

RUTAS DIVULGACIÓN

Daños causados por la DANA del 29 de octubre de 2024 en las Carreteras del Estado en la provincia de Valencia

La respuesta del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia ante la DANA del pasado 29 de octubre de 2024

Estudios de resiliencia de la Red de Carreteras del Estado

RUTAS TÉCNICA

Los incidentes viales causados por la fauna ¿un problema real o un buen relato? Análisis, caracterización y medidas

Nuevos viaductos del Castro

ATC

Entrega de distinciones ATC 2024





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



Tribuna Abierta

- 03** La “robustez” como criterio a considerar en las infraestructuras y en las organizaciones
Álvaro Navareño



Rutas Divulgación

- 06** Daños causados por la DANA del 29 de octubre de 2024 en las Carreteras del Estado en la provincia de Valencia
Guillermo Llopis Serrano, Javier Soler Ribes, Juan Antonio Moreno Soriano, Vicente Ferrer Pérez y Álvaro Cuadrado Tarodo
- 15** La respuesta del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia ante la DANA del pasado 29 de octubre de 2024
Francisco Javier Piedra Cabanes, Mónica Laura Alonso Plá, Paloma Corbí Rico, Josefina Ruiz González, Pablo de Tarso Boix García y Alfredo Muñoz Alarcón
- 25** Estudios de resiliencia de la Red de Carreteras del Estado
Antonio Muruais Rodríguez



Rutas Técnica

- 26** Los incidentes viales causados por la fauna ¿un problema real o un buen relato? Análisis, caracterización y medidas.
Roberto Llamas Rubio
- 46** Nuevos viaductos del Castro. Consideraciones sobre el proyecto de viaductos en zonas de montaña sometidos a operaciones de vialidad invernal
Alvaro Serrano Corral, Miguel Bañares Dorado y Pablo Domínguez Gómez



PIARC

- 59** Informes Técnicos de PIARC

ATC

- 60** 2024 Jornadas Carretera y Nieve
- 65** Curso de Formación Incendios en Túneles
- 67** Curso de Formación de personal de explotación y Centro de Control
- 68** Entrega de Distinciones ATC 2024
- 72** Próximos eventos ATC
- 73** Junta Directiva, Comités Técnicos y Socios de la ATC



Edita:

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

Comité Editorial:

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)
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
Valverde Jiménez Ajo	Presidenta del CT de Firms de Carreteras
Fernando Pedraza Majarrez	Presidente del CT de Movilidad, Planificación y Diseño
Manuel Romana García	Presidente del CT de Geotecnia Vial
Paula Pérez López	Presidenta del CT de Conservación y Gestión
Emilio Criado Morán	Presidente del CT de Puentes de Carreteras
Roberto Llamas Rubio	Presidente del CT de Seguridad Vial
Antonio Muruais Rodríguez	Presidente del CT de Carreteras Sostenibles y Resilientes
Mónica Laura Alonso Pla	Presidenta del CT de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico
Álvaro Navareño Rojo	Presidente del CT de Dotaciones Viales
Rita Ruiz Fernández	Presidenta del CT de Valor Histórico Patrimonial

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 201 OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Fotografía de portada:

Desvío provisional en la autovía A-7 para salvar las estructuras colapsadas sobre el barranco del Gallego del Poyo en Quart de Poblet (p.k. 336+850)

La “robustez” como criterio a considerar en las infraestructuras y en las organizaciones

Álvaro Navareño

Presidente de la ATC

Director Técnico de la DGC, MITMS

Aunque les presupongo jóvenes, permítanme que empiece recordándoles brevemente el cuento de los tres cerditos:

“Había una vez 3 cerditos que eran hermanos y vivían en lo más profundo del bosque. Siempre habían vivido felices y sin preocupaciones en aquel lugar, pero ahora se encontraban temerosos de un lobo que merodeaba la zona. Decidieron construirse una casita. Pero no se ponían de acuerdo respecto a qué material utilizar. Al final, y para no discutir, decidieron que cada uno la hiciera de lo que quisiese.

El primer cerdito, el más perezoso de los hermanos, decidió hacer una sencilla casita de paja, que terminó en muy poco tiempo. El segundo cerdito decidió que su casa iba a ser de madera, era más fuerte que la de su hermano pero tampoco tardó mucho tiempo en construirla. Al acabar se le unió a su hermano y fueron a molestar al tercero.

El tercer cerdito que era el más trabajador, decidió que lo mejor era construir una casa de ladrillos. Le llevaría casi un día terminarla, pero estaría más protegido del lobo. Incluso pensó en hacer una chimenea para cocinar. Cuando finalmente las tres casitas estuvieron terminadas, los tres hermanos celebraron el trabajo realizado. Y cantaban sin preocupación -“¡No nos comerá el lobo! ¡No puede entrar!”.

El lobo que pasaba cerca de allí se sintió insultado ante tanta insolencia y decidió acabar

con los cerditos de una vez. El lobo sopló con fuerza y derrumbó la casa de paja sin mucho esfuerzo, luego sopló y sopló y derrumbó la de madera; finalmente fue a por la casa de ladrillo donde se refugiaban todos los hermanos, y no pudo con ella. Decidió entonces entrar por la chimenea y el final, lo dejo en el aire de nuestros avezados lectores!”

Si bien el cuento es el mismo para niños de 6 años que para mayores, o jóvenes, incorporar este texto en una revista especializada de carreteras como es RUTAS aporta un valor extra. Si lo hacemos además en el contexto de la catastrófica DANA acontecida en octubre de 2024, o en el contexto del problema producido en el denominado puente de “Castro” en la A-6, en Piedrafita do Cebreiro, creo que podemos extraer algunas triviales conclusiones.

Pero quisiera hacerles dos breves reflexiones, que probablemente no sean nuevas para el lector, pero vienen muy a cuento de este número de Rutas:

En primer lugar, a los ingenieros nos enseñan a planificar, proyectar, construir, conservar (y yo añadiría a reconstruir), y a dismantelar, demoler o reutilizar, si es preciso también. El denominado ciclo de vida de las infraestructuras.

Los conocimientos que tenemos hoy día, con los materiales clásicos podemos decir, como el acero o el hormigón, nos permiten afinar más en la elección de las estrategias de durabilidad de las infraestructu-

ras. No cabe duda que esta inteligencia desmedida de la que adolece el sector puede tener un efecto “boomeran”, ya que podemos proyectar grandes infraestructuras con costes reducidos, salvar valles, ríos, o montañas, aprovechando extraordinariamente la capacidad resistente de los materiales, con secciones esbeltas o estrictas en lo resistente a pesar de que son secciones donde hay que instalar con frecuencia diverso equipamiento vial de seguridad, de contención o de señalización; pero que, además, en ocasiones, no son conservables (una vez puestas en servicio), ni reparables (por necesitar medios muy costosos extraordinarios), ni son por tanto durables. Y estas tres características últimas, curiosamente, son las más importantes hoy día y las que deben primar; además de que el encaje económico debiera ser el adecuado, como corresponde a la técnica ingenieril.

La “resiliencia de las Infraestructuras”, como sabrán, está basada en la ampliación del concepto clásico de la “resiliencia” definido en materiales. Pero, básicamente, implica la capacidad de las infraestructuras para dar servicio o recuperarse durante y después de episodios que podemos llamar “extremos”. Por tanto, como ya decían los sabios “nihil novum sub sole”, “nada nuevo bajo el sol”. Lo nuevo, paradójicamente, es que hemos aprendido tanto que somos capaces de “optimizar” nuestros diseños, también conforme a nuestras propias normativas, quizás buscando muchas veces el óptimo económico. Habremos oído muchas veces: “Para eso somos ingenieros, si no, un puente podría hacerlo cualquiera”. La cuestión es que “debe incorporarse en nuestra costumbre de ingenieros” y, sobre todo, deben primar otros criterios además del meramente económico y que hasta ahora, en general, no han primado lo suficiente, o tenían mucho menos peso. Y las propias administraciones y la sociedad deben ser coherentes con estos planteamientos. Y para esto no son precisas grandes transformaciones, ni revoluciones.

Desde que se empezaron a construir activos de infraestructuras en el mundo de manera más o menos sistemática, en el caso de la carretera con la aparición de los coches, y la motorización, por tanto, en la primera parte del siglo XX, se habla de su “gestión”. Primero se tomó conciencia del inventario de las mismas, y luego de la necesidad de hacer una inspección de su estado y su seguimiento. No fue casual, sino debido esencialmente a la aparición de daños muy prematuros en firmes relativamente nuevos, y a colapsos de puentes relativamente nuevos, y a colapsos por incendios en túneles, por poner algunos ejemplos. Todo ello supuso y conllevó mejoras en las normativas correspondientes. Por tanto, siempre se

ha hablado de gestión, y en el fondo de conservación y por tanto de “seguridad” en las infraestructuras y “funcionalidad”.

Sin embargo, la importancia actual del problema medioambiental, y la obligación de hacer infraestructuras “sostenibles”, implica pensar inevitablemente en el “ciclo de vida de una infraestructura” desde su concepción. Y aquí tenemos un “caballo de batalla” importante: la duración prevista de los elementos de la carretera, o la vida útil prevista y posteriormente real. No tenemos bien resuelto a nivel normativo y de manera coherente la duración en el proyecto de muchos elementos, para empezar porque es complejo determinar los mecanismos de deterioro reales y los “riesgos” que se producen y condicionan el proyecto de muchos de estos elementos. Pero también, en mi opinión, porque no ha sido una prioridad, hasta tiempos recientes, estudiar estos fenómenos en profundidad. La “durabilidad” de las infraestructuras recién construidas empieza a ser un “talón de Aquiles” difícil de curar. También parece claro que hablar de obsolescencia programada en las infraestructuras no nos sale rentable a los países o a las administraciones.

Reconozco que es muy fácil decir esto, pero, desde la experiencia, hay que tratar de identificar las dificultades que conlleva garantizar una mayor robustez en las carreteras y en todos los elementos que la integran. Y estas se encuentran no siempre en los “proyectos”, sino en todo el proceso de construcción. En los “plazos”, en las “modificaciones” de las obras, o en la “propia conservación de las obras”. Pero, sea como fuere, las administraciones deben exigir diseños y proyectos “robustos” frente a soluciones “frágiles” con muchos puntos débiles, o sin redundancia para poder planificar posteriores e inevitables intervenciones, sustituciones o reparaciones. Esta tarea debe salir de las administraciones y de todos los agentes técnicos involucrados en las infraestructuras.

Quiero ser positivo en los tiempos actuales, ya que han aumentado en estos últimos años los recursos presupuestarios para la conservación de carreteras; en los años venideros las necesidades van a crecer al mismo tiempo que envejece nuestra red de carreteras, y espero que aun haya más recursos para esto. No solo será preciso prevenir o conservar ya, sino que en ocasiones será necesario reconstruir carreteras y estructuras con riesgos existentes o daños importantes y que deben tener nuevas e imprescindibles prestaciones para dar servicio a las demandas actuales de mayores transportes y más calidad a los usuarios.

En segundo lugar, sobre la ingeniería de carreteras, que como señalo es una ciencia muy viva. En los últimos años se está haciendo un trabajo muy importante en lo que podemos llamar ingeniería forense de infraestructuras. Pero, además, se está avanzando en lo relacionado con la gestión de “imprevistos” o de “fallos imprevistos”.

En este ámbito las administraciones de carreteras tienen que aprovechar las enseñanzas que la gestión de estos problemas han planteado. Por ello se viene hablando ya desde hace años, como hemos señalado ya, de la gestión de activos y de la gestión y “análisis de riesgos” asociados a la infraestructura. También de infraestructuras críticas para un territorio, que cobran importancia estratégica primordial en su movilidad. Curiosamente es necesario saber que podemos prepararnos mejor para los “imprevistos”.

Para ello, se suelen distinguir normalmente tres fases importantes, que no debemos perder de vista:

La “preparación”, a través del diseño de planes de contingencia, ya existentes en diversas materias (Plan Estatal General de Emergencias de Protección Civil: PLEGEM), y de la coordinación de los mismos, y la implementación de alarmas. En el ámbito de la “ingeniería Civil”, en España, merece la pena destacar la existencia de la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil. Entre los objetivos de esta ley destaca:

“reforzar los mecanismos que potencien y mejoren el funcionamiento del sistema nacional de protección de los ciudadanos ante emergencias y catástrofes, que ya previó la ley anterior. Este sistema de protección civil se entiende como un instrumento de la seguridad pública, integrado en la política de Seguridad Nacional. Sistema que facilitará el ejercicio cooperativo, coordinado y eficiente de las competencias distribuidas por la doctrina constitucional entre las Administraciones Públicas, a la luz de las nuevas circunstancias y demandas sociales, al interconectar de manera abierta y flexible la pluralidad de servicios y actuaciones destinados al objetivo común”

La fase siguiente es la “respuesta”, donde se pueden establecer dos líneas importantes: la gestión de la respuesta, por un lado; a través del control y mando, la toma de decisiones como la evacuación si corresponde, o su seguimiento; y también, no menos importante, la gestión de la información, a través de un plan de comunicación, o a través de un centro de gestión y comunicación de esta información.

Finalmente, la tercera etapa es la “recuperación”. A través del abastecimiento de recursos y las cadenas de apoyo, y la consideración de si dicho problema se extiende a otros activos. Hay que añadir un “plus”: en el caso concreto de la DANA, la reconstrucción debe hacerse teniendo en cuenta nuevos criterios de diseño más ambiciosos, y que permitan resistir mejor las solicitaciones actuales. Esto pasa por identificar y analizar mejor los riesgos reales. Estudiar las vulnerabilidades. Evaluar la probabilidad de los sucesos, y minimizar en lo posible los riesgos con los nuevos diseños (esto ya se contempla en el proyecto de algunos elementos de la carretera, pero debe mejorarse notablemente y hacerse extensivo a todos los elementos de las carreteras).

Por tanto, es posible hoy día planificar estas situaciones y para ello hacen falta organizaciones “robustas”, con recursos, con preparación y sobre todo formación. En estas situaciones “extremas”, o básicamente que tienen poca recurrencia, son fundamentales, o pueden llegar a ser de gran ayuda, los simulacros.

Sin ánimo de profundizar más, en el ámbito de las carreteras, estas situaciones con episodios “extraordinarios” se producen con nevadas considerables, con incendios importantes, y con lluvias abundantes o extremas como acaba de acontecer, por ejemplo; en los cuales se ponen a prueba todos los recursos disponibles de la organización, y son precisos notables esfuerzos para coordinarse y dar la respuesta adecuada. Por eso es importante tener recursos suficientes (no solo económicos) para afrontar estas situaciones cada vez más frecuentes.

En el ámbito de las carreteras de la RCE, la catástrofe DANA producida recientemente, ha provocado una movilización de recursos extraordinaria en un tiempo muy reducido, en el cual la Dirección General de Carreteras ha podido restablecer la movilidad en muy poco tiempo; además ha podido ampliar su ámbito de trabajo para cooperar y ayudar a otras administraciones en la reconstrucción; esto ha sido posible porque se trata de una administración bien organizada, preparada, e implantada y con experiencia en el territorio; pero no cabe duda que debemos dotarla de recursos suficientes y que debe servirnos para mejorar de cara a la siguiente catástrofe. ❖

Daños causados por la DANA del 29 de octubre de 2024 en las Carreteras del Estado en la provincia de Valencia



Guillermo Llopis Serrano

ICCP
Demarcación de Carreteras
Jefe de Demarcación

Javier Soler Ribes

ICCP
Demarcación de Carreteras
Jefe de Área de Conservación y
Explotación de Valencia

Juan Antonio Moreno Soriano

ITOP
Demarcación de Carreteras
Jefe de Sección Técnica

Vicente Ferrer Pérez

ICCP
Demarcación de Carreteras
Jefe de Área de Planeamiento,
Proyectos, Obras y Circunvalación
de Valencia

Álvaro Cuadrado Tarodo

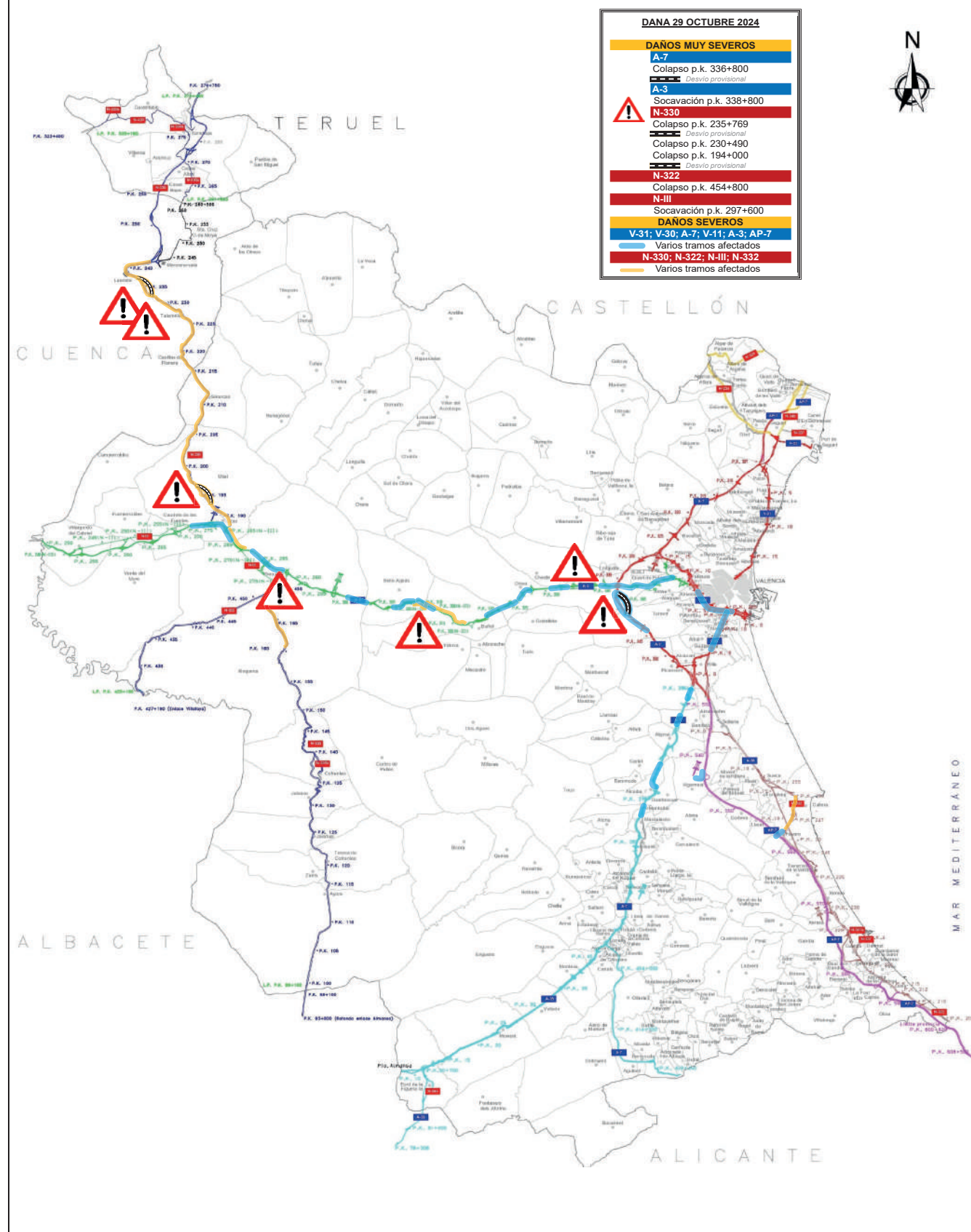
ICCP
Demarcación de Carreteras
Jefe de Área de Planeamiento,
Proyectos y Obras

Las intensas lluvias caídas durante el 29 de octubre de 2024 en la provincia de Valencia y la parte oriental de la provincia de Cuenca, con motivo de la depresión aislada de niveles altos (DANA) que se situó sobre la península Ibérica, produjeron el desbordamiento de numerosos cauces, según se expone a continuación. La labor de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, a través de la Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana, ha puesto de manifiesto la importancia de tener una Administración de carreteras bien dotada, organizada y preparada para dar una rápida respuesta ante la catástrofe como la producida en Valencia.

El elevado número de personas atrapadas en las carreteras desde el momento en que las diferentes riadas rebasaron las calzadas de las vías obligó a intervenir de inmediato a los equipos de conservación y explotación de la Red de Carreteras del Estado.

Las operaciones más urgentes en esas primeras horas y en las jornadas que las sucedieron tuvieron como objeto, por un lado, posibilitar el acceso de los equipos de emergencias para la atención de los supervivientes y, por otro lado, abrir pasos seguros para la evacuación de aquellos vehículos que tras el paso de las riadas

PLANO AFECTACIÓN RED DE CARRETERAS DEL ESTADO EN LA PROVINCIA DE VALENCIA DANA 29 OCTUBRE 2024



se encontraban en condiciones de reanudar su marcha, pero que se hallaban atrapados entre los vehículos accidentados y los arrastres depositados por las diferentes avenidas.

Estos trabajos de atención inmediata a los usuarios de la carretera se solaparon con las operaciones de restitución de la vialidad de aquellos tramos de carretera que no habían quedado inutilizados y arruinados, por el colapso de alguna estructura de paso o la pérdida completa de algún tramo de carretera. La primera fase de los trabajos de recuperación de la vialidad consistió en apartar los vehículos siniestrados de la calzada, para poder así retirar todo tipo de materiales arrastrados y depositados por los aluviones, todo ello en coordinación con las tareas de recuperación de los cuerpos de los fallecidos, llevadas a cabo por los distintos servicios de emergencia de la Administración

La magnitud de la catástrofe requirió la realización de todas estas tareas en el menor tiempo posible, mediante el empleo de medios extraordinarios, tanto humanos como materiales, no contemplados en los contratos de conservación y explotación de todos los sectores de la provincia de Valencia, ya que los sectores con un número menor de afecciones estuvieron apoyando en las operaciones de restitución de la vialidad de las carreteras del área metropolitana de València.

En la semana posterior a la catástrofe del 29 de octubre, en horas punta, se llegaron a movilizar a un total de 300 personas y 120 máquinas para restituir la vialidad de 118 km de vías en la Red de Carreteras del Estado en la provincia.

En paralelo a los trabajos de restitución de una mínima vialidad de la red viaria, con limitaciones de la velocidad máxima en algunos tramos debido a la pérdida de numerosos

elementos funcionales de la carretera, incluidas partes de la propia plataforma, comenzaron los trabajos de reconocimiento, inspección y cuantificación de los daños producidos por las riadas en ese 15% de la red viaria estatal de la provincia de Valencia. Los problemas de movilidad en el área metropolitana de València fueron tan severos que en momentos puntuales llegaron a registrarse retenciones de vehículos que se adentraban en la vecina provincia de Castellón.

El fruto de estos trabajos de evaluación a contrarreloj de los daños producidos se materializó en la declaración de una serie de obras de emergencia para la reparación y/o reconstrucción de los daños detectados, acometiendo en una primera fase la construcción de varios desvíos provisionales de tráfico que paliasen el acuciante problema de la movilidad de una provincia que, además de haberse quedado con tramos críticos de su red viaria fuera de servicio, había perdido de golpe su red de transporte metropolitano de metro y ferrocarril.

Los daños más importantes producidos fueron los siguientes:

1. Desbordamiento del Barranco del Gallego del Poyo en la zona de la autovía A-7

La extraordinaria crecida del caudal del Barranco del Gallego del Poyo acabó por provocar el colapso de la estructura de paso de la Autovía del Mediterráneo E-15/A-7 sobre este cauce, a la altura del p.k. 336+850, en el término municipal de Quart de Poblet, provincia de Valencia. A partir de ese momento, las dos calzadas del comúnmente denominado bypass del Área Metropolitana de Valencia quedaron fuera de servicio.

