carretera LP-215.

La mayor parte del tronco (2460 m) discurre sobre las distintas coladas de lava (Colada Norte, Colada Intermedia y Colada Sur). El resto del trazado atraviesa terreno agrícola (600 m) – tanto en el inicio del tramo como en la zona entre coladas y a la salida de la Colada Sur – y, en su parte final, se apoya sobre terrenos sin cultivar procedentes de una antigua erupción (502 m). Los primeros 370 m del trazado se apoyan sobre la carretera existente LP-2132



Figura 4. Definición general del corredor

En la zona entre la Colada Intermedia y la Colada Sur el trazado discurre sobre una zona agrícola con una altura de rasante considerable. Entre los PK 2+537 y PK 2+780 se ha construido un viaducto de 243 m de longitud que permite mejorar la permeabilidad transversal en esa zona, disminuir las afecciones y poder dar paso a la antigua carretera de la costa y a los caminos agrícolas

La sección transversal de la carretera, de una sola calzada con un carril por sentido, cuenta con carriles de 3,50 m, arcenes de 1,50 m y berma izquierda (lado este) de 0,75 m. La berma derecha (lado oeste) se ha construido de 3,00 m de anchura (donde ha sido posible), con el fin de que pueda ser empleada – si fuera necesario – para alojar servicios y también para facilitar el acceso a las tareas de mantenimiento. En el tramo de viaducto la berma se repone por el trazado de la carretera existente, y a partir del PK 4+120 la berma discurre al pie del terraplén para reducir el volu-

men de relleno (dada la importante altura de terraplenes en esa zona).

La sección en el viaducto consta también de carriles de 3,50 m y arcenes de 1,50 m, además de aceras de 2,00 m en ambos lados.

El trazado en planta del tronco está formado por 14 alineaciones (con 7 alineaciones rectas). Se ha dispuesto un radio mínimo de 300 m (en el tramo final de conexión con la LP-213) y un radio máximo de 1.100 m.

El trazado en alzado viene conformado por una sucesión de rampas y pendientes. Tiene en total 11 alineaciones. La pendiente mínima es del 0,69 % (correspondiente a la carretera existente), y la máxima es del 9,00 % (en el tramo final de conexión con la LP-213). El Kv de acuerdo cóncavo mínimo es de 2300 y el Kv de acuerdo convexo mínimo es de -714 (ambos en el tramo final de conexión con la LP-213).

El único nudo considerado es la glorieta al final del trazado que co-

necta con la LP-213. Se trata de una glorieta de 20 m de radio interior y dos carriles de 4 m, con arcén interior de 0.5 m y arcén exterior de 1.0 m. Se ha dotado a la glorieta de un carril segregado para que el tráfico procedente de la nueva carretera pueda acceder a la LP-213 sentido sur directamente.

Se han construido 11 obras de drenaje transversal mediante tubos de hormigón prefabricado de 1800 mm de diámetro, distribuidas a lo largo de la traza, con una longitud media de 30 m. Adicionalmente, en el PK 4+416 se ha construido un marco rectangular de hormigón armado, de dimensiones libres interiores de 4 m, en horizontal y vertical. El marco tiene una longitud en planta de 29,79 m, con una pendiente del 11%.

La carretera cuenta con un viaducto, situado entre los PK 2+537 y PK 2+780, con una longitud total de 243 m, tal como se describirá más adelante.

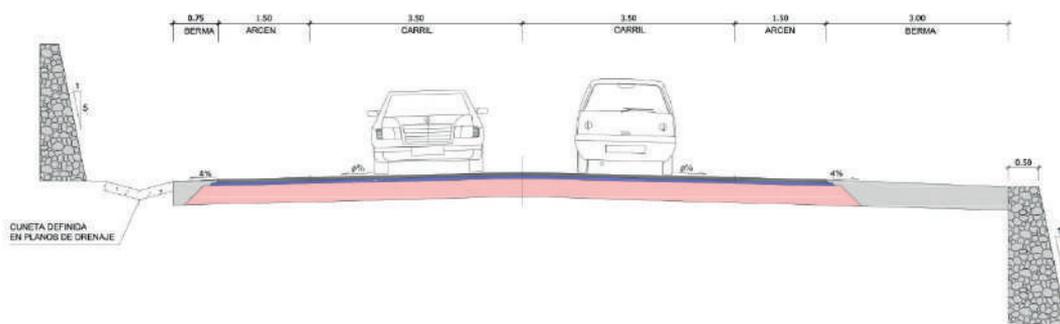


Figura 5. Sección transversal tipo de la carretera

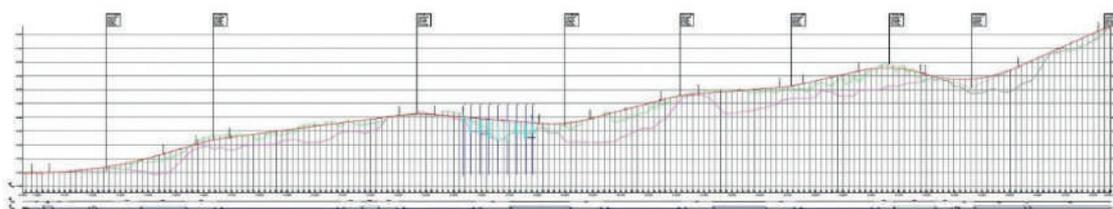


Figura 6. Trazado en alzado

Principales retos afrontados en el diseño y construcción de la carretera

No se conocen mundialmente precedentes en el ámbito de la ingeniería civil acerca de la construcción de carreteras sobre coladas de lava de tan reciente creación y espesor.

Son muchas las incertidumbres asociadas, por ejemplo, a las altas temperaturas en las coladas de lava (tanto en fase de construcción como en fase de servicio y explotación), potenciales problemas geotécnicos derivados de la presencia de tubos lávicos, o a la posible emisión de gases a altas temperaturas. Asimismo, el relieve y la orografía resultantes tras la erupción volcánica dificultan también la propia definición geométrica de una carretera que se pretendía que tuviera los estándares habituales de una obra de la Dirección General de Carreteras.

Desde el inicio del planteamiento de las condiciones de la obra de emergencia se ha perseguido también un diseño altamente sostenible, priorizando el uso de los materiales pétreos procedentes de la erupción para la formación de los terraplenes, fabricación de hormigones y firmes, limitando la alteración de las propias coladas de lava y minimizando las afecciones a los terrenos agrícolas.

Junto con todo ello hay que destacar que estos trabajos se han llevado a cabo bajo una situación de emergencia, en un tiempo realmente reducido, y también en un contexto nacional e internacional de no pocas dificultades en el acceso y suministro de determinados materiales. A esto se añade el reto logístico propio de la insularidad, que ha obligado a una constante reorganización de los trabajos en función de



Figura 7. Orografía resultante de la erupción. Presencia de tubos lávicos.

la disponibilidad real de materiales básicos, medios auxiliares, etc. provenientes de otras islas, la península y el extranjero. Puede afirmarse, sin género de dudas, que la puesta en servicio de la carretera supone un hito relevante en la ingeniería de construcción de carreteras.

Retos y tareas iniciales

De manera inmediata a la declaración de Obra de Emergencia comenzaron los trabajos de definición de la ingeniería de detalle del diseño de la carretera y, en paralelo, se plantearon los trabajos previos de campo.

Fue fundamental la colaboración en esas primeras tareas (y a lo largo de toda la obra) de las diferentes instituciones locales, regionales y nacionales, como el PEVOLCA (Plan de Emergencias Volcánicas de Canarias) o el IGME (Instituto Geológico y Minero de España), puesto que la zona de trabajo, en gran parte, estaba aún calificada como zona de exclusión.

Investigación geofísica.

Inicialmente la investigación geotécnica se centró en el reconocimiento del terreno realizado mediante el método geofísico del Georadar, para poder identificar (o descartar) la presencia de tubos lávicos u oquedades que pudieran poner en riesgo el posterior desarrollo de los trabajos. La profundidad de investigación alcanzada por las medidas superó los 10 m, con lo cual se cumplió el principal objetivo del estudio, esto es, diferenciar de forma cualitativa entre las masas de basaltos y otros materiales más homogéneos en términos geofísicos tales como escorias. Se detectaron anomalías asociadas a posibles huecos en diversas zonas de la colada, desde una profundidad de 0,5 a 3 m. Estas anomalías estaban asociadas, principalmente, a huecos y tubos lávicos dentro de la denominada colada Hawaiana. También se detectaron otras anomalías puntuales interpretables como probables huecos pero, en su conjunto, ninguno parecía tener importancia relevante ni por sus dimensiones ni por su posible continuidad lateral, como para poner en

riesgo los trabajos de movimiento de tierras (como así se comprobó durante la obra).

Dada la irregularidad de la orografía de las coladas de lava fue necesario construir pistas de acceso en las coladas, ejecutadas con maquinaria ligera, para poder llevar a cabo el propio reconocimiento geofísico en condiciones suficientes de seguridad.



Figura 8. Trabajos de reconocimiento geotécnico

Posteriormente, durante el desarrollo de la obra, se ha llevado a cabo una extensa campaña de reconocimiento geológico y geotécnico de toda la traza, intensificada a lo largo de las áreas de cimentación de los muros y en todos los apoyos del viaducto.

Medición de gases potencialmente tóxicos.

La presencia de gases tóxicos que aún emanan con posterioridad al fin de la erupción es un hecho bien conocido y descrito en este tipo de coladas de lava. Era imperativo llevar a cabo, por tanto, una campaña exhaustiva y continua de medición y control de los valores máximos de concentración de dióxido de carbono, y control de gases inflamables (Oxígeno, Monóxido de Carbono, y Sulfuro de hidrógeno), realizada con medidores tipo G7C EU2.

VALORES MAXIMOS Y MINIMOS					
	INFLAMABLES (EX)	OXIGENO (O2)	MONOXIDO DE CARBONO (CO)	SULFURO DE HIDROGENO (H2S)	DIOXIDO DE CARBONO (CO2)
VALOR MINIMO	10 % LEL	19%	30 ppm	10 ppm	4000
VALOR MAXIMO	30 % LEL	23%	60 ppm	20 ppm	ppm

Figura 9. Límites de concentración de gases tóxicos

Topografía.

Para la elaboración de la cartografía se han utilizado tecnologías LIDAR de última generación, embarcadas en dispositivos UAVs. El ancho de banda realizado para el levantamiento ha sido de 200 m (100 m a cada lado del eje previamente diseñado), lo que supone una área de 240 hectáreas. Como elemento “comparador” de los estados previos a la erupción se ha utilizado la nube de puntos LIDAR oficial proporcionada por el IGN, correspondiente al vuelo realizado en 2017. De esta forma ha sido también posible deducir de forma precisa los espesores de lava resultantes en cada punto de la traza.

Identificación de zonas de alta temperatura.

Se han realizado termografías aéreas para la identificación, chequeo y control de zonas potenciales de altas temperaturas que, posteriormente, se han integrado dentro del modelo cartográfico realizado mediante el sistema LIDAR. Esta campaña permitió detectar diversos puntos de la traza con temperaturas realmente elevadas a cota superficial (superiores a los 300 °C).

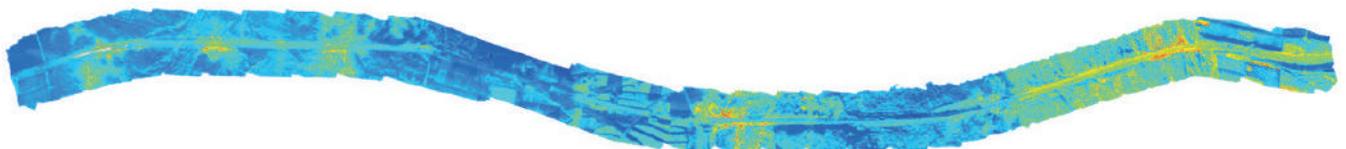


Figura 10. Termografía con vuelo dron

Principales retos durante la construcción

Vigilancia Medioambiental

A pesar de contar la obra de emergencia con un expediente de excepción de trámite ambiental, se ha elaborado un programa de vigilancia ambiental y documento ambiental en obra para integración y minimización impacto.

Los principales vectores analizados y controlados han sido los siguientes: Seguimiento zonas sensibles, Seguimiento de las ocupaciones territoriales, Seguimiento de la gestión de tierras y préstamos, Seguimiento de la vegetación y Especies Exóticas Invasoras, Seguimiento de Fauna, Seguimiento de la calidad del ambiente atmosférico, Patrimonio cultural, Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales, Seguimiento del ruido, Gestión de residuos y, finalmente, Restauración e integración paisajística.

Movimiento de tierras. Excavabilidad en lava a altas temperaturas.

Ha sido necesario movilizar un total de 107.000 m³ de desmonte en roca, de los que más de 100.000 m³ han correspondido a desmonte en lava, a altas temperaturas. El volumen de terraplén ha ascendido hasta los 253.000 m³, en parte como producto del propio material volcánica derivado de la erupción.

Las labores de desmonte en zona de lava han significado un reto desde el punto de vista productivo y logístico, toda vez que las altas temperaturas de la roca imposibilitaban un desarrollo normal de los trabajos, llevando en ocasiones hasta la incandescencia los martillos hidráulicos y cazos de las retroexcavadoras.

Principio de mínima afectación.

El diseño y construcción de la carretera se ha realizado con una especial sensibilidad en el tratamiento tanto de los terrenos no afectados por la colada de lava

como también de la propia colada.

En la mayor parte del trazado que discurre sobre terrenos no afectados por la lava se han construido muros eslingados de escollera hormigonada (una tipología muy común en la isla), lo que ha permitido reducir la superficie ocupada con respecto a las previsiones iniciales, y con un volumen construido de muros de 16.000 m³. Asimismo, como ya se ha citado anteriormente, en la zona entre la Colada Intermedia y la Colada Sur se ha construido un viaducto de 243 m de longitud (que no estaba previsto en las primeras definiciones del corredor), precisamente para disminuir la afectación a las fincas y facilitar la permeabilidad transversal de la carretera.

En cuanto al trazado dentro de la colada de lava también se han pretendido preservar en la medida de lo posible los valores ambientales de la colada, con una rasante ajustada a la morfología resultante de la erupción volcánica y mínima afectación lateral.

Maquinaria e instalaciones auxiliares

La maquinaria empleada en la obra para el desarrollo de los diferentes trabajos ha sido la siguiente: 14 retroexcavadoras de diferente capacidad, 22 camiones, 2 dumpers de gran tonelaje, 6 palas cargadoras, 3 grúas de gran tonelaje, 3 grúas sobre camión, 3 machacadoras tipo Terex Pegson L106, 3 molinos de cono tipo Metso L106 y 1 criba tipo Metso ST4.8.

Ha supuesto también un reto la fabricación del hormigón (en particular para el tablero de hormigón pretensado del viaducto), para el que se ha instalado en obra una planta de hormigonado propia con central dosificadora por pesos con capacidad de 80 m³/h.



Figura 11. Trabajos de excavación en lava

También se ha instalado en obra en la fase final de construcción en una planta asfáltica discontinua de tipo modular y capacidad de producción de 120 t/h, con la que se han fabricado las mezclas asfálticas.

Viaducto Cumbre Vieja

Tal como ya se ha expuesto, se adoptó la decisión de diseñar y construir un viaducto entre los PK 2+537 y PK 2+780, favoreciendo la permeabilidad transversal y minimizando la afección a esta zona agrícola no afectada directamente por la colada de lava.

El viaducto tiene una longitud total de 243 m. Se trata de una estructura continua hiperestática de 8 vanos, siendo la distribución de la luz de los vanos la siguiente:

24,0 m + 33,0 m + 33,0 m + 33,0 m + 31,0 m + 31,0 m + 31,0 m + 27,0 m .

La plataforma del tablero es de 10,0 m, y dispone de aceras a ambos lados de 2,0 m, siendo, por tanto, 14,0 m la anchura total del tablero.

El tablero es una sección tipo losa aligerada de hormigón pretensado hormigonado in situ. El núcleo de la sección es de 6,0 m de ancho, con voladizos laterales de 4,0 m. El canto de la sección en la zona del núcleo es de 1,20 m.



Figura 12. Planta asfáltica discontinua de tipo modular



Figura 13. Vista general del viaducto

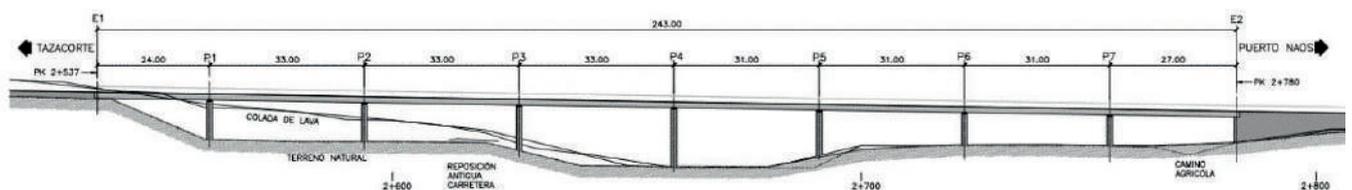


Figura 14. Alzado y distribución de vanos

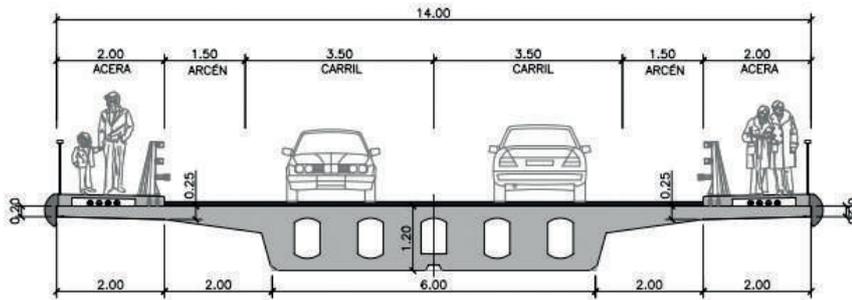


Figura 15. Sección transversal tipo del tablero

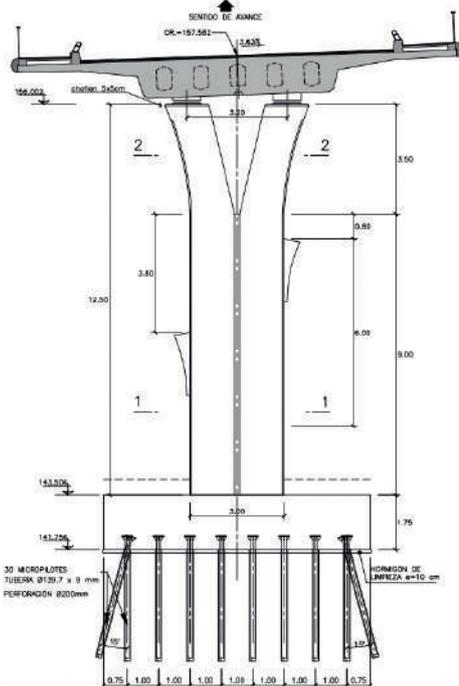


Figura 16. Alzado por pila

Las pilas, de entre 6,0 y 13,0 m de altura, son de hormigón armado, con un monofuste que se abre en su parte superior en 2 brazos, figurando la forma de una palmera y permitiendo el doble apoyo vertical del tablero sobre la pila. La cimentación de las pilas se resuelve con cimentación profunda mediante micropilotes, excepto para la pila 1, que se resuelve mediante cimentación directa. Los micropilotes tienen un diámetro de perforación de 200 mm, con armadura de tubular de 139.7 mm de diámetro y 9 mm de espesor.

Los estribos son cerrados, con aletas en vuelta. La cimentación del estribo 1 se resuelve mediante cimentación directa, mientras que la cimentación del estribo 2 se resuelve mediante cimentación profunda con micropilotes.

De nuevo el diseño y construcción del viaducto en un plazo tan reducido ha supuesto un reto significativo. Los trabajos comenzaron con la excavación de la colada de lava residual situada parcialmente en los vanos 1 y 2, realizada con el objetivo de cimentar el viaducto en su totalidad sobre el terreno original, y no sobre la propia erupción volcánica. Los sondeos realizados en todos los apoyos confirmaron una secuencia muy característica, de manera que, una vez atravesado el relleno de bancal, el empotramiento de los micropilotes se produce en la colada antigua (que consiste en una alternancia de niveles métricos de escorias con capas de basaltos, y de forma puntual, un nivel más arenoso, formado por escorias, piroclastos y cenizas).

Los trabajos de ejecución de los micropilotes comenzaron en octubre de 2023, hormigonándose el primer encepado el 29 de diciembre de 2023.

La construcción del viaducto se realizó mediante cimbra porticada, construyéndose vano a vano,

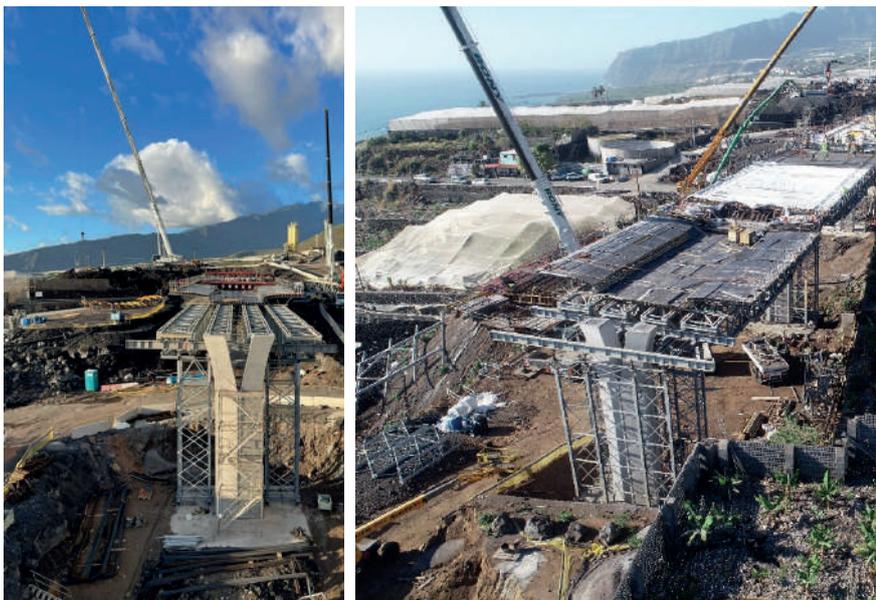


Figura 16. Fases de construcción del viaducto

en diferentes etapas constructivas. El hormigonado de la primera fase fue el 9 de febrero de 2023, concluyéndose la última fase el 24 de abril de 2023 (las fases centrales se construyeron a ritmo de 10 días por fase).

Diseño y construcción de firmes

La configuración del paquete de firme a disponer sobre la coronación de la explanada, así como

las propias características de la coronación de la explanada, debían adecuarse a las particulares y excepcionales condiciones que presentan el hecho de proyectar y construir la carretera sobre lava de reciente creación. El notable espesor de lava en algunas secciones, y la presencia de canales lávicos a profundidad no completamente inactivos, hace que, en efecto, haya zonas en las que la lava aún mantiene una alta temperatura superficial, que puede llegar a ser superior

a los 80 – 100 °C en determinadas secciones.

Dada la escasa o nula experiencia en el comportamiento de paquetes de firme en estas condiciones (condiciones que también escapan a cualquier marco normativo), se decidió construir un área de pruebas y ensayos, adyacente a la traza de la carretera, entre los PK 3+500 y 3+640 (por ser una de las zonas aún con altas temperaturas superficies de la lava). En este



Figura 17. Vista aérea del tramo de pruebas



Figura 18. Termopares en el tramo de pruebas

tramo de pruebas se ha estudiado el comportamiento a lo largo del tiempo de las distintas configuraciones de coronación de explanada y paquete de firme que se plantearon. A tal fin se han dispuesto termopares en las distintas interfaces entre capas de explanada y firme para poder llevar a cabo un seguimiento monitorizado en tiempo real de la evolución de las temperaturas a través de dichas capas. Esta zona de pruebas y ensayos también ha permitido investigar las condiciones de puesta en obra de las diferentes alternativas de coronación de explanada y paquete de firme, y su comportamiento frente a cargas de tráfico pesado.

Con respecto a la coronación de explanada, en base a los ensayos de laboratorio previos realizados se ha determinado que la solución más eficaz ante la existencia de una difusión activa del calor consiste en la ejecución de una mezcla de cemento de aluminato de calcio y zahorra artificial fabricada con el mismo material pétreo procedente de la erupción volcánica.

Con respecto al paquete de firme en base al tráfico de vehículos pesados estimado al inicio de la obra, los ensayos de laboratorio previos realizados se ha determinado que la solución más eficaz ante la existencia de una difusión activa del calor consiste en la ejecución de un paquete de firmes con veinticinco centímetros de zahorra artificial y una mezcla base de grava tratada con ligante (BGL) que haga la función drenante y disipadora del calor sobre la se coloca una mezcla SMA 16 (Stone Mastic Asphalt) y una SMA 11 en rodadura. Dichas mezclas bituminosas se han fabricado utilizando betún 35/50 al que se le adicionan polímeros específicamente desarrollados para incrementar la rigidez de la mezcla.

Conclusiones

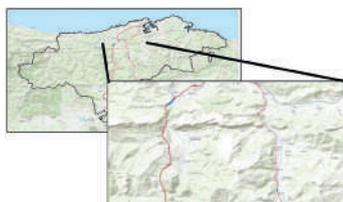
La puesta en servicio de la carretera de conexión LP-213 – LP-215 en la Isla de La Palma, que discurre en su mayor parte sobre la lava expulsada por la erupción volcánica acaecida entre septiembre y diciembre de 2021, ha supuesto un reto sin precedentes en el diseño y construcción de infraestructuras.