El tramo afectado de la autovía A-7, con dos calzadas de tres carriles por sentido, tiene una IMD de 77.593 vehículos/día. La magnitud de los daños provocados por la DANA en la red viaria de la provincia no permitía el desvío de este tráfico hacia la red de carreteras autonómica o local, donde también habían colapsado más estructuras de paso que dejaron tramos fuera de servicio en esas carreteras aledañas al bypass. La única alternativa para la movilidad del Área Metropolitana, así como para el tráfico de largo recorrido atravesando Valencia de norte a sur y del centro al sur, era un itinerario de unos 30 km de longitud a través de la propia Red de Carreteras del Estado, mediante el uso de unas vías como la V-30 y la V-31, con unas IMD que ordinariamente ya superan los 120.000 vehículos/día, en las que son frecuentes las situaciones de congestión durante varias horas al día. Por lo tanto, estas dos vías eran incapaces de absorber el tráfico procedente del bypass y de la red viaria autonómica, una vez desaparecidas las inundaciones ocasionadas por la DANA y el Área Metropolitana de Valencia recuperase sus niveles habituales de movilidad.

La reconstrucción de las nuevas estructuras sobre el barranco del Gallego del Poyo requiere de un plazo de ejecución inasumible para la movilidad del Área Metropolitana y el tráfico de largo recorrido. Por lo tanto, era necesario habilitar un desvío provisional junto a la propia estructura colapsada de la A-7, dotado de tres carriles por sentido de circulación, de modo que, en un plazo de unas pocas semanas, se pudiese restituir el tráfico, mientras se reconstruyen los puentes destruidos por la avenida y se restituyen las dos calzadas de tres carriles por sentido de circulación.



Paso de la autovía A-7 sobre el Barranco del Gallego del Poyo, en Quart de Poblet (p.k. 336+850)



Desvío provisional en la autovía A-7 para salvar las estructuras colapsadas sobre el barranco del Gallego del Poyo en Quart de Poblet (p.k. 336+850)

2. Daños ocasionados por el barranco del Poyo en las autovías A-3 y A-7

El barranco del Gallego del Poyo confluye con el barranco del Poyo apenas kilómetro y medio después de atravesar el bypass, bajo la estructura de paso arruinada del p.k. 336+850 de la autovía A-7 que fue objeto de la citada declaración de emergencia del 31 de octubre de 2024.

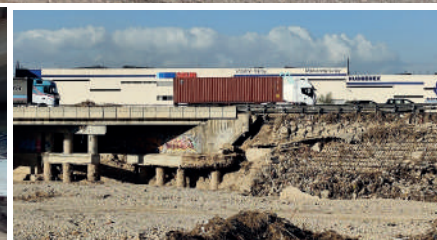
La extraordinaria crecida del caudal del barranco del Poyo ha provocado una serie de daños considerables tanto a su paso bajo las dos autovías de titularidad estatal como en el tramo en el que la rambla discurre paralela a la A-3, a escasa distancia de la plataforma.

La situación de grave peligro detectado, generada por la magnitud de los daños observados, ha obligado a actuar de inmediato cerrando a la circulación los ramales de conexión de la carretera CV-374 con la calzada derecha de la A-3, que conduce hacia València. Según los datos correspondientes al año 2023, esta carretera de la Diputación de Valencia presenta una IMD de 9.328 vehículos/día, con un porcentaje de pesados del 5,91%.

La reparación de los daños observados requiere de la construcción de unos accesos a los puntos dañados a través del propio lecho de la rambla del Poyo, por lo que será necesaria la ocupación temporal de terrenos de titularidad privada para la ejecución de rampas de acceso hasta la rambla, además de la construcción de pistas sobre el lecho para el acceso de la maquinaria y el suministro de los materiales necesarios. El 14 de noviembre de 2024, tras la visita de la Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras y del CEDEX se ha consensuado que las obras de emer-

gencia deben de comprender las siguientes actuaciones:

- Estructura de paso de la A-3 sobre el Barranco del Poyo:
 - o Recalce estructural de las cimentaciones profundas de las pilas y de los estribos.
 - o Protección de las pilas con un manto de escollera.
 - o Nivelación del lecho del cauce.
 - o Sustitución del pretil existente.
- Acantilado generado entre la A-3 y el Barranco del Poyo tras la erosión del talud de separación:
 - o Estabilización del talud con un muro de escollera vertida y revestida con escollera colocada.
 - o Restitución del ancho del cauce mediante la excavación de un tramo del talud existente en el cajero opuesto a la A-3.
 - o Retirada del antiguo vertedero existente.
- Muros de escollera existentes de protección de la explanación de la A-3:
 - o Reparación y refuerzo de muros de escollera en cajeros del cauce.
- Estructura de paso de la A-7 sobre la rambla del Poyo:
 - o Protección de pilas con un manto de escollera.
 - o Nivelación del lecho del cauce.
- Ejecución de nuevas estructuras de bajantes de ODT de la A-3.
- Desvíos provisionales de tráfico.
- Asistencia técnica para la definición de las actuaciones.

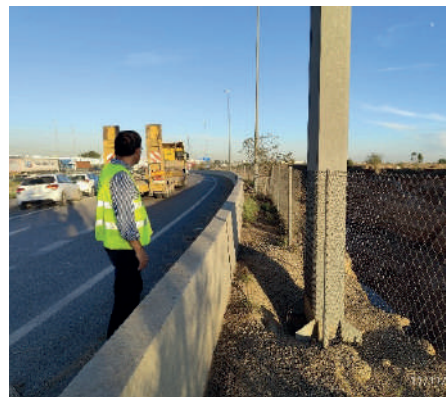


Daños en la estructura de paso de la autovía A-3 sobre el barranco del Poyo: erosión del lecho del cauce y descalce de las cimentaciones de las pilas y de los estribos, desaparición de la escollera revestida de hormigón de protección contra la erosión de los cajeros del cauce en sus entronques con los estribos de la estructura, pérdida de funcionalidad del pretil.

- Asistencia técnica para el control y vigilancia de las obras, para la supervisión de los cálculos y para la coordinación de la seguridad y salud en fase de ejecución de las obras.

El plazo estimado de ejecución de la totalidad de las actuaciones es de 9 meses.

Por otra parte, la realización de estas actuaciones de reconstrucción requiere de la ocupación temporal de terrenos de titularidad privada necesarios para la ejecución de las obras. Además, de las necesarias expropiaciones definitivas.



Erosión del lecho del Barranco del Poyo, socavación del talud de separación entre la rambla y la autovía, y generación de un acantilado vertical de unos 15 metros de altura a escasa distancia de la plataforma de los ramales de enlace del p.k. 338 de la autovía A-3 con la carretera CV-374.



Desmoronamiento de varios tramos de la escollera de protección del talud de separación entre el Barranco del Poyo y la autovía A-3, a la altura de su p.k. 339+300 y erosión del lecho del Barranco del Poyo bajo la estructura de paso de la autovía A-7, a la altura de su p.k. 336+200, con socavación de los encepados de cimentación de las pilas del viaducto.

3. Desbordamiento del río Magro y de la cañada de la Rinconada

Por otro lado, ese mismo día, las extraordinarias crecidas del caudal del río Magro, en Requena, de un cauce afluente de la rambla de la Torre, en Utiel, y de la cañada de la Rinconada o del Asno, en Landete, han provocado la ruina de las obras de paso de las carreteras N-322 y N-330 sobre estos cauces, así como el de las explanaciones adyacentes a estas obras de fábrica. La magnitud de los daños ha provocado el corte total de estas vías en los siguientes puntos kilométricos.

La necesidad de restituir la viabilidad de estas carreteras, tanto para los vehículos de emergencias como para el tráfico en general, no puede esperar a los plazos de ejecución de las obras de reconstrucción de las secciones de carretera arrasadas por las inundaciones. De hecho, el tramo cortado de la N-322 en la pedanía de El Pontón, término municipal de Requena, forma parte de la ruta de evacuación de la central nuclear de Cofrentes ante una emergencia nuclear exterior (PENVA). El cruce de la N-322 sobre el río Magro se encuentra dentro de la zona II, de medidas de protección de larga duración, del PENVA, al estar situado dentro de la corona circular comprendida entre las circunferencias de radios de 10 y 30 km, concéntricas con la central nuclear, en la que las vías de exposición a la radiación están asociadas al material radiactivo depositado en el suelo tras el accidente.

Por lo tanto, ante la situación de grave peligro generada tras este acontecimiento catastrófico, es necesario actuar de inmediato para restituir lo antes posible la via-

Nº	Punto kilométrico	Tipología de la obra de fábrica arruinada	Término municipal	Provincia
N-322	454,9	Puente (tablero sobre estribos)	Requena	Valencia
N-330	194,1	Pontón (bóveda ensanchada con tablero sobre estribos)	Utiel	
	230,5	Tajea	Talayuelas	Cuenca
	235,8	Alcantarilla (marco)	Landete	



Paso de la N-322 sobre el Río Magro, en Requena (p.k. 455)



Paso de la N-330 sobre un cauce afluente de la Rambla de la Torre, en Utiel (p.k. 194)



Paso de la N-330 sobre la Cañada de la Rinconada o del Asno, en Landete (p.k. 236)

lidad de las carreteras afectadas, a la vez que se reconstruyen las secciones de las carreteras arrasadas por las extraordinarias avenidas. La habilitación de desvíos provisionales para el reintegro de la vialidad requiere de la ocupación temporal de terrenos de titularidad privada que será necesario indemnizar.

4. Daños en la N-III

La extraordinaria crecida del caudal del río Buñol en el tramo en que discurre paralelo a la carretera N-III, entre sus puntos kilométricos 294 y 299, en los términos municipales de Siete Aguas y de Buñol, en la provincia de Valencia, ha causado severos daños en numerosos puntos de la carretera.

El desbordamiento del río ha producido cuantiosos daños en la explanación, el firme, los elementos de drenaje transversal, los sistemas de contención de vehículos y la señalización vertical de la vía, así como el desprendimiento de algunos taludes de desmonte. Este tramo de la carretera N-III es el único acceso a varias urbanizaciones y a una serie de edificaciones de uso residencial, diseminadas en suelo rural de uso forestal. El estado en el que ha quedado la carretera genera una situación de grave peligro para los residentes en esta zona de los municipios de Siete Aguas y Buñol, al haberse quedado aislados, sin ninguna otra posibilidad de acceso, tanto para ellos como o para los vehículos de emergencias que pudieran requerir.

Por lo tanto, ante la situación de grave peligro generada tras este acontecimiento catastrófico, es necesario actuar de inmediato para



Tramo de carretera N-III paralelo al cauce del río Buñol (pp.kk. 294 y 297)

restituir lo antes posible la vialidad de este tramo de la carretera N-III, reconstruyendo los tramos de la explanación arrastrados por la crecida del río, reparando la explanada y el firme de la carretera, desenterrando las pequeñas obras de fábrica aterradas por los arrastres del río, y reponiendo los elementos de señalización vertical y

de los sistemas de contención de vehículos que la riada ha dejado inservibles.



Desvío provisional en la N-330 (p.k. 194)

5. Daños generalizados en todas las carreteras y sectores de conservación: V1, V2, V3, V4, V5 y V8 de la provincia de Valencia.

Los trabajos de restitución de la vialidad mediante la retirada de los vehículos accidentados y la limpieza de todo tipo de materiales arrastrados por las inundaciones han dejado al descubierto un elevado número de daños en los diferentes elementos funcionales de la carretera. Se relacionan a continuación, de manera no exhaustiva, algunos de los desperfectos más numerosos que la DANA ha ocasionado en la red de carreteras estatales de la provincia. Estos daños no impiden la circulación por los tramos de carretera afectados, pero requieren igualmente su reparación de forma urgente:

- Desprendimientos de taludes de desmonte y erosión de taludes de terraplén.
- Erosión de lechos de cauces y descalce de cimentaciones de estructuras de paso.
- Socavación de bermas y de arce- nes, así como de los rellenos de medianas en autovías.
- Asientos de la plataforma y apa- rición de grietas y baches en el firme de arce- nes y calzadas (de- terioro de sus características, su- perficiales y estructurales).
- Desaparición de cunetas, tan- to en tierras como revestidas de hormigón, arrastradas por la es- correntia; colectores; etcétera.
- Aterramiento de obras de drena- je, tanto transversal como longitu- dinal: caces, cunetas, colectores, arquetas y pozos de registro.

- Arranque y vuelco de sistemas de contención de vehículos, tanto metálicos como de hormigón.
- Desperfectos en elementos de sustentación de señalización ver- tical y vuelco de señales.
- “Desaparición” de elementos de balizamiento: hitos de arista, cap- tafaros, balizas cilíndricas y de vértice, pantallas antideslumbra- miento...
- Vuelco y caída de elementos de iluminación a cielo abierto.
- Deformaciones de paneles de protección acústica y ruina del cerramiento en vías de gran ca- pacidad.
- Pérdida de funcionalidad de las marcas viales.
- Pérdida de canalizaciones e ins- talaciones funcionales de la ca- rretera (estaciones de aforo...).
- Etcétera.

6. La reconstrucción

Como se ha comentado, las pri- meras tareas se han centrado en res- tituir la vialidad, mediante la limpieza y retirada de obstáculos, así como la construcción de desvíos provisiona- les en algunas de las actuaciones, para garantizar la circulación en con- diciones de seguridad. Sin embargo, una vez restituida la vialidad, queda por delante el ingente trabajo de re- construir las infraestructuras daña- das que se han citado, teniendo en cuenta en el dimensionamiento de sus distintos elementos la capacidad destructiva que un evento de estas características como este puede te- ner. Por tanto, quedan por delante meses de mucho trabajo, que afron- tamos con esperanza e ilusión. ❖

La respuesta del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia ante la DANA del pasado 29 de octubre de 2024



Francisco Javier Piedra Cabanes

ICCP, Director de Carreteras, Dip. de Valencia

Mónica Laura Alonso Plá

*ICCP, Jefa de Servicio de Proyectos, Área de Carreteras, Dip. de Valencia
Presidenta del Comité de carreteras de baja intensidad de tráfico, ATC*

Paloma Corbí Rico

ICCP, Jefa de Servicio de Seguridad Vial y Supervisión, Área de Carreteras, Dip. de Valencia

Josefina Ruiz González

ICCP, Jefa de Servicio de Planificación y Expropiaciones, Área de Carreteras, Dip. de Valencia

Pablo de Tarso Boix García

ICCP, Jefe de Servicio de Construcción y Control de Calidad, Área de Carreteras, Dip. de Valencia

Alfredo Muñoz Alarcón

ICCP, Jefe de Servicio de Conservación y Explotación, Área de Carreteras, Dip. de Valencia

Resumen

Como consecuencia directa del episodio de lluvias intensas provocado por una depresión aislada en niveles altos (DANA) sufrida el pasado 29 de octubre de 2024 se han experimentado numerosos daños personales y materiales, tanto en infraestructuras como en bienes públicos y privados de la provincia de Valencia que han exigido una actuación inmediata.

El presente artículo pretende trasladar la visión de lo vivido des-

de la perspectiva de una administración local provincial. Se traslada la estrategia llevada a cabo para la gestión de la tragedia tanto en la red de carreteras propia como en ayuda a los municipios en su calidad de administración supramunicipal. Se pretende poner el foco en cómo se ha desvelado vital la coordinación interadministrativa. Pero también en las lecciones aprendidas respecto al servicio público prestado, la resiliencia frente al cambio climático del sistema y la necesidad de considerar nuevos parámetros en la fase de diseño de carreteras.

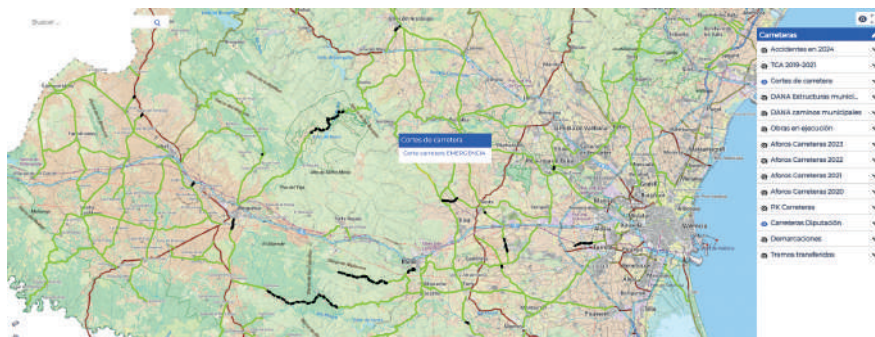
1. Introducción: las redes de carreteras, un servicio público esencial

El pasado 29 de octubre de 2024 se produjo un episodio de lluvias intensas provocado por una depresión aislada en niveles altos (DANA) sufrida en Andalucía, Castilla La Mancha y con especial virulencia en la Comunidad Valenciana. Un trágico episodio de inundación que acarreó incalculables pérdidas humanas y la devastación de todo el territorio afectado, produciendo

el fallo del sistema en su conjunto y afectando plenamente a la movilidad y a las comunicaciones viarias de la población afectada. El Centro de Coordinación de Emergencias de la Agencia de Seguridad y Emergencias de la Generalitat Valenciana, declaró la situación de emergencia por la llegada de la DANA con lluvias intensas en toda la provincia de Valencia. En el momento de redacción de este artículo se mantiene a situación 2 de emergencia en toda la provincia.

Concretamente, en la provincia de Valencia las zonas más afectadas han sido las comarcas de la Plana de Utiel-Requena, l'Horta Sud, la Ribera Alta y Baja, la Hoya de Buñol, la Serranía y el Camp de Turia, en el marco de la relación de municipios afectados reconocidos mediante Real Decreto-Ley 6/2024 a nivel estatal. La DANA trajo la pérdida de más de 200 vidas humanas, afectó directamente a más de 900 kilómetros cuadrados de 75 municipios, que implican una población directamente afectada además de un millón de habitantes y arrastró unos 120.000 vehículos.

Cabe contextualizar que, en cuanto a la red viaria se refiere, y teniendo en cuenta tanto la clasificación funcional establecida en la Ley de Carreteras de la Comunidad Valenciana 6/1991, de 27 de marzo, de la Generalitat Valenciana y el vigente Catálogo del Sistema Viario de la Comunitat Valenciana aprobado por Decreto 46/2019, de 22 de marzo, del Consell, se vieron afectados activos de carretera de todos los niveles de funcionalidad, incluyendo tanto a la Red de Carreteras del Estado, como la Red Básica, gestionada por la Generalitat Valenciana y la Red Local, cuya titularidad corresponde en su mayor parte a la Diputación de Valencia, pero también a la Red de Caminos de Dominio Público de la Comunidad Valen-



Visor cartográfico del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia, en el que se da cuenta de las afecciones al tráfico en las carreteras provinciales



Afección a la carretera CV-422 pontón sobre el río Magro en Turis

ciana, en su mayoría de titularidad municipal.

Las administraciones públicas gestoras de redes de carreteras tenemos como misión la prestación de un servicio público que consiste en dar respuesta a las necesidades de movilidad de los ciudadanos, quienes constituyen el centro de nuestra acción y la razón de ser de nuestro trabajo. En situaciones extremas, como la vivida en este trágico episodio, resulta más necesario que nunca poner en valor nuestra misión y recordar nuestra condición de servidores públicos.

La totalidad de la red de carreteras provincial es la de mayor longitud de la provincia, cercana a los 2.000Km, con un 75% de la red de baja intensidad de tráfico (IMD menor de 2.000 vehículos/día). Se caracteriza por ser una red tan

dispersa como heterogénea, que comunica 135 pueblos y ciudades, prestando servicio a un total de 266 municipios de la provincia, 26 mancomunidades y 3 entidades locales, 88% menores de 20.000 habitantes. Con una población cercana a los 2,6 Millones de habitantes sirve al total de la provincia de Valencia. Se trata de una red de carreteras diversa, madura, mallada, y vertebradora del territorio, siendo en muchas ocasiones la única alternativa, junto con la red de caminos de dominio público mayoritariamente de titularidad local, para el acceso a las distintas poblaciones de la provincia.

Los presupuestos anuales del Área han sufrido fluctuaciones con las últimas crisis experimentadas, hasta estabilizarse en un presupuesto anual total actual cercano a los 60 Millones de euros. La distribu-



Daños en el puente de la carretera CV-416 sobre el barranco de Fuente-cica en Godella



Descalce en la carretera CV-374 pontón sobre el barranco dels Oms en Vilamarxant



Afección a la carretera CV-429 puente sobre río Mijares en Yátova



Daños en el puente de la carretera CV-413 sobre el barranco dels Cavalls en Aldaia

ción del presupuesto ha evolucionado, de obra a conservación, hasta acercarse a algo más de un 40% en obras de carreteras fruto de proyectos redactados, cerca de un 35% en conservación, entre un 10% en plan de caminos y viales municipales, un 7% de inversión en estudios y trabajos técnicos, y entre un 4% en terrenos. De todo ello, anualmente el 65%, se identifica como dotación en programas de seguridad vial.

Tras la DANA, se han contabilizado un total de 146 vías afectadas de un total de 233, lo cual supone el 63% de las vías provinciales, 1.244Km de red afectados en mayor o menor medida, suponiendo más del 70 % de la totalidad de la red provincial, 120 km de carretera cortados, y tan sólo en las cuatro comarcas analizadas hasta el momen-

to desde la Diputación de Valencia, más de 940 km de caminos de dominio público local municipales encuentran afectados, suponiendo un porcentaje elevado de la red viaria de caminos a nivel provincial. Llegando a movilizar a 77 efectivos técnicos del Área de Carreteras y progresivamente todos los medios adicionales necesarios del sector.

2. La respuesta provincial en las primeras horas de la tragedia

Desde las primeras horas del día 29 de octubre de 2024 se notificaron afecciones en las carreteras de la red provincial ocasionadas por las fuertes lluvias, que durante las horas de la mañana se focalizaron en las comarcas de la Ribera Alta y Ribe-

ra Baixa, desplazándose conforme avanzaba el día hacia las comarcas centrales de la provincia. Mediada la tarde del día 29 comenzó a producirse el desbordamiento de ríos y barrancos de numerosos cauces de forma prácticamente simultánea, destacando el río Magro, el río Turia, barrancos del Poyo, Pozalet, la Saleta y la Horteta, y el río Júcar, se produjeron daños muy severos en las carreteras en el entorno de los cauces y consecuentemente, gran número de cortes al tráfico.

Durante todo el día 29 de octubre, con la declaración de la situación de emergencia por lluvias e inundaciones y en cumplimiento de lo establecido en el Plan Sectorial de Carreteras de la Comunidad Valenciana, que forma parte del Plan Territorial de Emergencia de la Co-

munidad Valenciana, la Diputación de Valencia atendió las incidencias que se ocasionaron en la red de su titularidad, dando cuenta, según establece el citado Plan Sectorial, de todas las incidencias al Centro de Gestión de Servicios de Movilidad (CEGESEM) de la Generalitat Valenciana y publicando las afecciones al tráfico en la red de carreteras de la Diputación de Valencia en el visor cartográfico propio del Área de Carreteras.

3. Estrategia de la Diputación de Valencia para la reconstrucción de los daños causados por los efectos de la DANA en la red viaria provincial

Durante la madrugada del día 30 de octubre se puso de manifiesto la inmensa magnitud de los daños causados por los efectos de la DANA, que obligaban a dar una respuesta inmediata por parte de las administraciones. Así, el Área de Carreteras de la Diputación de Valencia, en las primeras horas del día 30 de octubre, estableció su estrategia para abordar de manera eficiente la reconstrucción de los daños sufridos en su red de carreteras.

En primer lugar, y haciendo uso de los recursos asociados a los diferentes contratos vigentes de conservación de carreteras, se procedió a restituir la vialidad en aquellos tramos de carretera que fue posible atender de forma más inmediata, manteniéndose cortadas al tráfico 27 carreteras de la red provincial.