A las severas condiciones que impone el trabajo sobre las coladas de lava de muy reciente formación (altísimas temperaturas en superficie, presencia de gases tóxicos, orografía irregular, presencia de tubos lávicos...) se une el hecho de que los trabajos se han llevado a cabo bajo una situación de emergencia, en un tiempo realmente reducido (14 meses desde el acceso a las coladas de lava), y también en un contexto nacional e internacional de no pocas dificultades en el acceso y suministro de determinados materiales (a lo que se añade el reto logístico propio de la insularidad).

Se ha llevado a cabo un diseño altamente sostenible, priorizando el uso de los materiales pétreos procedentes de la erupción para la formación de los terraplenes, fabricación de hormigones y firmes, limitando la alteración de las propias coladas de lava y minimizando las afecciones a los terrenos agrícolas. Especial mención merece el diseño del firme de la carretera, sometido a unas condiciones térmicas del todo inusuales. Se han ensayado diferentes configuraciones de materiales y composición de capas, buscando las configuraciones óptimas que pudieran satisfacer los objetivos de difusión térmica, aislamiento y capacidad estructural. ❖

**Premio a la mejor comunicación PRAGA 2023
en la categoría “Cambio climático y resiliencia”**

Umbrales de riesgo por cambio climático en las infraestructuras viarias en España



Thresholds of risk due to climate change in Spanish road infrastructure

Fernando Jiménez

*CETA & CET
CEDEX / MTMS*

Laura Crespo

*CETA & CET
CEDEX / MTMS*

Álberto Gil

*CETA & CET
CEDEX / MTMS*

Laura Parra

*CETA & CET
CEDEX / MTMS*

Monica Laura Alonso

Diputación de Valencia

Felipe Collazos

*Dirección General de Carreteras
MTMS*

Los riesgos derivados del cambio climático que se pueden producir en las infraestructuras de carretera necesitan ser estudiados con mayor precisión. La metodología que la Asociación Mundial de Carreteras (PIARC) utiliza para este fin aborda, entre otras cuestiones, la exposición de los activos y de los servicios que presta la infraestructura y la probabilidad de que se produzca la amenaza o el impacto. Por ello, la vulnerabilidad y el riesgo variarán en el futuro dependiendo de los diferentes escenarios que se barajen como consecuencia de las sendas que pueden acontecer si se promueve un tipo u otro de políticas de mitigación, lo que está condicionado, a su vez, por los esfuerzos que se impongan para avanzar en la descarbonización del sistema energético.

Esas amenazas dependen de la variabilidad del clima. Es previsible que los principales impactos vengan

de la mano del incremento de las precipitaciones en periodos cortos de tiempo. Para evaluar sus efectos es necesario conocer las características territoriales donde el fenómeno tiene lugar, características definidas por su capacidad de drenaje, que dependerá entre otras de la orografía, la geología y la vegetación. Por ello, para cada espacio territorial se han de fijar umbrales, que se deben considerar como valores que activen protocolos de actuación para que los efectos de los eventos climáticos tengan el menor impacto posible.

La identificación de estos umbrales no es sencilla y para ello se están analizando los datos de eventos anteriores. En este artículo se trabaja con los gestores de las infraestructuras para un caso piloto concreto analizando el riesgo derivado del impacto de la precipitación máxima en 24 horas en dos activos situados en la red viaria de la región de Cantabria en el norte de España.

The risks arising from climate change that may occur in road infrastructure need to be studied with greater precision. The methodology used by the World Road Association (PIARC) for this purpose addresses, among other issues, the exposure of the assets and services provided by the infrastructure and the probability of the hazard or impact occurring. Therefore, vulnerability and risk will vary in the future depending on the different scenarios that are considered as a result of the paths that may occur if one or another type of mitigation policy is promoted, which is conditioned, in turn, by the efforts that are imposed to advance in the decarbonization of the energy system.

These threats depend on climate variability. It is foreseeable that the main impacts will come from increased precipitation in short periods of time. In order to assess their

effects, it is necessary to know the territorial characteristics where the phenomenon takes place, characteristics defined by their drainage capacity, which will depend on orography, geology and vegetation, among others. For this reason, thresholds must be established for each territorial space, which must be considered as values that activate action protocols to ensure that the effects of climatic events have the least possible impact.

The identification of these thresholds is not simple and for this purpose data from previous events are being analyzed. In this article we work with infrastructure managers for a specific pilot case analyzing the risk derived from the impact of the maximum 24-hour rainfall on two assets located in the road network of the Cantabria region in northern Spain.

1. Introducción y objeto

El cambio climático es uno de los principales problemas ambientales de nuestro tiempo que obliga a repensar la gestión del territorio con una mirada diferente para anticiparnos a los fenómenos adversos que se pronostican y que causarán graves pérdidas en la prestación de servicios de la carretera.

De todas las variables climáticas analizadas, las que tienen mayor relevancia para las infraestructuras de transporte son la precipitación en todas sus formas y, en menor proporción, las temperaturas extremas y las oscilaciones térmicas a lo largo del día.

Estas variables climáticas son las desencadenantes de impactos directos en los activos de las infraestructuras de carreteras, como desbordamiento de las obras de drenaje transversal (ODT) o puentes, que en los casos más extremos pueden arrastrar tableros y pilas o descalzar estribos o pilas y taludes. En ocasiones, llegan a interrumpir la prestación del servicio, cortando el acceso a ciertos tramos de las ca-

rrteras e incluso dejando poblaciones incomunicadas.

Para hacer frente a estos impactos se ha planteado una metodología de análisis de la vulnerabilidad y del riesgo de los servicios y de los activos frente al cambio climático para priorizar un programa de intervención que permita dotar de mayor resiliencia a la infraestructura de transporte, siendo necesario poner el foco en los diferentes comportamientos territoriales para analizar su funcionamiento. Para ello, y para cada territorio, se han de caracterizar los umbrales o puntos de inflexión de los índices climáticos que dan señales de alerta en aquellos emplazamientos con alta probabilidad de ocurrencia, donde las inspecciones se deben hacer más minuciosas y se anticipen medidas correctoras que eviten colapsos en la movilidad, principalmente por daños en las obras de drenaje o en las obras de tierra.

Se trata de detallar el desarrollo metodológico que permita caracterizar los diferentes umbrales de gestión desencadenantes de impactos en las diferentes infraestructuras. Se pretende que esta metodología

se implemente en las distintas administraciones con competencias en la gestión de carreteras para determinar con cierta precisión y anticipación la aparición de fallos en el sistema. Esta práctica sensibilizará a los gestores a documentar de manera sistemática los eventos que afectan a las infraestructuras, lo que ayudará a determinar los riesgos y niveles de afectación para intervenir con mayor o menor celeridad.

El diseño de esta metodología ha sido planteado en el seno del Grupo de Trabajo "Cambio climático y resiliencia en carreteras" del Comité Técnico de Medio Ambiente de la Asociación Técnica de Carreteras de España (ATC-PIARC). El comité técnico está integrado por profesionales de la administración pública con competencias en la gestión de las carreteras, organismos de investigación en el ámbito del sistema de transporte, la academia y empresas de consultoría, construcción y conservación de infraestructuras de transporte.

Algunas de las primeras referencias reseñables en el campo del estudio de los posibles efectos en carreteras se encuentran en los proyectos europeos RIMAROC¹,

Roadapt² e INFRARISK³. En ellos, se dan pautas para identificar los principales elementos que forman parte de un análisis de los posibles efectos del cambio climático en las carreteras. Posteriormente, se han llevado a cabo distintos proyectos europeos, entre los que se destaca los proyectos CLARITY⁴ y FORESEE⁵ por su reciente finalización, que avanzan en la georreferenciación de activos con la consideración de los efectos del cambio climático teniendo en cuenta la plataforma AdaptCCa6 de AEMET (Agencia Estatal de Meteorología, España).

A nivel internacional, existen también multitud de trabajos que son referentes en el estudio de impactos por cambio climático en carreteras. No obstante, en el ámbito de este estudio nos vamos a centrar principalmente en los trabajos realizados por la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC). En 2016, PIARC publicó su primer estudio sobre este tema [1], en el que se proponía una primera versión de un marco metodológico para ayudar a efectuar estos análisis. En 2019, se publicaron dos nuevos documentos, [2] y [3]. En el primero de ellos, se actualiza el marco metodológico y en el segundo se presenta una compilación de los principales casos de estudio que se recopilaron. De entre los casos de estudio analizados en el ámbito de la PIARC, hay que destacar las aportaciones del IMT, Instituto Mexicano de Transporte, ([4] y [5]). Por último, procede hacer notar otras tres referencias para el estudio de la adaptación al cambio climático.

La primera son los informes del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). El sexto informe de evaluación del IPCC pone un especial énfasis en la protección de las infraestructuras críticas, incluidos los sistemas de energía y transporte. Estas infraestructuras se ven cada

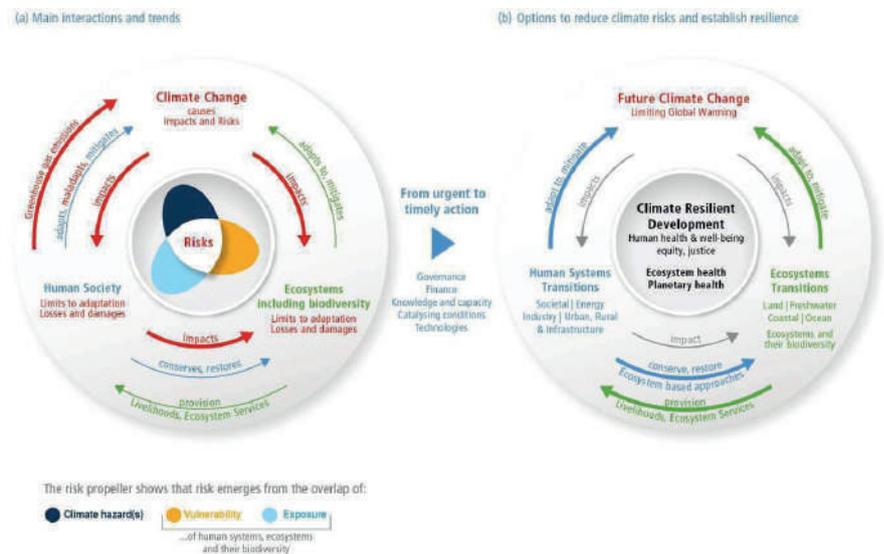


Figura 1. Del riesgo climático al desarrollo de la resiliencia climática: clima, ecosistemas (incluyendo biodiversidad) y sociedad humana como sistemas acoplados⁶

Resiliencia frente al cambio climático Adaptación al cambio climático	
Fase 1. Comprobación Previa	Fase 2. Análisis detallado
<ul style="list-style-type: none"> Análisis de Sensibilidad Análisis de Exposición Análisis de Vulnerabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de Probabilidad Análisis de Impacto⁷ Evaluación de Riesgos Determinar opciones de adaptación Valorar opciones de adaptación Planificar la adaptación

Figura 2. Esquema de metodología de la Comisión Europea Elaboración propia a partir de ⁷

vez más afectadas por los peligros de las olas de calor, las tormentas, los incendios, las sequías y las inundaciones, así como por los cambios de evolución lenta, como la subida del nivel del mar [6].

En la Figura 1 se muestra el planteamiento propuesto por el IPCC para el estudio de riesgos. En ella se aprecia que los “ingredientes” del análisis de riesgos ante impactos vinculados al cambio climático son: peligro, vulnerabilidad y exposición.

La segunda es la comunicación de la Comisión Europea [7] donde se ofrecen unas orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el período de programación 2021-2027.

- 1 Risk Management for Roads in a Changing Climate | TRIMIS (europa.eu)
- 2 ROADAPT_integrating_main_guidelines.pdf (cedr.eu)
- 3 Drupal | Novel Indicators for identifying critical INFRAstructure at RISK from natural hazards (infrarisk-fp7.eu)
- 4 Home | Clarity (clarity-h2020.eu)
- 5 <https://cordis.europa.eu/project/id/769373>
- 6 Plataforma de consulta e intercambio de información en materia de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). España
- 7 Esta parte de la metodología de [7] equivale al análisis de la gravedad en la mayor parte de metodologías analizadas, incluida la planteada en este informe

El esquema planteado en la Figura 2 resume la metodología seguida en relación con la adaptación al cambio climático.

Como tercera y última referencia, y con un papel normalizador, se encuentra la norma ISO 14090:2019 [8]. La aplicación de este documento puede ayudar a demostrar a las partes interesadas que el enfoque de una organización para la adaptación al cambio climático es creíble. Esta norma ISO está diseñada para ayudar a las organizaciones a desarrollar medidas e informar sobre la actividad de adaptación de manera verificable. Su estructura abarca la planificación previa, la evaluación de impactos incluyendo oportunidades, la planificación de la adaptación, la implementación, el seguimiento y la evaluación y el informe y la comunicación.

2. Aspectos generales de la metodología. Fases

Los términos utilizados en un análisis de riesgo hacen referencia a sus diferentes componentes que se usan de forma diferente en función de la metodología o guía utilizada. Esto dificulta la difusión de los resultados de los estudios que ayudan a los responsables de toma de decisiones y a las personas o agentes interesados o afectados [9].

Por esta razón, como primer paso para ayudar a entender la terminología utilizada y comprender mejor el alcance del estudio de los riesgos asociados al cambio climático que se propone en esta metodología, se hace un paralelismo entre las distintas etapas de análisis de la metodología y las diferentes partes de un evento climático transformado en relato descriptivo. Así, este relato es una “mini-historia” que recoge los aspectos que se deben estudiar para conocer y cuantificar el impacto que

se puede producir sobre un activo viario o sobre el propio servicio prestado por la carretera derivado de una amenaza climática actual o futura, que se puede ver modificada por los efectos del cambio climático. Este “relato” es el hilo conductor de la metodología propuesta en el marco del ATC-PIARC.

A través del siguiente ejemplo sencillo, transformado en “relato”, se recoge “un posible análisis de los efectos de un evento climático sobre una carretera”. Es un ejercicio de aproximación que intenta facilitar la comprensión de la metodología [10].

Ejemplo de “relato”:

Las lluvias intensas (**amenaza**) hacen deslizar (**impacto**) un talud de carretera (**activo**) situado en la zona de estudio (**exposición**), debido a sus características geológicas, su pendiente y altura (**sensibilidad**), cada 2 años (**probabilidad**), provocando pérdidas económicas, ambientales y sociales moderadas (**gravedad**) generando efectos en el tráfico y en las poblaciones próximas (**criticidad**).

En la Figura 3, se describen los pasos que integran la metodología propuesta. El esquema de trabajo es consistente con lo que se marca en [1], [2] y [7]. Se ordena siguiendo las siguientes fases:

Para más detalle, se definen en la Tabla 1 los conceptos que se trabajan para dar soporte al marco metodológico y que ha quedado presentado en ATC-PIARC.

2.1. Evaluación de impactos (fase 1)

En esta primera fase es necesario establecer el alcance del estudio.

Una determinada administración de carreteras puede estar interesada en determinar solamente cuáles son sus activos más vulnerables, a efectos de acometer para todos ellos un plan de mejora general (por ejemplo, planes de limpieza de las ODT). En otros casos, puede interesar dar un paso más e identificar aquellos activos que realmente suponen un riesgo para la gestión de la red, planteando adicionalmente medidas de adaptación específicas. También es preciso dirimir otras cuestiones, tales como si el estudio aborda todas las carreteras del estado, una demarcación territorial de carreteras, un corredor, un tramo, etc.

Posteriormente se ha de describir las características territoriales donde se encuentra ubicada la red de carreteras objeto de estudio, las características de la red de carreteras (criticidad de la infraestructura) e identificar las fuentes de información disponibles. Por último, es preciso constituir un grupo de expertos que dé apoyo a lo largo de todo el proceso de evaluación y contraste los resultados del mismo con las evidencias históricas.

Una vez definido el alcance del estudio, es preciso clasificar entre activos o servicios prioritarios y activos o servicios secundarios; y estos, a su vez, desagregados por tipos de activos. Esto se debe a que, en una primera aproximación, no va a ser posible analizar todos los activos de la red, ya que el estudio exige cierto nivel de detalle, lo que implica un esfuerzo a nivel de recursos que es preciso optimizar. Por ello, se propone afrontar en primer lugar los que, a priori, presentan un mayor riesgo potencial, a la vista de los proyectos y estudios previos analizados, así como teniendo en cuenta la experiencia de los integrantes del grupo de expertos.



Figura 3. Esquema Metodológico de Adaptación al Cambio Climático de Infraestructuras de Carretera del ATC-PIARC

Tabla 1. Resumen de definiciones de conceptos empleados en la metodología del ATC-PIARC

Activo o Servicio	Amenaza	Impacto	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de Adaptación	Vulnerabilidad
Elemento (Activo de carretera o Servicio de circulación) receptor de la acción (Impacto)	Elemento desencadenante de la acción (Impacto)	Acción que se produce sobre el Activo o Servicio carretero a causa de la Amenaza	Definido por el lugar donde se produce el Impacto	Características del Activo o Servicio que condicionan el efecto o grado del Impacto (determina cómo se produce el Impacto)	Se refiere a los aspectos que mejoran la respuesta de los elementos que componen la Vulnerabilidad aumentando la Resiliencia del Activo o Servicio	Combinación de Exposición y Sensibilidad. Depende de las características del Activo o Servicio y del tipo de Impacto. No se asocia directamente a ningún elemento del relato
	Probabilidad	Gravedad (Severidad, Magnitud, Consecuencias)	Riesgo	<i>Criticidad</i>	Resiliencia	
	Cuándo y cuántos Impactos se producen en un periodo de tiempo	De cuánto es y qué consecuencias tiene el Impacto que se produce	Combinación de Probabilidad y Gravedad. Depende de las características de la Amenaza. No se asocia directamente a ningún elemento del relato	Características que hacen indispensable un Activo o Servicio y que sufren el Impacto	Análisis de todos los elementos anteriores para procurar la mejor respuesta del Servicio o Activo frente al cambio climático	

El objetivo principal de esta primera fase es identificar los posibles impactos sobre los activos o servicios del tramo objeto de estudio. En primer lugar, partiremos de un listado de impactos predefinidos y veremos cuáles de ellos son relevantes a los efectos del tramo objeto de estudio. Para elaborar la citada lista hemos de identificar los principales impactos que habitualmente afectan a las redes de carreteras y que se pueden asociar con las condiciones climáticas, tanto actuales como futuras. Para ello, partiremos de un estudio de los posibles modos de fallo de los distintos activos o servicios.

Las condiciones climáticas o suma de condiciones climáticas que activan o influyen de manera determinante en el modo de fallo es lo que, a efectos de esta metodología, denominamos amenazas. Por ello, la amenaza se relaciona de forma directa con una o varias variables climáticas, que se estudian de forma directa en el proceso.

2.1.1 Mapa de amenazas

Para comenzar a trabajar las amenazas hay que identificar la existencia de fuentes de consulta de variables climatológicas y proyecciones de cambio climático a partir de las

que se elabora el mapa de amenazas. A partir del listado de impactos potenciales se obtienen también un listado de las principales amenazas que, a priori, se van a estudiar. Se elaborarán mapas con información de la amenaza en su situación actual y en distintos periodos y escenarios temporales futuros. La proyección de las variables climáticas implica a su vez seleccionar un determinado RCP⁸.

⁸ Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés) del IPCC.

Se recomienda usar las proyecciones de las variables e índices climáticos correspondientes a los RCP 4.5 y 8.5. El RCP 4.5 representa la senda de mitigación de emisiones que con mayor probabilidad se cumpla en base a la implementación actual de políticas de reducción de emisiones. El RCP 8.5 es un escenario más pesimista, donde las políticas de reducción de emisiones no han funcionado. Estas son las sendas para las que la información de las variables climáticas que pueden suponer una amenaza están disponible en distintas fuentes, estudios y proyecciones. Además, se recomienda utilizar las proyecciones de RCPs para distintos periodos (Histórico [1971-2000], Futuro cercano [2011-2040], Futuro medio [2041-2070] y Futuro lejano [2071-2100]). La principal referencia para realizar estos estudios de prospectiva es AdapteC-Ca, aunque existen otras fuentes de información como [11], Copernicus⁹ o el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)¹⁰ que permiten caracterizar los impactos y amenazas.

2.2. Evaluación de la vulnerabilidad (fase 2)

La evaluación de la vulnerabilidad se realiza en base a la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación de los activos o servicios. En las referencias documentales de [7] el concepto sensibilidad se refiere a las características intrínsecas del activo o servicio, incluyendo su capacidad adaptativa.

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Exposición} \times \text{Sensibilidad}$$

La evaluación de la exposición consiste en determinar en qué grado un activo o servicio, por su ubicación geográfica, puede verse afectado por las distintas amenazas potenciales que se están evaluando. Expre-

sado de una manera algo coloquial, consistiría en determinar “si nuestro activo o servicio está en el camino del daño”.

Por otro lado, la sensibilidad de un activo o servicio está relacionada con aquellas características propias que influyen en la afectación del elemento por un determinado impacto. Para evaluar la sensibilidad se han elaborado, para cada activo o servicio, matrices de sensibilidad. En cada matriz de sensibilidad habrá distintos factores de sensibilidad, que se refieren a los rasgos que pueden influir de cara a verse afectado por un determinado impacto. En esta metodología la capacidad de adaptación se incluye dentro del análisis de la sensibilidad.

El resultado de esta fase es un listado de los activos o servicios categorizados según su nivel de vulnerabilidad que deberán ser analizados a efectos de determinar el riesgo asociado.

2.3. Evaluación del riesgo (fase 3)

La evaluación del riesgo se realiza en base a la probabilidad y gravedad del impacto en los activos o servicios.

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Gravedad} \\ (\text{Severidad, Magnitud o Consecuencias})$$

La cuantificación tanto de la probabilidad como de la gravedad presenta algunas dificultades. Se ha de poner de manifiesto que el principal problema al que nos enfrentamos es la falta de información disponible para este tipo de estudios.

La probabilidad o posibilidad de que un fenómeno climático se presente es incierta, por lo que estimar un plazo determinado para que un determinado evento ocurra es difícil. Para determinar la probabilidad de

que se produzca un impacto sobre un activo o servicio en el marco de esta metodología se plantea recurrir al cálculo de periodos de retorno a partir de los datos meteorológicos de una variable climática o a la recopilación de experiencias previas. En este último caso se pretende estimar la probabilidad de que se produzca el evento o la afectación de forma cualitativa. Lo adecuado sería identificar el máximo número de eventos que se han producido en el tramo de carretera en un periodo de tiempo lo más amplio posible. Esto serviría para contrastar umbrales para la gestión del riesgo.

La gravedad puede relacionarse con la magnitud o la intensidad del evento, con el tamaño del impacto causado por el evento o las consecuencias, si llegara a producirse el evento. Este concepto se valora a través de la escala de gravedad de sus consecuencias. Para su valoración, se pueden tener en cuenta distintos factores.

El resultado de esta etapa es la identificación y priorización de activos o servicios en riesgo, para los que habrá que evaluar su resiliencia y proponer un plan de adaptación.

2.4. Evaluación de la resiliencia (fase 4)

El objetivo de esta fase es dotar a los gestores de carreteras (administraciones y empresas) de herramientas de análisis para aumentar la resiliencia de la red para prevenir incidentes o reducir el impacto que

⁹ Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea.

¹⁰ Instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). España.

las condiciones meteorológicas (normales y extremas, en el momento actual y en los horizontes temporales evaluados) están teniendo sobre la infraestructura de carretera. En la presente etapa se pretende identificar y seleccionar algunas medidas de adaptación para ciertos casos de estudio, siendo conscientes que para cada riesgo existen medidas de adaptación que pueden ser específicas, o en algunos casos complementarias.

La selección y priorización de respuestas y estrategias de adaptación se hace necesaria por partir de recursos escasos, que hay que racionalizar, prevaleciendo las medidas más efectivas para cada caso. Los métodos propuestos para hacer este tipo de análisis son el análisis multicriterio (AMC) y el análisis de coste-beneficio (ACB), cuyos procedimientos se describen a continuación. Estos esquemas de trabajo son los más seguidos en la documentación de referencia ([1], [5] y [7]).

Para la aplicación del AMC se pueden definir ciertos criterios que se referirán al coste de implementar la medida, la viabilidad de su realización, los posibles impactos ambientales que se pueden generar y su capacidad para adaptarse a nuevas circunstancias, entre otros ([5]).

En el ACB se utiliza un proceso lógico y estructurado en el que se cuantifican todos los aspectos (costes y beneficios). El valor total cuantificable y no cuantificable de los beneficios debe compensar los costes para que un proyecto se considere rentable. Hay distintos tipos de ACB, pero el más completo es el denominado ACB de los tres pilares (Triple Bottom Line, TBL). El análisis TBL evalúa una medida o estrategia en función de sus repercusiones económicas, ambientales y sociales, todas debidamente combinadas [12].

Como último paso de esta fase y de la metodología estaría la implementación y seguimiento del Plan de Adaptación. Consiste en integrar las medidas de resiliencia que se ha decidido aplicar frente al cambio climático en el diseño técnico del proyecto o en los planes de mantenimiento y explotación de los activos. Para todo ello se ha de elaborar un plan de acción (ejecución y financiación) y un plan de seguimiento y respuesta, que incluiría un plan de revisión periódica de las hipótesis de la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos, entre otros, recogiendo una serie de indicadores que permitan analizar la evolución del plan y que servirán al mismo tiempo para revisar y mejorar el funcionamiento de la metodología. Es preciso elaborar un plan de comunicación para coordinar a todos los agentes involucrados.

Como resultado de esta etapa de implementación y seguimiento se dispondrá de un plan completo y organizado en el tiempo para mejorar la resiliencia de la red, a través de la mejora de los activos o servicios en riesgo.

2.5. Reflexiones preliminares sobre la aplicación de la metodología

Como se ha señalado anteriormente, una de las principales dificultades que se han identificado en la aplicación de esta metodología es la disponibilidad de datos e información fiable para completar las diferentes fases. Los elementos que presentan un mayor reto son las variables climáticas o amenazas a estudiar, principalmente en el caso de las proyecciones a futuro que incluyan los efectos del cambio climático, la identificación de las características de activos o servicios afectados por los eventos producidos por estas

amenazas y la falta de registros detallados sobre impactos en la red producidos por el clima. Esto dificulta la determinación de umbrales para establecer categorías de exposición y probabilidad, así como de indicadores de comportamiento, que son aspectos fundamentales en un plan de adaptación al cambio climático. En los siguientes apartados se detalla en mayor medida cómo hacer frente a este reto mediante el estudio de un caso piloto en la región de Cantabria en España.

3. Variables climáticas más relevantes. Precipitación y temperatura

Los cambios derivados del cambio climático van a afectar a la prestación de servicios en todos los ámbitos de la sociedad. Tal y como se ha dicho anteriormente, las variables climáticas que más incidencia pueden tener en el funcionamiento de las infraestructuras de carretera tanto a nivel estructural como funcional son la precipitación y la temperatura, siendo estas variables las más estudiadas y con más información disponible en cuanto a proyecciones a futuro con la consideración del cambio climático.

3.1. Precipitación

En AdapteCCA se puede consultar, para el conjunto de territorio español, por Comunidad Autónoma y por provincia, la variable precipitación, como precipitación máxima en 24 horas (PMax24h) y la precipitación máxima acumulada en 5 días, que informan de los impactos que pueden sufrir los activos de manera puntual y de forma acumulada para aproximarnos a las posibles amenazas a que se verán sometidos los desmontes por deslizamiento en distintos horizontes temporales.

Sin embargo, no existe apenas información relativa al concepto “torrencialidad”, que se refiere a las precipitaciones intensas en periodos de tiempo corto. La única aproximación al estudio de la variable climática torrencialidad en España ha sido abordada en [11], donde se ha ampliado el número de variables analizadas de trabajos anteriores, incluyendo precipitaciones máximas en intervalos inferiores al día (3, 6 y 12 horas). Se han considerado un periodo de control (1971-2000), tres periodos de impacto (2011-2040, 2041-2070, 2071- 2100) y dos escenarios (RCP 4,5 y RCP 8,5), con el objeto de valorar el impacto a lo largo de todo el siglo XXI, y en tres periodos de retorno (10,100 y 500 años).

3.2. Temperatura

En la variable temperatura existen varios parámetros que pueden determinar los efectos de la misma en los activos viarios. Entre ellas están: temperatura mínima, temperatura máxima, amplitud térmica, temperatura máxima extrema y temperatura mínima extrema, entre otras. En el caso piloto de Cantabria no se han analizado las implicaciones de esta variable en el impacto de activos.

En todo caso, procede indicar que es difícil trabajar con los datos asociados a las variables climáticas. En ese sentido, cabe destacar varias iniciativas promovidas por la Comisión Europea para desarrollar servicios climáticos, como por ejemplo, el que se impulsó a través del proyecto CLARITY. El objetivo es poder acceder de forma sencilla a la información climática. Sin embargo, los problemas asociados al mantenimiento de las aplicaciones hacen que, en última instancia, haya que trabajar los datos caso a caso, lo que dificulta el acceso a la información.

4. Casuística de los principales activos afectados por la variable precipitación. Caso piloto

Varios activos viales se están volviendo más vulnerables al cambio climático en todo el mundo [13] preocupando a la comunidad científica y a los gobiernos. En España, el 45% de la red principal y el 4% de la longitud total sufren algún tipo de impacto climático [14]. La región cántabra no es una excepción, diversos estudios constatan los crecientes impactos relacionados con el clima en las infraestructuras, tanto en eventos extremos como en procesos de lenta evolución [15].

Con el fin de mostrar una aplicación práctica de la metodología antes descrita, se ha llevado a cabo un caso piloto en el que se analizan dos activos situados en la Comunidad Autónoma de Cantabria (ver Figura 4), más concretamente en las carreteras A67 (Desmorte_A67_km175) y N623 (Desmorte_N623_km117). En este caso piloto la variable climática que se ha estudiado es la precipitación, concretamente la PMax24h.

La región de Cantabria está situada en el norte de España y cuenta con una población de 585.222 habitantes

(censo 2022). Se trata de una región costera que a su vez presenta un relieve montañoso debido a la presencia de la Cordillera Cantábrica. Esta orografía le confiere una importante variabilidad climática, que va desde el clima oceánico templado que se presenta en la zona costera, hasta el clima mediterráneo cálido-veraniego que aparece hacia el interior.

El Gobierno de España cuenta con 600 km de carreteras estratégicas en esta región, que dan acceso a los principales servicios sanitarios, turísticos y comerciales, que gestiona a través de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA).

La conexión de Cantabria con la Meseta, la zona central y el sur de España se ha realizado históricamente por medio de dos carreteras: la N-611 de Palencia a Santander y la N-623 de Burgos a Santander. Como consecuencia de los grandes volúmenes de tráfico generados en el tramo final de la N-611, entre Torrelavega y Santander (más de 60.000 vehículos/día), los dos principales núcleos de población de Cantabria, en los años 80 se acometió la construcción de una vía de altas prestaciones, la Autopista A-67 Santander-Torrelavega, concluida en 1990. Esta

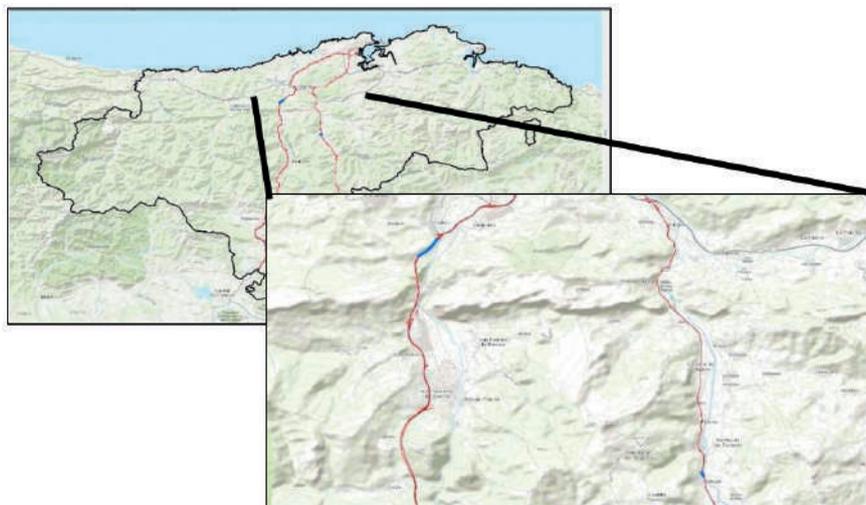


Figura 4. Situación de los dos activos estudiados en la región de Cantabria

vía se prolongó hasta Palencia bajo la nueva denominación de Autovía A-67 con año de finalización en el 2008.

En este marco, la A-67 constituye la principal conexión de la Comunidad Autónoma de Cantabria con la Meseta, y desde allí con la zona centro y sur peninsular, cumpliendo adicionalmente una importantísima función de accesibilidad en toda la región a la que da servicio.

El caso de estudio del activo denominado Desmonte_A67_km175 se encuentra en el tramo Torrelavega-Los Corrales de Buelna Norte que se inauguró en el año 2000. Supone la duplicación de la variante de Torrelavega, y es de destacar que se encuentra entre el túnel de las Caldas de Besaya y el viaducto sobre la carretera Cartes-Villanueva de la Peña en una orografía accidentada con pendientes del 8%.

Mientras, el caso de estudio del activo denominado Desmonte_N623_km117, se encuentra en el municipio de Entrambasmestas de la N-623, y aunque la orografía en esta carretera es accidentada, en este tramo la carretera discurre paralela entre el río Pas y laderas con fuertes pendientes transversales, con pendiente longitudinal de la carretera baja, teniendo un tráfico más local.

En estas carreteras las precipitaciones intensas por tormentas provocan, en algunas zonas, inestabilidad de taludes o laderas consecuencia de la saturación del suelo, con deslizamientos de tierra de taludes o laderas; así como desprendimientos de rocas en zonas fracturadas, que pueden llevar al posible cierre total o parcial de la circulación.

Haciendo un análisis de los posibles impactos que pueden producirse por la precipitación se pueden destacar los siguientes:

- Afección a la circulación por precipitaciones intensas. Puede llegar a producirse una interrupción del tráfico.
- Desprendimiento de rocas y/o tierra del talud. Este hecho podría tener una especial incidencia en terrenos kársticos.
- Deslizamiento traslacional o rotacional (profundo).
- Deslizamiento superficial del talud.
- Asiento y vuelco de muros de contención.
- Asiento del terraplén debido a hundimiento por fallo en la cimentación o colapso del cuerpo del terraplén. Conlleva una deformación y/o rotura parcial o total del firme.
- Disminución de la seguridad de la vía por acumulación de agua en el pavimento debido a precipitaciones intensas.
- Incremento de problemas de socavación. Afectaría a pilas y estribos de obras de paso.

5. Umbrales de precipitación. Caso piloto

Para evaluar la exposición (fase de vulnerabilidad) y la probabilidad (fase de riesgo) en el caso piloto planteado se han de establecer unos umbrales que dependen de cada variable, índice climático o amenaza y serán específicos de cada territorio. Estos umbrales vendrán marcados por la experiencia documentada y debidamente registrada y deberán ser coherentes con la zona de estudio.

Dentro de los aspectos que pueden suponer una diferencia entre los distintos territorios a la hora de establecer umbrales que marquen dónde

y cuándo se va a producir un impacto debido a un evento climático se puede señalar la artificialización del terreno. Una misma cantidad de precipitación en dos zonas con distinta capacidad de retención o absorción de una cantidad concreta de lluvia, debido al efecto esponja de suelos bien protegidos con vegetación, pueden hacer que los umbrales establecidos para un impacto varíen mucho. Puede llegar a suceder que en zonas donde las precipitaciones sean menores se produzcan impactos mayores que en zonas con precipitaciones más altas debido a sus características territoriales, marcadas por su ordenación territorial o porque haya perdido parte de su funcionalidad de prestación de servicio ecosistémico.

Dependiendo de los recursos disponibles se podrán establecer umbrales a diferentes niveles, nacional, regional o local. Lógicamente, establecer umbrales con una mayor resolución espacial, es decir, en un territorio más reducido, permitirá determinar los riesgos asociados a eventos climáticos de forma más precisa al tiempo que requerirá un tiempo de análisis mayor.

Para mejorar el nivel de conocimiento y por tanto establecer la categorización de niveles de exposición y de probabilidad de forma más adecuada se tendría que contar con un departamento que inventariase de forma sistematizada los eventos climáticos y los efectos que se han producido en el pasado y los que se produzcan de aquí en adelante.

Esa caracterización debería incluir, al menos: lugar y fecha de ocurrencia, datos climáticos de la amenaza “desencadenante”, elemento afectado, descripción de los daños ocasionados y coste de reparación-reposición. Como se ha indicado, estos datos permiten establecer umbrales, lo que sirve de ayuda en la tarea de prepararse para mitigar los

posibles efectos del cambio climático y permite analizar las causas que han motivado los impactos y anticiparse ante impactos futuros.

Existen estados que han avanzado mucho en la caracterización de estos eventos, la mayoría relacionados con fenómenos hidrometeorológicos, que son los que generan mayor impacto socioeconómico, según [5] el 98% del total. El estado de México cuenta con departamentos que hacen seguimientos de las variables climáticas, proyectadas a futuro con la variabilidad que impone el cambio climático, y se pronostica que no todos los cambios en el clima futuro serán significativos para la red de transporte local o regional, aunque el nivel de ocurrencia de estos impactos irá en aumento.

5.1. Umbrales de exposición en el caso piloto

La evaluación de la exposición de los activos estudiados comienza con la elección de la amenaza a la que se van a enfrentar y el impacto que se va a producir. En este caso se estudia la PMax24h que puede ocasionar desprendimientos en los dos desmontes estudiados. Para ello se genera un mapa de amenazas, en el que se establecen categorías de exposición en base a umbrales específicos que vendrán marcados por la experiencia documentada, debidamente registrada y coherentes con la zona de estudio.

Para la realización de este caso piloto la Demarcación de Carreteras del Estado en Cantabria ha proporcionado los datos de los eventos registrados en la zona con anterioridad que se han relacionado con la PMax24 y que han permitido establecer los umbrales de referencia. En base a estos umbrales se establecen cinco categorías de amenaza (Muy baja (1), Baja (2), Media (3), Alta (4)

Tabla 2. Matriz de Exposición a PMax24h (mm/día). Caso Piloto Cantabria

Exposición	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
PMax24h (mm/día)	< 25	25-30	30-40	40-60	> 60

y Muy Alta (5)) que al cruzarse con la ubicación de los activos nos darán la exposición de los mismos en nuestro estudio (Ver Tabla 2).

En base a estos umbrales la exposición del activo vendrá determinada por su ubicación y por la amenaza para cada uno de los periodos y escenarios establecidos en la metodología. La vulnerabilidad del activo frente al cambio climático se estimará en base a esta exposición y su sensibilidad.

5.2. Umbrales de probabilidad en el caso piloto

De cara a la determinación de la probabilidad puede llegar a producirse un conflicto en el alcance de la evaluación. Por un lado, en algunos casos, se analiza la probabilidad de que se produzca la amenaza (por ejemplo, PMax24h por encima de un determinado umbral); en tanto que en otros casos el análisis se centrará en la probabilidad de que se produzca el impacto, daño o la afectación. En general, y dada la dificultad para obtener datos que sustenten las evaluaciones, se recurrirá a la información disponible en cada caso.

En este caso piloto se trata de estudiar el nivel de ocurrencia de los impactos sobre los activos, por lo que para la evaluación de la probabilidad, además de recurrir a al estudio de los eventos, que ya se ha utilizado para establecer los umbrales de exposición, se recurre al cálculo de periodos de retorno para estudiar cuándo se producen los impactos. Los periodos de retorno son una técnica usada comúnmente para representar un estimativo de la probabilidad de

ocurrencia de un evento determinado en un periodo determinado.

Se toma la PMax24h para las siguientes estaciones como referencia, ya que son las más cercanas a los activos estudiados¹¹ para el periodo actual:

1. Desmonte_A67_km175. Estación 1124A, Villacarriedo (Datos desde 1990 hasta 2021)
2. Desmonte_N623_km117. Estación 1154H, Torrelavega-Sierrapando (Datos desde 1994 hasta 2021, faltan 1999 y 2000)

Estos datos se sometieron a un análisis estadístico por Gumbel para cada una de las estaciones para obtener la PMax24h para siete periodos de retorno, definidos así para ligarlos a una escala de clasificación del riesgo. Mediante estos datos y utilizando el método de interpolación IDW (Ponderación de distancia inversa) del Sistema de Información Geográfica QGIS, se obtuvo un valor único de PMax24h por periodo de retorno para la zona de estudio en la que se encuentran situados los dos activos analizados en el caso piloto (Ver Tabla 3).

En base a estos datos se proponen las siguientes categorías de probabilidad de ocurrencia del impacto (Tabla 4) definido como desprendimiento de rocas y/o tierra del talud debido a la amenaza de PMax24h. Para este ejercicio se tienen en cuenta los umbrales de precipitación uti-

¹¹ Esta asignación se realiza mediante el método de los polígonos de Thiessen considerando estaciones meteorológicas con series de datos suficientemente largas para que sean representativas

lizados en la matriz de exposición a partir de los cuales se produce el evento y el periodo de retorno de las precipitaciones en la zona de estudio (probabilidad de la amenaza).

En este caso, como el valor de PMax24 para el periodo de retorno de 2 años es superior a la precipitación a la que se suele producir el impacto analizado se establece que la probabilidad a la que se produce el impacto es muy alta (Ver Tabla 4).

Los periodos de retorno sirven para establecer los umbrales mientras que los valores de PMax24h del periodo y escenario correspondiente que se obtienen de AdapteCCa se utilizan para saber si en la zona concreta de estudio donde se puede producir el impacto se superan esos umbrales.

Para los periodos futuros incluidos en los escenarios de cambio climático se tienen que calcular sus correspondientes probabilidades de amenaza con la dificultad que eso conlleva debido a la incertidumbre asociada a los modelos climáticos. Para la determinación de los impactos en los periodos y escenarios futuros se emplearán los mismos umbrales que en el periodo actual.

En base a la probabilidad de ocurrencia del impacto, que toma como referencia los umbrales establecidos, y la gravedad de ese impacto se determinará el riesgo de cada uno de los activos frente a los efectos del cambio climático.

6. Conclusiones

La geografía española es el resultado de un mosaico de microclimas, unidades geomorfológicas y fisiográficas, por lo que dependiendo del detalle y las necesidades de capacidad de resolución en el cálculo del riesgo de activos frente al cambio climático

Tabla 3. Determinación de Periodos de Retorno de PMax24h por estaciones mediante Gumbel. Valor de referencia interpolado a nivel de territorio donde se encuentran los activos

Periodo de Retorno (T)	Estación 1154H	Estación 1124A	PMax24h referencia (mm)
2	63,4147	78,3875	76,0497
5	77,3032	100,4764	96,8579
10	86,4987	115,1012	110,6351
25	98,1172	133,5796	128,0430
50	106,7364	147,2879	140,9564
100	115,2920	160,8950	153,7747
500	135,0627	192,3390	183,3961

Tabla 4 - Matriz de Probabilidad de ocurrencia del impacto por PMax24h (mm/día). Periodo actual. Caso Piloto Cantabria

Probabilidad	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
PMax24h (mm/día)	< 25	25-30	30-40	40-60	> 60

se podrían plantear multitud de escalas de evaluación de umbrales que determinarán la exposición de los activos y la probabilidad de ocurrencia del impacto.

Así mismo, en el ámbito urbano y periurbano, un factor que condiciona la resiliencia territorial es el nivel de artificialización del suelo. Los suelos urbanizados han perdido toda capacidad de prestar servicios ecosistémicos a su entorno y al conjunto del territorio, respondiendo a las características que el planeamiento urbanístico les ha dotado, mediante los estudios de detalle. Las características de los sistemas de drenaje de la ciudad, sistema de saneamiento, alcantarillado y espacios ajardinados condicionan la capacidad de drenaje de las calles, espacios urbanos y sus plazas. Las carreteras y viales urbanos tendrán que contar con un análisis pormenorizado para determinar los umbrales a definir por cada tipo de activos y variable climática.

En el caso concreto de la afectación de los activos de carretera por fenómenos hidrometeorológicos extremos es necesario contar con herramientas más precisas para calcular la probabilidad de ocurrencia y

su nivel de impacto. Todavía se está lejos de conocer con cierta aproximación el nivel de ocurrencia de la torrencialidad, incluyendo precipitaciones máximas en intervalos inferiores al día (1, 3, 6 y 12 horas de duración) en el conjunto del territorio español.

La información disponible en las carreteras sobre los eventos e impactos asociados al cambio climático debería estar organizada dentro del territorio español. Esto conlleva:

- Facilitar el acceso a la información climática.
- Desarrollo de inventarios de los activos con información relevante desde el punto de vista de la valoración de su sensibilidad.
- La caracterización del histórico de eventos sucedidos con sus correspondientes impactos, en los diferentes modos de transporte, y para distintos activos.

Esta caracterización es clave, ya que con esta información las diferentes autoridades territoriales competentes podrían establecer umbrales de gestión particularizando por cada tipo de activo, variable climática y territorio.

En el caso concreto de este artículo, para la determinación de umbrales se han considerado únicamente dos activos y los datos correspondientes a las dos estaciones meteorológicas más cercanas. La utilización de un mayor número de estaciones y de activos ayudaría a obtener una mayor precisión en los resultados obtenidos. Esto permitiría una mejor aproximación a la realidad existente en relación a los riesgos derivados del cambio climático en las infraestructuras viarias y de las posibles medidas a llevar a cabo para hacer frente a sus impactos.

Agradecimientos

David López Oliver, Marta Per tierra Rodríguez, David Carracedo Esteban y Adriana Mata Calvo, de la empresa española INES Ingenieros Consultores, que también forma parte del grupo de trabajo ATC_PiARC, han prestado su inestimable ayuda en la elaboración de este artículo en relación a la determinación de las estaciones meteorológicas más representativas de la zona de estudio y el cálculo del periodo de retorno para establecer las categorías de probabilidad.

Referencias

- [1] PIARC (2016). Marco internacional para la adaptación de la infraestructura de carreteras ante el Cambio Climático. PIARC
- [2] PIARC (2019a) Refinamiento del marco internacional de la PIARC para la adaptación al Cambio Climático de la infraestructura carretera. PIARC
- [3] PIARC (2019b) Metodologías y estrategias de adaptación para aumentar la resiliencia de las carreteras al Cambio Climático. Enfoque de Caso de Estudio. PIARC
- [4] IMT (2017) Panorama internacional de la adaptación de la infraestructura carretera ante el cambio climático. Instituto Mexicano del Transporte (IMT)
- [5] IMT (2019) Marco Metodológico para la Adaptación de la Infraestructura Carretera ante el Cambio Climático en México. Instituto Mexicano del Transporte (IMT)
- [6] IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- [7] Comisión Europea (2021). Comunicación de la Comisión: Orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el periodo 2021-2027 (2021/C 373/01). C. (2021) 5430 final.
- [8] ISO (2019). ISO 14090:2019. Adaptación al cambio climático — Principios, requisitos y directrices. International Organization for Standardization (ISO)
- [9] TECNALIA (Pendiente de Publicar). Guía para el análisis de riesgos asociados al cambio climático. Fundación Biodiversidad junto a la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), a través de una asistencia técnica de TECNALIA.
- [10] Grupo de Trabajo ATC-PIARC (2023). ¿De qué hablamos cuando hablamos de evaluación de la evolución del cambio climático en carreteras? Revista RUTAS. N° 193. Asociación Técnica de Carreteras (ATC)
- [11] CEDEX (2021). Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España. Informe. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- [12] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020). Incorporating the Costs and Benefits of Adaptation Measures in Preparation for Extreme Weather Events and Climate Change Guidebook. Washington, DC: The National Academies Press
- [13] Alonso, M.L., Parra, L., Jiménez, F. & Crespo, L. (2022). Hacia una red de carreteras española más resiliente. PIARC. XVI Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia de la Carretera. Calgary
- [14] CEDEX (2018). Secciones de la red estatal de infraestructuras de transporte terrestre potencialmente más expuestas por razón de la variabilidad y cambio climáticos. Informe Final. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- [15] Collazos, F., Parra, L. & Alonso, M.L. (2022). Incremento de la resiliencia de las obras de tierra de las carreteras del estado en el norte de España. Lecciones aprendidas en el periodo 2011-2018. PIARC. XVI Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia de la Carretera. Calgary. ❖

**Premio a la mejor comunicación PRAGA 2023
en la categoría “Seguridad Vial”**

Sistema de gestión de carreteras en condiciones meteorológicas adversas: Niebla y viento



Road management system for adverse weather conditions: Fog and wind

Ana Blanco Bergareche

Subdirección de Gestión de la Movilidad y Tecnología, DGT

Ramiro Martínez Rodríguez

Subdirección de Gestión de la Movilidad y Tecnología, DGT

Laura Rey Ramos

Departamento de Gestión de la Movilidad, Antea Group

Gema Leiro García

Departamento de Gestión de la Movilidad, Antea Group

Gabriela Ruggiero Pelay

Departamento de Gestión de la Movilidad, Antea Group

La autovía del Cantábrico A-8 (en adelante A-8) en la zona del Alto del Fiuco, entre los km 545+500 y 549+500, presenta condiciones meteorológicas particulares con episodios de niebla densa combinados con fuertes vientos que dificultan la circulación, llegando, en ocasiones, a ser necesario su cierre y desvío de los vehículos a la carretera N-634, al no poderse garantizar las condiciones mínimas de seguridad para su uso.

Por ello desde la Dirección General de Tráfico (en adelante DGT), se han establecido unos protocolos para la gestión de la vía cuando existen condiciones meteorológicas adversas de niebla y viento, y se han instalado una serie de equipamientos ITS que han permitido realizar la gestión de las restricciones de una forma más eficaz y segura, aumentando también el número de horas que la autovía está en funcionamiento.

El sistema instalado permite el cierre y el desvío de los vehículos de manera automática, mediante el empleo de los siguientes dispositivos ITS: estaciones meteorológicas para la detección de los valores de visibilidad e intensidad y dirección del viento, Paneles de Mensaje Variable, fotorojos para controlar el cumplimiento de las restricciones y semáforos y balizas para informar al usuario. Además, se ha procedido a la instalación de balizas detectoras de presencia, que permiten una mayor seguridad en condiciones de niebla, avisando de la presencia de vehículos en la vía.

El presente artículo describe los protocolos aplicados, los sistemas de equipamiento instalado para cumplir con dichos protocolos y el efecto que estos sistemas han tenido en la operatividad y seguridad de este tramo afectado de la A-8.

The A-8 Cantabrian highway (hereinafter A-8) in the area of Alto del Fiuoco, between km 545+500 and 549+500, presents particular weather conditions with episodes of dense fog combined with strong winds that hinder circulation, sometimes making it necessary to close the highway and divert vehicles to the N-634 road, as it is not possible to guarantee the minimum safety conditions for its use.