En paralelo a las labores llevadas a cabo desde los contratos de conservación, y constatándose con el paso de las horas la inmensa magnitud de los daños, se articularon dos líneas de trabajo que debían dar lugar a dos grupos de actuaciones de

emergencia, con obras de reparación de las carreteras, por un lado y obras de reconstrucción de puentes y pontones por otro.

3.1. Obras de reparación de carreteras provinciales.

Se clasificaron como obras de reparación de carreteras, las obras necesarias para la reparación de los siguientes tipos de desperfectos en la red de carreteras:

- Desestabilización y desprendimiento de taludes de desmonte y de terraplén.
- Aterramientos y roturas en muros de contención.
- Socavones, asientos y daños en el firme de plataforma.
- Aterramientos y desprendimientos de tierra en cunetas y obras de drenaje.
- Arrastres y aterramientos de tierras y rocas en plataforma.
- Descalzado de la plataforma de carretera por erosión de taludes de terraplén.
- Colmatación, aterramientos y socavaciones de obras de drenaje.
- Daños en sistemas de contención de obras de paso.
- Colmatación de mallas y sistemas dinámicos de sostenimiento.
- Rotura de sistemas de contención.

Para poder abordar con la mayor inmediatez posible la reparación de este tipo de daños, se adjudicaron de inmediato por el trámite de emergencia un total de 5 contratos de obra y 5 contratos de servicios, de asistencia y dirección de las obras. Dichos contratos, con un presupuesto inicial estimado global de 13M€ para los contratos de obra lo

cual supone aproximadamente el 90 % del presupuesto anual en conservación en la red de carreteras provincial) y 780.000 € para los de servicios asociados, quedaron adjudicados formalmente mediante decretos del presidente de la Diputación de Valencia de fecha día 31 de octubre de 2024 proponiendo como adjudicatarias a las empresas que venían ya prestando los servicios de conservación y mantenimiento en sus respectivas demarcaciones, correspondientes a los centros operativos según la organización territorial propia en la provincia.

3.2. Obras de reconstrucción de estructuras en carreteras provinciales.

Se incluyeron en este grupo las actuaciones para la reconstrucción de las estructuras con los siguientes daños:

- Daños estructurales severos que comprometen la estabilidad del sistema.
- Colapso de pilas, estribos y tableros.
- Socavación de elementos estructurales: pilas estribos, muros, etc.
- Asentamientos y roturas de pilas, estribos, tableros, etc.
- Aterramientos de la sección hidráulica.
- Rotura y/o desaparición de sistemas de contención y elementos funcionales.
- Desaparición de terraplenes de acceso a las estructuras por ensanchamiento del cauce.
- Afección a servicios esenciales de abastecimiento, electricidad y comunicaciones a poblaciones.
- Eliminación del pavimento sobre la estructura.



Puente antiguo sobre el río Buñol habilitado como itinerario provisional de la CV-425



Estado actual trabajos de reconstrucción de la estructura sobre el río Magro en la CV-429



Obras de emergencia, vista de los tres puentes en la carretera CV-336 sobre el río Turia en Ribarroja del Turia

Para poder conocer con exactitud los daños en las estructuras de las carreteras de la red provincial, los días 1, 2 y 4 de noviembre de 2024 se efectuaron inspecciones por equipos técnicos especializados con el apoyo de medios auxiliares como drones, que permitieron identificar un total de 29 estructuras con daños severos incompatibles con su seguridad o con su funcionalidad.

El resultado de dichas inspecciones se plasmó en el informe de fecha 4 de noviembre de 2024 sobre el “Estado actual de la red local de carreteras de la Diputación de Valencia”, en el que se incorporaron fichas de cada una de las estructuras dañadas, describiendo los mismos y proponiendo y valorando las medidas correctoras a llevar a cabo.

A partir de las conclusiones de dicho informe, y con objeto de poder abordar con la mayor celeridad posible las actuaciones necesarias para restituir la vialidad, se adjudicaron el 6 de noviembre de 2024, por el trámite de emergencia, las obras de reconstrucción de estructuras y los servicios técnicos asociados. Para la elección de los contratistas adjudicatarios se tuvieron en cuenta los siguientes condicionantes:

- Imposibilidad de establecer criterios de selección basados en el precio u otros aspectos de carácter cualitativo, por no existir proyecto que defina la actuación a ejecutar y ser de máxima urgencia el inicio de las obras.
- Los contratistas deberían cumplir:
 - Poseer la solvencia técnica suficiente la cual podrá ser acreditada mediante la clasificación requerida (grupo y subgrupo) para la ejecución de las obras que se les adjudique.



Extracto del informe Estado actual de la red local de carreteras de la Diputación de Valencia a 4 de noviembre de 2024

- Estar al corriente de todas sus obligaciones.
- Tener la disponibilidad inmediata de los recursos humanos y materiales para acometer de inmediato las obras.
- Haber concurrido en los últimos cinco años a alguna licitación de obras de carreteras de la Diputación de Valencia, habiendo superado el umbral de calidad técnica, como garantía del conocimiento de las particularidades propias de la red local de carreteras de la Diputación de Valencia.

Además de lo reseñado, y para garantizar que los trabajos pudieran realizarse con la mayor rapidez posible, se optó por evitar la acumulación de actuaciones de reconstrucción de estructuras en un mismo contratista, diversificando al máximo las adjudicaciones, pero garantizando un montante de

contratación suficiente para adscribir un equipo técnico competente con plena dedicación en su ejecución, por lo que se propusieron un total de 17 contratos de obras de reconstrucción de puentes y 9 contratos de servicios técnicos para la elaboración de los estudios necesarios, la redacción de los proyectos y la dirección de las obras.

Con un importe que supera los 36 Millones de euros, constituye el 140% del presupuesto anual medio en obras provinciales de carreteras, lo cual da una idea del esfuerzo inversor realizado por la corporación provincial.

4. Resumen de los contratos de emergencia y estado de trabajos en carreteras provinciales

El total de 37 contratos de emergencia (22 contratos de obras y 15 contratos de servicios),

con un presupuesto estimado de 53.462.500,00 € se encuentran en ejecución.

En relación con la forma de proceder en la ejecución de dichos contratos de emergencia de obra y servicio y su sistemática procedimental, debido a la especial y singular situación en la que nos encontramos, es inviable disponer de un proyecto de ejecución que permita, por un lado, conocer el precio final del objeto del contrato y por otro establecer el resultado objeto del mismo, más allá de la restitución inmediata de la funcionalidad de la vía para la población y territorio al que afecta.

Es por ello que se hace imprescindible garantizar la correcta inversión pública a partir de una fiscalización del gasto que se acometa con criterios de eficiencia pero también de solvencia técnica y especializada, todo ello a través de consultoras de asistencia técnica de Dirección de Obra, que faci-

lite durante el avance y ejecución del contrato de obra y las correctas instrucciones para su definición bajo el amparo general de un cuadro precios o, en su caso, de la asunción de precios contradictorios de acuerdo con los precios de mercado, que se irá conformando durante el avance de la obra de acuerdo con los trabajos que sean necesarios.

El resultado de todos los trabajos realizados se plasmará en un documento final de obra que incluirá, entre otros, el proyecto constructivo finalmente ejecutado y los diferentes estudios e instrucciones técnicas que avalen la obra ejecutada, así como los precios acordados durante su ejecución, su medición y el importe y presupuesto de los trabajos certificados.

Adicionalmente, se ha realizado la contratación de los servicios para la adquisición de terrenos necesarios para realizar las actuaciones mediante expropiación forzosa.

Y, por último, una mención a aquellas obras que se encontraban en ejecución sobre las carreteras provinciales en el momento de ocurrencia de la DANA algunas de las cuales se han visto afectadas por los daños ocasionados, como concretamente la obra B-274A/O Ampliación de plataforma y conexión ciclo-peatonal en la carretera CV-425. Tramo de Buñol a Alborache o la R-148/O Acondicionamiento y mejora de los caminos de conexión de Chera a Benagéber y entre el Charco Negro (Benagéber) a Sinarcas (programa de mejora de caminos de interés territorial. Fase 1) y que ha obligado a la modificación del contrato de obra por un importe adicional líquido de 176.157,31 €.

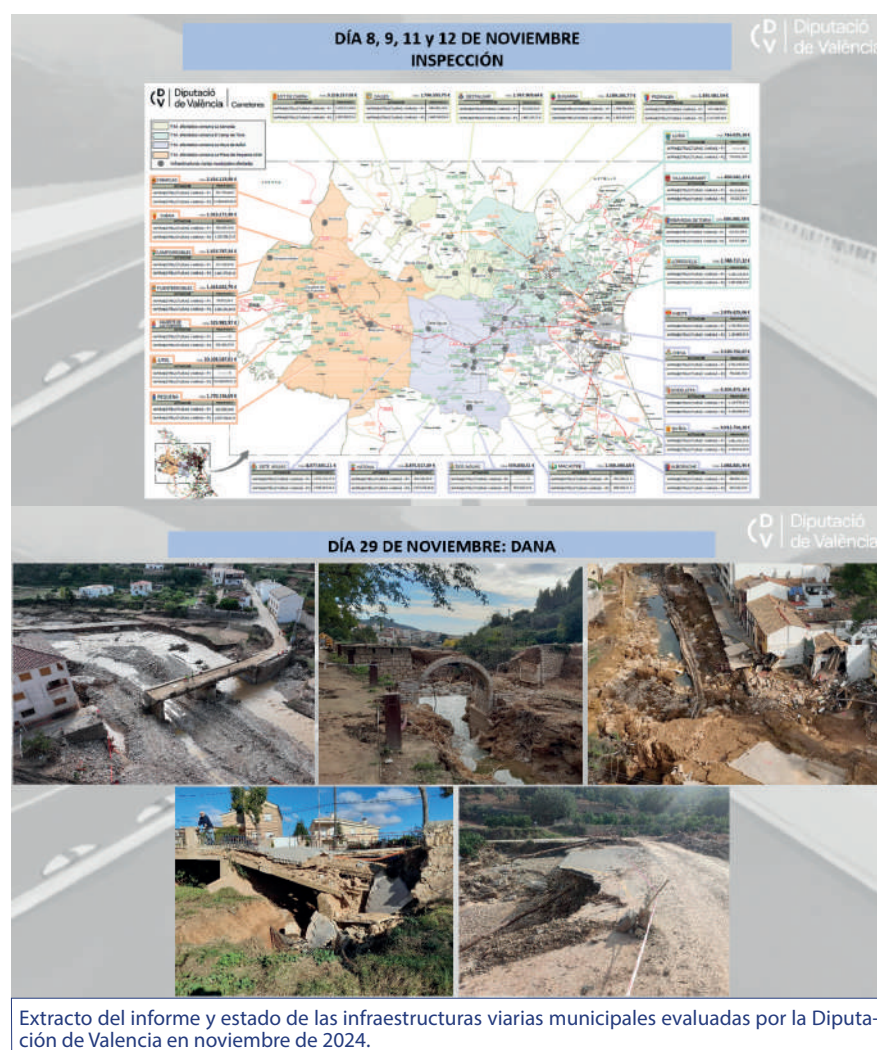
Las actuaciones, tanto las de reparación de carreteras como las de reconstrucción de estructuras sobre las carreteras provinciales

se encuentran en un porcentaje de ejecución de un 14% (7,5 M) sobre el presupuesto inicial previsto. Se estima que la mayoría de las actuaciones quedarán ejecutadas en un plazo de 6 meses y la totalidad de ellas estarán finalizadas en un plazo máximo de 12 meses.

5. La participación de la Diputación de Valencia en la reconstrucción de la red viaria local de titularidad municipal

Por otra parte, en el resto del ámbito local y concretamente la gestión municipal, los ayuntamientos, dentro de sus competencias y como administración local más

próxima al ciudadano, pese a la limitación de medios y capacidades mermadas gravemente como consecuencia de la propia DANA han realizado labores de reparación de servicios esenciales de manera provisional con los medios disponibles. Si bien, la dimensión y magnitud de esta catástrofe natural requiere de medios adicionales para la adopción de soluciones definitivas que permitan restituirla su situación anterior al episodio con la mayor celeridad posible. Es por lo que se requiere el apoyo de las administraciones supramunicipales para mitigar los daños causados, atender a las necesidades de la población afectada, y reponer, a su estado original las infraestructuras de titularidad municipal.



Ello hizo que en la reunión del Grupo Técnico de Carreteras DANA24, celebrada el 6 de noviembre de 2024 para el seguimiento y coordinación en materia de carreteras entre administraciones, se acordara poner en marcha, con carácter de urgencia, el inventariado de los daños sufridos en las infraestructuras municipales. Y, a tal efecto, se acordó repartir el trabajo entre la Generalitat Valenciana y la Diputación de Valencia, por ser las administraciones con un mejor conocimiento del territorio, según una distribución por comarcas, correspondiendo inicialmente a la Diputación de Valencia analizar las comarcas de La Plana de Utiel-Requena, La Hoya de Buñol, La Serranía y El Camp de Túria, en una primera fase, posteriormente se han añadido las comarcas de Ribera Alta y Ribera Baja. Por lo que, la Generalitat Valenciana se ha encargado de lo correspondiente a L'Horta Nord y L'Horta Sud.

En este contexto, la Diputación de Valencia, puso en marcha de inmediato los trabajos para el inventariado de todas las infraestructuras municipales que han sufrido daños como consecuencia de la DANA en aquellas poblaciones afectadas de las comarcas que le fueron asignadas.

Así, el listado completo de los municipios analizados en una primera fase por la Diputación de Valencia ha sido:

- LA PLANA DE UTIEL-REQUENA: Camporrobles, Caudete de las Fuentes, Chera Fuenterrobes, Requena, Sinarcas y Utiel.
- LA HOYA DE BUÑOL: Alborache, Buñol, Cheste, Chiva, Dos Aguas, Godella, Macastre, Siete Aguas y Yátova.
- LA SERRANÍA: Bugarra, Calles, Gestalgar, Pedralba y Sot de Chera.

- EL CAMP DE TÚRIA: Bétera, Liria, Loriguilla, Riba-roja de Túria y Vilamarxant.

La población total afectada directamente en dichos municipios asciende a 175.253 habitantes.

Siendo el objeto del trabajo el inventariado de todas las infraestructuras municipales que han sufrido daños, su descripción y la valoración del coste de su reparación. Para mejorar la eficiencia en el desarrollo del trabajo, las infraestructuras municipales se dividieron entre Infraestructuras Viarias, cuyo inventariado ha sido realizado bajo la dirección de Área de Carreteras y el resto de Infraestructuras NO viarias, cuyo inventariado ha sido realizado bajo la dirección del Servicio de Asistencia a Municipios.

Así, centrándonos en el estudio realizado por el Área de Carreteras de la Diputación de Valencia, recoge el estado actual de las infraestructuras viarias municipales, la descripción de los daños sufridos y la estimación del coste de su reparación

Se ha considerado para el estudio las INFRAESTRUCTURAS VIARIAS MUNICIPALES ESENCIALES, definiéndose como tal aquellas que realizan la función principal de conectividad intra y supramunicipal de la población. Entre dichas infraestructuras viarias esenciales se han incluido los caminos municipales interurbanos y las estructuras (puentes, pontones y pasarelas peatonales) en ámbito urbano, por lo que no se incluyeron el resto de las infraestructuras viarias dañadas en ámbito urbano.

Para llevar a cabo los trabajos de inventariado de las infraestructuras dañadas, la descripción de los daños y la valoración del coste de su reparación, se conformaron 5 equipos de trabajo, organizados

por comarcas y volumen de municipios.

Los grupos estaban compuestos por los siguientes especialistas: ingenieros técnicos de Obras Públicas y de Caminos, Canales y Puertos del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia, ingenieros especializados en estructuras de la Universidad Politécnica de Valencia, profesionales de la ingeniería civil pertenecientes a consultoras valencianas, recibiendo el apoyo del ejército para valorar la viabilidad de posibles soluciones provisionales (puentes, pasarelas, etc.), con el apoyo de los técnicos municipales.

Previa a las visitas se contactó con los diferentes ayuntamientos al objeto de recopilar toda la información disponible en cuanto a los daños ocasionados en sus infraestructuras viarias, y poder establecer una estrategia óptima de visitas in situ al terreno, realizándose en el menor tiempo posible.

Durante los días 8, 9, 11 y 12 de noviembre de 2024 se realizaron las inspecciones in situ a las diferentes infraestructuras viarias municipales esenciales determinadas por cada ayuntamiento, contando con los grupos de trabajo previamente definidos, y con el apoyo de medios auxiliares como drones para aquellos emplazamientos con dificultad de acceso completo.

Con fecha 18 de noviembre de 2024 se presenta una separata del informe que incluyendo únicamente la relación de las estructuras viarias municipales de mayor entidad: puentes, pontones y pasarelas urbanas que han sufrido daños como consecuencia de los efectos de la DANA, completándose la totalidad del informe a finales de noviembre de 2024.



Afección a la carretera CV-383 de Cheste a Loriguilla

Adicionalmente, en una segunda fase, se ha previsto que la Diputación de Valencia analice las necesidades de los municipios de otras dos comarcas:

- LA RIBERA ALTA: L'Alcudia, Alfarb, Algemesí, Alginet, Alzira, Benifaió, Carlet, Catadau, Guadassuar, Llombai, Montroi, Montserrat, Real, Turís.
- LA RIBERA BAIXA: Albalat de la Ribera, Almussafes, Benicull del Xúquer, Corbera, Cullera, Favara, Fortaleny, Llaurí, Polinyà del Xúquer, Riola, Sollana, Sueca.

Lo cual supone un total de 26 municipios a inspeccionar, con una población total afectada directamente en dichos municipios que asciende a 246.767 habitantes.

Para cada municipio, y a partir de dichas inspecciones, se han elaborado fichas por actuación, las cuales incluyen: la localización del elemento dañado, una breve descripción del mismo, identificación de los daños, y una propuesta técnico-económica de la solución definitiva. Cabe destacar, que las actuaciones se han clasificado en dos niveles de prioridad:

- PRIORIDAD 1:
 - o Acceso a núcleos de población¹ (según definición IVE) urbanizados.
 - o Acceso a servicios públicos básicos, dada su importancia y/o relevancia social: recursos escolares, sanitarios, grandes centros productivos/comerciales, vertederos, etc.
 - o Acceso alternativo a una vía principal, actualmente cortado.
 - o Actuaciones de especial complejidad técnica (puentes, pasarelas, muros, estabilidad de taludes etc.).
- PRIORIDAD 2:
 - o Acceso a viviendas diseminadas
 - o Caminos agrícolas en los que se ha actuado de manera provisional o para los que se dispone de itinerarios alternativos.
 - o Caminos forestales en los que se ha actuado de manera provisional o para los que se dispone de itinerarios alternativos.

Para cada municipio se ha estimado un presupuesto total de reparación de sus infraestructuras viarias esenciales, dividido en los dos niveles de prioridad antes indicados.

¹ Definición del INE: Se considera núcleo de población a un conjunto de al menos diez edificaciones, que están formando calles, plazas y otras vías urbanas. Por excepción, el número de edificaciones podrá ser inferior a 10, siempre que la población que habita las mismas supere los 50 habitantes.

Así se han analizado 25 municipios en las cuatro comarcas analizadas identificado preliminarmente un total de 940 km de caminos afectados, 25 estructuras con daños, y 181 actuaciones necesarias en caminos municipales, 85 de prioridad 1 ascendiendo a 21.394.916,05 y 96 de prioridad 233.973.907,15, con un importe total estimado que supera los 56 Millones de euros.

Esta información fue trasladada a la Generalitat Valenciana donde se han establecido una división entre aquellas actuaciones que serán ejecutadas por el Ministerio o por la Generalitat, quienes han previsto determinar la fórmula de ejecución o subvención de cada una de las actuaciones, priorizando aquellas más urgentes.

6. Conclusiones, reflexiones, consideraciones y lecciones aprendidas tras la DANA en la Diputación de Valencia

Se ha trasladado en el presente artículo la visión de lo vivido desde la perspectiva de una administración local provincial que gestiona la red de carreteras de mayor longitud en la provincia. Se trata de una red de carreteras diversa, madura, mallada, y vertebradora del territorio, siendo en muchas ocasiones la única alternativa, junto con la red de caminos de dominio público mayoritariamente de titularidad local, para el acceso a las distintas poblaciones de la provincia.

Se ha trasladado la estrategia llevada a cabo para la gestión de la tragedia en la red propia, pero también la ayuda prestada por la Diputación de Valencia a los municipios en su calidad de administración supramunicipal.

Se ha puesto el foco, en cómo se ha desvelado vital la coordinación interadministrativa, pero también en las lecciones aprendidas respecto al servicio público prestado y la importancia de implantar cambios profundos tanto enfocados a la resiliencia frente al cambio climático del sistema, como a nuevos parámetros a considerar en la fase de diseño de las infraestructuras viarias de carreteras provinciales como paso clave para poder materializarlos in situ, al servicio de las personas y de su seguridad.

Se puede concluir que atender a las consecuencias de la DANA del pasado 29 de octubre de 2024 ha constituido todo un reto público, al poner a prueba al conjunto del sistema y concretamente a la totalidad del sistema viario de la provincia de Valencia, incluyendo a los tres niveles de administración competente en el ámbito público, pero también al ámbito privado. La respuesta a la devastación experimentada resulta todo un ejemplo de coordinación y cooperación administrativa y una muestra de la alta cualificación y capacidad de respuesta del sector de la obra pública en España.

Ahora más que nunca cobra pleno sentido el servicio público prestado desde una Diputación Provincial, y su razón de ser, como administración local supramunicipal al lado de los municipios, para y por la ciudadanía, irrigando y vertebrando el territorio hasta cada rincón del mismo. En el caso concreto de la Diputación de Valencia se han movilizado más de 77 efectivos propios junto con lo, por lo que otra de las lecciones aprendidas tras la catástrofe es la importancia y plena motivación para disponer de una estructura pública tecnificada en la administración local y concretamente la administración provincial. Y cuan rentable resulta

disponer de los medios humanos y materiales técnicos oportunos.

Otra de las reflexiones que cabe realizar, y aprovechando la participación activa del personal de la Diputación de Valencia tanto en el Grupo de Trabajo 2 dedicado a la Resiliencia y cambio climático del Comité Técnico 14 de Carreteras sostenibles y resilientes como presidiendo el Comité Técnico 21 Comité Nacional de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico de la propia Asociación Técnica de la Carretera (ATC), es la necesidad de repensar el diseño y dimensionamiento de nuestras infraestructuras viarias a futuro teniendo en cuenta los nuevos escenarios climáticos previsibles y la criticidad de cada uno de los activos.

Y, por último, sólo resta poner en valor y agradecer a cada una de las personas que conforman la gran familia que constituye el personal propio de la Diputación de Valencia, su evidenciada vocación y compromiso con el servicio público, junto con la respuesta recibida por el sector privado. ❖

Estudios de resiliencia de la Red de Carreteras del Estado



Antonio Muruais Rodríguez

*Subdirector General de Sostenibilidad e Innovación
DGC, MITMS*

La Dirección General de Carreteras del MITMS está redactando un Plan de Adaptación de la Red de Carreteras del Estado al Cambio Climático, que será presentado en 2025. En el marco de este Plan se está llevando a cabo una evaluación de vulnerabilidad y riesgo de la red, que constituirá la base sobre la que se definirán, seleccionarán y priorizarán las diversas medidas de adaptación, tanto estructurales como no estructurales, que se deberán implementar para mejorar la resiliencia de la red.

En este sentido, se ha determinado la vulnerabilidad de la red mediante la combinación de dos factores: la exposición y la sensibilidad. Para ello, se han elaborado unos mapas de exposición, que permiten evaluar en qué grado un activo o servicio, exclusivamente por su ubicación geográfica, puede verse más o menos afectado por las distintas amenazas climáticas. Asimismo, se han construido una serie de matrices de sensibilidad que permiten evaluar

la forma en que las características propias o intrínsecas de los activos influyen en los potenciales impactos climáticos que se pueden producir. Para los activos más vulnerables, se está realizando un análisis de riesgo mediante la determinación de la probabilidad de que las amenazas climáticas impacten en la red y la gravedad de las consecuencias de los potenciales impactos. En función a los riesgos detectados, se definirán las medidas de adaptación necesarias para reducir dichos riesgos.

Por otro lado, la Dirección General de Carreteras también acaba de iniciar la ejecución de dos contratos de asistencia técnica destinados a evaluar la resiliencia de la red ante eventos hidrometeorológicos extremos y mejorar la gestión de las inundaciones en la RCE. Dentro de estos contratos se realizarán estudios hidrológicos e hidráulicos de las obras de drenaje presentes en la red, lo que permitirá, por un lado, establecer un diagnóstico de la situación actual de

estas obras y priorizar las inversiones a realizar y, por otro lado, implementar un sistema de alerta temprana que partirá de las predicciones meteorológicas que realiza AEMET y tendrá capacidad para pronosticar emergencias por inundación en base a predicciones meteorológicas y datos en tiempo real.

Complementando el sistema de alerta, se prevé la redacción de directrices técnicas que permitan el desarrollo de planes de contingencias que estructuren las actuaciones y la sistemática de trabajo a seguir en las situaciones de emergencia, y protocolos de coordinación entre las distintas instituciones implicadas en la gestión de las inundaciones que puedan afectar a la Red de Carreteras del Estado. ❖

Los incidentes viales causados por la fauna ¿un problema real o un buen relato? Análisis, caracterización y medidas.



Road incidents caused by wildlife,
a real problem or a good story?
Analysis, characterization and measurements.

Roberto Llamas Rubio

*Jefe de la Unidad de Seguridad Vial de la DGC (MTMS)
Presidente del Comité Técnico de Seguridad Vial de la ATC*

Son muchas las voces que focalizan en estos incidentes viales con implicación de la fauna como uno de los problemas principales de seguridad vial esgrimiendo su alta siniestralidad. Pero, están basados en cifras reales o es un buen relato fundamentado más en una percepción o interés en un excesivo proteccionismo animalista. Esta y otras cuestiones sobre este tema se dará respuesta en el presente artículo, basado en un análisis exhaustivo del conjunto de incidentes que tienen lugar en la red estatal de carreteras, por la que circulan más de la mitad del tráfico interurbano en nuestro país. Incidentes que engloban no sólo a los accidentes registrados por los agentes policiales de tráfico (generalmente con víctimas personales) sino también aquellos otros con sólo daños materiales y los otros tipos de percances con animales (los más frecuentes y menos graves) detectados por los vigilantes de la vialidad o conservación de las carreteras, con evidencias claras de que han sucedido (animales muertos recogidos en las márgenes donde los vehículos han proseguido su camino o han sido evacuados). Todos ellos deben ser considerados para identificar los tramos con más

riesgo. Estos y otros aspectos como las especies que más intervienen, su distribución y caracterización de la casuística, procedimiento más adecuado para definir los tramos con alta incidencia, medidas generales e innovadoras para prevenir este tipo de incidentes, incluyendo algunas específicas para especies protegidas en peligro de extinción o vulnerables, y planes de inversión, serán abordados. También se incluyen algunas recomendaciones y referencias a la responsabilidad patrimonial ante este tipo de sucesos, la fragmentación del hábitat generada por las infraestructuras y la estrategia nacional de desfragmentación recientemente aprobada.

Reseñar que dentro del Comité de Seguridad Vial de la ATC (Asociación Técnica de Carreteras) se ha creado un grupo de trabajo para profundizar específicamente sobre este tema de la accidentalidad con animales a nivel de todo el ámbito geográfico nacional, no sólo en la red estatal de carreteras, dada la sensibilización social y la presión hacia las administraciones de carreteras en este asunto.

Many voices highlight these traffic incidents involving wildlife as one of the main road safety problems, citing their high accident rates. But are these claims based on real data, or is it a well-founded narrative more influenced by perceptions or interests in excessive animal protectionism? This and other issues on this topic will be addressed in the present article, which is based on a thorough analysis of the incidents occurring on the national road network, which handles over half of the interurban traffic in our country. These incidents include not only accidents reported by traffic police officers (usually involving personal injuries), but also those with only material damage, as well as other animal-related incidents (the most frequent and least severe), detected by road maintenance or monitoring personnel, with clear evidence that they have occurred (dead animals found along the roadside where vehicles have continued their journey or been removed). All of these should be considered to identify the most high-

risk sections. The article will also address other aspects, such as the species most involved, their distribution, and a characterization of these incidents, the most appropriate procedures for identifying high-incident section, general and innovative measures to prevent such incidents, including some specific to endangered or vulnerable protected species, and investment plans. Some recommendations on these topics and references to liability for these types of events, the habitat fragmentation caused by infrastructure, and the recently approved national de-fragmentation strategy will also be included.

It is worth mentioning that within the Road Safety Committee of the Asociación Técnica de Carreteras (Technical Association of Roads), a working group has been created to specifically investigate the issue of animal-related accidents nationwide, not just on the state road network, given the growing social awareness and pressure on road administrations regarding this matter.

Introducción

La siniestralidad vial como consecuencia de la interrupción en la carretera de animales es un tema de candente actualidad. Los percances viales con animales han ido aumentando durante los últimos años, motivado en gran parte por el incremento de la población de la fauna salvaje en nuestro país. Por otro lado, cada vez es mayor la sensibilidad social hacia la protección de la fauna en general y existe una creciente demanda de adopción de medidas para preservarla y, en especial, para protegerla de que sea atropellada por los automóviles. En muchas ocasiones se esgrimen razones de seguridad vial para justificar dichas demandas. Pero ¿realmente existe una elevada accidentalidad severa con implicación de animales?; accidentalidad entendida como accidentes de tráfico con consecuencias personales drásticas para los ocupantes de los vehículos involucrados; o, por el contrario, es

más bien una demanda basada más en una errática o interesada percepción por un sentimiento de protección animalista que en cifras contrastadas y fidedignas. ¿Cuál es el verdadero número de incidentes viales con animales y cuál es su severidad y siniestralidad?; ¿cuáles son las especies más afectadas y las que suponen un mayor riesgo para la seguridad de circulación?; ¿es verdaderamente prioritario, desde el punto de vista de la seguridad de la circulación, atajar esta casuística y qué nivel de prioridad debería dársele respecto a otros aspectos demandados o problemáticos para los titulares de las vías?; ¿cómo identificar de una forma rigurosa los tramos más peligrosos de atropellos de animales a lo largo de una red viaria?; ¿qué tipo de medidas y cuáles serían las más adecuadas y eficaces para evitar o reducir estas situaciones?; ¿actualmente se están afrontando planes de actuaciones específicas para evitar o reducir este tipo de percances viales o accidentes por atropello de animales?. Estas

y otras cuestiones relacionadas con este tema se tratarán de dar respuesta a lo largo de este artículo.

Preámbulo

El número de incidentes viales en los que se encuentran involucrados animales y, especialmente, la fauna salvaje está creciendo últimamente, expandiendo éstos sus áreas de campeo y llegando a zonas urbanas y atravesando grandes infraestructuras (carreteras y ferrocarriles). Y van generando cada vez más inquietud entre los titulares de la vía, como responsables de la gestión y seguridad de las carreteras. ¿A qué puede deberse el aumento de este tipo de sucesos? Evidentemente, este incremento experimentado durante los últimos años viene motivado en gran parte por el incremento de la población de la fauna salvaje en nuestro país. Algunas fuentes cifran hasta un 40% de aumento en determinadas especies, como el jabalí¹. Son diver-

sas las causas o motivos de este incremento poblacional y, consecuentemente de incidentes viales con animales en nuestras carreteras; y sin pretender ser exhaustivo, baste apuntar algunas de ellas, que en mi opinión son las principales. Por un lado, el abandono del medio rural, la España vaciada. La desafectación de la sociedad del campo, en especial de nuestros jóvenes que buscan otras oportunidades de trabajo fuera del mundo rural, y el envejecimiento de la población rural agrícola, hace que el abandono de nuestros montes, la falta de limpieza y, consecuentemente, la extensión de la maleza, propicien un crecimiento de los animales salvajes y su acercamiento a las zonas habitadas. El confinamiento como consecuencia de la pandemia de la Covid-19, ha favorecido este efecto de crecimiento y extensión de la fauna a zonas inicialmente inhóspitas para ciertas especies animales.

Asimismo, cada vez más hay una gran sensibilización social hacia la conservación y protección de la fauna, con independencia de que se traten de especies vulnerables o amenazadas con peligro de extinción o no. Esto, quizás, también haya conllevado a un excesivo proteccionismo y relajación de los responsables correspondientes a la hora de adoptar medidas para limitar este continuo incremento; medidas tales como el control poblacional mediante la caza regulada, tratamientos anti-fertilidad, Queramos o no, apenas quedan especies depredadoras de los grandes mamíferos (jabalíes, ciervos, corzos, ...) y debe mantenerse un equilibrio en el ecosistema animal si no se quiere que la propia naturaleza, ante la sobrepoblación, actúe como autorreguladora indiscriminadamente con epidemias que pueden poner en peligro no solo determinadas especies salvajes sino también, por

propagación, al ganado doméstico e incluso acarreado enfermedades a los humanos. Ejemplos de epidemias en reservas o parque naturales tenemos bien recientes y con consecuencias nefastas, llegando incluso a casi la exterminación de algunas especies. Creo que es más sensato y eficaz la intervención humana para su control, eso sí, siempre de forma legal y regulada.

Como consecuencia de esta situación en continuo ascenso, existe una creciente presión sobre los titulares de la vía, demandando no sólo medidas anti-atropello sino también una mejor contabilización del número de ejemplares que son atropellados de cada especie. Son muchas y muy variadas las especies animales que atraviesan las carreteras y son atropelladas, desde los mamíferos más frecuentes, tales como el jabalí, ciervo, conejo, corzo o zorro, hasta aves, anfibios, pequeños reptiles, etc, que también empiezan a ser habituales en determinados entornos. Esta contabilización conlleva un sobre-esfuerzo y una mayor tecnificación de los operarios de conservación encargados de la retirada de los animales muertos en las carreteras. También se requiere de procedimientos coordinados con los responsables del medio ambiente para la identificación y retirada de estos animales. En definitiva, se trata de una actividad compleja y, además, se podría calificar como de novedosa para las actividades y operaciones de conservación y mantenimiento de las carreteras. Desde las diferentes administraciones de carreteras se están afrontando estos retos, si bien no se si del todo de la forma coordinada que sería deseable, pero sobre todo a diferente ritmo según sus propias capacidades tanto técnicas como económicas. Dejar aquí constancia, a modo de ejemplo corroborador de este esfuerzo que se está llevando a cabo

por los titulares de nuestras vías, la reciente Nota de Servicio 3/2022 de la Dirección General de Carreteras (DGC) del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MTMS), por la que regula el procedimiento a seguir por los equipos de conservación ante la presencia de animales muertos en carretera. En ella se recoge la coordinación con otros organismos ajenos con responsabilidad en la gestión de la fauna para la adecuada identificación y retirada de los animales atropellados en las carreteras estatales.

Reflejada someramente la situación del problema, nos debemos plantear si realmente la siniestralidad con implicación de animales es un problema de seguridad vial o hay otras actuaciones más prioritarias para los gestores de carreteras.

Las cifras

Para poder abordar este tema con cierto rigor, lo primero de todo es cuantificar el problema; tener datos o cifras fiables. Y para ello, debe diferenciarse entre la accidentalidad propiamente dicha ocasionada por animales y en la que se registran víctimas personales, de aquellos otros eventos en los que se tiene constancia de la intervención de fauna, aunque no haya lesiones personales. Pues el primer caso se corresponde con los accidentes registrados por los agentes de policía y que son los que figuran en el registro nacional estadístico de accidentes de tráfico que custodia la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior. Pero, por otro lado, debe tenerse en cuenta que hay un número nada

¹ Estudio "Accidentes con animales-Marzo 2023"-Ponle Freno-Fundación Axa El jabalí sube un 44% en 2022 respecto al 2021.

desdeñable de incidentes en la vía con intervención de animales que no son detectados ni registrados por los agentes policiales de tráfico, pero sí son recogidos por los responsables de la atención a la carretera, dependientes de los servicios de mantenimiento y conservación de las vías; en general, estos son sucesos que no ocasionan víctimas personales o muy leves e incluso no causan daños materiales o sólo de pequeña cuantía que no impiden a los vehículos implicados continuar la marcha, pero se tiene constancia o evidencias de ellos por los restos o por la detección/intervención de estos sucesos por los servicios de vigilancia y conservación de las carreteras (Figura 1). Este tipo de sucesos, importantes para poder analizar exhaustivamente la problemática y riesgo potencial existente con los animales, vienen a representar una gran muestra, muy superior a la de accidentes con víctimas personales e incluso respecto a la de siniestros con sólo daños materiales; en el caso de las carreteras estatales representan más de 300 veces el número de accidentes con víctimas con intervención de animales que se registran por los agentes policiales y unas 35 veces de los accidentes con sólo daños materiales².

Así pues, cuantifiquemos unos y otros para conocer la dimensión real del problema. Para ello, nos ceñiremos a datos correspondientes a la red estatal de carreteras (RCE) que gestiona la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, de los que se dispone una fuente numerosa y fiable de registros de este tipo en un periodo de tiempo suficiente para analizar comportamientos y evoluciones, de forma que las posibles conclusiones pueden considerarse estadísticamente significativas. Como es sabido, tiene una longitud de unos 26.500km de longitud distri-



Figura 1. No siempre se identifican los vehículos involucrados, pero existen evidencias de atropellos de animales

buida a lo largo de toda la geografía nacional y, por tanto, es representativa, con ciertos matices, de lo que sucede en España. En este sentido, baste apuntar que, a pesar de que casi la mitad de las vías estatales son de gran capacidad donde por normativa están valladas (lo que dificulta, que no impide la intrusión de animales a la calzada -como constataremos y desgranaremos más adelante-), en dicha red se contabilizan más de 60.000 incidentes viales con intervención de animales anualmente, lo que supone, aproximadamente, uno cada poco más de 400m.³

Así pues, las cifras que a continuación se detallarán en este artículo corresponden a datos del periodo quinquenal 2017-2021 en la RCE. En este periodo, el número de incidentes con animales en las carreteras estatales se ha visto incrementado notablemente, especialmente a partir del año 2019, situándose y manteniéndose en valores del entorno de los 60.000 incidentes anuales (Figura 2). Esto también ha llevado aparejado un incremento en dicho periodo del 27% de la accidentalidad con víctimas personales con implicación de animales y del 37% sólo con daños materiales⁴.

Además, señalar que este tipo de incidentes viales con intervención de animales suponen casi seis veces (x5,5) el número de accidentes totales con víctimas personales que se registran en esta red. Afor-

tunadamente, los que ocasionan accidentes con víctimas son muy muy pocos, menos del 0,5% (concretamente, un 0,285% en dicho periodo) y además suelen ocasionar heridos leves y pocos (el 90% de los incidentes de tráfico con animales son sin daños humanos ni materiales reseñables).

Así, de momento, las cifras constatan una clara conclusión: las incidencias de tráfico con animales son muy numerosas (elevado riesgo potencial), pero no arrojan un número significativo de accidentes con consecuencias drásticas para los humanos. Y también reflejan el bajo porcentaje que suponen los accidentes por atropello de anima-

² Datos medios en la RCE en el periodo 2017-2021.

³ Sin embargo, datos de la DGT cifran en España en el año 2022 unos 35.661 accidentes con animales en toda la geografía nacional (en el conjunto de redes de carreteras del país, que se extiende a lo largo de unos 166.000km), de los cuales 505 fueron con personas víctimas. En ellos fallecieron 2 personas, 35 resultaron heridas hospitalizadas y 637 heridas no hospitalizadas. https://www.dgt.es/export/sites/web-DGT/galleries/downloads/dgt-en-cifras/24h/Informe_Implicacion_animales_version-web.pdf

⁴ Al pasar en la RCE de 149 ACV con implicación de animales en 2017 a 189 ACV en 2021, que supone un incremento del 27% y de 5.331 accidentes con sólo daños materiales en 2021 a 7.279 en 2021, que implica un aumento del 37%; mientras que el resto de los percances con animales, más frecuentes en número, se han mantenido prácticamente constantes (un aumento del 8%)

Total incidencias con animales por año

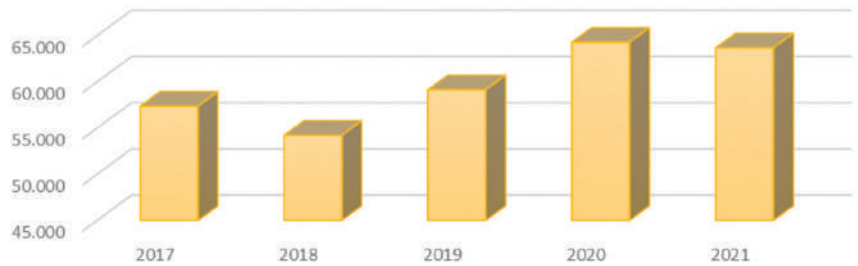


Figura 2. Evolución del número de incidencias viales con implicación de animales en la RCE. Periodo 2017-2021

Tabla 1. Numero de incidencias del tráfico con animales. RCE

RCE. Periodo 2017-2021	INCIDENCIAS O SUCESOS VIALES CON ANIMALES			
	ACV	ASDM	Otros percances	TOTAL
Total de Incidencias con animales	852	30.500	267.311	298.663

ACV= Accidentes con víctimas personales; ASDN= Accidentes con sólo daños materiales de consideración. Otros=percances detectados o evidenciados con animales

les respecto al total ocurridos en las carreteras estatales, especialmente de accidentes graves (mortales) ya que suponen éstos suponen el 0,3% y de las víctimas personales el 1,3%^{5, 6}. (Tabla 1)

Por otro lado, señalar que casi el 80% de los accidentes con animales son choques por irrupción de animal, siendo el resto por maniobras evasivas para tratar de evitar el atropello. Por otro lado, llama la atención que “sólo” entre el 50-60% de los incidentes y accidentes con animales se produzcan en carreteras convencionales, cuando la red estatal cuenta con el 45% de su longitud con vías de gran capacidad, con vallado de sus márgenes. Es decir, que aproximadamente el 40% de los accidentes con animales tienen lugar en las vías de gran capacidad (30% autovías y 10% autopistas). Está claro que el hecho de que esté valladas, lo que induce a pensar que ello debería impedir prácticamente todo el paso de animales a la calzada de estas vías, no es una

realidad según constatan las cifras; no es suficiente, al menos con el cerramiento existente y tal como está dispuesto (hace tiempo en su mayoría). Aunque la entrada a estas vías se produce en gran medida por los enlaces, las actividades de revisión y mantenimiento periódico del vallado es fundamental. Es por todos sabidos que determinadas especies pueden franquear dicha malla tanto hozando o saltando. Por eso, cada vez se están diseñando y ejecutando vallados cinéticos de mayor altura reforzados tanto en la parte inferior como en la superior (viseras), con el objetivo de impedir ese tipo de franqueamientos. También hay que tener en cuenta la fragmentación del hábitat que suponen estas grandes infraestructuras valladas y que, por ello, deben contar con medidas que contrarresten dicho efecto, tales como pasos de fauna específicos y/o obras de fábrica adaptadas, disposición de zonas de escape (ante la posible intrusión de animales), etc. Pues el hecho de que aún ocurra en estas vías un porcen-

taje de accidentes casi similar al que tiene lugar en las carreteras convencionales, se podría justificar por dos motivos fundamentales.

Uno relacionado con la velocidad; al ser vías con alta velocidad de circulación (lo que supone una mayor energía cinética y una menor capacidad de reacción ante imprevistos), es más probable que ante un incidente con un animal las consecuencias sean más graves. De hecho, el 68% de los accidentes con animales con sólo daños materiales tienen lugar en las carreteras convencionales. Y, por otro lado, al estar valladas y suponer ello una dificultad de superación de estas, las márgenes de estas vías suponen un atrayente para determinadas especies animales como refugio o medio de protección ante sus depredadores y, consecuentemente, proliferan en esas zonas. Y ello, a su vez, conlleva no solo que ellos mismos generan más incidentes con el tráfico (pues los animales no entienden de “carreteras” ni de tráfico) sino que también resultan estas zonas atractivas como zona de caza para depredadores, lo que supone un mayor riesgo de accidente grave por ser éstos de mayor tamaño.

Por otro lado, si se analiza la distribución geográfica de la siniestralidad con animales en el ámbito de la red estatal, se observa que, a pesar

⁵ En el periodo 2017-2021 tuvo lugar un promedio anual de 1 fallecido y 223 heridos (5 graves y 215 leves) en incidentes viales con animales frente a las 406 personas fallecidas y 17.105 heridas (1.108 graves y 15.996 leves) en el conjunto de accidentes con víctimas registrados en la RCE

⁶ Cifras similares obtenidas en otros estudios, incluso internacionales. Así, reseñar que en México, un informe del Instituto Mexicano del Transporte subraya que las colisiones con animales representan un 0,4% del total de accidentes registrados, pero la falta de datos detallados impide evaluar plenamente el impacto ambiental y social.

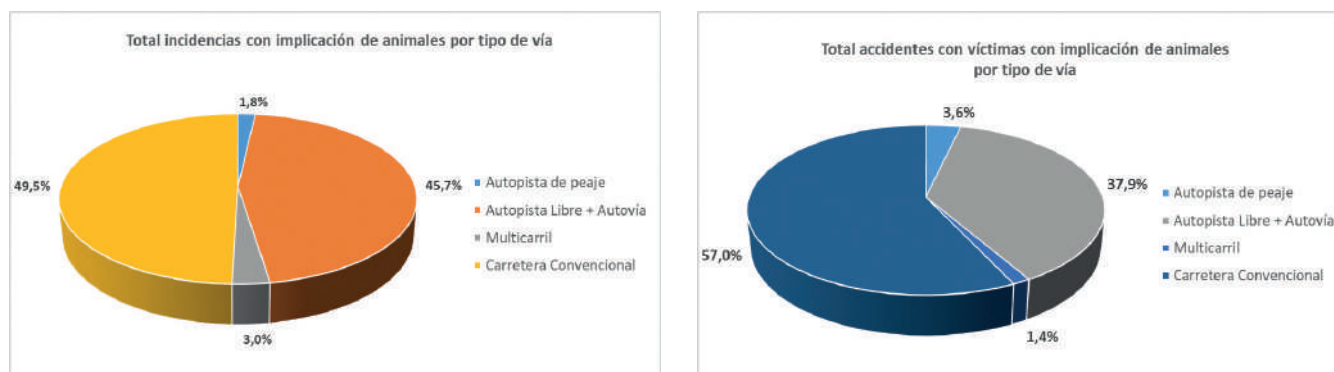


Figura 3. Distribución de los incidentes totales y accidentes con víctimas personales con implicación de animales según tipología de la vía. RCE

de que, a priori, hay ciertas zonas con un mayor riesgo, no existe una distribución provincial muy heterogénea. Ninguna provincia española acumula más del 7% de los accidentes con víctimas con animales. Sólo 3 provincias registran un porcentaje por encima del 5% y son Asturias, León y Valencia. En resumen, en la red estatal, en aproximadamente la cuarta parte de las provincias españolas (14) se acumulan la mitad de los accidentes con víctimas con implicación de animales (el 49%). (Figura 4)

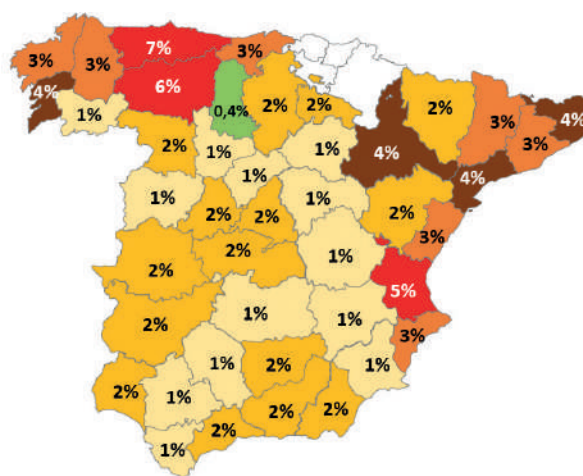


Figura 4. Distribución provincial de la accidentalidad con animales en la red estatal de carreteras. RCE

Las especies

Pasemos ahora a analizar las especies animales implicadas en estos incidentes o accidentes por atropello. Un pequeño inciso, como recordatorio o aclaración a este respecto; si bien la mayoría de los accidentes con implicación de animales se corresponden con atropellos o colisiones contra el animal, también debe tenerse en cuenta que, aun siendo minoritarios, existen accidentes que tienen lugar por maniobras evasivas (volantazos sin apenas disminución de la velocidad o con frenazos bruscos en situaciones con superficie de la calzada mojada) para no atropellar el animal y, ciertamente, estos casos suelen ser bastantes severos para los ocupantes del vehículo mientras que el animal sale ileso. Se corresponden habitualmente con sa-

lidas de la vía con vuelco o choque contra algún otro obstáculo.