For this reason, the Directorate General of Traffic (hereinafter DGT) has established protocols for the management of the road when there are adverse weather conditions of fog and wind, and has installed a series of ITS equipment that have allowed the management of restrictions in a more efficient and safer way, also increasing the number of hours that the highway is in operation.

The system installed allows the automatic closing and detouring of vehicles, using the following ITS devices: weather stations for the detection of visibility values and wind intensity and direction, Variable Message Signs, photo eyes to control compliance with restrictions and traffic lights and beacons to inform the user. In addition, presence detector beacons have been installed, which allow greater safety in foggy conditions, warning of the presence of vehicles on the road.

This article describes the protocols applied, the equipment systems installed to comply with these protocols and the effect that these systems have had on the operability and safety of this affected section of the A-8.

1. Descripción

La A-8 es una vía de dos carriles por sentido que discurre prácticamente paralela a la costa del Mar Cantábrico conectando las Comunidades Autónomas del País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia. La A-8, con una longitud total aproximada de 486 km, comienza en Bilbao, en el enlace de la AP-8 con la AP-68, y finaliza en Baamonde (Provincia de Lugo) donde se une con la autovía A-6.

En febrero de 2014 se inauguraron los tramos Mondoñedo-Lindín y Lindín-Careira de la A-8, que pasan por los municipios de Lourenzán, Mondoñedo, Abadín y Pastoriza. Ambos

tramos comprenden una longitud de 15,9 km y discurren al sureste de la antigua carretera nacional N-634. La infraestructura cuenta con 2 calzadas, cada una de ellas con 2 carriles de 3,5 m de anchura, arcenes exteriores de 2,5 m e interiores de 1,0 m, separadas por una mediana de entre 2,0 y 6,0 m de anchura dependiendo del tramo.

Estos tramos de autovía han requerido importantes y complejas obras de ingeniería, ya que discurren por terrenos accidentados y geotécnicamente muy complicados. Por ello, se han realizado importantes desmontes, obras de drenaje superficial y profundo, muros de conten-

ción en los tramos de media ladera y un gran número de estructuras de diversa tipología. Entre ellas destaca el viaducto de O Fiuoco.

El tramo de ejecución de este estudio en la sección de la A-8 es el correspondiente al Alto de O Fiuoco, que está comprendido entre los PK 545+500 y 549+500, discurre a 700 m de altitud y presenta dos problemas principales: el viento y la falta de visibilidad debido a la niebla.

Desde su puesta en servicio en febrero de 2014, se han producido numerosos episodios de niebla intensa que han provocado importantes colisiones múltiples. El 26 de julio



Figura 1. Trazado de la Autovía del Cantábrico (A-8). Fuente: Wikipedia maps

LEYENDA PROTOCOLO VIENTO

- Velocidad viento > 130km/h RESTRICCIÓN: autovía cortada
- Velocidad viento > 80km/h RESTRICCIÓN: velocidad limitada a 60km/h
- Velocidad viento > 50km/h RESTRICCIÓN: velocidad limitada a 80km/h
- Velocidad viento > 30km/h RECOMENDACIÓN: Con viento modere la velocidad



Figura 2. Protocolo en presencia de Viento

LEYENDA PROTOCOLO NIEBLA

- Visibilidad < 30m RESTRICCIÓN: autovía cortada
- Visibilidad >= 30m y < 75m RESTRICCIÓN: velocidad limitada a 60km/h
- Visibilidad >= 75m y < 150m RESTRICCIÓN: velocidad limitada a 80km/h
- Visibilidad >= 150m y < 250m RECOMENDACIÓN: Con niebla modere la velocidad



Figura 3. Protocolo en presencia de Niebla

de 2014 se produjo la colisión múltiple más grave, en la que se vieron implicados un total de 39 turismos y camiones y que se saldó con 1 persona fallecida y más de 40 heridos de diversa gravedad. A partir de ese momento, se pusieron en marcha medidas específicas para mitigar los efectos de la niebla en este tramo de la A-8, y que se describen en el presente artículo.

2. Objetivos

Los objetivos principales la iniciativa se enumeran a continuación:

- Proporcionar un marco coordinado de actuación ante una situación de tráfico condicionada por situaciones meteorológicas adversas.
- Informar a los usuarios de la carretera sobre las condiciones meteorológicas en la vía y el necesario ajuste de velocidad o desvío por itinerario alternativo.

- Contribuir a la seguridad vial en situaciones meteorológicas adversas asociadas a niebla y vientos intensos.
- Contribuir a una gestión óptima del tráfico: la información sobre episodios meteorológicos adversos en las carreteras permite a los Centros de Gestión de Tráfico tomar decisiones de forma rápida y eficaz.

3. Retos técnicos

3.1. Definición de protocolos

A partir de los registros meteorológicos de la distancia de visibilidad en presencia de niebla y de la intensidad y dirección del viento en la zona, se definieron protocolos de actuación en este tramo de autovía para adecuar la velocidad de los vehículos en función de las condiciones meteorológicas del momento.

Los protocolos de actuación por niebla y por viento, descritos a continuación, establecen cuatro niveles que, siguiendo el código de colores de los semáforos, van aumentando las restricciones a medida que empeoran las condiciones en la vía.

3.1.1 Protocolo en presencia de viento

En el proceso de elaboración del protocolo de actuación en caso de viento, se complementó el análisis de los registros meteorológicos de la zona, con un exhaustivo benchmarking para determinar en función de casos de éxito los umbrales a implementar. [2-6]

El protocolo de viento cuenta con un primer nivel (nivel verde) de recomendación de moderación de la velocidad de circulación cuando la velocidad del viento supere los 30km/h, y dos niveles de limitación de la velocidad de circulación a 80km/h (nivel amarillo), si la velocidad del viento



Figura 4. Desvío manual mediante señalización física de carriles en la A-8



Figura 5. Desvío manual mediante señalización física en acceso a A-8.

supera los 50km/h, y velocidad limitada a 60km/h (nivel rojo), si la velocidad del viento supera los 80km/h. El cuarto nivel se corresponde al cierre de la autovía cuando la velocidad del viento supera los 130 km/h.

3.1.2 Protocolo en presencia de niebla

Para la definición del protocolo de actuación en caso de niebla, en un primer momento, además del análisis de la visibilidad en la zona, se tuvo en cuenta lo indicado en la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras («BOE» de 2 de febrero de 2000)[1] en relación con la visibilidad y la distancia de frenado, obteniendo así, el valor de visibilidad de 40 metros para el cierre de la autovía.

Posteriormente, con la instalación de las balizas detectoras de presencia, descritas en el apartado 3.3, y la consecuente mejora en las condiciones de circulación, se ajustó el umbral de cierre de la autovía a una visibilidad menor de 30 metros.

Por lo tanto, el protocolo de niebla actual, al igual que el de viento, cuenta con cuatro niveles: uno de recomendación y tres de restricción. El primer nivel (verde) es de aplicación cuando la distancia de visibilidad está entre 150 y 250 metros, en el cual se recomienda moderar la velocidad de circulación y se recuerda la obligatoriedad del uso de las luces de cruce en condiciones de visibilidad reducida. En el segundo nivel (amarillo), con una visibilidad entre 75 y 150 metros, el límite de velocidad se restringe a 80 km/h. En el tercer nivel (rojo), con la distancia de visibilidad entre 30 y 75 metros, la velocidad se limita a 60 km/h y, por último, cuando la visibilidad es inferior a 30 metros (negro), se cierra la autopista y se activa el desvío automatizado de los vehículos por un itinerario alternativo.

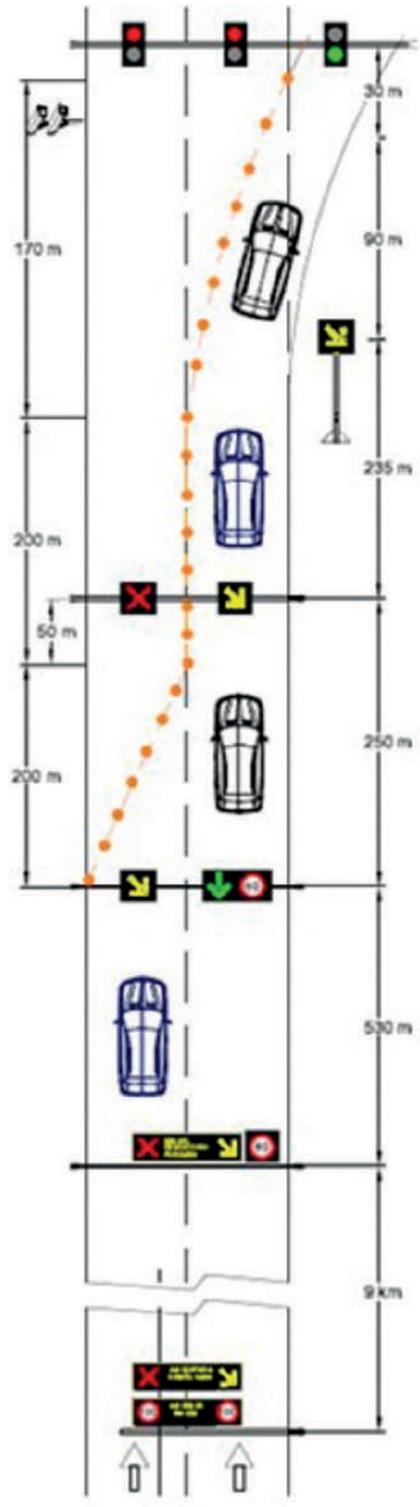


Figura 6. Detalle del esquema del equipamiento instalado en el tramo afectado de la A-8 y su funcionamiento

3.2. Desvío automatizado y protocolo en presencia de niebla y viento

Inicialmente el desvío por presencia de niebla/viento se realizaba de forma manual, de manera que

cada activación de desvío se notificaba al Centro de Control de túneles de Piedrafita que a su vez notificaba al Mantenimiento integral de la zona de Mondoñedo (Lugo) dependiente del Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana,

el cual se encargaba de señalar y hacer efectivo el desvío. Este procedimiento, además de suponer tiempos considerables entre comunicaciones y coordinación de efectivos, aumentaba también las situaciones de riesgo, al tener agentes dispuestos en la calzada encargados de señalar y al permitir el paso de vehículos en situación de niebla mientras se hacía efectivo el desvío.

Las características de la niebla que se concentra en este entorno, capaz de reducir muy rápidamente la distancia de visibilidad, cubriendo todo el tramo de autovía en menos de un minuto, hacen necesario un sistema ágil que permita aplicar el cierre de la autovía cuando es necesario.

El desvío automatizado, por tanto, se plantea para facilitar la metodología existente, eliminando la necesidad de disponer de agentes en la carretera, con la consecuente reducción de riesgos laborales y reduciendo el tiempo necesario para la coordinación entre los distintos organismos implicados.

Además, con este sistema automatizado se busca la reducción del tiempo desde que es necesario realizar el desvío o la apertura de la vía hasta que ésta se hace efectiva, garantizando la seguridad de los usuarios y mejorando la gestión de la explotación de la vía.

La actual metodología de desvío propone aplicar las nuevas tecnologías para enviar/recibir información sobre el estado de la carretera, los vehículos infractores y las rutas alternativas en tiempo real. Para ello se instalan en la zona diversos equipos ITS como Paneles de Mensaje Variable, balizas, cámaras de vigilancia (CCTV) y señalización luminosa.

En esta nueva metodología el desvío se establece automática-

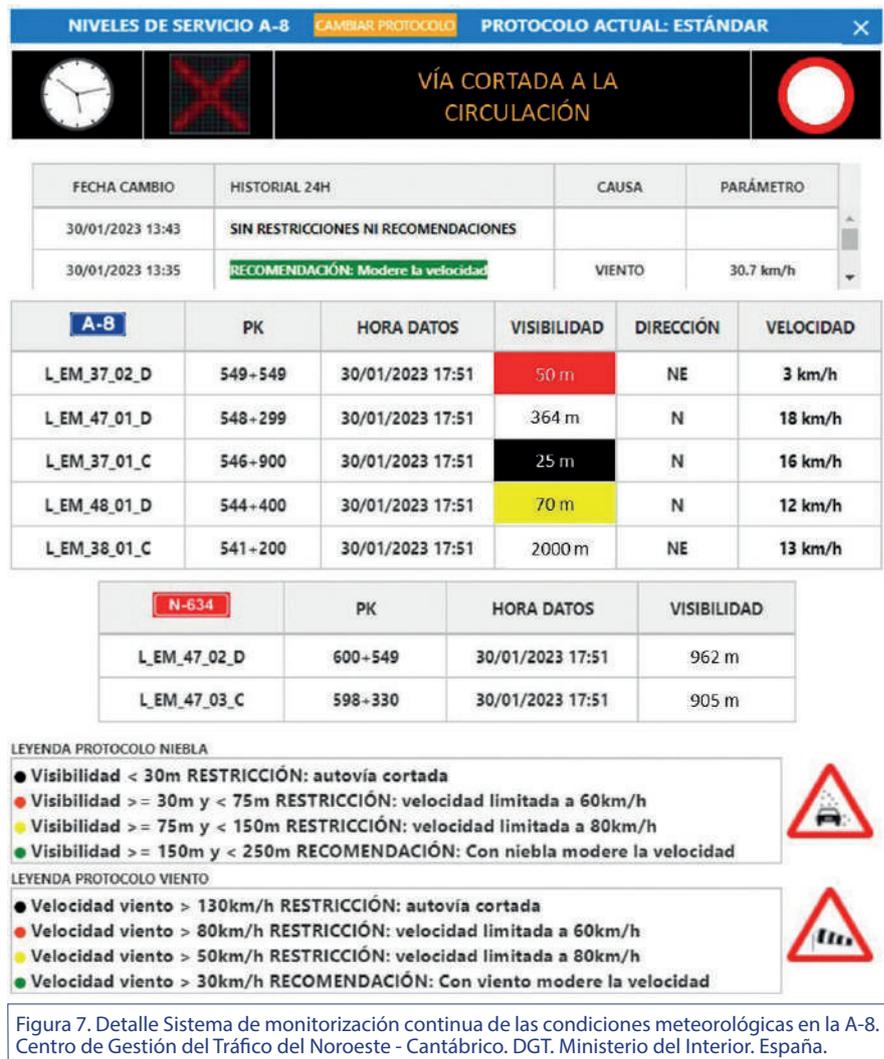


Figura 7. Detalle Sistema de monitorización continua de las condiciones meteorológicas en la A-8. Centro de Gestión del Tráfico del Noroeste - Cantábrico. DGT. Ministerio del Interior. España.

mente desde el Centro de Gestión de Tráfico Noroeste – Cantábrico y los pasos a seguir se resumen a continuación:

- Detección: a partir de los valores de los parámetros de visibilidad y viento recibidos de los dispositivos instalados en la vía (estaciones meteorológicas y CCTV) se evalúa el nivel de visibilidad en el Centro de Gestión de Tráfico Noroeste - Cantábrico y se detecta cuando la visibilidad en el tramo es inferior a 30 metros o la velocidad del viento es superior a 130 km/h y por lo tanto es necesario cerrar la vía y desviar a los vehículos. Esto es monitorizado de manera continua a través de una herramienta informática que contiene el protocolo de

señalización e informa en tiempo real de la situación en el tramo.

- Señalización de paneles: Una vez detectada la baja visibilidad o velocidades de viento elevadas, se señala desde el Centro de Gestión del Tráfico del Noroeste – Cantábrico las limitaciones de velocidad correspondientes, o el cierre de la vía y el desvío a la N-634. Los avisos correspondientes a los conductores se muestran en los Paneles de Mensajería Variable (PMVs) instalados al principio y al final del tramo. Además, se encienden las balizas luminosas instaladas en el pavimento para dirigir a los vehículos, como se muestra en las figuras siguientes.



Figura 8. Panel de Mensaje Variable y balizas en el pavimento. Autovía A-8. Alto del Fiouco (Lugo). España



Figura 9. Panel de mensaje variable y semáforos con fotorrojo. Autovía A-8. Alto del Fiouco (Lugo). España

- Control: Adicionalmente, para controlar que los vehículos respetan las restricciones de velocidad, se han instalado dos radares así como semáforos dotados de fotorrojo en los puntos de desvío de la autovía.

plantado un sistema de balizas de detección de presencia de vehículos en condiciones de baja visibilidad. De forma similar a la cantonización de las vías de ferrocarril, las balizas se instalan en ambos márgenes de la carretera, a 50 metros de distancia entre sí, y su función es advertir a los conductores de la presencia de otros vehículos en la vía en condiciones de baja visibilidad, para que puedan adaptar su velocidad y mantener la distancia con otros vehículos.

El sistema de balizas para la detección de vehículos en condiciones de baja visibilidad ya se ha puesto en funcionamiento en el tramo de O Fiouco a lo largo de una longitud de 4,28 km. Las siguientes imágenes muestran su funcionamiento. En presencia de niebla densa, con visibilidad menor a 150 metros (nivel amarillo), se activan las luces ámbar inferiores de todas las balizas instaladas en el tramo para alertar a los vehículos de la situación. A

3.3. Balizas complementarias al desvío automatizado

Como método complementario al desvío automatizado, se ha im-



Figura 10. Esquema de funcionamientos de balizas detectoras en condiciones de baja visibilidad. Autovía A-8. Alto del Fiouco (Lugo). España



Figura 11. Balizas detectoras en condiciones de baja visibilidad. Autovía A-8. Alto de O Fiouco (Lugo)

continuación, en cuanto un vehículo entra en esta zona, se enciende la luz roja superior de las balizas más próximas al vehículo en ambos márgenes para avisar al vehículo que le sigue de que hay otro vehículo circulando por ese tramo. A medida que el vehículo avanza por el tramo se van encendiendo las siguientes balizas, y apagándose aquellas que se encuentran a 100 metros de este. De esta forma, cada vehículo lleva dos balizas encendidas por detrás, alertando a los usuarios que circulan por la vía que, en los próximos 100 metros, hay otro vehículo circulando por delante y que deben adaptar su velocidad y mantener la distancia.

Para informar a los conductores del significado de estas balizas, con el fin de que procedan con precaución en lugar de detenerse ante una señal roja, se han instalado señales verticales explicativas del sistema al principio del tramo.

4. Retos no técnicos

Uno de los principales obstáculos o barreras en este caso fue precisamente la definición de un protocolo de actuación ante una situación novedosa para la que no existían precedentes a nivel nacional.

Cabe señalar que otra de las principales barreras a superar fue el cambio de comportamiento de los conductores al transitar por esta zona. Aunque el número de infractores que obvian e incumplen el desvío es muy bajo, en este tramo ya existe una singularidad especial en cuanto a niebla y viento, y no todos los conductores están acostumbrados a conducir en estas condiciones adversas. Esta singularidad se refiere al hecho de que la niebla cubre completamente este tramo en menos de un minuto, por lo que los



Figura 12. Señal vertical ubicada al inicio del tramo. Alto de O Fiouco (Lugo). España

conductores tienen que reaccionar con rapidez.

5. Evaluación

5.1. Análisis Eficiencia Y Efectividad

5.1.1 Análisis de la eficiencia del desvío automático vs el desvío manual

Como se ha indicado anteriormente, la situación meteorológica en la zona es muy variable de un momento a otro (la niebla aparece y desaparece en cuestión de minutos), por lo que este factor, sumado a que el cierre de la autovía se realizaba de forma manual mediante elementos tradicionales de señalización y balizamiento, suponía que la autovía permaneciera cerrada un porcentaje de horas muy superior a las de visibilidad registrada por debajo de los 40 metros, generando una baja eficiencia en el uso de la vía, en torno al 40%.

Desde la puesta en marcha del desvío automatizado en diciembre de 2016 hasta la implantación del nuevo protocolo por niebla el 25 de

enero de 2022, se han registrado en ese tramo un total de 2.313 horas con visibilidad inferior a 40 metros. Esto hubiera supuesto 5.302 horas de cierre de la autovía con la metodología de desvío manual, mientras que con el desvío automatizado esta cifra se redujo a 3.405 horas de desvío efectivo, lo que supone un total de 1.897 horas de “ahorro” (equivalentes a 79 días) en las que la autovía ha podido estar abierta al tráfico.

5.1.2 Análisis de la eficiencia del nuevo protocolo con balizas detectoras de presencia

Con la puesta en funcionamiento del sistema con balizas el 26 de enero de 2022, se han contabilizado hasta el 31 de diciembre de 2022, 42 horas de visibilidad inferior a 30 metros lo que ha supuesto unas 78 horas de desvío, en comparación con las 314 horas contabilizadas con visibilidad inferior a 40 metros que hubiera ocasionado el cierre de la autovía durante 462 horas según el protocolo anterior. Esto supone 384 horas (equivalentes a 16 días) en las cuales la autovía ha permanecido abierta a la circulación.

5.1.3 Análisis de Operación y efectividad de los desvíos

Desde el punto de vista del funcionamiento y efectividad del desvío, desde el 15 de diciembre de 2016 hasta el 31 de diciembre de 2022, se ha detectado que el 0,8% del total de vehículos que circulan por el tramo continúan por la autovía a pesar del cierre, lo que supone un 99,20% de cumplimiento de la señalización.

A la vista de estos resultados, la nueva metodología de desvíos ha tenido un efecto significativo en la mejora de la eficiencia de la explotación del tráfico y en el aumento del número de horas de funcionamiento de la autovía. Este efecto es aún mayor gracias al empleo de las nuevas balizas detectoras, que han permitido reducir el valor del límite de visibilidad a 30 metros, a partir del cual se realiza el desvío.

5.2. Seguridad vial

Desde el punto de vista de la seguridad vial, el desvío automatizado ha evitado la presencia física de personal en la autopista para la instalación y retirada manual de la señalización vertical y conos cada vez que era necesario cerrar la autovía, por lo que es un riesgo que se ha eliminado.

Asimismo, cabe destacar que, desde la implantación del sistema en diciembre de 2016 hasta la fecha, se han registrado un total de dos accidentes con condiciones de niebla: uno por alcance con dos heridos leves, y otro por atropello animal sin heridos. No se ha registrado ningún accidente con víctimas mortales o heridos graves.

5.3. Lecciones aprendidas

La principal lección aprendida es la importancia vital de una detección y comunicación eficaces. En un primer momento, el proceso de cierre de la vía de forma manual suponía un mayor tiempo, coste y riesgo en la vía. Sin embargo, la instalación del equipamiento adecuado ha permitido una comunicación más directa con los usuarios de la vía, reduciendo tiempos y aumentando eficacia y seguridad.

Por tanto, es fundamental en la gestión vial contar con información precisa en tiempo real que permita tomar las decisiones adecuadas en el momento oportuno.

Este sistema, además, ha permitido comprobar que, en ocasiones, la combinación de varias estrategias o soluciones ya existentes en el mercado es la mejor forma de encontrar la solución adecuada.

5.4. Coste

El coste de la instalación de los elementos del desvío automático formaba parte de las mejoras del equipamiento ITS de la zona.

El coste de la instalación de las balizas detectoras formaba parte de las mejoras del mantenimiento de la zona. El proyecto de instalación de las balizas detectoras entre el PK 545+400 al PK 549+680 ha tenido un coste de 873.127,15€ en total.

6. Futuro

El buen funcionamiento del sistema, y su demostrada efectividad hace probable su empleo en otras carreteras con problemáticas similares.

En un futuro, con el avance de la tecnología de comunicación entre el vehículo y la carretera será posible el envío de la información sobre las restricciones de la vía directamente a los vehículos que circulen en la zona, como un método complementario a la comunicación al usuario por medio de los PMV.

7. Referencias

- [1] ORDEN de 27 de diciembre de 1999 por la que se aprueba la Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- [2] "Estudio de la estabilidad del tráfico en puentes de carretera. Influencia del viento lateral". Tesis doctoral. Javier Oliva Quecedo. ETSICCP, UPM. Madrid 2011.
- [3] Protocol for operating the A282 DartfordThurrock River Crossing during periods of strong winds". Highways Agency Protocol.
- [4] Traffic restrictions due to wind on the Ferhmarbelt Bridge". Memorandum. FemerBælt. June 2005.
- [5] [Página web de funcionamiento de distintos puentes en EEUU y Canadá]. <http://www.cbtt.com/travel-information/weather/>; http://www.mdt.maryland.gov/Emergency/Emergency_Info.html; <http://www.confederationbridge.com/travel/restrictions.html>
- [6] [Página web de funcionamiento de distintos puentes en UK]. <https://www.severnbridge.co.uk/Home.aspx?>. ❖

**Premio al mejor informe nacional PRAGA 2023
en la categoría “Movilidad y Equidad”**

España – Informe Nacional

Sesión de Orientación Estratégica ST 2



María del Carmen Picón Cabrera

*Subdelegación del Gobierno en la Sociedades
Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje*

Javier de las Heras Molina

Dirección General de Carreteras

El Gobierno de España ha aprobado en 2021 la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, que guiará las políticas españolas de movilidad, infraestructuras y transportes en los próximos diez años.

La Estrategia de Movilidad quiere afrontar los retos actuales y futuros, como la descarbonización, la resiliencia al cambio climático, la digitalización o los cambios en la demanda, entendiendo la movilidad como un derecho, un elemento de cohesión social y de crecimiento económico. Se sustenta en tres pilares: la seguridad, la sostenibilidad y la conectividad.

Algunas medidas incluidas en la Estrategia requieren un desarrollo legislativo, por lo que se está tramitando la Ley de Movilidad Sostenible, para su aprobación en 2023. Además, y en un contexto internacional marcado en los últimos años por la pandemia por la Covid-19, los cortes en las cadenas logísticas internacionales y los incrementos en los precios de la energía, se han desarrollado otras medidas con el objetivo de mejorar la movilidad en España como los planes de impulso al transporte público urbano y el de transporte de mercancías o el proceso de compra pública innovadora dentro de la Dirección General de Carreteras.