Aclarado este extremo, quisiera resaltar también que las cifras de percances viales con intervención de animales antes expuestas nos dan una idea del volumen de animales involucrados (al menos uno por cada incidente, aunque en algunos casos, no muy frecuentes, son múltiples: rebaños, piaras, etc). Y también nos dan idea del ingente esfuerzo que recae en los gestores de las carreteras y más concretamente en los responsables del mantenimiento de la vialidad (dejar expedita de obstáculos o animales atropellados la calzada y sus márgenes), así como de la dificultad de atajar este problema ya que también las especies involucradas son muchas y en muchos de los casos requieren de medidas específicas diferentes. Es por ello que los esfuerzos deben centrarse en los

puntos concretos más sensibles de la red, en aquellos en los que estadísticamente se concentran incidentes y accidentes viales por presencia de animales. No es eficiente ni abaricable extender medidas correctoras o paliativas a lo largo de toda la red (así lo ponen de manifiesto diferentes estudios e investigaciones sobre determinadas especies).

Por otro lado, dependiendo de la especie animal, su tamaño y constitución, la severidad del percance o colisión contra él es diferente. Son factores que condicionarán la siniestralidad o consecuencias de los atropellos. Y no pensemos que el problema se limita a la fauna salvaje (que por supuesto es la principal y más incontrolable) sino también existen numerosos incidentes con animales "a priori" domésticos. Me estoy refiriendo fundamentalmente a perros y gatos (aunque también existen in-

cidentes con los equinos, vacuno y ovino). (Figuras 5, 6 y 7)

Así, del total de los incidentes con animales, son los conejos los más involucrados, ya que representan el 25% de los casos, pero éstos no ocasionan accidentes con víctimas humanas (ACV). Le siguen los incidentes con gatos, con el 21% de los incidentes y con un exiguo 0,2% de los accidentes personales (ACV). Asimismo, el 7% de los incidentes es con perros, aunque en este caso representan un porcentaje similar de los accidentes con víctimas humanas, el 7,5% de los ACV. En cuanto a la fauna salvaje, el primero en el ranking se encuentra el jabalí, con el 8% del total de incidentes, pero que ocasionan el mayor número de accidentes con víctimas humanas, casi un tercio de los accidentes (el 32% ACV); los corzos y ciervos representan el 6% de los incidentes y suponen el 8% de accidentes con lesiones personales (ACV). En resumidas cuentas, la participación de la fauna de mayor tamaño en el total de los incidentes viales es mucho menor que en los siniestros con consecuencias graves para los ocupantes de los vehículos involucrados, siendo los jabalíes, perros, corzos y ciervos los más frecuentes de los que peores consecuencias ocasionan.

Estas cifras ponen de manifiesto la importancia del tamaño del animal a la hora de causar un accidente con víctima humana (ya se ha dicho, que afortunadamente, mayoritariamente leves). Cuanto mayor y más fuerte/robusto es el animal atropellado, mayores son las consecuencias para los vehículos y sus ocupantes. Por eso, desde un punto de vista de la seguridad vial (de las personas), los mayores esfuerzos se deben centrar en evitar el mayor número de incidentes con animales de cierto tamaño. Así lo hace la DGC del MTMS, identificando los tramos con especial incidencia con animales (los TEFIVA) teniendo en

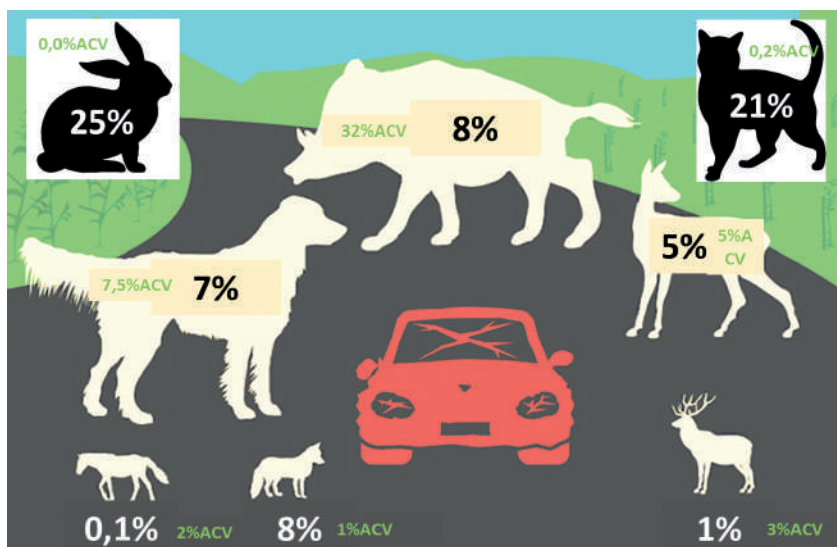


Figura 5. Especies predominantes en incidentes y accidentes con implicación de animales. Distribución. RCE. (En verde, % respecto al total de accidentes con víctimas personales)

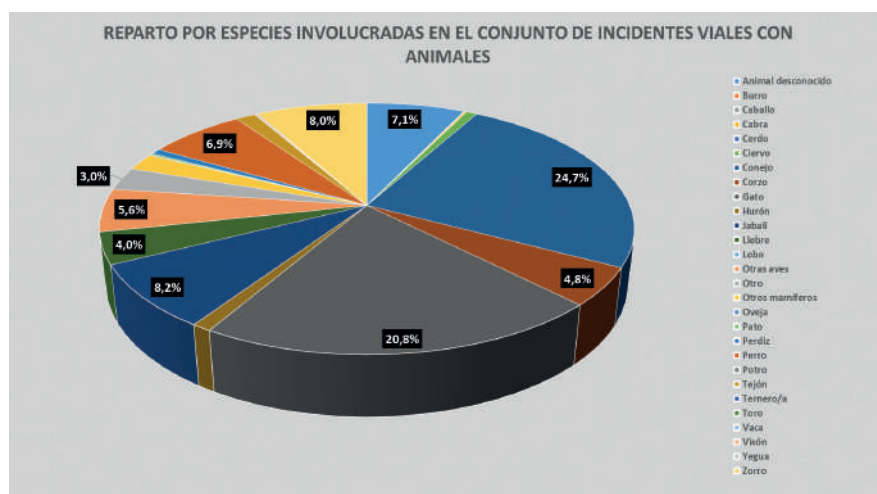


Figura 6. Reparto detallado por especies involucradas del conjunto de incidentes viales con animales. RCE

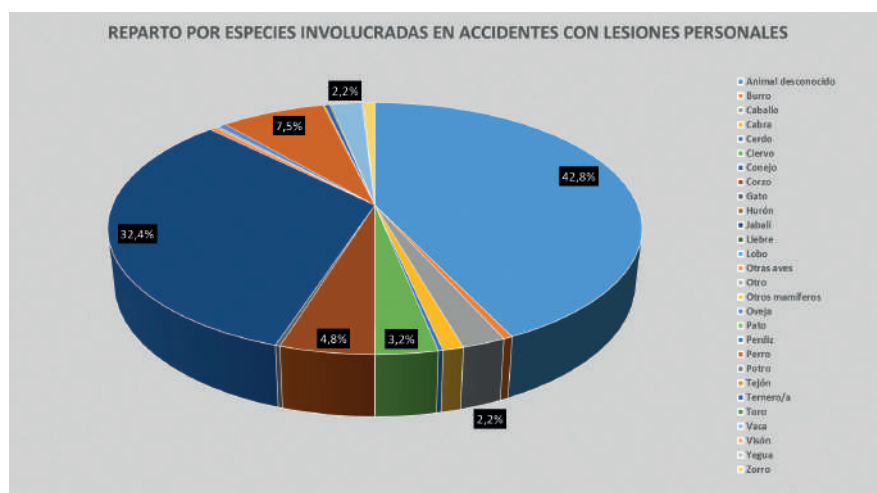


Figura 7. Reparto detallado por especies involucradas en accidentes con lesiones personales ocurridos con implicación de animales. RCE

cuenta estas circunstancias: número de incidencias, accidentes con víctimas humanas y tamaño/constitución del animal.

Caracterización de la casuística

A continuación, pasamos a analizar o caracterizar estos incidentes o accidentes con intervención de animales. Ya hemos comentado y analizado en los epígrafes anteriores la diferenciación entre incidentes y accidentes con implicación de animales. En este apartado, no va a ser menos, y creo que es momento de recordar al lector que al hablar de incidentes se incluyen los accidentes tanto con víctimas personales (ACV) como con sólo daños materiales (ASDM) y además otros sucesos o eventos en los que se tiene constancia y evidencia de intervención de un animal pero que no está recogido por los agentes policiales y si por los servicios de vigilancia y conservación de la red viaria correspondiente. No obstante, se verá que, en la caracterización de todos estos incidentes con animales, las diferencias de distribución entre considerar todos o solo los accidentes con víctimas no son muy significativas; no sucede así en otros aspectos ya analizados como los referentes a la severidad o consecuencias de los mismos.

Comencemos por la caracterización mensual de los incidentes y accidentes con implicación de animales. En la gráfica siguiente se puede ver la distribución mensual en el total del periodo analizado (2017-2021) y como las curvas son similares tanto en el caso de considerar todos los incidentes como de forma desagregada. Se observa que los meses donde más se producen es de junio a diciembre, con la punta de mayor incidencia en julio y octubre. (Figura 8)

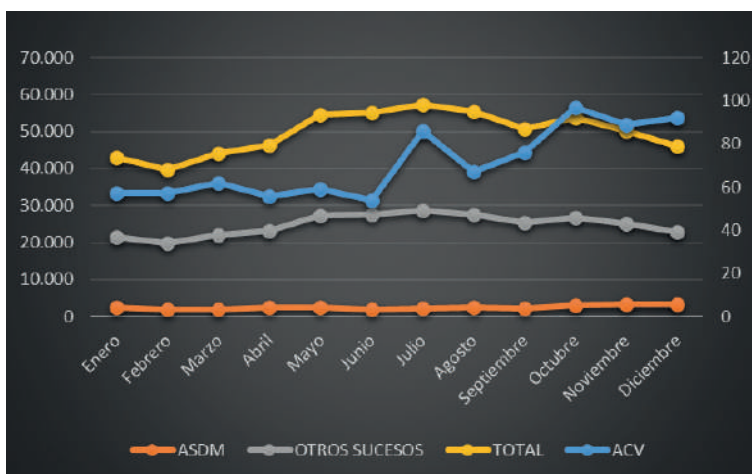


Figura 8. Distribución mensual del total de incidencias con implicación de animales en el periodo 2017-2021. RCE

(ACV= accidentes con víctimas personales. ASDM= accidentes con solo daños materiales. Otros=percances detectados o evidenciados con animales. Total= suma de anteriores)

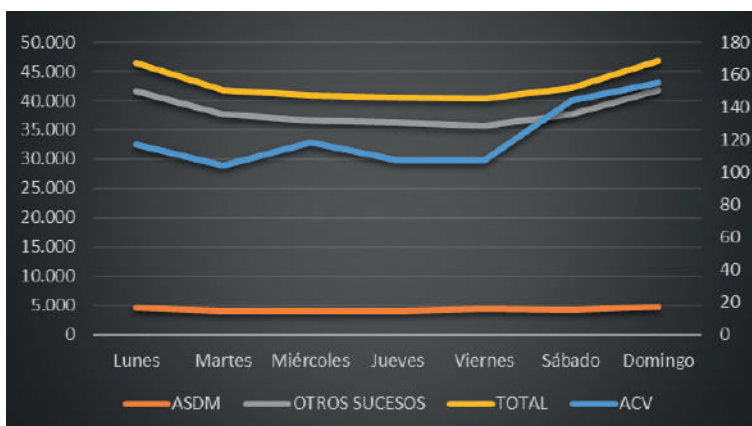


Figura 9. Distribución diaria del total de incidencias con implicación de animales en el periodo 2017-2021. RCE

(ACV= accidentes con víctimas personales. ASDM= accidentes con solo daños materiales. Otros=percances detectados o evidenciados con animales. Total= suma de anteriores)

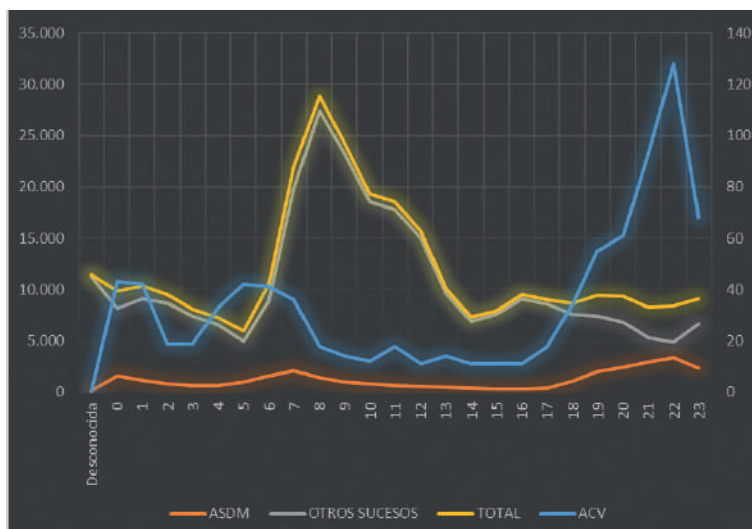


Figura 10. Distribución horaria del total de incidencias con implicación de animales en el periodo 2017-2021. RCE

(ACV= accidentes con víctimas personales. ASDM= accidentes con solo daños materiales. Otros=percances detectados o evidenciados con animales. Total= suma de anteriores)

Y la estación donde se ocasionan con más profusión es a partir de primavera a otoño, con punta en otoño.

En cuanto a la distribución diaria, señalar que son los sábados especialmente y también los domingos los días de la semana donde tienen lugar el mayor número de incidentes con animales. (Figura 9)

Por último, se muestra la distribución horaria en los que tienen lugar el conjunto de incidentes viales con animales. Curiosamente, existe una disparidad apreciable entre los accidentes y otros sucesos. Así, los accidentes con víctimas mayoritariamente se producen por la noche entre las 20 y 23h (con punta entre las 21 y 22h), mientras que los otros sucesos (no lesivos para las personas) más bien de madrugada, entre las 5 y 14h (con punta entre las 7 y 8h). (Figura 10)

La identificación del riesgo

Ya se ha comentado de la importancia del tamaño y constitución del animal a la hora de causar lesiones a las personas ocupantes del vehículo que lo atropella (Figura 11). También se ha analizado el gran número de percances con animales que no se traducen en lesiones personales ni apenas daños materiales en los vehículos, y de la importancia de ser tenidos en cuenta para comprender mejor la problemática existente e



Figura 11. El tamaño del animal implicado condiciona la severidad del accidente

identificar de una forma más rigurosa los tramos más peligrosos por este motivo. El riesgo existe y el hecho que muchos de estos percances no se hayan traducido en consecuencias graves para los ocupantes de los automóviles pueden “pender de un hilo”, ya sea por pericia del conductor, la velocidad del impacto o el tipo de especie (tamaño y robustez). Factores todos ellos que deben considerarse a la hora de localizar esos tramos con más riesgo de accidentalidad con un animal.

Asimismo, es necesario disponer de un criterio general y homogéneo a lo largo de toda una red para determinar y localizar aquellos tramos donde se dan incidencias de este tipo con una frecuencia alta estadísticamente significativa. Y no me estoy refiriendo sólo por un tema de responsabilidad de los gestores de las carreteras⁷, aunque también, sino porque ello permitirá centrar los esfuerzos de adopción de medidas correctoras en dichas localizaciones, identificadas de un modo rigurosos y técnicamente más adecuado.

Pero sí, me quería centrar también en el tema de la responsabilidad. El carecer de una definición clara y común y un procedimiento sistemático y objetivable para identificar esos tramos con mayor siniestralidad en nuestras carreteras (dentro del ámbito de cada titular de una red viaria), ha supuesto y supone que los órganos jurisdiccionales adopten sentencias en reclamaciones a las administraciones de carreteras basadas en criterios particulares o singulares, quizás aplicados con buena fe en algún ámbito geográfico dentro de la misma organización⁸. Y eso no debería suceder así, por lo que se aboga por esta homogeneización y rigurosidad en la identificación.

Es reseñable que, las administraciones titulares de carreteras, en general, han adoptado o están adop-

tando definiciones y procedimientos generales aplicables en sus respectivas redes viarias sobre las que son competentes. Nos podemos preguntar, ¿por qué no una definición única aplicable a todas las redes españolas de carreteras?. Pues, además de la dificultad de acuerdo (como en otros ámbitos nacionales), siendo rigurosos, hay que señalar que las características diferenciadoras de las distintas redes de carreteras existentes también en este aspecto no lo hacen fácil ni aconsejarían un criterio numérico único para todas ellas. Otra cosa sería que la metodología fuese la misma, en la que creo y apoyo, pero

⁷ La responsabilidad en accidentes de tráfico por atropellos de especies cinegéticas queda recogida en la Disposición adicional séptima del. Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial. Y en ella se establece que también podrá ser responsable el titular de la vía pública en la que se produzca el accidente como consecuencia de no haber reparado la valla de cerramiento en plazo, en su caso, o por no disponer de la señalización específica de animales sueltos en tramos con alta accidentalidad por colisión de vehículos con los mismos.

⁸ En la sentencia de la Audiencia Nacional de 24/05/2019 (recurso n.º 1290/2017) se recoge que según la Demarcación de Carreteras correspondiente se seguía para determinar un tramo de carretera convencional como de “alta siniestralidad” por la presencia de especies cinegéticas: cuando en un tramo de 1 km de longitud se hayan producido tres o más accidentes por atropellos de dichas especies, considerando el periodo de los últimos cinco años. A partir de esta sentencia, con una interpretación errática (ya que no era el criterio general), parece ser que se han fundamentado diversos órganos jurisdiccionales para dictar resolución en reclamaciones por accidentes de tráfico con intervención de animales, aduciendo que el criterio del Ministerio era el seguido por un servicio territorial concreto que se recogía en la mencionada sentencia. Y eso pese a que la misma Audiencia Nacional a partir de su sentencia de 24 de mayo de 2019 (recurso 1290/2017), viene reconociendo en sucesivas sentencias que el concepto de alta siniestralidad se trata de un concepto indeterminado, y que intentó objetivarlo en base al criterio que seguía la Demarcación involucrada en la mencionada sentencia, haciéndolo como propio y general del Ministerio, lo cual no era cierto.

no así en los umbrales para definir cuando es estadísticamente alto o no el número de incidencias o siniestros con animales. Es lo mismo que sucede con el concepto de los tramos de concentración de accidentes (TCA) que se viene utilizando hace muchos años en España y que, por cierto, la Comisión europea alabó y adoptó en la Directiva sobre la gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias. Se utiliza una metodología similar en todo el territorio nacional, pero con ligeros matices a la hora de cuantificar las variables y umbrales de identificación para contemplar esas particularidades o diferencias entre redes. Por eso, mi convencimiento de que, con el paso del tiempo, poco a poco se llegará a uniformizar la metodología seguida también en esta cuestión, como ha pasado con la de los TCA.

En este sentido, la existencia de una cierta confusión y falta de homogeneidad de criterio para el conjunto de la red de carreteras, junto con la evolución e incremento de incidentes viales con intervención de animales en los últimos años y la mejora en el conocimiento de la problemática y consecuencias personales asociadas, así como en la contabilización de dichos sucesos y la fiabilidad de sus datos, son algunas de las razones por las que la DGC del MTMS adoptase recientemente un procedimiento sistemático y homogéneo⁹ aplicable a la su red gestionada (las carreteras estatales) para definir e identificar los tramos con mayor riesgo de siniestro por interrupción de animales en la calzada y los ha denominado TEFIVA (tramos con especial frecuencia de incidentes viales con implicación de animales). Para ello, consideró todos los datos disponibles, tanto policiales como de los servicios de conservación de la propia DGC, incluyendo para su identificación todos los percances con constancia o evidencias de atropellos de animales o intervención de animales¹⁰ que pueden pro-

vocar accidentes de circulación con dramáticas consecuencias¹¹. Y se definen los TEFIVA como aquellos tramos de una longitud mínima de 1 km en los que en los últimos cinco años¹² se han registrado al menos 10 incidentes¹³ relacionados con fauna de cierto tamaño¹⁴ y alguno de ellos haya ocasionado un accidente con víctimas. Actualmente tiene identificados 150 tramos TEFIVA, que comprenden una longitud global de 205,1 km, lo que supone, aproximadamente, el 0,8% de la longitud total de la red estatal y están publicados en la web del Ministerio, incluso con un visor que facilita su localización geográfica sobre un mapa de carreteras (<https://www.transportes.gob.es/carreteras/nuestro-red/seguridad-vial>) (Figura 12). En ellos se concentran más de 3.200 incidentes anuales y el 21% del total de accidentes con víctimas con implicación de animales registrados en la RCE. Y se han señalado de una forma específica y homogénea; concretamente, mediante la señal reglamentaria específica P-24 de advertencia de peligro por presencia de animales sueltos complementada con un panel indicativo de la longitud afectada por dicho tramo¹⁵ y en los vértices de la señal de inicio de tramo se disponen focos destellantes que funcionan durante las horas nocturnas y crepúsculo para llamar más la atención. De esta forma, los usuarios pueden identificar más claramente que están circulando por uno de estos tramos y tomar las debidas precauciones. No obstante, para su señalización se han agrupado por su proximidad, de modo que han resultado unos 136 tramos que suman algo más de 216,6 km señalizados (Figura 13).

Adicionalmente a su señalización, se irán adoptando otras medidas complementarias en dichos tramos, tras el análisis pertinente. En este sentido, señalar que la DGC tiene una encomienda con el CEDEX (2023-2027), en la que se incluye llevar a cabo un

estudio “piloto” para la caracterización e investigación de tramos conflictivos por atropello de fauna silvestre, en el que se efectúa un análisis e investigación de las características de

⁹ Nota de Servicio 02/2024 SGCyGA sobre tramos con especial frecuencia de incidentes viales con implicación de animales (TEFIVA) en la RCE.