The Government of Spain has approved in 2021 the Safe, Sustainable and Connected Mobility Strategy 2030, which will guide Spanish mobility, infrastructure and transport policies over the next ten years.

The Mobility Strategy aims to address current and future challenges, such as decarbonization, resilience to climate change, digitalization or changes in demand, understanding mobility as a right, an element of social cohesion and economic growth. It is based on three pillars: safety, sustainability and connectivity.

Some measures included in the Strategy require legislative development, which is why the Sustainable Mobility Law is being processed for approval in 2023. In addition, and in an international context marked in recent years by the Covid-19 pandemic, cuts in international logistics chains and increases in energy prices, other measures have been developed with the aim of improving mobility in Spain, such as plans to promote urban public transport and freight transport, or the innovative public procurement process within the General Directorate of Roads.

1. Introducción

España cuenta con una amplia red de infraestructuras que permiten y facilitan la accesibilidad de sus ciudadanos y visitantes a sus lugares de destino. En lo que al transporte terrestre se refiere, el 92,98% del transporte de viajeros se realiza por carretera y el 7,02% por ferrocarril (datos de 2019, para evitar la posible distorsión generada por la pandemia del Covid), mientras que en el transporte de mercancías el reparto es aún más mayor para la carretera, con un 98,55%, siendo la cuota del ferrocarril del 1,45%. Para ello, España dispone de una extensa red de carreteras, de 165.443 km de longitud, lo que representa una densidad de 332,243 km de vía por cada 1.000 km². La infraestructura ferroviaria es aproximadamente la décima parte, con una densidad de 31.359 Km por cada 1.000 km². Por tanto, la movilidad interna se realiza principalmente mediante el modo viario.

De acuerdo con la administración territorial y administrativa de España, existen diferentes redes de carreteras atendiendo a su titularidad y la función que realizan en el sistema de transporte. Así, existe una Red de Carreteras del Estado, con una longitud de 26.466 km gestionada por la Administración General del Estado por medio del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; una red regional de 71.205 km, competencia de las Comunidades Autónomas (17 en total) y una red local, con más de 67.772 km, gestionada por las Diputaciones Provinciales (50 provincias, con más de 8.000 municipios).

Por tanto, las medidas que se adoptan en el ámbito de la movilidad deben ser acordes a la coexistencia de diferentes niveles de administración -nacional, regional y local- con competencia en el sistema de transporte. Sin olvidar que, además, de-

ben ser acordes a los desarrollos en esta materia en la esfera internacional, y, en concreto, a la pertenencia a la Unión Europea.

Por otra parte, la sociedad demanda cada vez más, modos y medios de transporte más seguros, eficientes y respetuosos con el medio ambiente. Y todo ello en un entorno de hábitos sociales cambiante y, en consecuencia, de cambios en la demanda de movilidad y transporte asociada a dichos hábitos.

Cambios que han sufrido una aceleración inesperada con motivo de la pandemia del Covid-19: cambios en la demanda (teletrabajo, comercio electrónico, etc.); impulso a la micromovilidad (bicicleta, vehículos de movilidad personal, etc.), o una mayor concienciación ambiental y de la salud, entre otros.

Además, la creciente urbanización genera retos añadidos, como la sostenibilidad de la movilidad urbana y metropolitana, sin olvidar que, a la vez, se deben adoptar medidas para combatir la despoblación en el mundo rural.

Por último, existen otros factores a considerar, como el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, para lo que la política de movilidad puede jugar un papel decisivo; o la transformación digital, que supone una "revolución disruptiva" en el transporte desde el punto de vista humano, social y tecnológico.

En España, el transporte es responsable del 27% de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que urge avanzar en la descarbonización del sector, por encima del 25% que significa en el conjunto de la Unión Europea.

Las administraciones responsables de gestionar y regular la actividad de la movilidad y el transporte de mercancías deben ser capaces

de dar respuesta a todas estas necesidades y retos.

Con este objetivo, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España ha desarrollado la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, que guiará las políticas españolas de movilidad, infraestructuras y transportes en los próximos años. Esta estrategia fue aprobada por el Gobierno de España en 2021.

En desarrollo de dicha Estrategia se han puesto en marcha numerosas iniciativas, entre las que destaca el Proyecto de Ley de Movilidad Sostenible, aprobado por el Gobierno en diciembre de 2022 y remitido al Parlamento para su aprobación en 2023.

2. La estrategia de movilidad segura, sostenible y conectada

La movilidad es un derecho de los ciudadanos y un elemento de cohesión social y de crecimiento económico. Los responsables en la materia deben proporcionar soluciones de movilidad sostenibles, seguras, accesibles y razonables en coste para todos los ciudadanos y en todos los territorios.

El Gobierno de España, a propuesta del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, ha aprobado en diciembre de 2021 la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, que guiará las políticas españolas de movilidad, infraestructuras y transportes en los próximos diez años.

El objetivo de la Estrategia de Movilidad 2030 es dar respuesta a los retos en movilidad y transporte que plantea la próxima década. Estos retos vienen marcados por cambios en el contexto global, como la necesidad de descarbonizar la economía

y dar respuesta al cambio climático, la irrupción -muchas veces disruptiva- de nuevas tecnologías y los desafíos producidos por la concentración cada vez de mayor población en grandes ciudades. Pero también por la necesidad de adaptar la actividad del Ministerio de Transportes a la realidad de España: ya no es un país marcado por un fuerte déficit de infraestructuras como hace 40 años, sino un país puntero en su dotación de infraestructuras. Esta situación requiere que, desde las administraciones encargadas de la provisión de infraestructuras, entre ellas la Dirección General de Carreteras, se prioricen aquellas inversiones que optimicen su uso y supongan un mayor beneficio social, como lo son, por ejemplo, el adecuado mantenimiento y conservación, las soluciones de movilidad cotidiana, la digitalización, la intermodalidad o la seguridad.

La Estrategia de Movilidad quiere afrontar estos nuevos retos. Entendiendo la movilidad como un derecho, un elemento de cohesión social y de crecimiento económico, pretende dar soluciones a los problemas reales de movilidad de los ciudadanos, así como garantizar un sistema de transportes y logística eficiente, sostenible y resiliente -en el que la carretera debe jugar un papel protagonista-, cuya importancia se ha puesto especialmente de manifiesto durante la pandemia del COVID-19.

La Estrategia de Movilidad se sustenta en tres pilares o principios básicos:

- Seguridad:
 - o Garantizando una mayor protección de personas y bienes, mejorando los estándares y reduciendo la siniestralidad.
 - o Engloba la seguridad de las infraestructuras, seguridad operacional, seguridad en casos de emergencia y crisis,

seguridad contra actos ilícitos y ciberseguridad, y la resiliencia climática.

- Sostenibilidad en lo social, en lo económico y en lo medioambiental:
 - o Priorizando 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.
 - o Fomenta los modos limpios, la economía circular, la resiliencia climática y la movilidad universal.
- Conectividad:
 - o Abarcando tres vertientes,
 - 1) la digitalización y el avance tecnológico, gran oportunidad para la transformación del sector transporte;
 - 2) la Conectividad con Europa y el resto del mundo;
 - 3) la conectividad multimodal, generando sinergias entre modos de transporte, en la que la carretera siempre va a estar presente.

La Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada se desarrolla a través de 9 ejes estratégicos, que se componen de 41 líneas de actuación con más de 150 medidas concretas.

Sin ánimo de ser exhaustivo, se describen brevemente a continuación algunas de las líneas de actuación y de las medidas de la Estrategia de Movilidad que se están desarrollando y que merecen ser mencionadas en este Informe Nacional, por su relación con los términos

de referencia que se incluyen en el Plan Estratégico de PIARC 2020-2023, o con los que probablemente serán incluidos en el próximo Plan Estratégico actualmente en elaboración y discusión.

EJE 1 MOVILIDAD PARA TODOS

- Planificación de la Movilidad Sostenible
 - o Elaboración del Documento de Orientaciones para la Movilidad Sostenible (DOMOS)
 - o Recomendaciones para los estudios de movilidad y su consideración en los planes urbanísticos.
 - o Fomento de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible y su integración con el planeamiento
- Fortalecimiento de alternativas al coche privado en la movilidad urbana y metropolitana
 - o Impulso a los Planes de Empresa de Transporte Sostenible al Trabajo
 - o Intermodalidad y multimodalidad en entornos urbanos. Micromovilidad
 - o Fomento de la movilidad peatonal
 - o Implantación de la Estrategia Estatal por la Bicicleta
 - o Impulso de la movilidad compartida
 - o Soluciones de acceso a las grandes ciudades
 - o Pautas para la convivencia ordenada del sector del taxi y de los VTC.
- Movilidad en el ámbito rural
 - o Mesa de Movilidad Rural

- o Establecimiento de un sistema de indicadores de calidad de la movilidad en el ámbito rural
- Obligaciones de Servicio Público (OSP) estatales
 - o Nuevo mapa concesional de los servicios de transporte público interurbano regular de viajeros por carretera
- Accesibilidad Universal
 - o Análisis de mecanismos de financiación para la implantación de asistentes de movilidad en Estaciones de autobuses interurbanos
 - o Movilidad para todas las personas

EJE 2 NUEVAS POLÍTICAS INVERSORAS

- Nuevos Criterios de Priorización de Inversiones
 - o Nueva guía para la elaboración de estudios de rentabilidad de infraestructuras de transporte
 - o Implantación de análisis expost de las infraestructuras de transporte
 - o Establecimiento de criterios de inversión y de priorización de inversiones en la Ley de Movilidad Sostenible
- Planificación y Gestión de la red Viaria Estatal
 - o Estudio del modelo de gestión y financiación de la red viaria
 - o Desarrollo de una planificación estratégica de carreteras
- Financiación del transporte público colectivo urbano
 - o Financiación del transporte público colectivo urbano



- Transparencia y Participación
 - o Plataforma digital de información de la red de transporte de interés general
 - o Mejora de la participación pública en la elaboración de planes y proyectos de infraestructura y servicios de transporte

EJE 4 MOVILIDAD DE BAJAS EMISIONES

- Estímulo de Fuentes de Energía Alternativas y Sostenibles
 - o Impulso de la infraestructura para la recarga del vehículo eléctrico
 - o Impulso de la infraestructura pública para el repostaje del vehículo de hidrógeno
 - o Impulso de la I+D+i para el uso de fuentes de energía alternativas en el transporte
- Estímulo de Medios de Transporte de Bajas Emisiones
 - o Contratación pública ecológica de vehículos y servicios de transporte por carretera

- o Incentivos para la renovación del parque de vehículos de transporte por carretera

EJE 5 MOVILIDAD INTELIGENTE

- Facilitación de la Movilidad como Servicio, Datos Abiertos y Nuevas Tecnologías para el Análisis y Optimización de la Movilidad
 - o Impulsar la publicación de datos abiertos de movilidad y el desarrollo de aplicaciones de movilidad
 - o Análisis de flujos de movilidad a nivel nacional y creación del modelo nacional de transporte
 - o Impulsar soluciones abiertas e interoperables de ticketing y pago
 - o Impulsar la creación de un Espacio de Datos Integrado de Movilidad
- Gestión Inteligente de Infraestructuras, Terminales y Estaciones
 - o Implantar sistemas de gestión inteligente de carriles en los entornos de grandes ciudades

- o Desarrollar herramientas para mejorar la experiencia del usuario y la accesibilidad de las terminales. Desarrollo de estaciones inteligentes
- o Impulsar soluciones de viaje sin barreras
- Automatización del transporte y la logística. Impulso a vehículos conectados y autónomos y a la utilización de Galileo en movilidad
- o Promover una categorización de las carreteras
- o Avanzar en la introducción de ITS (sistemas inteligentes de transporte) para la conservación de las carreteras y gestión de la vialidad
- o Elaboración de cartografías actualizadas y precisas
- o Impulsar el vehículo automatizado en el sistema de transportes
- Fomento de la Investigación, Desarrollo e Innovación en Movilidad
- o Promover acciones de impulso a startups y desarrollos innovadores en materia de movilidad
- o Colaboración con Universidad e Industria para el fomento de la I+D+i en movilidad
- o Compra pública innovadora en infraestructuras y transporte
- o Impulsar la difusión de nuevas tecnologías e innovaciones aplicadas a la movilidad y fomentar la aceptación de las nuevas tecnologías
- o Creación de un sandbox regulatorio

EJE 6 CADENAS LOGÍSTICAS INTERMODALES E INTELIGENTES

- Impulso de una política de intermodalidad
 - o Creación de un catálogo de nodos logísticos e intermodales en España
 - o Apoyo al desarrollo de nodos logísticos de importancia estratégica
- Transporte por carretera y Distribución Urbana de Mercancías
 - o Plan de Impulso a la Sostenibilidad del Transporte de Mercancías por Carretera
 - o Apoyo y facilitación en relación con la normativa sobre distribución de último kilómetro y distribución urbana de mercancías (DUM)

EJE 8 ASPECTOS SOCIALES Y LABORALES

- Concienciación y sensibilización
 - o Campaña de concienciación y sensibilización en movilidad segura, sostenible y conectada para distintos colectivos
- Formación en el Sector del Transporte y la Movilidad
 - o Grupo de trabajo para la identificación de perfiles profesionales requeridos por el sector del transporte e implantación de las titulaciones requeridas
 - o Difusión de las oportunidades laborales en el ámbito del transporte

- Condiciones de Trabajo en el Ámbito del Transporte
 - o Grupo de trabajo para abordar las realidades del sector por modos de transporte
 - o Premios a mejores prácticas en contratación y gestión de personas
- La Mujer en el Sector del Transporte y la Movilidad
 - o Premio/categoría “Matilde Ucelay” a la mejor iniciativa empresarial para la igualdad de género en el ámbito del transporte y a las mejores prácticas en empresas
 - o Iniciativas de las entidades del MITMA y apoyo del Ministerio a las iniciativas de organismos y empresas privadas

De entre los 9 ejes en los que se desarrolla la Estrategia, la movilidad y la equidad se recogen en los ejes 1 “Movilidad para todos”, 2 “Nuevas políticas inversoras”, y 8 “Aspectos sociales y laborales”.

El EJE 1 se centra en proporcionar soluciones de movilidad pública accesibles y asequibles para todos los ciudadanos y en todos los territorios, incidiendo en la movilidad cotidiana y la movilidad inclusiva. Para ello, se trabajará para fomentar una planificación más coordinada entre todas las administraciones competentes y se velará por la integración de la movilidad en la planificación urbanística; se propondrán medidas que fortalezcan las alternativas al coche privado en la movilidad urbana mediante el fomento de medios saludables o la optimización de los medios de transporte colectivos y compartidos; se revisarán las obligaciones de servicio público (OSP) aplicando criterios de coordinación e intermodalidad; se apostará por una accesibilidad universal a las infraestructuras y los servicios de transpor-

te; y se avanzará hacia una liberalización del transporte ferroviario de viajeros respetuosa con los derechos de los viajeros y con una adecuada convivencia de los sectores privado y público.

La necesaria transición desde la política de inversión en infraestructuras a una política de inversión en movilidad supone definir nuevos criterios de priorización de inversiones para obtener los mayores retornos sociales. La planificación y gestión estratégica de la red viaria y ferroviaria tienen especial relevancia en el EJE 2 que, con respecto a la primera plantea el debate en torno a los modelos de gestión y financiación de las carreteras estatales. Igualmente, resulta necesario promover una fiscalidad verde de todos los modos de transporte. Por último, se requiere la modernización de los mecanismos de participación de todos los agentes afectados, así como la mejora de la transparencia.

El cambio de paradigma de la movilidad tiene diversos alcances aún por conocer y comprender. El EJE 8 aborda la mitigación de los impactos negativos que pueden tener estos cambios sobre la sociedad y la economía. Profundizando en las materias laborales y sociales del sector, incluyendo el papel de la mujer en el sector transporte y mejorando la formación de los profesionales, con el desarrollo normativo necesario y la concienciación de todos los agentes, se pretende lograr una transición justa en todos los sectores productivos y avanzar hacia un entorno y un mercado laboral más igualitario.

En los últimos años, desde la Dirección General de Carreteras y el resto de las administraciones de carreteras y de gestión del tráfico de España se ha trabajado en alcanzar una mayor integración de la carretera en el sistema de movilidad español, así como en el aumento de la equi-



dad, tanto social como territorial de la carretera.

Con la Estrategia de Movilidad se seguirá potenciando el uso eficiente de los recursos públicos, para que la población rural y la de las ciudades medias tengan las mismas oportunidades que la de las grandes urbes. De esta forma se propicia realmente la cohesión social y el crecimiento económico, potenciando la gestión inteligente de las infraestructuras y la automatización del transporte y la logística.

La Estrategia de Movilidad, en definitiva, considera la movilidad como un derecho, un elemento de cohesión social y de crecimiento económico, a la vez que da respuesta a los retos ambientales, tecnológicos, demográficos y urbanos que enfrenta España, colocando al ciudadano y su movilidad en el centro de las decisiones. Engloba pues, todas las líneas de actuación que conforman la movilidad y considera a todos los actores implicados, planteando medidas con metas trienales, que permitan evaluarlas y corregirlas, en su caso, priorizando siempre el mayor beneficio social.

Dado que las políticas de movilidad tienen un carácter muy transversal, ya que todas las administracio-

nes territoriales (Estado, Autonomías, y entidades locales), así como la Unión Europea, tienen competencias en la materia y dado que, asimismo, existe una profunda interconexión entre las políticas de movilidad y el resto de políticas públicas, como la energética, la medioambiental, la financiera, la industrial, las telecomunicaciones, la ordenación del territorio, la innovación, o aspectos sociales, entre otros, la Estrategia de Movilidad se ha basado en la cooperación, coordinación e integración interadministrativa. Por ello, se sometió a un ambicioso proceso de participación pública durante el último trimestre de 2020, el Diálogo Abierto de Movilidad, para entablar un debate real con todos los actores del ecosistema de la movilidad y con la sociedad en su conjunto. Durante 2021 se sometió también a otras formas de participación pública (encuestas y talleres territoriales).

Fruto de esta Estrategia se han venido desarrollando en los últimos años diferentes iniciativas en el ámbito del transporte que también tienen efectos positivos en la mejora de la equidad en la movilidad por carretera. Entre ellas destacan:

2.1. Estrategia estatal por la bicicleta

La Estrategia Estatal por la Bicicleta es una de las medidas contempladas en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, incluida en el Eje 1, Movilidad para todos.

De acuerdo con los datos disponibles, entre 2019 y 2022, en España ha crecido un 40% el número de personas que utiliza la bicicleta a diario o semanalmente para ir a trabajar o a estudiar, pasando de 8,1 millones en 2019 a más de 11 millones en 2022. En esta línea, los usuarios de la bici han crecido más de un 4% respecto a 2019 y ya son casi la mitad de los españoles, 20 millones, los que la utilizan con cierta frecuencia. También se ha incrementado el número de bicicletas en los hogares españoles: el 77 % ya dispone de este vehículo, y los modelos de bici urbana ganan terreno.

Otro dato significativo, es el hecho de que en 2020, en parte debido a los cambios de hábitos originados por la pandemia del Covid-19, se superó un hito histórico, y es que en España se vendieron más de 1,5 millones de bicicletas (un 25% más que en 2019). Se trata de un dato relevante, porque se vendieron más bicicletas que coches. Y esto ha vuelto a ocurrir en 2021. En cuanto a la venta de bicicletas eléctricas, en 2021 se superó, un año más, la barrera de las 200.000 bicicletas vendidas. El parque de bicicletas eléctricas en España se acerca a las 900.000 unidades, situándose como el vehículo eléctrico preferido por los españoles.

Por todo lo anterior, la bicicleta no es únicamente un modo de transporte más, sino que produce valor para la sociedad en términos de movilidad, de habitabilidad, salud, medio ambiente, equidad o sociabilidad. También produce beneficios no solo para los usuarios, sino también para



el resto de la ciudadanía, al liberar espacio y reducir la contaminación atmosférica y la emisión de ruidos.

Por ello, se valora positivamente la ampliación y mejora de la infraestructura y los servicios públicos de bicicleta que se han realizado en los últimos años, como los carriles bici, aparcamientos y sistemas de bici pública compartida, pero se considera necesario avanzar más en esta materia, promoviendo la intermodalidad y la seguridad. Lo que, además, ayudará a reducir las brechas de género y edad en el uso de la bicicleta.

La Estrategia Estatal por la Bicicleta desarrollada por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana recoge cinco prioridades que son impulsadas a través de 10 áreas temáticas, de las que se derivan un compendio de 28 bloques de acciones y más de 150 acciones concretas, que deben orientar las políticas públicas en torno a la bicicleta y que tiene la ambición de impulsar las actuaciones que se necesitan para hacer de la bicicleta un modo de transporte, ocio, deporte y turismo que aporte valor a la sociedad.

Incluye múltiples acciones propuestas, como el establecimiento de una Oficina de la Bicicleta en el Ministerio; campañas de concienciación y difusión sobre la bicicleta; la elaboración de recomendaciones y

guías de diseño de infraestructura ciclista; diseñar o construir conexiones ciclistas entre núcleos urbanos y polos de atracción, así como de aparcamientos de bicicletas seguros; el fomento del cicloturismo como herramienta con potencial económico; la creación de herramientas informáticas que permitan al usuario conocer la oferta de vías ciclables en España y de recomendación de itinerarios; o mejorar la seguridad ciclista mediante actuaciones normativas.

A modo de ejemplo, se detallan algunas de las medidas:

- El fomento de la intermodalidad del tren y la bicicleta, por ejemplo, con:
 - o Implantación de aparcamientos seguros y carriles bici en estaciones.
 - o Disposición de un espacio para la Bicicleta en los nuevos trenes.
- El fomento del cicloturismo a través del Programa de Vías Verdes, mediante:
 - o La recuperación de antiguos trazados ferroviarios para crear itinerarios de conexión sostenible entre entornos rurales y ofrecerlos como una opción de turismo rural, atractivo y sostenible.

- o La creación de aplicaciones informáticas que permitan conocer la oferta de vías ciclables en España y de recomendación de itinerarios.
- El diseño de una red de vías ciclables de largo recorrido, con el fin de lograr un conjunto continuo y homogéneo que abarque todo el territorio nacional, bien conservado, con una oferta de servicios asociada, y con información clara y sencilla al usuario que le ayude a conocer la oferta disponible y planificar sus desplazamientos tanto de movilidad obligada como por motivos de ocio, turismo o deporte.
- La mejora de la seguridad ciclista. La Dirección General de Carreteras está trabajando en actualizaciones normativas para atender necesidades específicas de los ciclistas como:
 - o La nueva normativa sobre marcas viales y la actualización del Catálogo de señales verticales de circulación, en el que las necesidades de la movilidad ciclista adquieren el mismo rango de importancia que las del resto de vehículos.
 - o Además, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, la Dirección General de Tráfico trabajan junto a las Comunidades Autónomas titulares de las vías, en la señalización de tramos con elevada presencia de ciclistas.
- La inclusión de la construcción de infraestructura ciclista en los proyectos de mejora del firme o del trazado, especialmente en aquellos tramos de carretera convencional que disponen de autopista o autovía paralela.

2.2. Medidas de fomento del uso de transporte público

La financiación del transporte público colectivo urbano forma parte de la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, dentro del Eje 2 Nuevas Políticas Inversoras.

Con el objetivo de favorecer el uso del transporte público para reducir el consumo energía y la huella de carbono, el Gobierno de España, a propuesta del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, ha puesto en marcha una serie de incentivos, en forma de subvención del coste del transporte público urbano e interurbano a los usuarios recurrentes.

Así, durante el último cuatrimestre de 2022 y el primer semestre de 2023, el Ministerio ha aprobado subvenciones a los abonos y títulos multiviaje de los servicios de autobús de competencia estatal de transporte interurbano, que van desde el 50% al 100% de bonificación del importe.

Del mismo modo, el Ministerio ha aprobado la financiación de una subvención del 30% de los abonos y títulos multiviaje de transporte público urbano y metropolitano, competencia de las Comunidades Autónomas y entidades locales, condicionado a que estas eleven el descuento hasta el 50%.

Se trata por tanto de una medida que fomenta el uso del transporte público colectivo en la movilidad obligada cotidiana, como medio de transporte más seguro, fiable, cómodo, económico y sostenible que el coche particular, y reduce su coste para el ciudadano en una coyuntura extraordinaria de incremento sostenido de los precios de la energía y los combustibles.

2.3. Compra pública de innovación en carreteras: impulsar el despliegue del vehículo autónomo y extender su dominio operativo en la red de carreteras del estado

La compra pública innovadora en infraestructuras y transporte y el impulso a vehículos conectados y autónomos se incluyen en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, dentro del Eje 5, Movilidad Inteligente.

La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, con el objetivo de reforzar su capacidad para poder afrontar con eficiencia y calidad las necesidades presentes y futuras de la movilidad de la ciudadanía, busca desarrollar soluciones innovadoras, a través de la incorporación de procesos y tecnologías de última generación, para lo que ha puesto en marcha a finales de 2022 un Programa de Compra Pública de Innovación (CPI).

Dicho programa tiene como objeto explorar las capacidades de la colaboración público-privada para desarrollar soluciones innovadoras que faciliten una mejor gestión de las carreteras y que ayuden a transformar la realidad de la ciudadanía y mejorar sus desplazamientos por carretera.

De los 10 retos que comprende el programa destaca, por su mayor relación con el objeto de este informe, el correspondiente a impulsar el despliegue del vehículo autónomo y extender su dominio operativo en la Red de Carreteras del Estado.

Disponer de un automóvil que no requiera de conductor humano presenta importantes ventajas, como: la potencialidad de reducir la siniestralidad al minimizar la influencia del error humano en la accidentalidad; la mejora de la eficiencia en la conducción, repercutiendo así en la reduc-

ción de la congestión y la contaminación; la contribución a una movilidad más inclusiva, haciendo posible que personas que no pueden conducir (algunas personas de edad avanzada o con discapacidad, menores o personas sin permiso de conducir) accedan a una movilidad flexible y personalizada. Además, la conducción autónoma dará lugar a nuevas pautas de movilidad en el transporte de viajeros y mercancías.

Aunque el papel principal lo ostentan los fabricantes de vehículos, los cuales van avanzando en el desarrollo de tecnologías que permiten altos niveles de automatización en cualquier red de carreteras del mundo, desde el lado de la infraestructura se requiere también el estudio de soluciones innovadoras para la maximización del dominio de funcionamiento de estos vehículos.

El objetivo general del proyecto es dotar a la Dirección General de Carreteras de soluciones eficientes para impulsar el despliegue del vehículo autónomo y extender su dominio operativo en la Red de Carreteras del Estado.

A través de las soluciones, se deberá poder ampliar el conocimiento actual y mejorar el servicio ofrecido, garantizando la comodidad y seguridad en la circulación de vehículos autónomos, en un escenario a corto plazo con un parque móvil parcialmente automatizado, y en un escenario a medio-largo plazo con un parque móvil casi totalmente automatizado y en el que es esperable que la tecnología de automatización sea más madura, anticipándose en la detección de retos y mejorando la eficiencia en el uso de recursos públicos.

Entre los principales beneficios resultantes de aplicar las soluciones se espera lo siguiente:

- Disponer de herramientas y procedimientos para una correcta aproximación a la inversión eficiente en infraestructuras viarias que permitan y promuevan los distintos niveles de conducción automatizada en la RCE.
- Promover y potenciar a escala nacional en la RCE el despliegue del vehículo autónomo en España.
- Disponer de criterios técnicos exigibles a lo largo del ciclo de vida de la carretera con el fin de garantizar el correcto guiado y circulación segura de vehículos autónomos.
- Reducir el número de desconexiones producidas en los sistemas de conducción autónoma, ampliando el rango de funcionamiento de estos en condiciones de seguridad y comodidad, así como garantizar los servicios asociados a la accesibilidad y justicia social especialmente en entornos remotos rurales.
- Disponer de opciones de funcionamiento óptimo del vehículo autónomo en infraestructuras donde convivan vehículos con distintos niveles de automatización, diferenciando escenarios temporales y posibles adecuaciones transicionales.
- Mejorar la eficiencia del tráfico, eficiencia energética, y seguridad vial.
- Ampliar el conocimiento de los potenciales beneficios obtenidos por el vehículo autónomo con respecto al diseño, señalización y balizamiento de la infraestructura para adaptar la normativa técnica sobre el diseño, planificación y gestión de la Red de Carreteras del Estado.

2.4. Plan de impulso de la sostenibilidad del transporte de mercancías por carretera

El Plan de Impulso de la Sostenibilidad del Transporte de Mercancías por Carretera, es una de las medidas contempladas en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, concretamente en el Eje 6, sobre Cadenas Logísticas intermodales e inteligentes.

Las medidas contempladas en el plan abarcan los tres ámbitos de la sostenibilidad, como son el ámbito económico, el socio-laboral y el ambiental, y aborda los retos con los cuales se enfrenta el transporte de mercancías por carretera en cada uno de dichos ámbitos.

Para ello, el plan pretende avanzar de manera equilibrada en la mejora de las condiciones de trabajo de los profesionales del sector, así como buscar la eficiencia y optimización de las operaciones de transporte, orientado al reforzamiento del sector, la mejora de su prestigio y su robustez como sector económico.

El impulso de la sostenibilidad y digitalización del transporte por carretera es uno de los grandes objetivos que se ha marcado el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para este plan. Por esta razón, las líneas de inversión que más impacto van a tener en el sector del transporte por carretera son las destinadas a la renovación de flotas, que incluirían el cambio de los vehículos propulsados por energías alternativas, incluyendo el gas, los puntos de suministro de energía y el retrofitting de vehículos para que pueda funcionar con un porcentaje de combustibles alternativos. Por otro lado, las ayudas para la digitalización de las empresas de transporte tienen por objetivo romper las barreras de entrada hacia la digitalización del sector, mejorando su competitividad y eficiencia y el servicio al usuario.



3. Ley de movilidad sostenible

En diciembre de 2022, el Gobierno de España validó el proyecto de Ley de Movilidad Sostenible, y lo remitió al Parlamento para su tramitación y aprobación en 2023. Constituye una herramienta fundamental para promover la descarbonización y digitalización del transporte, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, la norma regulará soluciones innovadoras como el transporte a la demanda, los coches compartidos, el uso temporal de vehículos o la regulación básica del vehículo autónomo, y fomentará la digitalización y la promoción de datos abiertos tanto de administraciones, como de gestores de infraestructura, operadores públicos y privados.

Esta digitalización y la compartición de datos ayudará, entre otras cosas, a abrir nuevas oportunidades de negocios y a mejorar la toma de decisiones de todos los actores del sistema de movilidad.

Así, la futura ley constituirá el marco normativo que permitirá a las

políticas públicas de transporte y movilidad de las distintas administraciones responder mejor a las necesidades de los ciudadanos y a los retos del siglo XXI: la sostenibilidad, la digitalización y la cohesión social y territorial.

La ley se fundamenta en cuatro pilares:

- Un derecho social:

La ley reconocerá la movilidad como un derecho de toda la ciudadanía y un elemento de cohesión social que contribuye a la consecución del Estado del Bienestar.

La movilidad deberá ser accesible e inclusiva y ofrecer soluciones para todas las personas de tal manera que las administraciones deberán trabajar de forma coordinada para garantizar este derecho, con especial énfasis en las necesidades de movilidad cotidiana de toda la ciudadanía, incluyendo el ámbito rural.

También se pone de manifiesto la importancia estratégica del transporte de mercancías, como sustento de la actividad económica del país.

- Limpia y saludable:

El transporte es responsable del 27% de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que urge avanzar en la descarbonización del sector para cumplir con los compromisos internacionales. Además, es también responsable de otras emisiones contaminantes (gases y partículas), así como de ruido, todo ello con importantes efectos en la salud, especialmente en entornos urbanos.

Con esta ley se busca dar una nueva visión a las ciudades que priorice la movilidad activa (caminar, ir en bici) por ser la opción más saludable y exenta de emisiones, y al transporte público colectivo de manera que sea una solución accesible y asequible para todas las personas. La Ley trata de dar alternativas atractivas al vehículo privado tanto en el ámbito urbano como en el conjunto del territorio, y facilita la provisión de soluciones de movilidad flexibles, desde servicios de transporte tradicionales hasta nuevos servicios de movilidad, como transporte público a la demanda, sistemas privados de movilidad colaborativa o de movilidad compartida.

También se busca reforzar el papel de las zonas de bajas emisiones. Así, la Ley abre la puerta a que los ayuntamientos puedan establecer una tasa por la circulación de vehículos en las zonas de bajas emisiones.

- Un sistema digital e innovador:

La ley incluye la creación del Espacio Integrado de Datos de Movilidad (EDIM), donde empresas de transporte, gestores de infraestructura y administraciones compartirán sus datos, lo que permitirá optimizar la toma de decisiones de todos los actores a la hora de planificar tanto la

ejecución de nuevas infraestructuras, como la puesta en marcha de nuevos servicios, con el fin de adaptarse a las necesidades reales de los ciudadanos. Así, el instrumento digital aglutinará información actualizada sobre movilidad, como la oferta y demanda de los distintos modos de transporte, y ayudará a fomentar la creación de nuevos servicios de valor.

La Ley también incluirá herramientas para facilitar la innovación en los medios de transporte y la movilidad, destacando la creación de un sandbox de movilidad, o lo que es lo mismo, un espacio de pruebas en el que la autoridad supervisora participará junto al promotor en pruebas de proyectos innovadores, de manera controlada.

En este contexto, la futura Ley introduce los principios que deberán seguir las administraciones para regular y promocionar la introducción progresiva de los vehículos automatizados o sin conductor en el sistema de transporte, en todos los modos, priorizando la seguridad, la sostenibilidad ambiental, los derechos de las personas y fomentando la colaboración público-privada.

- Invertir mejor al servicio de la ciudadanía:

Se trata de una apuesta por mejorar la calidad de las decisiones de inversión y gasto en transporte y movilidad, así como por incluir nuevas herramientas que permitan una mayor participación pública y transparencia en el proceso. Así, la Ley establece análisis ex ante y ex post que garanticen la rentabilidad socioambiental de todas las actuaciones, y mecanismos de transparencia y rendición de cuentas sobre las decisiones adoptadas.

4. Referencias

- Boletín Oficial del Estado (2022). Presupuestos Generales del Estado de 2023. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-22128
- Boletín Oficial del Estado (2022). Real Decreto-ley 3/2022, de 1 de marzo, de medidas para la mejora de la sostenibilidad del transporte de mercancías por carretera y del funcionamiento de la cadena logística. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-3290>
- Comisión Europea (2021). Propuestas para un transporte más eficiente y sostenible. https://transport.ec.europa.eu/news/efficient-and-green-mobility-2021-12-14_es?etrans=es
- Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2023). Catálogo y evolución de la red de carreteras. <https://www.mitma.gob.es/carreteras/catalogo-y-evolucion-de-la-red-de-carreteras>
- Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2023). Compra pública innovadora. <https://www.mitma.gob.es/carreteras/innovacion/compra-publica-de-innovacion>
- Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2023). Datos generales. <https://www.mitma.gob.es/carreteras>
- Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior (2021). Estrategia de Seguridad Vial 2023. <https://seguridadvial2030.dgt.es/inicio/>
- Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior (2022). Anuario Estadístico General de 2021.

<https://www.dgt.es/menusecundario/dgt-en-cifras/dgt-en-cifras-resultados/dgt-en-cifras-detalle/?id=00833>

- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2021). Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030. <https://esmovilidad.mitma.es/>
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2021). Estrategia Estatal por la Bicicleta. <https://esmovilidad.mitma.es/estrategia-estatal-por-la-bicicleta>
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2023). Proyecto de Ley de Movilidad Sostenible. <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/campanas-de-publicidad/ley-de-movilidad-sostenible-y-financiacion-del-transporte>
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2022). Sistema Nacional de Transportes. Visualizador Hermes. <https://mapas.fomento.gob.es/VisorTENT/>
- Observatorio del Transporte y la Logística en España. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2022). Informe anual de 2021. <https://observatoriotransporte.mitma.es/inform/es/2021//indice>

TE2

Movilidad y equidad



APOSTANDO POR UNA NUEVA FORMA DE MOVERNOS



Sra. María del Carmen PICÓN & Sr. Javier de las HERAS - Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Estrategia de movilidad segura, sostenible y conectada

El Gobierno de España ha desarrollado la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 para dar respuesta a los retos en movilidad y transporte que nos plantea el siglo XXI. Estos retos vienen marcados por cambios en el contexto global, como la necesidad de descarbonizar la economía y dar respuesta al cambio climático, la irrupción -muchas veces disruptiva- de nuevas tecnologías y los desafíos producidos por la concentración cada vez mayor de población en las grandes ciudades. Por ello, estamos priorizando aquellas inversiones que suponen un mayor beneficio social, como, por ejemplo, el adecuado mantenimiento y conservación, las soluciones de movilidad cotidiana, la digitalización, la intermodalidad o la seguridad. Todo ello, entendiendo la movilidad como un derecho, un elemento de cohesión social y de crecimiento económico.



Estrategia estatal por la bicicleta



La bicicleta no es únicamente un modo de transporte más. Su utilización produce valor para la sociedad en términos no sólo de movilidad sino también de habitabilidad, salud, medio ambiente, equidad o sociabilidad. Así, España ha desarrollado Estrategia por la Bicicleta con el objeto de coordinar las diferentes políticas y acciones en torno a la promoción de este medio desde todos sus ángulos, desde la movilidad hasta sus beneficios para la salud, pasando por su uso recreativo y deportivo, por el desarrollo empresarial del sector, o como base para un turismo basado en la bicicleta.



Mesa de movilidad rural

Es un órgano de cooperación entre las administraciones estatal, regional y local para mejorar la movilidad en zonas de baja densidad de población, con objeto de conocer las necesidades y posibles carencias en este ámbito. Esto nos permitirá impulsar propuestas de conectividad territorial innovadoras como servicios de transporte a la demanda, rutas dinámicas de transporte, soluciones de vehículo compartido o el refuerzo de la movilidad activa en la conexión entre municipios, entre otras.



Medidas de fomento Del transporte público

Con el objetivo de atraer a más usuarios al transporte público y reducir el impacto por la subida de precios en el transporte, el Gobierno de España ha venido aprobando una serie de medidas para el fomento del transporte público, tanto en las ciudades, como para desplazamientos de media y larga distancia. Estas medidas son la creación de abonos multiviaje gratuitos o con descuento.

La implantación de este tipo de abonos o títulos multiviaje ha incrementado con éxito la demanda del transporte público. En el caso de la carretera, los viajes en el conjunto de los servicios de transporte público en autobús de media y larga distancia ascendieron un 28,4% con respecto a 2021 y un 4,3% respecto a 2019. Sin embargo, el consumo de carburantes (gasolina más gasóleo) se mantuvo ligeramente por debajo de los niveles de 2019.



Plan de impulso al transporte de mercancías por carretera

El Plan, puesto en marcha en 2021, contempla medidas en los tres ámbitos de la sostenibilidad: económica, socio-laboral y ambiental, incluyendo un importante paquete de ayudas para el impulso de la digitalización, la formación, zonas de aparcamiento seguro y la renovación de vehículos industriales.

El desarrollo de las medidas permitiría avanzar de manera equilibrada en la mejora de las condiciones de trabajo y en la optimización de las operaciones de transporte. Ésta es la primera vez que España cuenta con un plan específico diseñado para la sostenibilidad del sector del transporte de mercancías por carretera, desde la triple perspectiva económica, social y medioambiental, orientado al reforzamiento del sector, la mejora de su prestigio y su robustez como sector económico.



Conducía el ingeniero



Manuel Romana García (Septiembre 2001)
Ingeniero de caminos, canales y puertos.

*Conducía el ingeniero
 carretera de Granada
 sin parar donde quisiera,
 para una pronta llegada.*

Nuevas oye por la radio:
 la carretera cortada,
 seis coches y dos camiones
 interrumpen la calzada.

Puesto que es profesional
 y lleva puesto un buen mapa
 buscará otra carretera
 para llegar sin tardanza.

La ruta que localiza
 se adentra en Las Alpujarras
 cuesta arriba, monte abajo,
 cada venta, una parada.

Es técnico superior
 y sopesa la demanda,
 la compara con la oferta
 y la opción de no hacer nada.

La tabla multicriterio
 Le habla bien a las claras:
 Aquí el atasco, allá olivos;
 Aquí estrés, allá la calma.

(Otros detalles que importan
 no dice la infame tabla,
 los tiempos de recorrido,
 de internalizados, nada).

Elige la opción segunda,
 velocidad limitada
 pero distinta de cero,
 y que le de el aire al alma.

*Conducía el ingeniero
 ya con destino Granada
 con abundante rodeo
 por importantes montañas.*

Mientras circula medita
 con la mente concentrada;
 vamos a esta reunión,
 dudas sean aclaradas.

Son hasta doce mil metros,
 cinco pueblos con sus casas,
 seis fincas y nueve accesos
 a resolver con la traza.

Lo que es verdad que molesta
 es esa noticia mala:
 la autoridad superior
 ha cambiado la bordada.

Antes quería una cosa,
ahora es otra encomendada;
rehacer todos los planos
parece cosa obligada.

Los servicios afectados,
ni terminados ni nada,
ni de acuerdo están los dueños
de la mansión expropiada.

El comité de vecinos
pide mesas instaladas
en donde asar sus cabritos
cuando la patrona manda.

La Dirección de Proyecto
quiere clotoides más largas
glorietas donde hoy hay cruces
y en todas las curvas, vallas.

*Conducía el ingeniero,
creía que iba a Granada,
pero de tanto pensar,
no se fijó en dónde estaba.*

Cuando se quiso dar cuenta
la carretera, sin marcas,
discurría por un bosque
con arroyos de agua clara.

No da crédito al paisaje.
¿Dónde estamos? ¿qué me pasa?
Echa mano de su móvil,
la cobertura ve mala.

Oyó una vez a un amigo
que en las cumbres las más altas
las telefónicas sirven,
y que más abajo, nada.

Consecuentemente, elige
carreteras con más rampas,
a ver si en una de estas
puede llamar a Granada.

En esas mira un rebaño
con perro y ovejas blancas.
Cuando más busca al pastor,
lo divisa en lontananza.

Sale del coche corriendo
sin mirar en donde para,
cae destrozándose un pie,
la camisa se le embarra.

Este pastor no le ayuda:
sí sabe donde se halla,
más de donde va el del coche,
no conoce ni las trazas.

*Conducía el ingeniero,
quería ir a Granada,
mira el reloj, luego el móvil,
pierde toda la esperanza.*

Por fin oye unos pitidos
con partitura endiablada,
una tonada electrónica
con un mal gusto que espanta.

Reconoce aquella voz,
su colega, que le llama,
le informa de su retraso,
inquiérese dónde se halla.

Pretende saber aquél
la razón de la tardanza:
nota signos de impaciencia,
nadie se explica qué pasa.

Balbucea dos excusas
que le son invalidadas,
pide perdón y suplica,
se humilla, escucha y aguanta.

Pide luego direcciones
de esta su encrucijada
entre sornas y sonrisas
éstas son suministradas.

Retoma la carretera,
ya sabe hacia donde marcha.
Ensayá por el camino
cómo componer la cara.

Llega al fin, y allí se encuentra
la reunión acabada.
Es cierto que aún le esperan,
pero es ya con la pitanza.

*Conducía el ingeniero,
ya partía de Granada,
por dentro muy maldiciendo
¿dónde viajarás, mañana? ❖*

Jornada Técnica 'Mezclas Sostenibles'



Madrid, 17 de octubre de 2023

El 17 de octubre de 2023, organizado por la Asociación Técnica de Carreteras, se celebró la JORNADA SOBRE MEZCLAS SOSTENIBLES.

Esta jornada se ha celebrado en el punto final de un ciclo de sesiones entre congresos mundiales de la carretera, 2020-2023, cuyos trabajos han incidido especialmente en la sostenibilidad de los firmes.

Estos últimos años, se ha producido a nivel mundial la eclosión de las políticas sobre el medioambiente, la sostenibilidad de los procesos, la economía circular y el cambio climático. Políticas que propugnan claramente un cambio de paradigma sobre el desarrollo social, como lo evidencia la Agenda 2030 que va más allá de lo que sería la aplicación

de nuevos procesos encaminados a la preservación del planeta Tierra, para plantearse el objetivo de un mundo sostenible con igualdad social y económica, sin hambre ni pobreza y en paz.

Dentro de este paradigma, la movilidad es un factor fundamental para la promoción de todos sus objetivos, y la movilidad precisa de unas infraestructuras que, en sí mismas, sean sostenibles, reduzcan su afeción al medio ambiente, contribuyan a la economía circular y sean resilientes.

En ese sentido, el sector de las infraestructuras ha sido prolífico en el desarrollo y avance de nuevas tecnologías aplicadas al diseño y construcción de carreteras y el Comité de Firmes de la ATC ha estado atento a la elaboración de documentos que

plantean el estado del arte de estas, como ya se pudo comprobar en el II Simposio Nacional de Firmes celebrado en Valencia.

En esta Jornada, se han presentado los trabajos realizados en el seno del Comité durante el ciclo 2020-2023 con objeto de reforzar el mensaje de disponibilidad técnica de la que hoy disfrutaban los profesionales del sector.

La jornada fue inaugurada por D. Antonio Muruais, Subdirector General de Sostenibilidad e Innovación a quién acompañaron D. Alvaro Nava-reño, presidente de la ATC y D. Manuel Romana, profesor titular de la ETSICCP.

A continuación, el presidente del Comité de Firmes de la ATC introdujo y coordinó el desarrollo de la jornada.

La primera ponencia corrió a cargo de D. Jesús Felipo, coordinador del Grupo de trabajo (GT) sobre mezclas bituminosas del comité de firmes. Presentó, en primer lugar, el documento “EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS” que ya se había repartido en el IISIMPOSIO NACIONAL DE FIRMES de Valencia, para, a continuación, describir el trabajo realizado sobre la “PANORÁMICA DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS”. Este trabajo incluye un cuadro general de las diferentes mezclas bituminosas y tecnologías que se pueden utilizar en los firmes de carreteras y una serie de documentos y fichas a las que se puede acceder a través de una plataforma informática cuyo enlace es:

<https://sites.google.com/view/panoramamezclasbituminosas/inicio>.

El trabajo no se termina aquí, sino que se irá actualizando a medida que nuevos tipos de mezclas y tecnologías aparezcan en el mercado, así como con la actualización de los documentos ya existentes a la luz de los nuevos conocimientos.

A continuación, D. Francisco J. Veá, coordinador del GT sobre mezclas a baja temperatura, presentó el documento que se repartió en la jornada “RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO, FABRICACION Y PUESTA EN OBRA DE MEZCLAS A BAJA TEMPERATURA”, incidiendo en detalles específicos del diseño y consideraciones ambientales de las mezclas semicalientes.

Posteriormente, D^a. Marisol Barral y D. Alberto Bardesi, presentaron la parte del documento dedicada a las mezclas templadas. Esta es una tecnología incipiente, aunque ya con una cierta experiencia, en la que España es puntera. Se presentaron las especificidades de la tecnología respecto al diseño, fabricación y extendido, así como las ventajas medioambientales que proporcionaría su empleo.

El siguiente turno fue para D. Ricardo Bardasano, coordinador del GT sobre riegos de adherencia, que presentó el documento “GUÍA PARA LA EJECUCIÓN DE RIEGOS DE ADHERENCIA” que también se repartió en la Jornada. La importancia de los riegos de adherencia en la durabilidad e los firmes es algo indudable y de ahí el interés del comité para elaborar una guía práctica para su buena ejecución. Énfasis que hay que recalcar dada la poca importancia que se le da muchas veces en las obras.

Tras el coffe break, D^a Anna Paris, coordinadora del GT sobre reciclado de mezclas asfálticas, presentó el trabajo realizado sobre el empleo de estas técnicas en España consistente en una macroencuesta que deja patente su amplia utilización en todo el territorio nacional. También habló de las últimas órdenes circulares sobre reutilización de capas de firmes y pavimentos bituminosos y la consecuente modificación de la Norma 6.1 IC sobre secciones de firmes.

Luego, tuvo lugar una interesante mesa redonda, o quizás triangular, en la que D^a Mar Subarroca, secretaria del GT sobre reciclado, D. Tomás Ordoñez, de la Demarcación de Burgos y D. Jose Miguel Galve, de

la Demarcación de Aragón, hablaron sobre las últimas experiencias realizadas con reciclado in situ con emulsión en obras de rehabilitación de firmes. Estas técnicas ofrecen un gran potencial, tanto ambiental como técnico, si bien aún hay que perfilar los métodos de ejecución y, especialmente, los de diseño.

D^a Patricia Amo, coordinadora del GT sobre el uso de geocompuestos en firmes, hizo una presentación muy completa sobre el estado de la técnica, indicando la forma en que trabajan estos materiales, el desarrollo teórico existente que sirve de base para el diseño de los refuerzos, con referencia a los últimos investigaciones y estudios realizados, y terminando con la presentación de un caso práctico en una carretera de la RCE.

D. Fernando Sánchez, coordinador del GT sobre auscultación de firmes, presentó el trabajo realizado por el grupo de trabajo sobre las diferentes técnicas de retexturizado disponibles para devolver a los pavimentos sus características superficiales y alargar su vida útil. Hizo una primera presentación de las diferentes texturas de un pavimento y de la forma de medirlas, para acabar presentando casos prácticos en los que se aplicaron estas técnicas.



Por último, D^a Valverde Jiménez, de la DGC, MITMA, presentó el Plan de Innovación en Firmes del MITMA, explicando los diferentes procesos involucrados y la participación de los diferentes agentes en ellos.

La jornada concluyó con la lectura de las conclusiones que fueron:

1. Existe actualmente un amplio abanico de tecnologías aplicables a la construcción de firmes y pavimentos bituminosos. Esto exige a los proyectistas que, para cada caso particular y en función de las condiciones de entorno, realicen un estudio específico para diseñar la solución óptima desde todos los puntos de vista de cara a su sostenibilidad, introduciendo en los proyectos el Análisis de Ciclo de vida para poder comparar las diferentes soluciones posibles.
2. Las mezclas semicalientes son una realidad en la construcción de firmes de este país, ofreciendo una alternativa que, a priori, puede ofrecer soluciones más sostenibles e igual de duraderas que las tradicionales como se ha podido comprobar hasta el momento con los tramos realizados. Cuidados especiales hay que poner, según la tecnología aplicada, en cuanto a la sensibilidad al agua y al posible desarrollo de deformaciones plásticas. Un aspecto a vigilar también es la tem-

peratura de inicio de la compactación, pues puede dar lugar a no obtener las densidades previstas. Este tema será de especial importancia cuando las distancias de transporte entre la planta y la obra sean grandes.