¹⁰ Debe tenerse en cuenta que hay un número nada desdeñable de incidentes con intervención de animales que no son detectados ni registrados por los agentes policiales de tráfico, pero sí son recogidos por los responsables de la atención a la carretera, dependientes de los servicios de mantenimiento y conservación de las vías de los titulares de las vías.

¹¹ Debe tenerse en cuenta que la fauna española existente en la que aparecen ciertos animales que, por su tamaño y constitución, su atropello no conlleva un riesgo significativo para la circulación del tráfico (por ejemplo, ciertos reptiles o mamíferos de pequeño o diminuto tamaño, como lagartijas, conejos, etc.).

¹² La longitud básica de identificación es de 1 km. Sin embargo, dado que el algoritmo de identificación es deslizante, se pueden producir solapes entre tramos, lo que hace que existan tramos (TEFIVA) de longitud mayor de 1 km. Asimismo, se considerará el periodo temporal de cinco años naturales anteriores de los que se disponga de datos de los “incidentes” aquí definidos.

¹³ Los “incidentes” con implicación de animales, a efectos de identificación de estos tramos, se consideran no sólo los accidentes con víctimas, sino también los accidentes con daños materiales, así como otros tipos de sucesos registrados con constancia de que estuvo implicado un animal (tanto con evidencias de su atropello como si el factor concurrente del mismo es la intervención de un animal).

¹⁴ Dependiendo del tamaño y constitución del animal, su atropello puede no conllevar un riesgo significativo de provocar accidentes de circulación con drásticas consecuencias para los ocupantes del vehículo. Por ello, a efectos de esta identificación, se consideraron sólo los denominados “animales grandes”, es decir, únicamente con un tamaño igual o superior al zorro. En concreto, se contemplan como tales, en general, los caninos, los caprinos, ciervos, corzos, equinos (burro, caballo, potro y yegua), jabalíes, lobos, ovinos, porcinos, vacunos y zorros.

¹⁵ Señal P-24 recogida en el apartado 2.2.4 norma de la Instrucción de Carreteras 8.1-IC relativa a señalización vertical (aprobada Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo), así como en el anexo I del Reglamento General de Circulación (en el apartado “5. señales verticales de circulación”) y en el Catálogo y Significado de las Señales del MOPT -actual MITMA- (I Tomo II, página 18).

la carretera y de factores biológicos y sociales en el entorno de los mismos con objeto de correlacionarlos y concluir con medidas específicas de mitigación de los atropellos y de mejora de la conectividad para evitar la fragmentación del hábitat.

Lógicamente, periódicamente se procederá a la identificación de los nuevos TEFIVA, dado que las actuaciones realizadas y los cambios de conducta animal hacen que muy probablemente varíen en el tiempo. Pero esa periodicidad no es ni debe ser anual, estando prevista aproximadamente cada 5 años.

Quisiera llamar la atención, pues afecta a la antes aludida responsabilidad patrimonial de la administración, que, a todos los efectos, dichos tramos deben ser considerados como los tramos con alta accidentalidad por atropellos de especies cinegéticas en el Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, en su disposición adicional séptima. De este modo se da cumplimiento a dicho requerimiento de una forma homogénea en toda la red viaria estatal. Sólo falta esperar que poco a poco se vaya creando jurisprudencia al ir adoptando los correspondientes órganos judiciales este criterio general en las reclamaciones patrimoniales por atropellos de animales.

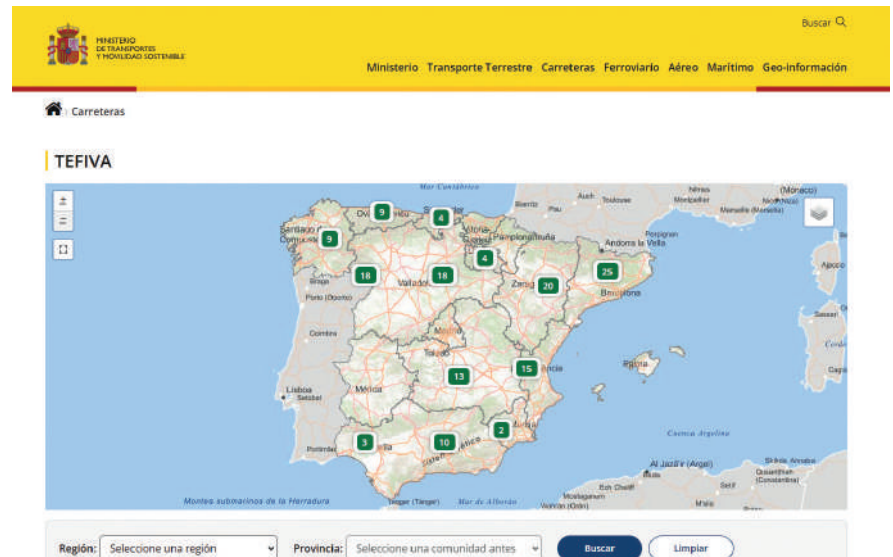


Figura 12. Visor de localización e identificación de los TEFIVA en la web del MTMS (<https://www.transportes.gob.es/carreteras/nuestra-red/seguiridad-vial/tefiva>)

Medidas

Hemos analizado la problemática, su caracterización, discretizado la casuística y las especies involucradas, etc, y ¿ahora qué?. Se ha visto que existe un elevado riesgo potencial (no tanto en términos de siniestralidad o gravedad). Entonces, ¿los diferentes titulares de las vías han estado parados ante estas evidencias?; claramente la respuesta es no; han venido adoptando diferentes medidas o actuaciones para paliar este problema, con mayor o menor acierto, y con mayor o menor inversión, de acuerdo con sus posibilidades. Ya se ha comentado el notable incremento de incidentes y accidentes con animales en las carreteras españolas; el esfuerzo en contar con datos más números y fiables; y la creciente sen-

sibilización ante esta problemática particular y aumento de la presión social para actuar (¡¡¡como si no se hubiese hecho nada hasta ahora!!!).

Conviene recordar antes de adentrarnos en medidas más específicas, novedosas o innovadoras más recientes, que dentro de las actuaciones que se han venido realizando desde hace tiempo de una manera mas o menos sistemática, incluso desde el diseño y ejecución de una infraestructura, están algunas como la construcción de pasos de fauna, en aquellos lugares donde, de acuerdo con los estudios correspondientes, así se recomienda en la declaración de impacto ambiental de las carreteras y que permiten conectar hábitats fraccionados por la propia infraestructura, permitiendo el paso

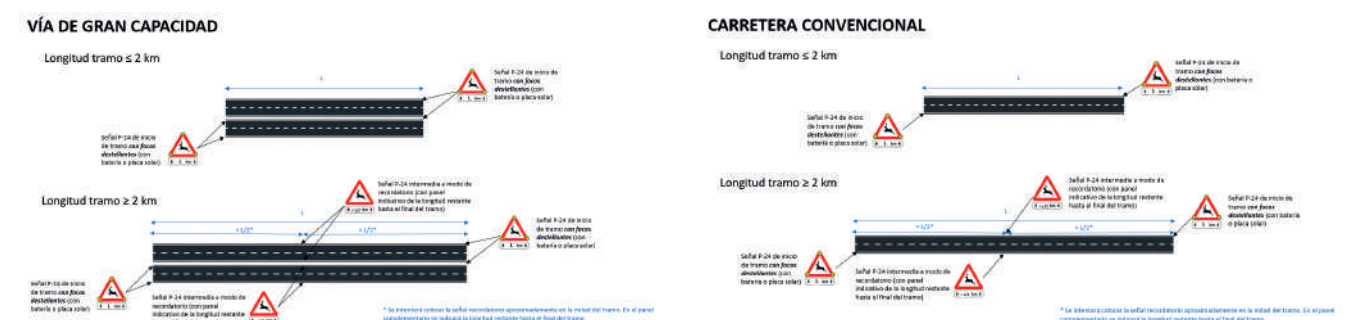


Figura 13. Esquemas de la señalización específica en tramos TEFIVA

de los animales de un lado a otro de la carretera; la instalación de señalización de advertencia de peligro por posible cruce de animales y el vallado de las márgenes de las autopistas y autopistas. También se vienen efectuando labores periódicas de mantenimiento del estado de dichas vallas (reponiendo o arreglando roturas o huecos realizados en la misma) y realizando despejes o desbroces de unas franjas en los laterales de las carreteras (en las márgenes de las carreteras convencionales) para facilitar la percepción anticipada por parte de los conductores de la posible presencia o irrupción de animales tratando de cruzar la calzada.

Evidentemente, la extensión generalizada de este tipo de medidas a toda la longitud de la red no se justifica ni sería eficiente; por lo que, desde un punto de vista riguroso y de eficiencia, se deben adoptar en aquellos tramos donde hay una constancia fehaciente de existencia de paso frecuente de animales y riesgo de que pueden producirse accidentes de circulación con drásticas consecuencias. De ahí la importancia de una buena identificación de estos lugares (hablado en el epígrafe anterior).

También en tiempos pasados se han venido implantando y probando medidas ingeniosas o para entonces novedosas (algunas caras y de importación) con la esperanza de conseguir reducir los atropellos de animales; ejemplos como la de cristales, catadióptricos o reflectores ópticos que con el viento y las luces de los automóviles reflejaban la luz y emitían un tintineo o sonido con el fin de ahuyentar a los animales que intentasen cruzar la calzada; o el empleo de orín de lobo (depredador por excelencia de los mamíferos más grandes de nuestra fauna ibérica) en zonas habituales de paso de animales con el mismo fin de ahuyentarlos y que desistan del cruce.

En definitiva, se han estado haciendo y probando medidas tanto tradicionales como mas ingeniosas sin que se haya dado con la “barita mágica” para resolver el problema. Problema que entraña una dificultad mayor de resolución por el hecho de que determinadas medidas pueden ser adecuadas o eficaces para unas especies, pero no para otras. De las experiencias pasadas y el mayor conocimiento existente junto con el avance experimentado por la tecnología en los últimos tiempos, aplicable de forma más económica, nos abre la esperanza a conseguir mejorar en este objetivo de reducir los incidentes por atropello de animales, aunque, desde luego, sin olvidar tampoco las medidas “tradicionales”.

Es claro que las actuaciones a adoptar para que sean lo más eficaces deben partir del estudio detallado de los hábitats y las fragmentaciones que suponen las infraestructuras viarias¹⁶, y a partir de ese conocimiento tomar las medidas adecuadas para su integración o advertencia de la presencia próxima de animales, o, incluso, para el control del crecimiento de determinadas especies.

Y en este sentido, quiero llamar la atención sobre que es deseable (y tecnológicamente posible) que los sistemas de advertencia al conductor sólo sean activados detectando la presencia del animal en la proximidad del vehículo; es decir, permitir el paso a los animales (no ahuyentarlos) siempre que no pasen automóviles; esta debe ser la premisa fundamental en el diseño e implantación de estas aplicaciones tecnológicas, pues se consiguen dos efectos: uno, no molestar a los animales, reduciendo la fragmentación de su hábitat natural, y segundo, evitar la ineficacia de los sistemas de alerta al habituarse los animales si se activan muy frecuentemente sin necesidad (al no existir riesgo de colisión por no circular vehículos).

A continuación, se pasa revista a algunas de las medidas para evitar estas situaciones de riesgo como consecuencia de la irrupción de un animal en la calzada al paso de un vehículo. Primeramente, hay que distinguir dos grandes grupos de medidas: por un lado, medidas que afectan a la infraestructura y, por otro, las que tratan de actuar sobre la fauna o su comportamiento ya sea para disuadirla de cruzar por ciertos lugares o para guiarla hacia el cruce de la vía en zonas en las que no interfieran con el tráfico. Existe una delgada línea separadora para la agrupación en uno u otro en algunas de ellas, pero no es la clasificación lo importante sino contar con su conocimiento para poder aplicarlas donde mejor se adapten, dependiendo del caso a tratar.

Entre las primeras y, sin tratar de ser exhaustivo, se encontrarían:

- Instalación de cartelería específica de entrada y salida a las zonas sensibles
- Sobredimensionamiento de obras de drenaje transversal y su acondicionamiento para facilitar el paso de la fauna a través de ellos. Se pueden combinar con el empleo de atrayentes olorosos para mejorar su utilización.

¹⁶ Recientemente, el 24 de julio de 2024, se ha aprobado en la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, la Estrategia nacional de desfragmentación de hábitats afectados por infraestructuras lineales de transporte (EDHILT), en cumplimiento del mandato establecido en el Plan Estratégico Estatal de Patrimonio Natural y Biodiversidad a 2030, y que, con una vigencia de 10 años, persigue la coexistencia de la biodiversidad con la existencia de las infraestructuras, identificándose las áreas prioritarias a desfragmentar, así como algunas de las medidas a implementar. En ella ha colaborado la DGC del MTMS (participando en el grupo de trabajo de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte que coordina la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marítima del Mº para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) y ya ha adoptado algunas de las medidas contempladas en dicha Estrategia

- Creación de franjas disuasorias a ambos lados de la vía mediante deforestación o desbroce. El desbroce intensivo, junto con la poda y tala de árboles en las márgenes de las carreteras, permite aumentar la visibilidad al conductor de la cercanía o cruce de un animal, pudiendo frenar y/o reducir la velocidad con más antelación, a la vez que las luces del vehículo, más visibles también, pueden disuadir del cruce o ahuyentar al animal, con lo que el riesgo de atropello/colisión se reduce (Figura 14).
- Utilización de firmes sonoros para advertir a la fauna del paso de vehículos
- Limitación de la velocidad de circulación y refuerzo y mejora de la señalización (inteligente) en zonas de paso frecuente de animales
- En determinados casos concretos, y ante la imposibilidad de disponer otras medidas, en tramos rectos sin vegetación donde hay constancia de paso de jabalíes, fundamentalmente, se están implantando barreras de motorista (SPM), que impiden o dificultan el paso de estas especies. Se trata mas de una medida de reconducción del paso hacia otra con mayor visibilidad o hacia donde haya una obra de fábrica de paso transversal o similar. Lógicamente, esto no resulta eficaz para otras especies que pueden saltar con suma facilidad la barrera (como el corzo).
- Instalación de vallas de cerramiento¹⁷, lo cual resulta muy eficaz (bien dispuestas y conservadas), aunque origina fragmentación de hábitats por lo que debe complementarse con otras medidas para compensar tal efecto. Resaltar algunas recomendaciones sobre este tipo de medida, muy habitual y "sencilla". En carreteras convencionales, aparte de que dificultan o pueden llegar a impedir los ac-



Figura 14. El desbroce de las márgenes mejora la seguridad por permitir visualizar la presencia de animales con una mayor anticipación



Figura 15. Los detalles o remates constructivos en las vallas de cerramiento deben cuidarse para evitar posibles puntos de intrusión de animales. Las auditorías de seguridad vial constituyen una buena herramienta para detectar estas deficiencias tanto en el proyecto como en la obra.

cesos a las fincas colindantes, deben limitarse a zonas muy concretas; actualmente, aprovechando la tecnología disponible se pueden disponer cerramientos denominados mixtos (con pasos intermedios controlados con cámaras), a los que nos referiremos más adelante. Prestar atención al diseño y ejecución del cerramiento (especialmente en las autopistas y autovías) es fundamental, al igual que las labores periódicas y constantes de vigilancia y mantenimiento del estado de la valla. Debe realizarse con malla cinética con faldones inferiores de refuerzo (mínimo unos 50cm) enterrados suficientemente (mínimo 35cm) o en forma de "L" anclados en el terreno (para

impedir que determinadas especies puedan hozar y atravesar el cerramiento) y también es aconsejable la disposición de viseras (de unos 50cm) en la parte superior, inclinadas hacia afuera de la vía para impedir el salto por determinadas especies. Otro aspecto fundamental, en el caso de las au-

¹⁷ A este respecto, se recomienda el documento publicado y actualizado en 2015 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (actual MITECO), "Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados", donde se recogen las mejores prácticas y concretamente las fichas 13 y 14 se dedican a la adecuación de vallados (para grande mamíferos y pequeños vertebrados, respectivamente) y la ficha 15 a escapes en tramos con vallados perimetrales.

to vías y autopistas, es el disponer de medidas para que aquellos animales que entren (en general por los enlaces) puedan salir; es decir, disponer de “escapes”. Además, hay que cuidar los detalles de ejecución, remates contra obras de drenaje transversal, taludes, muros o estructuras (Figura 15). En este sentido, indicar que a través de las auditorías de seguridad viaria se está prestando atención a estas circunstancias que, hasta ahora, en general, no se venía haciendo (también en los cursos de formación y reciclaje de auditores se hace hincapié en estos aspectos).

- Un nuevo modo o sistema de cerramiento para carreteras convencionales, en modo más experimental, sería el denominado sistema mixto, consistente en el cerramiento convencional con interrupciones periódicas, de unos 100m de longitud, que hacen de pasos de fauna y están monitorizados mediante cámaras, permitiendo al animal cruzar y activando la señalización o sistema de advertencia al conductor correspondiente. Para una mayor eficacia del sistema, es aconsejable la disposición de pasos canadienses en los extremos de las interrupciones intermedias del cerramiento para evitar que el animal penetre en la calzada y se pueda desplazar en sentido longitudinal (situación crítica y de verdadero riesgo). También es adecuado disponer algún escape, por si aún se introducen por el inicio de los tramos vallados.
- Rampas de escape en las autopistas y autovías, de forma que los animales puedan salir de ellas fácilmente. La tendencia natural del animal es ir “valleando” (bordeando el cerramiento) para encontrar un hueco o salida. Por eso, estas rampas de escape deben dispo-

nerse periódicamente adosadas a la valla de cerramiento. Hay diferentes tipologías, pero, en general, son sencillas de ejecutar, aprovechando terraplenes, etc, y consisten, básicamente, en “escaleras” de tierras para alcanzar la altura del vallado, lo que les permite a los animales saltar y salvar este impedimento. En resumen, el cerramiento de autopistas y autovías debe ir acompañado de la adecuada permeabilidad transversal junto con la disposición de escapes¹⁸.

- Instalación de sistemas de advertencia de peligro (tipo led o más o menos sofisticados, como veremos) y cuya finalidad es facilitar al conductor la información que le permita reaccionar con anticipación suficiente y de manera adecuada ante la presencia de un animal en la vía o sus proximidades.
- Dentro de estos sistemas de detección “inteligente” de la presencia del animal antes del cruce por la carretera, actualmente se dispone de tecnología a precio razonable para pequeñas longitudes basada en cámaras, tanto convencionales, termográficas como de infrarrojos/nocturnas, que, mediante diferente tecnología de inteligencia artificial o tratamiento de imágenes, detecta y reconoce la especie animal y envía una señal para que se active un sistema de advertencia de peligro al conductor (paneles de señalización variable o por alguno de los sistemas más adelante tratados, balizas iluminadas y con cambio de color, señalización led, etc). Hoy en día el bajo consumo de los dispositivos necesarios junto con la alimentación solar hace que la fuente de energía no sea un problema para su aplicación en prácticamente cualquier lugar. Esta tecnología basada en cámaras es más indicada para el control de los accesos a las vías o

para tramos de carretera muy pequeñas, ya que la longitud que se abarca es entre 100 y 250 m máximo. Esto limita su empleo para grandes distancias longitudinales (por el elevado coste que supondría) pero al permitir grabar la imagen, sirve como medio de testeo o contraste de la veracidad de la detección (ante falsos positivos), no sólo de su propio sistema sino de otras tecnologías.

- Otra tecnología también actualmente disponible y asequible, es la basada en la detección de presencia de animales en las proximidades de la calzada mediante un sistema de fibra óptica de comunicación subterránea con diferentes detectores de presencia (acústicos y sensoriales). Proviene de la adaptación de tecnología militar contrastada y empleada para proteger y vigilar de intrusos (enemigos) instalaciones delicadas o en zonas de guerra. Se dispone la fibra enterrada unos 30-40 cm (sin necesidad de canalización específica) a lo largo de las márgenes de la carretera con un sistema o sensores de presencia por vibración (que son graduables para evitar falsas alarmas por pequeños animales) que transmiten la señal a un sistema receptor remoto y de gestión y que, a su vez, activan los sistemas de advertencia al conductor que se deseen (balizas o captafaros luminosos, paneles de información variable de encendido remoto, alimentados con paneles fotovoltaicos, etc) dispuestos en las márgenes de la carretera y que son los que alertan a los con-

¹⁸ A este respecto, se recomienda el documento publicado y actualizado en 2015 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (actual MITECO), “Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados”, donde se recogen las mejores prácticas y concretamente la ficha 15 hace referencia a los escapes en tramos con vallados perimetrales.

ductores y les advierten del riesgo existente. Este sistema detecta la presencia del animal hasta unos 10m respecto de la posición de la fibra y también permite discretizar el tipo de animal, llegando a una muy buena precisión de identificación de la especie animal de que se trata, discerniendo humanos, animales con pezuña, tractores y otros vehículos, etc, lo que facilita reducir los falsos positivos. Este sistema suscita verdadera esperanza porque sería adecuado para grandes longitudinales y a un precio razonablemente asumible. Debe tenerse en cuenta que su disposición es factible hacerla dentro de la zona del dominio público, lo que facilita y reduce el coste, y al utilizar una tecnología basada en la vibración de las pisadas, localiza la ubicación del animal con independencia de la espesura del bosque y por tanto con suficiente antelación para avisar al conductor (cuanto más próximo se encuentre mayor es la intensidad de detección), lo que supone una ventaja frente a otros sistemas. Un sistema de este tipo para un tramo de 25 km, con disposición de equipos recepción de señal y sistemas de comunicación entre tres y cinco kilómetros, tiene un coste de 1,5 millones de euros.

Con ambas soluciones tecnológicas (cámaras y fibra), se consigue una monitorización permanente del tramo controlado, sin apenas alterar las conductas de los animales al permitirles más frecuentemente proseguir con sus usos habituales de paso o cruce de la carretera, y disponiendo al conductor con más tiempo de reacción al ser advertido con mayor antelación del posible riesgo de accidente, posibilitándole así reducir su velocidad y extremar la precaución para evitar el atropello del animal. No obstante, señalar que el segundo de los sistemas implantados (detección



Figura 16. Empleo de atrayentes en pasos transversales.



Figura 17. Extendido con medios mecánicos de productos disuasorios olorosos

con fibra) permite el tratamiento de tramos de una mayor longitud, con lo que se puede abarcar una mayor zona de área boscosa.

Entre las medidas del segundo grupo, las que tratan de incidir o actuar sobre el comportamiento de la fauna, pueden señalarse las siguientes:

- Creación de pastizales y abrevaderos que eviten que los animales crucen la vía buscando agua o comida
- Colocación de reflectores ópticos que reflejan la luz de los faros de los vehículos hacia fuera de la carretera, para asustar a los animales
- Instalación de balizas disuasorias cerca de la calzada (habitualmente en la berma) que emiten destellos luminosos focalizados o ultrasonidos (o ambos) para disuadir de cruzar a los animales. Estos elementos suelen ir acompañados con sistemas de detección del animal para activarse sólo ante la proximidad de éstos. Estos sistemas pueden estar integrados en el propio elemento (detección por movimiento, rayo láser) o ser ajenos e intercomunicados (cámaras).
- Instalación de sistemas olorosos, que expelen olores concretos (depredadores) que ahuyentan a los

animales

- Tratamientos con productos disuasores y/o atrayentes olorosos, cuya función es la de evitar o dirigir el paso de animales por determinados tramos o zonas. Entre los atrayentes, están los compuestos por feromonas de jabalí o corzo. Entre los disuasores, los productos sintéticos que imitan el olor de la orina de lobo. El concepto no es novedoso, pero sí que el coste ha disminuido tanto que actualmente alguna administración de carreteras los utiliza de forma extensiva y periódica (su efecto es de duración limitada, dependiendo de las precipitaciones, maleza arbustiva, estación del año, etc) y parece que con buenos resultados. Concretamente, la Junta de Castilla y León, los aplica con un vehículo provisto de boquilla pulverizadora a unos 30km/h y también de manera manual con atomizador o con depósito portátil con equipo de pulverización en zonas de difícil acceso. Suele realizarlo unas 4 veces al año (Figuras 16 y 17).
- Instalación de pasos de fauna (superiores o inferiores) con cerramiento longitudinal del trazado en esa zona, que permiten conectar hábitats fraccionados permitiendo el paso de los animales de un lado a otro de la carretera. Suelen acompañarse de otro tipo de me-

didas, al menos en los primeros momentos de su ejecución, con extendido de productos atrayentes para facilitar el hábito de utilización por los animales. A esto también se recurre en las obras de drenaje transversal adaptadas como pasos de fauna.

- Instalación de pasos canadienses en los accesos y alfombras electrificadas (tanto en superficie como embutidas en el firme), si bien eficaces para evitar el paso de especies de cierto tamaño, pueden ser contraproducentes ante pequeños animales.

Medidas particulares

Las anteriores medidas son aplicables para la fauna más generalizada en España (ciervos, jabalíes, corzos, etc.). Sin embargo, si quisiera mencionar brevemente, por su singularidad, dos casos de actuaciones específicas llevadas a cabo por la DGC del MTMS para la reducción del riesgo de atropello de especies animales salvajes protegidas y amenazadas de extinción o vulnerables, incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEa). Concretamente, me estoy refiriendo al lince ibérico (*Lynx pardinus*) y al oso pardo cantábrico (*Ursus arctos pyrenaicus*) (Figura 18).

En el primer caso, la DGC ha participado en proyectos europeos Life de reintroducción y consolidación del lince en España (*lynx pardinus*), colaborando con la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (CSMAEA). Con independencia de que también se hayan efectuado otras actuaciones destinadas también específicamente para la protección del lince (fundamentalmente vallas específicas¹⁹), quisiera aquí referirme a una más novedosa enmarcada dentro de un proyecto pilo-

to sobre lince con seguimiento con collar de radiofrecuencia. En concreto, se ha implantado en algunos tramos de la N-432 y en enlaces de las autovías A-5 y A-66 (Extremadura) y para ello se diseñó un sistema que captara la señal VHF que emiten los collares con los que cuentan los lince y que, ante la presencia de estos animales próximos o cruzando la carretera, activase un conjunto de equipos interconectados de advertencia al conductor de su presencia para que reduzca la velocidad y extreme la precaución.

Concretamente, se dispuso en cada punto de actuación de un dispositivo de detección telemática de aproximación de lince (sobre un báculo) mediante receptor VHF (rango ~500 m), una cámara, equipo grabador y equipo LORA (Low Range) de transmisión, con alimentación solar y posibilidad de envío de información online en tiempo real con tecnología 4G. Completando el sistema, se instalaron parejas de señales verticales tipo LED de limitación progresiva de la velocidad de circulación y carteles Led de advertencia de peligro de grandes dimensiones (Figura 19).

Estos conjuntos de equipos interconectados sólo son activados al detectar la presencia del animal (con una duración programada) y permanecen apagados en caso contrario, evitando así el efecto de “permanencia” y “cotidianidad” que implica que los usuarios no presten atención a dicha señalización. Este tipo de medida tan particular es muy útil para los proyectos de investigación ya que permiten controlar el movimiento de los ejemplares y especialmente en las primeras sueltas o reintroducción de especímenes en un determinado enclave. Lógicamente, no es exportable a otros ámbitos pues la inmensa mayoría de los lince no están controlados con collares. No obstante, la DGC del MTMS sigue colaborando con este tipo de proyectos y otras admi-



Figura 18. A las especies protegidas, como el lince ibérico, se le debe prestar una especial atención



Figura 19. Sistema inteligente específico de advertencia ante la presencia inminente de un lince (especie protegida) en la vía

nistraciones y muestra de ello es que, recientemente, hace unos meses, el Consejo de Ministros ha autorizado la suscripción de un convenio entre el MTMS a través de la DGC y la CSMAEA, donde el papel primordial de la DGC, dentro del marco general del proyecto Life Lynxconnect, consistirá en adopción de medidas para reducir los atropellos de esta especie desfragmentando el hábitat para que las poblaciones de lince se comuniquen libremente. Señalar que con el proyecto Life Lynxconnect se persigue conectar todos los núcleos de pobla-

¹⁹ A este respecto, se recomienda el documento publicado y actualizado en 2015 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (actual MITECO), “Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados”, donde se recogen las mejores prácticas. Concretamente la ficha 13 se destina a los vallados perimetrales para grandes mamíferos, con una especial mención para el vallado específico del lince, y la ficha 25 está dedicada a recomendaciones específicas para el lince ibérico y también la ficha 15 hace referencia a los escapes en tramos con vallados perimetrales.

ción de linces existentes para conseguir una metapoblación autosostenible, numérica y genéticamente estable, evitando la consanguinidad.

El otro caso al que me quería referir se trata del oso pardo cantábrico (*Ursus arctos pyrenaicus*). Es también un ejemplo de colaboración entre diferentes instituciones con el fin de facilitar el aumento y consolidación de esta especie declarada en peligro de extinción. Dado el aumento de la población del oso en la cornisa Cantábrica en los últimos años y su expansión territorial, los desgraciados sucesos de atropellos de algunos ejemplares, junto con la constatación de que los cerramientos existentes no son adecuados para evitar la intromisión del oso en las autovías de la zona (por su envergadura y fortaleza de este animal), se hacía necesario abordar este problema específico. En esta línea, la Fundación del Oso Pardo (FOP) recientemente ha publicado un informe sobre la situación del oso en dicha cornisa y sus posibles problemas de movilidad, bajo el título "Impacto de las infraestructuras viarias sobre el oso pardo y evaluación sobre el terreno de las medidas adoptadas en las tres vías rápidas del área cantábrica Año 2023 - 2024". La DGC del MTMS ha contactado con dicha Fundación para conocer con mayor detalle las conclusiones de su estudio y tratar de profundizar y concretar las zonas oseras y las medidas prioritarias de actuación. Fruto de ello, y tras su análisis, la DGC ya ha puesto en marcha las primeras iniciativas para reducir los atropellos de osos en las autovías afectadas de su ámbito competencial, la A-67 en Cantabria y Santander, la AP-66 en Asturias y León y la A-6 en la zona de León y Lugo. Concretamente, ya ha incluido dentro de un proyecto en redacción la implantación del vallado específico para oso en la A-67 en las zonas más oseras de Cantabria y Palen-

cia. Y se han autorizado las ordenes de estudio para diseñar e implantar este tipo de malla reforzada específica para oso en la AP-66 y en la A-6 (zonas oseras), cuyos proyectos constructivos se iniciarán también rápidamente. El presupuesto estimado para la realización de todas estas actuaciones específicas asciende a unos 33 millones de euros. Indicar que el disponer de un vallado reforzado específico para el oso²⁰ (aunque, lógicamente, también sirve para otros animales) es también considerada como la medida fundamental y más prioritaria acometer por la FOP, dado que estas vías disponen ya, en general, de una adecuada permeabilidad transversal. Consiste, básicamente, en una malla de triple torsión con postes de sujeción reforzados, de 3m de altura con visera a 45° de 0,80m y faldón inferior de 1,5m enterrado/anclado en el terreno. Igualmente se ha activado el refuerzo en las labores periódicas de revisión y reparación del cerramiento existente (huecos, gateras, malla destensada, ...) así como la vigilancia sobre las obras transversales y su inadecuada utilización furtiva, como medidas más inmediatas adoptadas.

Además, se analizarán otro tipo de medidas como la instalación de ciertos pasos canadienses con o sin alfombras electrificadas para impedir la entrada de osos por los enlaces, así como la necesidad de poder disponer de algún paso transversal para aumentar la permeabilidad entre ambas zonas de las autovías cuando se requiera o adaptar algunas obras de drenaje transversal con este mismo fin.

Por ello es conveniente y deseable continuar aunando esfuerzos y conocimiento entre los técnicos de la DGC y los de la FOP. Esta buena sintonía y voluntad de colaboración entre las partes muy probablemente se verá reflejada próximamente también a nivel institucional. Y esperemos que los frutos de dichos esfuerzos se pue-

dan manifestar lo más rápidamente posible. De ahí la importancia de disponer de fondos suficientes, propios y europeos, para llevar a cabo este tipo de medidas específicas.

Planes e inversión

Anteriormente se ha analizado y cuantificado el problema de los percances viales con animales y su siniestralidad para las personas, y si bien es baja, el riesgo potencial es mayor como consecuencia del gran número de incidentes viales constatados.

Así pues, ante este riesgo potencial, cada vez mayor como consecuencia del crecimiento de los atropellos de la fauna, y también por la gran sensibilización hacia esta problemática, los titulares de la vía cada vez están dedicando más esfuerzos presupuestarios para acometer actuaciones tendentes a evitar dichas situaciones.

En este sentido, hay que poner en valor la gran oportunidad que los fondos europeos están brindando para acometer este tipo de medidas a gran escala ya que existe una línea de financiación que las engloba y de ello se están aprovechando las administraciones públicas de carreteras. Me estoy refiriendo concretamente a los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), Next Generation EU.

²⁰ En su diseño e implementación se recomienda tener en cuenta las pautas o recomendaciones establecidas en el documento publicado y actualizado en 2015 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (actual MITECO), "Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados", donde se recogen las mejores prácticas. Concretamente la ficha 13 está dedicada a los vallados perimetrales para grandes mamíferos, con una especial mención para el oso, y la ficha 24 a otras recomendaciones específicas para el oso.

En este sentido, señalar que la DGC del MTMS contempla un conjunto de medidas para evitar siniestros y proteger a la fauna con un importe total de unos 92 millones de euros, encuadrados en 24 grandes actuaciones. De estas actuaciones, el 29% ya se encuentran con las obras finalizadas o en ejecución (por un importe de unos 6Mill) y otro 38% de ellas están las obras ya licitadas o de próxima licitación (por unos 40Mill), lo que supone el 67% de todas las actuaciones previstas (por un importe total de 47Mill); el tercio restante de las actuaciones (33%) se están redactando los proyectos constructivos, muchos de los cuales en una fase muy avanzada de elaboración y tramitación requerida por la Ley de Contratos del sector Público (supervisión y aprobación definitiva), para poder licitar las obras correspondientes. (Tabla 2)

Señalar que dentro de estas grandes actuaciones están incluidas algunas medidas innovadoras de las que hemos hablado en el anterior epígrafe (disuasores ópticos, balizas disuasorias o luminosas, cámaras, fibra óptica, ...) a implantar en diversos tramos de la geografía nacional y cuyo presupuesto total se eleva a unos 25Mill²¹ y que servirá, tras su seguimiento, para testear y determinar su efectividad e idoneidad, así como para contrastar con otras “más tradicionales”.

Desde luego se trata de un ambicioso plan que, como ya se ha comentado, no se podría llevar a cabo sin los fondos del PRTR y que requiere de un gran esfuerzo técnico-administrativo por parte de la Administración para poder llevarlo a la práctica.

Conclusiones

A la vista de lo analizado a lo largo del presente artículo, deben destacarse las siguientes conclusiones,

Tabla 2. Actuaciones de prevención de atropellos y protección a la Fauna * (RCE)			
FASE	Nº PROYECTOS	%	PRESUPUESTO con IVA (en Mill €)
Proyectos de redacción	8	33%	45,3
Proyectos redactados y aprobados (próxima licitación de las obras)	3	13%	9,7
En licitación	6	25%	31,1
Obras (finalizadas o en ejecución)	7	29%	5,8
TOTAL	24	100%	91,9
(*) No incluidas las recientes actuaciones específicamente planificadas para protección del oso pardo			

que, si bien, se corresponden con datos referidos a la red estatal de carreteras, pueden ser extrapolables, en general, al conjunto de redes españolas:

1. Objetivamente, y en términos de siniestralidad y lesividad personal, hoy por hoy, los incidentes viales con implicación de animales no suponen un problema prioritario desde el punto de vista de la seguridad vial, ya que los accidentes graves (mortales) representan el 0,3% del total de accidentes con víctimas personales registrados en la red de carreteras estatales y las víctimas personales generadas (personas fallecidas y heridas) suponen el 1,3% del total.
2. Sin embargo, existe un riesgo potencial elevado de ocurrencia de accidentes lesivos para las personas como consecuencia del gran número de sucesos con fauna sin daños personales que tienen lugar (más de 300 veces el número de los accidentes con víctimas). Y el hecho de que estos percances se traduzcan o no en consecuencias graves para los ocupantes de los automóviles dependen de factores “aleatorios” como la pericia del conductor, la velocidad del impacto o el tamaño del animal. Por tanto, este riesgo potencial debe ser abordado considerando dichos sucesos en el análisis de la problemática vial

con la fauna para adoptar adecuadas medidas preventivas; en caso contrario, se estaría obviando una realidad.²²

3. Además, el significativo incremento de la accidentalidad con animales experimentada en los cinco últimos años (un 27% con víctimas y un 37% con daños materiales) así como la creciente sensibilidad social hacia este tema y el proteccionismo animal, hace que se esté demandando una especial atención a medidas para evitar estos sucesos y sus consecuencias.
4. Consecuentemente, en el binomio fauna-circulación vial existe un riesgo significativo (el real - menor- y el potencial -mayor) que debe ser abordado, pero tampoco debe ser contemplado como uno de los más prioritarios dentro de las acuciantes y numerosas necesidades de los titulares de las carreras, tanto de seguridad vial como de mantenimiento y conservación de las infraestructuras.

²¹ Importe total de los proyectos y en los que se incluyen tramos también con medidas tradicionales; es decir, se combinan medidas innovadoras con otras más tradicionales.

²² Así se constata igualmente internacionalmente, como en México, donde un informe del Instituto Mexicano del Transporte subraya que las colisiones con animales representan un 0.4% del total de accidentes registrados, pero la falta de datos detallados impide evaluar plenamente el impacto ambiental y social.

5. Aunque los accidentes más frecuentes son por colisión o choque contra el animal, el 20% y los más graves son por maniobras evasivas al tratar de evitarlos, con salidas de vía y/o vuelco. Por ello, una buena recomendación de como actuar ante la presencia o irrupción de un animal en la calzada es frenar para reducir la velocidad, sujetando con fuerza el volante y no realizar ningún movimiento evasivo.
6. Curiosamente, en la red estatal de carreteras, los accidentes con animales no se concentran en un porcentaje significativamente mayor en las carreteras convencionales que en las vías de gran capacidad (valladas); sino que se reparte prácticamente por igual en función del peso que representan sus longitudes. Así, aproximadamente el 40% de los accidentes con víctimas con implicación de animales tienen lugar en las vías de gran capacidad (que representan el 45% de la longitud total de carreteras). En cambio, el 68% de los accidentes con daños materiales si ocurren en las convencionales. Esto se vería justificado por la mayor velocidad de circulación en las autopistas y autovías.
7. Destacar que, frente a lo que a priori pudiésemos pensar, de las especies más frecuentes involucradas en los invidentes viales con animales, es llamativo, que resulten animales “domésticos” (fundamentalmente perros y gatos) si bien los que ocasionan más accidentes graves son algunas especies de la fauna salvaje (fundamentalmente jabalíes y corzos y ciervos). Esta intervención de animales domésticos es preocupante (en más de una cuarta parte del total de incidentes, aunque sólo en una décima parte de los accidentes con víctimas) dado que es más sencillo corregirse al deberse a descuidos de sus propietarios. Es un tema de educación y atención.
8. Señalar la especie animal que mayor número de accidentes con víctimas ocasiona es el jabalí, con la intervención en un tercio de estos accidentes con lesiones personales, a pesar de que suponen solo el 8% del total de los incidentes con animales.
9. El tamaño y constitución o robustez del animal atropellado condiciona mucho la severidad de los incidentes o percances con ellos. Por ello, estas variables deben considerarse a la hora de identificar los tramos prioritarios con mayor riesgo y, consecuentemente, donde actuar pues los mayores esfuerzos deberían centrarse en prevenir el mayor número de incidentes con animales de un cierto tamaño.
10. Los incidentes viales con animales se caracterizan por producirse más frecuentemente entre los meses de junio a diciembre, alcanzando su punta de incidencia en julio y octubre, coincidiendo con el celo de algunas de las especies más abundantes en nuestra fauna (corzo y ciervo). Curiosamente, los sábados y los domingos son los días de la semana donde tienen lugar un mayor número; y mientras es de madrugada donde se ocasionan mas incidentes, los mas graves (accidentes con lesiones personales) ocurren por la noche, básicamente, entre las 20 y 23h.
11. Es recomendable, casi imprescindible me atrevería a decir, el disponer de un criterio general o definición homogénea y de un procedimiento sistemático y objetivo para determinar cuándo un tramo debe ser considerado como de alta siniestralidad por implicación de animales (estadísticamente significativa), teniendo en cuenta no sólo los contabilizados por los agentes policiales sino también los registrados por los vigilantes de las conservaciones de las vías y también contemplando el tamaño de los animales involucrados. Y, por supuesto, también señalizarse de forma específica y homogénea. Ello acarrearía dos ventajas importantes, una frente a la responsabilidad patrimonial de las administraciones derivada del Real Decreto Legislativo 6/2015, para que las sentencias judiciales no se fundamenten en criterios particulares o discrecionales; y, otra, para focalizar los mayores esfuerzos en dichas localizaciones identificadas de un modo riguroso y técnicamente más adecuado. En este sentido, se sugiere como referencia el recientemente establecido por la DGC del MTMS, de forma que, con matices para adaptar los umbrales a las particularidades de cada red, puede extenderse tal metodología a toda la geografía nacional de forma similar a como ya sucede en el caso de los TCA (tramos de concentración de accidentes).
12. Son muchas y variadas las medidas (algunas innovadoras) para tratar de evitar los atropellos de la fauna y se están llevando planes de inversión importantes, gracias al impulso financiero brindado por los fondos europeos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), Next Generation EU. Dentro de estas medidas mas innovadoras y esperanzadoras, destacar los sistemas detección preventiva de la presencia de animales en la cercanía de la vía basadas, fundamentalmente, en cámaras (más adecuadas para zonas puntuales -accesos- o tramos cortos) y en fibra óptica

de comunicación subterránea (adecuada para grandes tramos longitudinales), en sincronización con elementos “inteligentes” de advertencia al conductor de dicha presencia animal. En este sentido, se recomienda que los elementos de advertencia solo se activen cuando concurra la presencia del animal con la proximidad del vehículo; para no molestar a los animales y evitar la ineficacia de dichos sistemas de alerta (por habituarse a ellos al activarse frecuentemente aun cuando no circulan automóviles).

13. Hacer un llamamiento a los cerramientos (vallado) de las márgenes en cuanto a que debe prestarse mayor atención a los detalles o remates constructivos (contra obras de drenaje, taludes, estructuras, etc) y en su disposición (con viseras superiores y faldones inferiores anclados al suelo) así como a las labores periódicas para su reparación y mantenimiento, y en la necesidad de disponer de rampas o dispositivos de escape para los animales que consiguen penetrar dentro de la zona vallada. También debe tenerse en cuenta las especificidades (altura, robustez, ...) para las especies preponderantes en la zona y determinadas especies protegidas.

14. Las auditorías de seguridad viaria se constituyen como una herramienta eficaz para evitar este tipo de ineficiencias desde los proyectos como en las obras. Y, en este sentido, ya en los cursos de formación y reciclaje de auditores se está haciendo un especial hincapié en todos estos aspectos relacionados con posibles incidentes o accidentes con la fauna.

15. El efecto de la desfragmentación del hábitat que generan las infraestructuras viarias, especial-

mente las autopistas y autovías, debe contrarrestarse desde el primer momento de la concepción y construcción de éstas, pero de no haberse hecho entonces (surgen también nuevas necesidades derivadas del mejor conocimiento del comportamiento o proliferación de ciertas especies), deben adoptarse medidas anti-fragmentación durante su explotación. En este sentido, destacar que recientemente se ha aprobado la Estrategia nacional de desfragmentación de hábitats afectados por infraestructuras lineales de transporte (EDHILT), donde se identifican las áreas prioritarias a desfragmentar y las medidas a implementar. En ella ha colaborado la DGC del MTMS y ya ha adoptado algunas de ellas.

16. Para finalizar, dos últimas peticiones o recomendaciones: una, que nos afecta a los técnicos de las administraciones públicas relativa a la responsabilidad patrimonial (además de la ya comentada anteriormente). Pues cuelga sobre nosotros una espada de Damocles, que desgraciadamente nos hemos autoimpuesto. Se trata de la necesidad de modificar en la Instrucción 8.1 IC sobre señalización vertical la casuística de empleo de la señal P-24 por posible presencia de animales sueltos, mejorando su redacción y eliminando el caso de los “cotos”, pues tal como está es aplicable prácticamente a todo el territorio nacional. Es decir, dejar normativamente su obligatoriedad para cuando las carreteras discurran o sean colindantes con parques, reservas nacionales o los Tefivas identificados. La otra, hace referencia al control poblacional de la fauna mediante la intervención humana. Ante el continuo crecimiento del número de determinadas especies salvajes y el consi-

guiente incremento de incidentes y accidentes de tráfico con implicación de animales experimentado en estos últimos años (más del 27% en accidentes con víctimas personales y del 37% con daños materiales), se hace un llamamiento a los responsables medioambientales para que se adopten medidas contundentes para el control poblacional (ya sea mediante la caza regulada, tratamientos anti-fertilidad, etc), lo que acarrearía una gran ayuda para limitar estas consecuencias indeseadas desde el punto de vista de la seguridad vial y también, se entiende que, para un equilibrio más sostenible del ecosistema, evitando posibles propagaciones de infecciones derivadas de una superpoblación animal. Las administraciones de carreteras ya están realizando esfuerzos inversores en adoptar medidas, dentro de sus competencias, para evitar los incidentes de tráfico, pero me temo que eso no será suficiente si no existe una ayuda adicional desde otros ámbitos competenciales.

Quisiera dejar constancia expresa que, al contrario de lo que algún lector pudiese pensar por la redacción de este artículo, soy defensor de los animales y del respeto y protección de la fauna. En este texto se abordaba la fauna como un elemento de riesgo para la seguridad de las personas (seguridad de la circulación vial); es por ello por lo que las expresiones o referencias siempre se han hecho desde este punto de vista frente al de las víctimas animales. ❖

Nuevos viaductos del Castro

Consideraciones sobre el proyecto de viaductos en zonas de montaña sometidos a operaciones de vialidad invernal



Álvaro Serrano Corral

Director Técnico
MC2 Estudio de Ingeniería
Grupo TYPESA

Miguel Bañares Dorado

Director Técnico de Estructuras
ESTEYCO

Pablo Domínguez Gómez

Director de las Obras
Demarcación de Carreteras del
Estado en Galicia. DGC, MITMS

1. Introducción

Los viaductos del Castro están situados en la Autovía del Noroeste, A-6, en la provincia de León, prácticamente en el límite con la provincia de Lugo a través del puerto de Piedrafita del Cebreiro, siendo la última estructura de la vertiente leonesa del puerto antes de superarlo a través del túnel de Piedrafita.

Su construcción se inició dentro del tramo Castro/Lamas – Noceda a finales del siglo pasado, poniéndose en servicio el tramo que contiene el viaducto en julio de 2001.¹

Los viaductos originales constaban de sendos tableros para calzadas independientes, con la misma tipología, denominados viaducto 'grande' para la calzada derecha sentido A Coruña y los viaductos

'pequeño' y 'mediano' para la calzada izquierda sentido Madrid, separados por un tramo en terraplén entre muros de suelo reforzado.