3. Las mezclas templadas ofrecen una oportunidad para la construcción de pavimentos en carreteras de baja intensidad de tráfico sostenibles y durables. Ofrecen la ventaja de ser más dúctiles y adaptarse a firmes granulares. Actualmente se está trabajando en el desarrollo y aplicación de esta tecnología, siendo España un país puntero en este tema.
4. La buena ejecución de los riegos de adherencia es vital para conseguir pavimentos más durables y por tanto más sostenibles.
5. Las técnicas de reutilización/reciclado son una realidad manifiesta en España, verificada por la publicación de la Orden Circular 2/2023 que promueve su empleo.
6. Las técnicas de reciclado in situ con emulsión ofrece grandes ventajas desde el punto de vista de la sostenibilidad al aprovechar todo el material del firme tratado para construir uno nuevo. Se debe incidir en que el proyecto realice una prospección detallada del firme existente y de que se hagan las pruebas y ensayos previos ne-

cesarios para asegurar su buen funcionamiento.

7. El empleo de geocompuestos como refuerzo de los firmes o de las bases granulares es una buena opción para evitar la propagación de las fisuras y mejorar la capacidad portante de las explanadas que se debe considerar en el proyecto de rehabilitaciones de firmes.
8. Existen diversas técnicas de retexturado de pavimentos para devolver la textura y las características superficiales a un pavimento que evitan el fresado de las capas de rodadura, ahorrando la producción de residuos y el consumo de materiales vírgenes, y alargando la vida de los firmes.
9. El MITMA está actualmente inmerso en un Plan de Innovación en Firmes del que se espera que produzca un avance en el desarrollo de nuevas tecnologías más sostenibles y resilientes.
10. Por último, es necesario contar un soporte técnico y de conocimientos cada vez más importante que sustente y apoye el desarrollo de las nuevas tecnologías a todos los niveles desde la investigación en las Universidades y centros científicos hasta las ingenierías de redacción de proyectos y asistencia a la realización de las obras

Quiero expresar mi agradecimiento a la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos que nos acogió, a los patrocinadores que, con su apoyo permitieron la publicación de los dos documentos entregados en la Jornada y a la ATC que, como siempre, realizó una organización impecable de este evento. ❖



Jornada Técnica ‘Mejora de la Seguridad Vial de los Ciclistas’



Valencia, 15 de noviembre de 2023

El pasado 15 de noviembre de 2023, en la ciudad de Valencia, tuvo lugar la “Jornada sobre la Mejora de la Seguridad Vial de los Ciclistas”, promovida por el Comité de Seguridad Vial de la Asociación Técnica de la Carretera (ATC) y organizada por la ATC en colaboración de ACEX (Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de infraestructuras). Ha contado con el patrocinio institucional del actual Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y la Diputación de Valencia, así como con numerosas empresas privadas.

Dicha Jornada se celebró en el espectacular Centro Cultural de la Beneficencia de la ciudad de Valencia, en sesión matinal, desde las 9:15h hasta las 14:30h.

Al acto inaugural asistieron la Sra. Diputada del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia, D^a M^a del Remedio Mazzolari, el Sr. Secretario de Infraestructuras y Transportes de la Generalitat Valenciana, D. Vicente Domine Redondo, la Sra. Subdirectora General de Conservación y Gestión de Activos de la DGC del MITMA, Paula Pérez López, la Sra. Subdirectora Adjunta de Circulación de la DGT del Ministerio del Interior, D^a Ana Blanco Bergareche, el Sr. Presidente de la Asociación Técnica de la Carretera, D. Alvaro Navareño Rojo, y el Ponente General de las Jornadas y Presidente del Comité de Seguridad Vial de la ATC, D. Roberto Llamas Rubio.

Tras unas breves palabras por parte de las autoridades presentes en este

acto de inauguración, coincidiendo en poner de manifiesto la importancia de la celebración de Jornadas como la prevista, donde analizar la problemática del colectivo ciclistas, que cada vez es mayor en nuestro país, y que contribuye a una movilidad más sostenible y saludable y debe ser también un modo de transporte seguro, tomó la palabra el ponente general de esta Jornada, quien explicó la génesis y la oportunidad de la misma así como desglosó someramente su contenido.

En primer lugar, quiso agradecer el apoyo y patrocinio institucional y de empresas con el que contaba esta Jornada dedicada a la Seguridad de los Ciclistas, gracias a los cuales era posible su celebración.

También quiso expresar públicamente su satisfacción por la celebración de esta Jornada en la cálida ciudad de Valencia. Y mostró especial agradecimiento a la Diputación Provincial de Valencia, pues desde un principio recogió con ilusión la iniciativa de celebrar este evento sobre la seguridad ciclista y nos cedió esta impresionante sede del Centro Cultural La Beneficencia.

Igualmente manifestó su reconocimiento a todos los miembros del Comité de SV de la ATC, que tiene el honor de presidir, por su esfuerzo y dedicación, fruto del cual se celebraba dicho evento, para poner en valor y colofón al trabajo desarrollado en su seno, durante este último periodo, por uno de sus grupos de trabajo, el de usuarios vulnerables.

Asimismo, expresó su agradecimiento a la Asociación Técnica de la Carretera (ATC) y a la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de infraestructuras (ACEX), por el esfuerzo realizado en la organización de la Jornada y agradeció a todos por ello, a las instituciones, patrocinadores, Comité de SV y Asociación ATC, por haber aunado sinergias y conseguir una mayor afluencia y mejor organización de este evento.

Tras estas primeras palabras de reconocimiento y agradecimiento, pues de “bien nacido era ser agradecido”, quiso poner en valor la oportunidad de la celebración de esta Jornada, que bajo el lema: “Mejora de la seguridad de los ciclistas”, tendría lugar en ese día. Oportunidad refrendada desde dos vertientes.

Por un lado, pues, muy recientemente, el mes pasado (el 4 de octubre de 2023), precisamente aquí en España, en Sevilla, con motivo de los Urban Mobility Days y en el marco de la Presidencia Española del Consejo de la Unión Europea, la Comisión Europea adoptó la Declaración Europea de la Bicicleta, que viene a reconocer

el ciclismo como medio de transporte sostenible, accesible, inclusivo, asequible y saludable. Esta Declaración enumera principios para impulsar el ciclismo en todos los Estados Miembros, como la creación de redes ciclistas seguras y coherentes, la mejora de las conexiones con el transporte público y el despliegue de puntos de carga para bicicletas eléctricas. Con lo que la oportunidad de esta Jornada viene muy al hilo y en sintonía con esta Declaración, poniendo en valor la importancia del ciclismo en nuestra vida y la necesidad de aunar y aumentar esfuerzos en materia de seguridad vial en este medio de transporte

Por otro lado, porque nos encontramos en la era de la digitalización, la automatización y conectividad vehicular, donde el papel de las máquinas (vehículos) están teniendo un gran protagonismo, pero, donde también tienen y deben tener cabida, si cabe con mayor fuerza, la compartición segura de las infraestructuras entre sus distintos usuarios, entre los que se encuentra el colectivo de los ciclistas. Y el adecuado diseño y la contemplación de recomendaciones para el proyecto y explotación de dichas infraestructuras con el fin de que la circulación ciclista sea más segura, es otro aspecto que refuerza la idoneidad de la celebración de una Jornada de este tipo, como la de hoy.

Pues los usuarios vulnerables, han ido adquiriendo cada vez más un mayor protagonismo en la nueva movilidad, y donde la seguridad de este colectivo debe ser tenida en cuenta en todos los ámbitos y lógicamente en las diferentes etapas de una carretera.

Además, reseñar que la movilidad de los ciudadanos debe entenderse como un derecho y así se recoge en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 desarrollada por el MITMA, como guía de las futuras actuaciones en materia de movilidad, infraestructuras y transportes

en los próximos años en España. Y dicha movilidad estratégica se sustenta en 3 pilares básicos: la seguridad, la sostenibilidad y la conectividad. Bajo este escenario, el fomento de la movilidad no motorizada, dentro de la cual la bicicleta es un elemento básico, adquiere un papel fundamental, ayudando a conseguir una movilidad más sostenible, con la conectividad entre otros modos de transporte y la seguridad como elementos claves para su desarrollo.

Hay que tener en cuenta que, los usuarios vulnerables (ciclistas, peatones, motoristas y usuarios de VMP -vehículos de movilidad personal-) constituyen un elemento clave a la hora de conseguir ese deseado objetivo Zero fallecidos y por eso debemos planificar infraestructuras con medidas específicas para protegerlos de los automóviles y regular los vehículos de movilidad personal (VMP), como una nueva realidad creciente en nuestras ciudades.

Para ello se cuenta con una Estrategia Nacional de SV para esta década (2021-2030), inspirada en los principios del sistema seguro, donde se consideran inaceptables las víctimas en carretera y se persigue la tan deseada Visión Zero, Cero muertes y Cero heridos graves.

Y en este contexto, en junio (el 8) de 2021, el Gobierno aprobó la Estrategia Estatal por la Bicicleta, con el propósito de fomentar e impulsar la bicicleta en todos sus ámbitos.

Pero el creciente uso de la bicicleta, tanto en las ciudades como en las carreteras españolas, está suponiendo no sólo ciertos cambios en la movilidad de estos usuarios sino también afecciones al tráfico y un aumento del riesgo de accidentes con implicación de ciclistas.

Las políticas públicas que se han puesto en marcha para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte ecológico y sostenible en las ciu-



Inauguración de la Jornada. De izda. a dcha. Roberto Llamas, Álvaro Navareño, Vicente Domine, M^a del Remedio Mazzolari, Paula Pérez y Ana Blanco Bergareche.

dades, y la creciente práctica deportiva (en zonas interurbanas) a raíz de la pandemia, han conllevado un aumento de la siniestralidad de este colectivo en los últimos años, que requiere revertir esa tendencia alcista de la accidentalidad de los ciclistas.

Es por ello que, socialmente, se están demandando en nuestro país actuaciones encaminadas a incrementar la seguridad de este colectivo y contemplando planes nacionales de seguridad con estrategias específicas para mejorar la seguridad de la circulación en bicicleta.

Partiendo de la base que el ciclista es un usuario vulnerable, donde ante una colisión con un vehículo a motor, es el que más riesgo tiene de sufrir heridas, incluso la muerte, la perspectiva del ciclista a la hora de establecer medidas para garantizar su seguridad es clave, y ha sido prioritaria en el desarrollo de los trabajos llevados a cabo por el Comité de Seguridad Vial de la ATC, y en particular por el Grupo de Trabajo de usuarios vulnerables. En los últimos años se ha trabajado intensamente en este Comité para analizar la problemática existente de la accidentalidad de los ciclistas en España, cuantificarla, tipificarla y elaborar unas recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad de los ciclistas españoles y reducir su siniestralidad.

Y fruto de este trabajo llevado a cabo por el Comité de SV de la ATC, y como colofón a la actividad desarrollada en este último ciclo (2020-2023), se ha promovido y organizado la celebración en el día de hoy de esta Jornada de Seguridad de los Ciclistas en esta emblemática sede.

Bajo este prisma, y donde la seguridad es un requisito previo en el fomento del ciclismo, se ha confeccionado un apretado Programa Técnico a desarrollar a lo largo de esta mañana, en el que se cuenta con 13 intervenciones de cualificados profesionales. Se abordó la accidentalidad ciclista en España, analizando su tipología y también se expusieron las diferentes clases de ciclistas existentes y principales peligros a los que se enfrentan. Como núcleo central de la jornada estuvieron las principales recomendaciones derivadas del Comité de la ATC para mejorar la seguridad de los ciclistas en aquellas carreteras que presentan una intensa circulación de estos usuarios, o en aquellas otras que en las que se pretende impulsar su uso. También se mostró la experiencia internacional en este ámbito, en el caso concreto de uno de los países europeos con mucha tradición y conocimiento en el ámbito de la movilidad ciclista, como es Dinamarca. Asimismo, se expuso un caso nacional de empleo de las nuevas tecnologías disponibles para

un mejor análisis de la seguridad del ciclismo deportivo, así como un ejemplo de implementación de una estrategia de seguridad ciclista desarrollada en el ámbito autonómico. Y, por último, se tuvo tiempo también para, en una mesa redonda, debatir sobre determinadas cuestiones que preocupan, en el ámbito de la seguridad del colectivo ciclistas, y conocer las distintas perspectivas y diferentes ópticas frente a temas de candente actualidad.

Tras este acto inaugural dio comienzo las sesiones técnicas comenzando por la ponencia de D. Diego Sanz, de la empresa INCOSA y miembro del Comité de SV de la ATC, que hizo una explicación pormenorizada y análisis de la tipología de la accidentalidad de ciclistas en nuestro país. Seguidamente, fue el turno de D. Francisco Selma, exfuncionario de la Diputación de Valencia y miembro del Comité de SV, quien nos mostró los diferentes tipos de ciclistas que utilizan las carreteras, sus demandas y peligros a los que se encuentran.

Tras un pequeño receso para tomar un café y reponer fuerzas, se reanudaron las sesiones técnicas con la participación de D. Vicente Pedrola, exJefe de Demarcación de Carreteras en Valencia, y D. Enrique Villalonga, de la empresa GPS Ingenieros, quienes pasaron a enumerar y detallar cada una de las recomendaciones para incrementar la seguridad de los ciclistas en carretera que se habían elaborado dentro del Comité de Seguridad Vial de la ATC, a la que ambos pertenecen.

A continuación, D^a Ana Arranz, de la empresa PROINTEC y Secretaria del Comité de SV de la ATC, detalló dentro de la experiencia internacional el caso Danés, al ser uno de los países con más tradición ciclistas y desarrollo de iniciativas para promocionar este modo de transporte de una forma segura.

D^a Ana Blanco, Subdirectora Adjunta de la DGT, expuso el encaje de los ciclistas dentro del sistema seguro y

detalló los itinerarios más frecuentados por dicho colectivo en España.

Por otro lado, D. Pedro Tomás, del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, mostró una aplicación para analizar la seguridad del ciclismo deportivo basada en tecnologías actualmente disponibles. Y D^a M^a del Carmen Plaza, Subdirectora General de Seguridad Vial y Conservación de la Comunidad de Madrid, puso de relieve y detalló la estrategia que desde dicha Comunidad Autónoma están siguiendo para reducir la siniestralidad ciclista.

Y como colofón final tuvo lugar la celebración de una mesa redonda, moderada por el Ponente General de las Jornadas, D. Roberto Llamas, y contando con la participación de D^a Lina Gaviria, del Centro de Gestión de Tráfico del Levante, de la DGT, D. Vicente Serrano, Subdirector General de Movilidad de la Generalitat Valenciana, D. Javier Piedra, Director General de Carreteras de la Diputación de Valencia y D. Pablo Sáez, presidente de ACEX. Se expusieron las actuaciones más recientes e innovadoras llevadas a cabo por cada uno de los organismos o instituciones que representaban los integrantes de la mesa, se debatió sobre cuales consideraban que deberían ser las nuevas medidas a adoptar para ser más eficientes y factibles de poner en práctica inmediatamente para así contribuir al incremento de la seguridad de los ciclistas. También se cuestionaron algunos de los problemas a los que se enfrentan las administraciones titulares de las vías, tales como la integración o convivencia pacífica del vehículo-bicicleta, los problemas que acarrea el mantenimiento de las vías ciclistas y la vialidad en periodos o episodios invernales, la dotación presupuestaria para estas actividades y también hubo un fructífero debate sobre la conveniencia de incidir más y acentuar esfuerzos sobre el factor humano, en la formación y normas de educación vial de los ciclistas e incluso se apuntó la necesidad de llevar a



De izda. a dcha. Guillermo Llopis, Enrique Villalonga, Jose Vicente Pedrola y Ana Arranz

cabo campañas de vigilancia y control del cumplimiento de las normas.

Tras esta interesante mesa redonda donde los asistentes también tuvieron ocasión de intervenir expresando sus opiniones o reformulando cuestiones a los miembros de la mesa, se procedió al acto protocolario de clausura, presidido por D. Guillermo Llopis, Jefe de Demarcación de Carreteras el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, y por D. Alvaro Navareño, como Presidente de la ATC.

Previamente a la clausura oficial del evento por dichas autoridades, el Ponente General de la Jornada, D. Roberto Llamas, procedió a enumerar a modo de conclusiones los principales conceptos claves extraídos de la Jornada, y que, según él, permitirían identificar los retos inmediatos y futuros en la seguridad de los ciclistas en nuestro país, y conocer e implementar soluciones tecnológicas y técnicas más apropiadas para alcanzar con eficacia y eficiencia dichos retos y resaltar las potencialidades de nuestro sector viario para lograrlo.

Así dentro de las ideas fuerza resaltadas por el Ponente General, se mencionaron las siguientes:

1.- Si se quiere lograr el objetivo comunitario de reducción de las víctimas mortales y el anhelado objetivo de Visión Zero, debemos afrontar

el reto que se nos plantea con los usuarios vulnerables y, en particular, con los ciclistas. En España, aproximadamente la mitad de las personas fallecidas en accidentes de tráfico (el 50%) son usuarios vulnerables (peatones, ciclistas, motoristas y usuarios de VMP -vehículos de movilidad personal) y llevamos 3 años consecutivos en los que las personas fallecidas en medios vulnerables alcanzan este alto porcentaje. Y a nivel europeo representan también una cifra significativa, más del 40% de las muertes en accidentes de tráfico. Por ello, es necesario planificar infraestructuras con medidas específicas para protegerlos de los automóviles y regular los vehículos de movilidad personal (VMP), como una nueva realidad creciente en nuestra movilidad.

2- El ciclismo se configura como un medio de transporte sostenible, asequible y saludable, que cada vez tiene más adeptos y deben fomentarse medidas encaminadas a crear redes ciclistas seguras y adaptar las infraestructuras existentes para una integración o convivencia segura con los automóviles. Así se ha recogido recientemente, en octubre de este mismo año, en la Declaración Europea de la Bicicleta adoptada por la Comisión Europea, donde además se refuerza el fuerte



Mesa Redonda, de izda. a dcha. Pablo Saez, Lina Gaviria, Vicente Serrano, Javier Piedra y Roberto Llamas, coordinador de la Jornada

valor añadido que supone el sector de la bicicleta para la economía de la Unión Europea. Esto último se avala con unas simples pero reveladoras cifras, como que en España se ha pasado de 750.000 bicicletas vendidas hace diez años a más de 1,1 millones en la actualidad. Y a nivel de la Unión Europea, en 2022 se han fabricado más de 14,7 millones de bicicletas.

3.- La demanda ciclista ha aumentado de forma considerable durante la última década y este incremento del uso de la bicicleta lleva asociado un aumento de la siniestralidad de este colectivo ciclistas. En la actualidad, en España supone el 9% del total de accidentes de tráfico (unos 8.150 accidentes con implicación de ciclistas anuales) y el 4% del total de fallecidos (unos 65 ciclistas anuales), en los últimos años se ha experimentado una tendencia creciente que se debe tratar de revertir. Si bien en el contexto europeo, el número total de ciclistas fallecidos en accidentes de tráfico en España (incluyendo las zonas urbanas) es algo inferior a la media europea (4% frente al 9% europeo), sin embargo, encabezamos el ranking europeo de ciclistas fallecidos en carretera (es decir, sin contabilizar los entornos urbanos, las ciudades). Con lo que

estas cifras muestran que nos queda mucho por hacer y tenemos que poner remedio a esta sangría.

4.- Dentro de la caracterización de la accidentalidad ciclista en España, destacar que:

- Los accidentes ciclistas se producen mayoritariamente (el 70%) en vías urbanas, si bien suelen ser más leves, por la menor velocidad de circulación
- En cambio, se producen 3 fallecidos en vías interurbanas por cada fallecido en vía urbana. Es decir, de los ciclistas fallecidos (unos 65 anuales) tienen lugar tres cuartas parte en vías interurbanas. Y dentro de estas (interurbanas), fundamentalmente en carreteras convencionales, vías rápidas y vías de servicio.
- El análisis más detallado revela que la mayor parte de la siniestralidad ciclistas en carretera (el 88%) se producen en vías no urbanas en las que su arcén presenta una anchura insuficiente para la circulación cómoda y segura de los ciclistas, inferior a 1,50m, o su estado de mantenimiento lo hace impracticable o que se reduzca la anchura útil circulable.

- Además, reseñar que muy pocos accidentes ciclistas tienen lugar en curvas pronunciadas (un 8%), ocasionándose mayoritariamente en recta (un 82%).

5.- Los datos ponen de manifiesto que la contribución de los accidentes con ciclistas implicados al balance general de accidentes y víctimas de tráfico sigue una tendencia creciente en España y, por tanto, se trata de un colectivo que debe ser estudiado en profundidad para revertir esa tendencia alcista de la accidentalidad de los ciclistas. Es por ello por lo que, socialmente, se están demandando estrategias y actuaciones encaminadas a incrementar la seguridad de este colectivo y se están adoptando y contemplando planes nacionales de seguridad con estrategias específicas para mejorar la seguridad de la circulación en bicicleta. Pues lo que parece obvio es que las medidas o estrategias seguidas hasta ahora han sido insuficientes, no han dado frutos excelentes, por lo que se deben adoptar otras nuevas medidas o complementarias que permitan avanzar más aceleradamente en reducir las cifras de siniestralidad ciclista.

6.- Dentro de las numerosas recomendaciones propuestas, para mejorar la efectividad de las medidas a adoptar, es fundamental que éstas se deriven de análisis específicos de los accidentes con implicación ciclista, realizados por técnicos expertos e independientes, y donde la realización de inspecciones de seguridad vial en los tramos con tráfico ciclista intenso se muestra un procedimiento adecuado para identificar elementos susceptibles de mejora, así como la realización de auditorías, con carácter preventivo, en los proyectos y obras de actuaciones ciclistas.

- 7.- En esta línea, también se remarcó la necesidad de prestar atención en aumentar la visibilidad sobre todo en accesos, intersecciones y curvas de carreteras de montaña, así como de calmar o disminuir la velocidad en carreteras con elevada intensidad de tráfico ciclista.
- 8.- Otro aspecto esencial que debe tenerse en cuenta a la hora de plantearse actuaciones de mejora, es la diferenciación del tipo de ciclistas que usa las vías pues nos va a condicionar el diseño y medidas a realizar. Las necesidades y particularidades son bien distintas entre el ciclismo deportivo (amateur), que desarrolla una mayor velocidad y demanda o requiere un uso o compartición de la plataforma del automóvil, y el cicloturismo, que utiliza con mayor grado vías de servicio o segregadas.
- 9.- Igualmente se ha puso de relieve la importancia de reforzar determinadas actividades de mantenimiento y conservación para garantizar una circulación más segura de los ciclistas. Tareas como la limpieza de calzada y arcones (eliminando los arrastres de arena, gravilla, hojas,...etc), no olvidando cuidar el emplazamiento de señales verticales o elementos de balizamientos (o reubicarles), los despejes de márgenes y bermas (no olvidar la poda, para evitar la intrusión de ramas en la plataforma), y también un adecuado estado del pavimento, se constituyen en actividades fundamentales desde el punto de vista de la seguridad ciclista.
- 10.- En esta misma línea, se acentuó la creciente necesidad e importancia de una adecuada conservación de las vías ciclistas, con especial atención en época de vialidad invernal, dada la creciente construcción de pistas ciclistas, que requieren de maquinaria específica. No se trata de un tema menor pues cada vez el número usuarios de la “bici” va incrementándose, haciendo uso de las infraestructuras (arcenes, carriles bici -segregados o no-, etc) durante todas las épocas del año, incluido en la temporada de vialidad invernal, y con ello los inconvenientes que ello supone para la vialidad. Es un tema “pendiente” que debe abordarse cuanto antes por las Administraciones responsables de la vía, dotándose de presupuestos adecuados, y también por las empresas de mantenimiento, que deben adaptarse a estas nuevas circunstancias, dotándose de maquinaria y procedimientos específicos.
- 11.- Otro aspecto remarcable es la necesidad de impulsar políticas para redirigir a los ciclistas hacia los itinerarios más seguros, y, por supuesto, actuar sobre estos itinerarios mejorándolos. Para ello, es fundamental la coordinación entre administraciones titulares de las vías y también sería útil contar con las opiniones de las asociaciones ciclistas. Asimismo, y en sintonía con este punto, se manifestó la conveniencia de impulsar medidas de ajuste dinámico de limitaciones de velocidad adaptadas a las circunstancias concretas, con limitaciones temporales y/o horarias según la demanda ciclistas existente, y la reducción de velocidad en estas vías con elevado tráfico ciclista. También, la necesidad de aprovechar la utilización de la tecnología para alertar a los conductores de la presencia ciclistas, proponiendo sistemas de detección a través de dispositivos GPS y aplicaciones frecuentemente utilizadas por los ciclistas (como STRAVA).
- 12.- También pudimos comprobar en esta Jornada, la experiencia dañosa con una serie de medidas de ingeniería novedosas adoptadas recientemente para mejorar la seguridad de los ciclistas, dado que en la última década apenas han visto reducida la accidentalidad de este colectivo. Dinamarca es uno de los países de la UE con mayor utilización de la bicicleta, y donde el 13% de la totalidad de los viajes que se realizan se hacen en bicicleta, por lo que cuenta con grandes conocimientos prácticos en este ámbito. Se resumieron los resultados y efectos de estas medidas ingenieriles implementadas tanto desde el punto de vista de la mejora de la seguridad percibida como la real y de la “transitabilidad” en bicicleta, entendida ésta como la velocidad y facilidad con que pueden circular los ciclistas, y el grado en que su paso se ve obstaculizado o favorecido por las condiciones de la calzada. El conocimiento de estos resultados y la metodología seguida en su implementación, nos puede servir de base para mejorar la planificación de nuestras infraestructuras ciclistas en las que la seguridad sea el elemento clave.
- 13.- Y ya en el ámbito nacional, se mostró cómo se pueden desarrollar aplicaciones utilizando las nuevas tecnologías para mejorar los análisis de seguridad de los ciclistas, en colaboración con las asociaciones ciclistas.
- La adaptación de las infraestructuras y la incorporación de la tecnología para reducir los riesgos y mejorar la convivencia entre ciclistas y vehículos motorizados es un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de crear un entorno vial más seguro para los ciclistas.
- 14.- Y también pudimos comprobar cómo las diferentes administraciones, titulares de carreteras, están impulsando estrategias específicas orientadas a la mejora de la seguridad de los ciclistas, alineadas con la Estrategia Estatal de la Bicicleta y el enfoque del sistema seguro del transporte.

En definitiva, existe una apuesta decidida por desarrollar infraestructuras más amigables y seguras para todos los colectivos, en especial de usuarios vulnerables, y, en concreto para los ciclistas. Así, para fomentar e impulsar las iniciativas del uso de la Bicicleta, el actual Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible creó la Oficina de la Bici. Además, en coherencia con los principios regidores de dicha Estrategia Estatal por la Bici, la DGC ha elaborado y publicado una Guía con recomendaciones para el diseño de infraestructuras ciclistas. Previamente también elaboró un documento con ejemplos prácticos de cómo poder humanizar determinados tramos urbanos o interurbanos en la red de carreteras del Estado. A esto, hay que añadir el impulso de un plan de construcción de pistas para ciclistas, tanto segregadas como compartidas, algunos de cuyos proyectos ya están en ejecución y los demás se están dando los pasos y siguiendo los procesos requeridos para poder materializarlos cuanto antes, apoyándose en la medida de lo posible de la financiación europea a través de los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).

Así pues, se está trabajando adecuadamente en este campo, dedi-

cando esfuerzos e inversiones, y es de esperar que los frutos de todo ello lleguen pronto, traducándose en una menor accidentalidad y siniestralidad de ciclistas en nuestras vías.

15.- Y ya para concluir con las ideas principales de esta Jornada, y no extenderse en demasía, reseñar que se constató la necesidad de concentrar esfuerzos en el factor humano, en una mayor y mejor formación vial ciclista, y en la potenciación de la seguridad pasiva en la industria de la bicicleta. El respeto entre automovilistas y ciclistas es fundamental para garantizar la seguridad y se ha revelado una cierta falta de conocimiento de la normativa ciclista vigente entre los ciudadanos. Por ello, se ha apuntado la conveniencia de reforzar este aspecto esencial de promoción de conductas seguras, con especial incidencia en el ámbito de formación del ciclista, ya sea mediante cursos o campañas divulgativas orientadas a promocionar una conducción en bicicleta adecuada y respetuosa, así como también reforzar las campañas de control y vigilancia del cumplimiento de las normas y los controles de alcoholemia en este colectivo, ante la constatación de una cierta relajación o impunidad ante ciertas conductas inadecuadas relativamente fre-

cuentes (como por ejemplo, saltarse semáforos, no utilización de los arcones cuando es posible, la no circulación por los carriles preferentes de bicicletas o carriles bici y hacerlo por los usados por los automóviles, etc). Todos, y el ciclista también, estamos sometidos a una aplicación adecuada de las normas de tráfico. Y la seguridad es un requisito previo para fomentar el ciclismo.

Para finalizar este capítulo, reseñar también que se demandó a la industria de la bicicleta un mayor esfuerzo en innovación en el campo de la seguridad pasiva de este vehículo, pues mientras en el campo automovilista se ha avanzado mucho en dispositivos de seguridad pasiva, incluso en las motocicletas, en el ciclismo no ha sido así. Y el potencial de la industria ciclista se ve reflejado simplemente por las cifras de producción, que, en 2022, en la UE alcanzó un total de casi 15 millones de bicicletas (14,7 Mill).

Y se concluyó el acto de clausura reiterando el agradecimiento a las Administraciones y Empresas que han colaborado y patrocinado esta Jornada, y en especial a la Diputación Provincial de Valencia por haber cedido el estupendo enclave del Centro Cultural La Beneficencia para su celebración. También se agradeció a la Asociación Técnica de Carreteras, la organización del evento; a los ponentes, moderadores de sesiones y a todos los presentes, por su asistencia y participación en la Jornada, y, deseando que el contenido y desarrollo de esta hubiese cubierto las expectativas creadas y fuese provechosa para todos, se dio por finalizada la Jornada sobre la Mejora de Seguridad Vial de los Ciclistas 2023. ❖



Clausura, de izda. a dcha. Álvaro Navareño, Guillermo Llopis y Roberto Llamas

Jornada Técnica 'Colocación y Retirada de Señalización de Obra'



Madrid, 27 de noviembre de 2023

El pasado 27 de noviembre de 2023 se celebró en la sede central del Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos en Madrid una Jornada Técnica en la que se presentó el documento "Recomendaciones sobre la colocación y retirada de la señalización de obras", elaborado por un grupo de trabajo creado dentro del Comité C6 "Conservación y gestión" de la Asociación Técnica de la Carretera. La Jornada fue promovida por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y organizada por la Asociación Técnica de la Carretera y la Asociación de Empresas

de Conservación y Explotación de Infraestructuras ACEX.

La inauguración de la Jornada correspondió a Pablo Sáez (Presidente de ACEX), Álvaro Navareño (Presidente de la ATC) y Paula Pérez (Subdirectora General de Conservación y Gestión de Activos de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible). En la inauguración se resaltó la importancia de proteger la seguridad de los trabajadores en las operaciones de conservación de las carreteras y la especial exposición

que sufren en las labores de colocación y retirada de la señalización de obra.

La primera presentación la realizó Javier Uriarte de la Demarcación de Carreteras del Estado en Asturias y en ella explicó los objetivos y aspectos generales del documento presentado en la Jornada. En primer lugar, expuso los objetivos principales del grupo de trabajo que fueron analizar la accidentalidad en los procesos de colocación y retirada de la señalización de obra y proponer procedimientos para mejorar la seguridad

en estas actividades. A continuación, resumió los aspectos generales comunes a todos los procedimientos relativos a los trabajadores, los vehículos, el equipamiento de la vía y los medios de refuerzo de la seguridad. Por último, alertó de las situaciones consideradas de mayor riesgo dentro de los procedimientos, con especial atención al cruce de calzada para colocación y retirada de señalización en las medianas de las autovías y a la detención de vehículos en el arcén.

Seguidamente, Francisco García de ACEX expuso los resultados de las encuestas realizadas en 2019 y 2023 para analizar la accidentalidad en los tramos en obras. Estas encuestas fueron distribuidas a través de la Subdirección General de Conservación y ACEX para obtener datos de accidentes relacionados con la señalización de obras en conservación. Se realizó una comparativa de los resultados obtenidos en las encuestas de 2019 y 2023 y se cruzaron datos sobre los tipos de accidentes y sus consecuencias y las características de la vía.

Para terminar el primer bloque presentaciones, Eduardo Valero de la Dirección General de Tráfico presentó los resultados de una prueba realizada a lo largo de varios días para valorar la influencia en la velocidad de los conductores de distintos elementos instalados en un corte de carril. La prueba consistió en la medida de la velocidad en dos puntos situados en un tramo de autovía en el que está cortado el carril derecho a la circulación y limitada la velocidad a 80 km/h y colocar distintos elementos de señalización para comprobar su efectividad para reducir la velocidad de circulación. Los elementos que se probaron fueron un radar informativo de velocidad, un operario agitando una bandera, un panel de mensaje variable con indicación de radar, un maniquí con bandera, una baliza con bandera, un tótem de se-



Inauguración de la Jornada. De izda. a dcha. Álvaro Navareño, Paula Pérez y Pablo Sáez.

ñalización y unas líneas convergentes marcadas con cinta adhesiva dentro del carril abierto al tráfico. De todos ellos, el que consiguió una reducción mayor de la velocidad fue el operario agitando la bandera. Se quiso también realizar una prueba con un badén portátil pero hubo que retirarlo al poco tiempo de su colocación porque sufrió desplazamientos, levantamientos y giros al paso de los vehículos, por lo que se desaconseja su uso en los tramos en obras.

A continuación se pasaron a exponer los distintos procedimientos que se incluyen en el documento.

En primer lugar, Teresa Cano de la empresa E-SCENTIA, desarrolló los principales aspectos a considerar en la operación de colocación de la señalización de obra para los casos de corte de carril derecho o corte de carril izquierdo en autovía. También expuso, con el apoyo de un video realizado sobre el terreno, un ejemplo de corte de un carril en un tramo de riesgo especial, en este caso por la alta intensidad de tráfico, correspondiente a las Rondas Urbanas de Barcelona.

Seguidamente, Raúl Cruces de ELSAN desarrolló la retirada de la señalización de obra exponiendo en primer lugar los riesgos específicos de esta operación frente a la de colocación por realizarse maniobras en sentido contrario al tráfico, la posibilidad de atropellos a los trabajadores por los propios vehículos de conservación y la afección del cansancio por tener lugar al final de la jornada laboral. Con la ayuda de croquis y videos fue detallando las distintas fases que componen la operación de retirada de la señalización de obra.

Para terminar la sesión de la mañana, Manuel Espá de AUDECA presentó los aspectos específicos de las carreteras convencionales y algunos casos especiales. En lo que respecta a las carreteras convencionales explicó mediante unos croquis los procedimientos de colocación y retirada de la señalización de obra en este tipo de carreteras. Como casos especiales, explicó unas pruebas realizadas en Asturias en abril de 2021 que consistieron en primer lugar en la realización de cortes de carril en autovía apoyándose con señalización móvil de obra para evitar los cruces

de calzada a pie para la colocación de las señales de obra en el arcén izquierdo y en segundo lugar en la realización de un corte de carril en autovía únicamente con vehículos con señalización luminosa, sin necesidad de señales fijas.

Ya en la sesión de tarde, Jaime López-Cuervo de la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid y Gabriel Moreno de la UTE API- SARRIÓN expusieron los aspectos relativos a la señalización de las actividades no programadas y de corta duración. Las actividades no programadas se refieren a la atención de incidentes en la carretera y retirada de objetos manejables y en cuanto a las actividades de corta duración son actuaciones de menos de 15 minutos que se realizan en el arcén o fuera de la plataforma. El principal problema de estos dos tipos de actividades es que generalmente se realizan con un único trabajador en solitario, que únicamente cuenta con la señalización luminosa propia del vehículo más la señalización que pueda transportar en el interior del vehículo y que pueda desplegar. Se explicó mediante croquis la forma de proceder de un trabajador para señalar una incidencia, según que tenga lugar fuera de la plataforma, en arcén o afectando a un carril de circulación y se expuso una prueba realizada en la autovía A-6 en Madrid en la que se instalaron una serie de cámaras en un vehículo de vigilancia para valorar el cumplimiento de los procedimientos de trabajo en la atención de incidencias y detectar los principales riesgos en estas actuaciones.



Mesa Redonda. De izda. a dcha. Paula Pérez, Javier Pereira, Eduardo Valero, Beatriz García de la Varga, Antonio Flores y Javier Uriarte.

Para finalizar la jornada tuvo lugar una mesa redonda para comparar las visiones de los distintos agentes que

participan en la señalización de las obras. La mesa redonda estuvo moderada por Paula Pérez y compuesta por Javier Uriarte en representación del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, Javier Pereira de SERVEO en representación de las empresas de conservación, Antonio Flores en representación de la Unión General de Trabajadores, Eduardo Valero en representación de la Dirección General de Tráfico y Beatriz García de la Varga en representación de la Inspección de Trabajo.

En la mesa redonda se debatió sobre la valoración de cada uno de los intervinientes sobre el documento elaborado por el grupo de trabajo, los temas que consideran que quedan pendientes y en los que se debería continuar trabajando y la opinión sobre los resultados obtenidos en las pruebas realizadas sobre el terreno.

Por último, se estableció un turno de preguntas de los asistentes a la Jornada que dio lugar a un interesante debate sobre varios asuntos que se habían tratado en las distintas presentaciones, tras lo que se dio por finalizada la Jornada. ❖



“EL SABER NUNCA HA ESTADO TAN CERCA”



Descubre más en

www.atc-piarc.com

La ATC entrega sus distinciones Socios de Mérito, Premio “Enrique Balaguer, abriendo caminos” y Medallas a la Aportación Técnica a la Carretera



El 12 de diciembre de 2023 la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) celebró el acto de reconocimiento a sus socios más destacados, las Medallas a la Aportación Técnica a la Carretera como reconocimiento interno a miembros de los Comités Técnicos, y, cuarta entrega del “Premio Enrique Balaguer, abriendo caminos” a aquellas personas u organizaciones que hayan destacado en el sector de las carreteras.

La Junta Directiva aprobó por unanimidad, en su reunión del 22 de junio de 2023, el reconocimien-

to a José Manuel Blanco Segarra, Francisco Javier Payán de Tejada González y Francisco José Lucas Ochoa como Socios de Mérito, por su contribución y dedicación al desarrollo de la Asociación Técnica de Carreteras. Se decidió como ganador de la cuarta edición del “Premio Enrique Balaguer, abriendo caminos” a la Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE). También se aprobó la entrega de la Medalla a la Aportación Técnica de la Carretera a 12 destacados miembros de los Comités Técnicos de la ATC.

Hicieron entrega de las distinciones: Marta Serrano, Secretaria General de Transporte Terrestre, Juan Pedro Fernández, Director General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Pere Navarro, Director General de Tráfico del Ministerio del Interior, Álvaro Navareño, Director Técnico de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Presidente de la ATC, y Miguel Ángel Carrillo, presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SOCIOS DE MÉRITO 2023

José Manuel Blanco Segarra

ICCP por la Escuela de Madrid, promoción 1981e ICCP del Estado desde 1986 destinado en la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura donde ha sido Jefe del Servicio de PPO hasta 1993, Jefe de la Unidad de Carreteras de Cáceres hasta 2006 y Jefe de la Demarcación hasta 2019.

Ha participado en todas las fases de la transformación de la Red de Carreteras del Estado en Extremadura: planificación, proyecto, construcción, conservación y explotación, así como en la coordinación con el desarrollo de la ordenación territorial y el urbanismo y con las planificaciones de otros organismos y administraciones.

Ha sido reconocido como:

- Medalla de Honor de la AEC con mención especial (2010)
- Cruz con distintivo blanco de la Orden del Mérito de la Guardia Civil (2019)
- Decano de la Demarcación de Extremadura del Colegio de ICCP (desde 2019)

Con numerosas tareas en el ámbito nacional e internacional, actualmente es Presidente del CT3 Financiación de la ATC.



Francisco Javier Payán de Tejada González

Francisco Javier Payán de Tejada González, es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid, promoción 1977 y funcionario del cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado, promoción de 1981, actualmente es Jefe del Área de Conservación y Explotación de Valladolid.

Inició su andadura profesional en el CEDEX en el año 1978. En 1984 fue transferido a la Junta de Castilla y León, donde, a partir de 1986 fui Jefe de Servicio de Tecnología e Informática y posteriormente jefe de Servicio de Tecnología y Control de Calidad donde creó el Centro Regional de Control de Calidad con sede en Valladolid. Este centro fue acreditado por ENAC en base a la norma 45001 en 1999 y es actualmente Organismo Notificado para el Mercado CE. En este periodo ya participó como miembro en los comités de Geotecnia, Firmes y Puentes.

A finales de 1999, paso a la Administración del Estado, Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental como Jefe del Área de Conservación y Explotación de Carreteras de Valladolid hasta la actualidad.

Aparte de los comités técnicos de la ATC ha participado en numerosas Comisiones Técnicas sobre "Áridos", "Acero

para armaduras", "Materiales para carreteras" y ha sido representante español en el Comité de Normalización Europea CEN, TC 227 "Road Materials"

Actualmente es Presidente del Comité Técnico de Firmes de la ATC y Vocal del Comité Internacional de Firmes de PIARC.



Francisco José Lucas Ochoa

Curro Lucas es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (ICCP) con especialidad en Transportes por la Universidad Politécnica de Madrid, posee un máster MBA en Dirección y administración de empresas y ha cursado el programa de desarrollo directivo PDD de IE Business School. Inició su actividad profesional en Trabajos Bituminosos S.A., perteneciente al grupo Eurovia España, desde 1999 hasta 2006. Posteriormente ha sido responsable de Asistencia Técnica y Desarrollo del Negocio de Asfaltos en Repsol, desde su incorporación en 2006 hasta fecha muy reciente.

Durante años, ha representado a Repsol en la ATC, donde ha sido miembro de los Comités Técnicos de Firms y Conservación desde 2007 hasta 2022. Ha sido Secretario del Comité de Firms durante los últimos 8 años. También ha sido miembro de la Junta Directiva, representando como vocal a las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras. Ha sido miembro del Comité de Comunicación, del Comités de Estrategia y fue distinguido con la Medalla a la Aportación Técnica de Carretera en su primera edición. En el ámbito internacional, ha sido miembro del Comité Internacional de Firms de PIARC, representando a España en el último ciclo 2019-2022.

En el ámbito internacional ha sido miembro del Consejo de Administración de Eurobitume y miembro de su Comité de Relaciones Públicas y Comunicaciones. En el último ejercicio 2022/2023 ha sido el presidente de esta organización europea. También ha sido miembro de la Federación Internacional de Emulsiones Bituminosas (IBEF); y de los comités europeos de normalización (CEN) de productos bituminosos.



PREMIO ENRIQUE BALAGUER, ABRIENDO CAMINOS

ACHE persigue impulsar cualquier avance en torno a las estructuras, ya sea científico, técnico, económico, estético, etc. y servir de cauce para la participación española en asociaciones similares de ámbito internacional. Los integrantes de ACHE son ingenieros y arquitectos que desarrollan su actividad profesional en la Administración (central, autonómica, municipal), en la Empresa (consultora, constructora, control) o en el Ejercicio Libre.

ACHE desarrolla todo tipo de actividades tendentes al progreso de las estructuras, en particular en los siguientes campos:

- Investigación. A través de Grupos de Trabajo coordina y realiza estudios de investigación científica y desarrollo tecnológico relacionados con el hormigón.
- Publicaciones. Con la publicación de la revista Hormigón y acero, de Libros, Monografías y Tesis doctorales difunde los nuevos conocimientos que puedan surgir en torno a las estructuras de hormigón.

- Eventos. El Comité correspondiente organiza diversos eventos, como congresos, seminarios, jornadas técnicas, conferencias, etc., con el fin de difundir conocimientos y propiciar discusiones técnicas entre los profesionales del sector.

Recogió el premio Miguel Ortega Cornejo, Presidente de ACHE



MEDALLAS 2023

APORTACIÓN TÉCNICA A LA CARRETERA

La ATC otorgó su tercera edición Medallas a la Aportación Técnica de la Carretera, reconociendo la dedicación personal de los profesionales que pertenecen a sus Comités para la mejora de la movilidad en las carre-

teras de España, mediante sus contribuciones técnicas en materia de seguridad, calidad, eficiencia y durabilidad. Fueron galardonados:

Mónica Laura Alonso Pla	Comité Técnico de "Medio Ambiente"
Luis Barroso Párraga	Comité Técnico de "Conservación"
José Luis Cuenca Lorenzo	Comité Técnico de "Geotecnia Vial"
Miguel Ángel Delgado Núñez	Comité Técnico de "Puentes "
Norberto Díez González	Comité Técnico de "Planificación, Diseño y Tráfico"
Alonso Domínguez Herrera	Comité Técnico de "Seguridad Vial"
Carlos Hernández Carrilero	Comité Técnico de "Financiación"
Antonio Martín Crisenti	Comité Técnico de "Túneles"
Anna París Madrona	Comité Técnico de "Firmes"
Antonio Jesús Tocino de la Iglesia	Comité Técnico de "Conservación"
Nuria Uguet Canal	Comité Técnico de "Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico"
José Carlos Valdecantos	Comité Técnico de "Vialidad Invernal"



PRÓXIMOS EVENTOS ATC

La Asociación Técnica de Carreteras tiene previsto los siguientes eventos:

- **Jornada Técnica Seguridad en Túneles y Metodología de Análisis de Riesgo**
Madrid, 14 de marzo de 2024
- **JXVII Jornadas de Conservación y Explotación de Carreteras**
Burgos, 11 a 13 de junio de 2024

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



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

info@atc-piarc.com

Composición de la Junta Directiva de la ATC

PRESIDENTE:	- D. Álvaro Navareño Rojo
CO-PRESIDENTES DE HONOR:	- D. Juan Pedro Fernández Palomino - D. Pere Navarro Olivella
VICEPRESIDENTES:	- D.ª Paula Pérez López - D.ª M.ª del Carmen Picón Cabrera - D. Jorge Enrique Lucas Herranz - D. Pedro Gómez González
TESORERO:	- D. Pablo Sáez Villar
SECRETARIO:	- D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría
DIRECTOR:	- D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría
VOCALES:	



- Designados por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:
 - D. Miguel Ángel Bermúdez Odrozola
 - D.ª Patricia Sanz Lázaro
 - D. Antonio Muruais Rodríguez
 - D. Álvaro Navareño Rojo
 - D.ª Paula Pérez López
- 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. Felipe Cobo Sánchez
 - D. Ramón Colom Gorgues
 - D. David Merino Rueda
 - D. Jesús Félix Puerta García
- 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.ª Laura Parra Ruiz
- En representación de los departamentos universitarios de las escuelas técnicas:
 - D. Rodrigo Miró Recasens
 - D. Manuel Romana García
- Representantes de las sociedades concesionarias de carreteras:
 - D. Antonio Belmonte Sánchez
 - D. Bruno de la Fuente Bitaine
- Representantes de las empresas de consultoría:
 - D. Alfonso Alba Ripoll
 - D. José Luis Mangas Panero
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
 - D. Cesar Bartolomé Muñoz
 - D. Sebastián de la Rica Castedo
 - D. Javier Monje Norte
 - D. Juan José Potti Cuervo
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
 - D. Camilo José Alcalá Sánchez
 - D. Jorge Enrique Lucas Herranz
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
 - D. Pablo Sáez Villar
- Representante de los laboratorios acreditados
 -
- 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. Francisco Javier Criado Ballesteros
 - D. Pedro Gómez González
 - D.ª M.ª del Carmen Picón Cabrera
- Presidente saliente:
 - D.ª M.ª del Rosario Cornejo Arribas

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
- Secretario	D. Adolfo Güell Cancela

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. Rafael Sánchez Tostón

CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

- Presidenta	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

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
 2021 - D. ANTONIO SÁNCHEZ TRUJILLANO
 2021 - D. JESÚS DÍAZ MINGUELA
 2022 - D. JORGE ENRIQUE LUCAS HERRANZ
 2022 - D. ÁLVARO PARRILLA ALCAIDE

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

Socios Protectores y Socios Colectivos

Administración General del Estado

- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. MTMS
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. MINISTERIO DEL INTERIOR
- SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MTMS. MTMS
- DELEGACIÓN DEL GOBIERNO EN LAS SOCIEDADES CONCESIONARIAS DE AUTOPISTAS NACIONALES DE PEAJE. MTMS

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

Sociedades Concesionarias

- ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA, S.A.
- ACCIONA CONCESIONES, S.L.
- AUCALSA, AUTOPISTA CONCESIONARIA ASTUR - LEONESA, S.A.
- AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.
- AUTOPISTAS DEL ATLANTICO, CONCESIONARIA ESPAÑOLA, S.A.
- CEDINSA CONCESIONARIA, S.A.
- CONCESIONARIA VIAL 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.
- ALUMBRADOS VIARIOS, S. A.
- ALVAC, S.A.
- AMIANTIT ESPAÑA S.A.U.
- ANCADE
- ANTER
- 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.
- ASIMOB S.L.
- 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.
- DRACE GEOCISA, S.A.
- 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.
- FERROSER INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- FERROVIAL AGROMÁN, S.A.
- FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
- FIXALIA ELECTRONIC SOLUTIONS, S.L.
- FREYSSINET, S.A.
- GECOCSA, GENERAL DE CONSTRUCCIONES CIVILES, S.A.
- GEOCONTROL, S.A.
- GIRDER INGENIEROS, S.L.P.
- GIVASA S.A.
- GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- GRUPO ALDESA S.A.
- 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.
- INDRÁ 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.
- INGENIERIC S.L.
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.U.
- J. A. ROMERO POLO S. A.
- KAO CORPORATION, S.A.
- KAPSCH TRAFFICOM TRANSPORTATION S.A.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.
- METALESA SEGURIDAD VIAL, S.L.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- OPTIMASOIL S.L.
- 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 MOBILITY, S.A.U.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SISTEMAS Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SODECA, S. L. U.
- SGS TECNOS, S.A.
- SORIGUE, S.A.
- S&P-KRUGER
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TECLIVEN, S.L.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPSA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TECNOLOGÍA DE FIRMES, 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
- VISEVER, S.L.
- VSING INNOVA 2016, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

Socios Individuales, Senior y Junior

Personas físicas (85) 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.



www.atc-piarc.com/rutas

Si quiere anunciarse en RUTAS póngase en contacto con nosotros:
Tel.: 91 308 23 18 info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com

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

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

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

PORTADA RUTAS:

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



Asfaltos Repsol, abriendo el camino a la eficiencia y a la innovación

En Repsol innovamos cada día para adaptarnos a las nuevas necesidades en pavimentación. Por eso, ahora te ofrecemos **5 gamas de asfaltos de alto nivel** para crear carreteras y pavimentos más seguros, eficientes y sostenibles:

PAVE, PERFORM, COLOR, ADVANCE e ISOLATE.

- **Altas prestaciones:** asfaltos de calidad y garantía certificada con nuestra asistencia técnica y desarrollo.
- **Más eficientes:** soluciones eficientes y comprometidas con el medioambiente desarrolladas en el Repsol Technology Lab.
- **A tu medida:** elige el que mejor se adapte a ti entre más de 120 referencias, con diversidad de formatos.



REPSOL

Inventemos el futuro



Repsol Compromiso
Cero Emisiones Netas
2050



Descubre más
aquí



chm.es

chm

75 años
acompañándote donde quieres estar