El tablero sentido A Coruña presentaba de una longitud de 583,40 metros, con 13 vanos de 45 metros entre ejes de pilas. Este tablero presentaba de tres carriles de circulación. La calzada sentido Madrid se componía de dos estructuras, una de 313,40 metros de longitud y 7 vanos de 45 metros entre ejes de pilas, y una segunda de 88,40 metros de longitud y dos vanos.

Los viaductos fueron construidos mediante la tecnología de dovelas prefabricadas (sin armadura pasiva).



Figura 1. Localización de los viaductos del Castro en la autovía A-6

¹ Piedrafita: puentes de comunicación. Autovía del Noroeste A-6. Tramo: Villafranca del Bierzo-Cereixal. González del Río, Ángel; Martínez Cela, Ángel D. Revista de Obras Públicas. Año 2003. Número 3433. Págs. 20-51.

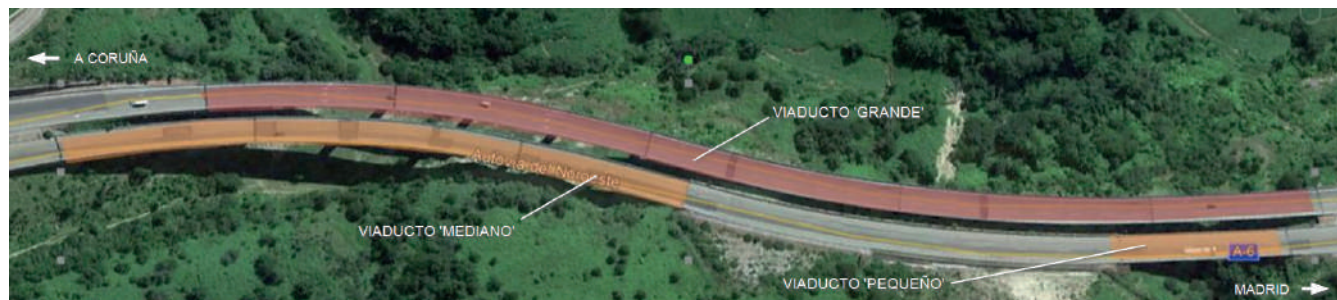


Figura 2. Planta de los viaductos del Castro en la autovía A-6.



Figura 3. Viaductos del Castro, previamente a las obras de rehabilitación. Calzada derecha sentido A Coruña

va pasante) y con una sección tipo cajón de 3,00 m de canto y 13,50 m de anchura, unidas entre sí mediante unos sistemas de pretensados exteriores a la sección de hormigón, que transcurrían por el interior del cajón.

La configuración estructural era de vanos completamente isostáticos. Entre vanos adyacentes se disponía un detalle muy estricto de loseta de continuidad, materializada con un cajeado y un hormigonado en segunda fase, que pretendía cubrir la junta entre los mismos.

En el año 2021, en el marco de las tareas habituales de inspección

y mantenimiento de los viaductos, se detectan daños llamativos en su sistema de pretensado exterior, realizándose una inspección especial centrada en la investigación sobre el estado de conservación de los mismos, que evidencia daños graves y extendidos en la práctica totalidad de los vanos de los tableros, dando lugar a la puesta en marcha de obras de emergencia para el refuerzo y sustitución del sistema de pretensado, así como la reparación de diversos deterioros de tipo durable que, igualmente, existían en los viaductos.

En la fase final de realización de estas obras en la calzada del viaduc-

to sentido A Coruña, con el viaducto cerrado al tráfico, el 7 de junio de 2022 se produjo el colapso completo del denominado vano 3 del viaducto grande. A raíz de este incidente y como medida preventiva se desvía también el tráfico del sentido Madrid a la N-VI a través de la localidad de Piedrafita del Cebreiro. De la misma manera, apenas unos días después, el 16 de junio de 2022 colapsó el vano 1 del mismo viaducto, quedando en pie el vano intermedio entre ambos.

A raíz de este incidente, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, además de iniciar las investigaciones conducentes a la investigación forense de los colapsos, tomó la decisión de sustituir los viaductos, mejorando su robustez, resiliencia y sus características frente a las condiciones climáticas de montaña y vialidad invernal. El presente artículo pretende exponer las lecciones aprendidas a raíz de la experiencia, así como establecer una serie de criterios que deberían ser contemplados en el diseño y construcción de estructuras emplazadas en zonas de montaña y alta montaña.



Figura 4. Estado final del viaducto de la calzada sentido A Coruña tras los colapsos del 7 y 16 de julio de 2022.

2. Problemática en viaductos de montaña sometidos a operaciones de vialidad invernal

Las carreteras o autovías que atraviesan zonas de montaña o alta montaña están sometidas a circunstancias muy particulares que afectan no sólo a la explotación de la vía, sino también a la conservación y mantenimiento de las estructuras de paso que les dan soporte:

- Generalmente, las zonas de montaña y alta montaña presentan una elevada pluviosidad que, en épocas invernales, se produce en forma de nieve.

Esta elevada pluviosidad requiere, por un lado, un desagüe de la plataforma adecuado y bien mantenido; de forma que la circulación de vehículos se pueda realizar de forma segura. Además, la plataforma debe estar bien drenada y conservada, protegida de la entrada del agua desde el exterior.

Cuando la precipitación se produce en forma de nieve, la sección transversal de la vía debe estar preparada para la acumulación de nieve con arcenes y bermas adecuados; y en el caso de las estructuras, con barreras

o sistemas de contención de tipo permeable.

- En estas zonas, particularmente en el centro y norte de España, se producen temperaturas bajas durante un buen periodo del año, normalmente entre octubre/noviembre y marzo/abril. Para evitar que se hiele la superficie de la calzada, las operaciones de vialidad invernal se basan en el uso sistemático e intensivo de fundentes, generalmente sales de deshielo.

Por motivos económicos y de disponibilidad, la sal de deshielo utilizada es cloruro sódico, bien empleado directamente o bien en salmuera.

Adicionalmente, las estructuras, en aquellos elementos no tratados con fundentes, sufren frecuentemente ciclos de hielo y deshielo.

- Finalmente, el uso de máquinas quitanieves deteriora el pavimento de la vía.

También con bastante generalidad, las obras de paso construidas en las vías de montaña o alta montaña fueron proyectadas y construidas con normativas anteriores, en las que los requerimientos de durabilidad eran más laxos y generalmente prescribían recubrimientos de armaduras

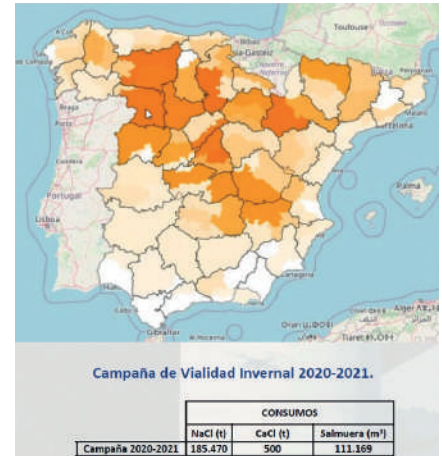


Figura 5. Uso de sales fundentes en la Red de Carreteras del Estado en la campaña de vialidad invernal 2020-2021.

en estructuras de hormigón armado inferiores a los exigidos actualmente. En muchos casos, estas obras de paso carecen de impermeabilización y de vías de desagüe de la calzada bien definidas; y muy habitualmente, carecen igualmente, de un acceso adecuado para inspección y mantenimiento.

Cuando se juntan las características particulares climatológicas y de explotación de la carretera con la realidad de las estructuras construidas, es muy frecuente e inevitable que éstas se vean muy afectadas en su durabilidad por la agresividad de los fundentes y de los ciclos de hielo y deshielo del agua no evacuada, dando lugar a daños que pueden llegar a ser muy severos e importantes.



Figura 6. Daños de durabilidad en estructuras debidos al uso de sales fundentes.

2.1. El caso particular de los viaductos del Castro

El tablero de los viaductos del Castro originales presentaba una sección transversal de 13,5 m, con un canto estructural del tablero es 3,00 m. La sección es de tipo cajón monocelular con un ancho inferior de 4,00 m y superior de 7,35 m, con sendas alas en voladizo de 3,075 m, con un canto variable entre 0,40 y 0,20 m en el extremo.

El tablero de los viaductos estaba formado por vanos isostáticos de 45,00 m de luz nominal entre ejes, con la excepción de los vanos extremos de los viaductos (adyacentes a los estribos), que presentan una luz entre ejes de 44,20 m. Estos vanos estaban constituidos por 16 dovelas prefabricadas de hormigón, unidas 'a hueso', sin continuidad en su armadura y cosidas por medio de un pretensado exterior, fuera de la sección resistente de hormigón, pero por el interior del cajón formado por ella.

Este pretensado estaba formado originalmente por 8 cables, 6 de ellos, los superiores, de 31 cordones de 0,60" (15,2 mm); y los dos inferiores de 24 unidades de 0,60", tesados respectivamente a 6172 kN y 4779 kN iniciales, correspondientes al 75 % de su carga de rotura. Los cordones de pretensado eran de tipo convencional, protegidos por una vaina plástica inyectada con lechada de cemento y los elementos de anclaje se situaban en la cara exterior del mamparo, y la mayor parte de ellos en una zona muy cercana a la cara superior del tablero.

Los tableros tenían juntas de dilatación en los estribos, cada dos vanos en los tramos adyacentes a los estribos y cada tres vanos en el resto de su longitud. En la plataforma, estas zonas de separación entre tableros se superan mediante juntas de elastómero armado.

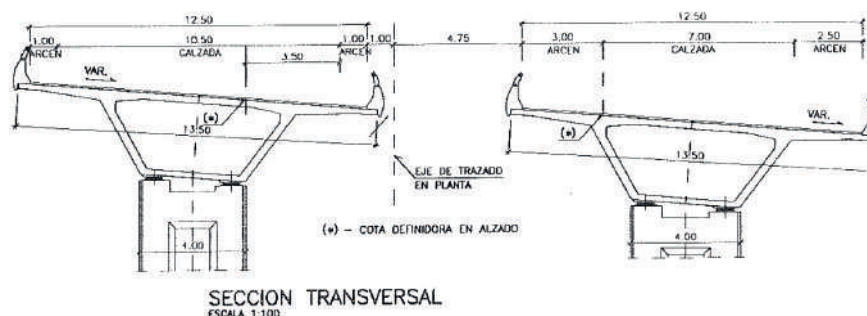


Figura 7. Sección tipo de las dos calzadas de la estructura

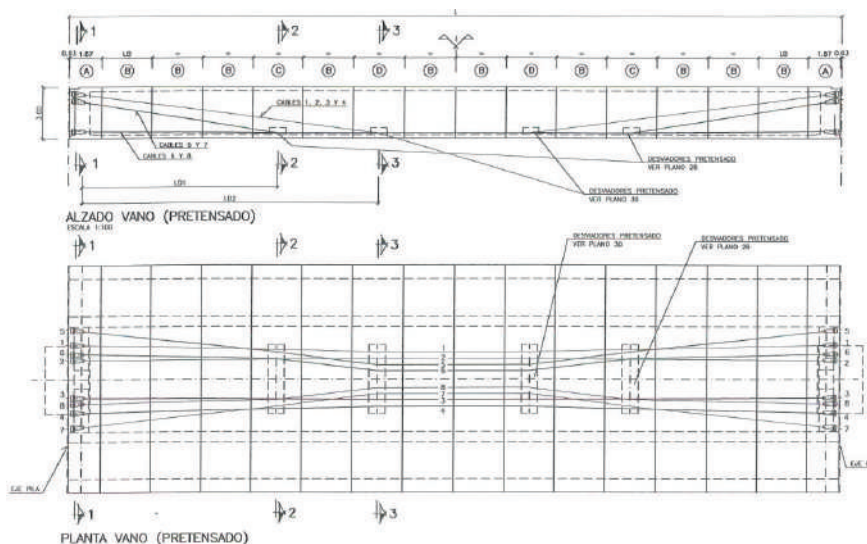


Figura 8. Alzado y planta del vano tipo con sus dovelas constitutivas y pretensado exterior

Cuando no hay junta de dilatación entre vanos, éstos estaban conectados mediante una loseta de continuidad a nivel de la plataforma de 11,5 cm m de espesor, que pretendía puentear las losas superiores de los dos vanos adyacentes.

Finalmente, el proyecto original contemplaba una impermeabilización y 8 cm de pavimento.

La tipología estructural del tablero presentaba múltiples inconvenientes desde el punto de vista de la durabilidad en un entorno de montaña sometido a operaciones de vialidad invernal. Así:

- La existencia de multiplicidad de juntas en el tablero, a sección completa, correspondientes a las uniones entre cada una de las dovelas supone un punto débil recurrente de entrada de agua y agentes agresivos, hacia el inte-

rior de la sección que, además, en este caso afecta al pretensado exterior.

- Las numerosas juntas entre elementos estructurales coincidían exactamente con la ubicación de las cabezas de anclaje de los cables de pretensado. El agua con sales fundentes tenía una zona de entrada directa a estos elementos, adicionalmente en un espacio muy confinado. Esta exposición era aún más severa en el caso de los cables superiores.
- El pretensado exterior era apenas inspeccionable, pues no existían recorridos explícitos de acceso al cajón para inspección y mantenimiento adecuados y además no se había previsto su sustitución. El espacio existente entre los mamparos de los vanos adyacentes era muy reducido, dificultando enormemente cualquier

- Minimización de juntas de dilatación, disponiéndolas exclusivamente en los estribos, para evitar escorrentías de agua con cloruros en zonas intermedias de las estructuras.
- Sistema de pretensado interior tratado con un especial cuidado en lo relacionado con la inyección de las vainas y la disposición de los anclajes alejados de las potenciales zonas de entrada de agua.
- Previsión de colocación de eventuales tendones adicionales de pretensado externo en el tablero, por si algún día llegasen a ser requeridos.
- Planteamiento riguroso de las condiciones de durabilidad de los hormigones, en particular los requerimientos debidos al uso de sales fundentes.
- Aplicación de Eurocódigos, como norma más actual y desarrollada en el ámbito europeo.
- Sistema de impermeabilización y desagüe de la plataforma detallado y cuidadosamente ejecutado. Detallaje particular de sistemas de drenaje y canalización de la escorrentía de los tableros.
- Definición de caminos de inspección que alcancen a todos los puntos del interior del tablero y cabeza de pilas. Disposición de galerías de inspección en los estribos, con unas dimensiones y accesibilidad que faciliten las labores de inspección, de tal modo que no supongan una barrera para las imprescindibles tareas de conservación y mantenimiento.
- Monitorización del comportamiento de la estructura, tanto a nivel mecánico como de durabilidad.

A partir de los principios anteriores, se llevó a cabo el proyecto y la construcción de los nuevos viaductos según se indica a continuación.

3.1. Descripción de la solución estructural para la reconstrucción

El encaje de los nuevos viaductos mantiene el mismo trazado y la geometría en planta que disponía la autovía A-6 en esta zona, permitiendo la continuidad de las plataformas en los límites de la zona de actuación. La distribución más lógica de vanos surgía de intercalar las nuevas pilas y cimentaciones entre las existentes correspondientes a los viaductos originales, de forma que se evitaban interferencia entre ellas y la necesidad de la demolición parcial o total de las cimentaciones. Aun así, se aprovechó la oportunidad para mejorar algunos aspectos de las distribuciones de vanos, que explicamos a continuación.

En el viaducto pequeño de la calzada sentido Madrid se pasó a una configuración de tres vanos de luces $30,3 + 41,0 + 30,3$ m, dejando un vano central para el paso libre del cauce existente (Arroyo de Val Fon-

tán), y eliminando la pila que el viaducto original tenía muy próximo al centro del cauce.

Adicionalmente, el esquema de tres vanos y un ligero incremento en la longitud del viaducto permitió separar los nuevos estribos de los paramentos de los muros de suelo reforzado existentes, que presentaban deterioros en los paramentos más próximos a las cimentaciones directas de los estribos del viaducto original. Además de alejar las cimentaciones de los nuevos estribos de los paramentos de los muros, las mismas se diseñaron profundas mediante micropilotes, de tal modo que se han minimizado las solicitaciones sobre los muros originales de suelo reforzado, relajando sus responsabilidades resistentes.

Una estrategia similar se siguió en el viaducto “mediano” del sentido Madrid: nuevas cimentaciones intercaladas entre las originales, e incremento de longitud del viaducto para alejar los nuevos estribos (con cimentaciones profundas) de los paramentos de los muros de suelo reforzado existentes.

La configuración de este viaducto es un tablero continuo con una

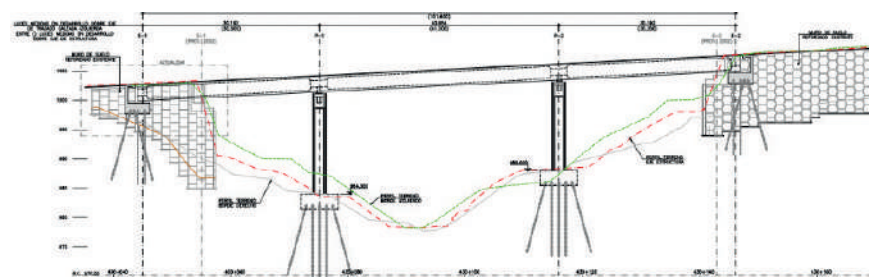


Figura 11. Alzado esquemático del viaducto 'pequeño' de la calzada sentido Madrid.

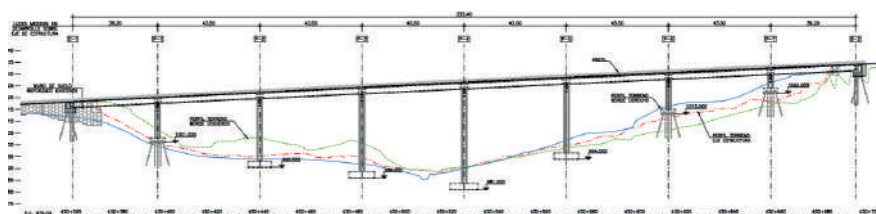


Figura 12. Alzado esquemático del viaducto 'mediano' de la calzada sentido Madrid.

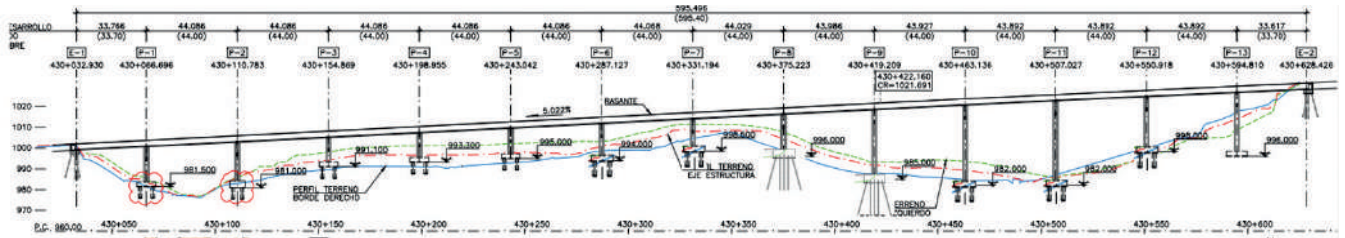


Figura 13. Alzado esquemático del viaducto 'grande' de la calzada sentido A Coruña.

distribución de ocho vanos de luces: $36,2 + 6 \times 43,5 + 36,2$ m. Las cimentaciones de las pilas son directas o profundas mediante micropilotes, dependiendo de la configuración geotécnica de su emplazamiento y de los condicionantes constructivos derivados de las afecciones de las excavaciones de las cimentaciones a los elementos diferentes elementos adyacentes.

En la calzada sentido A Coruña el nuevo viaducto es único (sin un tramo de terraplén intermedio) y la tipología y la filosofía de la reconstrucción es idéntica a la de los viaductos de la calzada sentido Madrid. En este caso el viaducto presenta catorce vanos, con la distribución de luces: $33,7 + 12 \times 44 + 33,7$ m.

Las cimentaciones de los estribos son pilotadas, mientras que en las pilas se combinan cimentaciones pilotadas y micropilotadas, dependiendo de los condicionantes geotécnicos y constructivos de cada línea de apoyos.

La sección transversal tipo de todos los viaductos es similar entre ellos y consiste en un tablero tipo cajón continuo de hormigón pretensado de canto constante de 2.70 metros. El ancho total de la losa superior es de 13.85 metros, mientras que el ancho del fondo del cajón alcanza los 6.0 metros. El espesor de ambas losas es de 0.30 metros; las almas, por su parte, mantienen un ancho constante de 0.48 metros. Para el hormigonado de la losa superior entre almas se emplearán prelosas de hormigón prefabricado como encofrado perdido, excepto en el viaducto pequeño

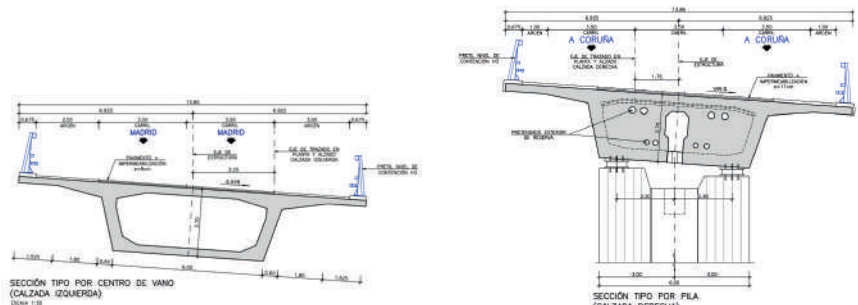


Figura 14. Sección transversal tipo de los viaductos. Izquierda: Sección de centro de vano en los viaductos sentido Madrid con dos carriles por sentido. Derecha: sección en zona de pila en el viaducto sentido A Coruña con tres carriles por sentido.



Figura 15. Indicación de elementos construidos para la estabilización de ladera en el entorno del muro de suelo reforzado.



Figura 16. Vista general de las obras realizadas en la zona del muro de suelo reforzado.

que se ha hormigonado sobre un encofrado.

Una de las mayores dificultades de la obra ha sido la reconstrucción de los viaductos, con los condicionantes de tener ambas calzadas a media ladera, cuyas afecciones mu-

tuas obligaron a acometer las obras de emergencia en ambos sentidos de manera conjunta. Las dificultades del emplazamiento han requerido la construcción de unos muros de escollera y de bloques de hormigón, con tratamientos de micropilotes en

su base y en el cimiento del muro de suelo reforzado de la calzada sentido Madrid, que permitiesen tanto la necesaria estabilización de la ladera, como poder permitir el tránsito y emplazamiento de la maquinaria para la construcción de las cimentaciones del viaducto ‘grande’ en unas adecuadas condiciones de seguridad para los usuarios de la autovía A-6 y de los trabajadores durante las obras.

La solución indicada finalmente adoptada en esta zona ha conseguido combinar la mejora de la estabilidad requerida en la ladera, con las necesidades de accesos y posicionamiento de maquinaria durante las obras, con unos futuros caminos de mantenimiento y una adecuada integración ambiental.

3.2. Descripción del proceso constructivo de reconstrucción

La reconstrucción de los viaductos se ha realizado de una manera convencional, pero adecuada a las particulares características de cada una de las estructuras y sobre todo a la dificultad de acceso del entorno en el que se sitúan, y se puede resumir en las siguientes etapas:

- Ejecución de las cimentaciones de pilas y estribos de tipo directo o profundo mediante micropilotes o pilotes y sus encepados, en función de las características geotécnicas del terreno en cada caso.
- Ejecución de las pilas mediante el empleo de encofrados trepantes desplazados mediante grúa con trepas “tipo” de 5 m de altura.
- Colocación de apoyos, en general de tipo elastomérico a excepción de las pilas extremas y los estribos del “grande”, así como en los estribos del viaducto “me-



Figura 17. Ejecución del viaducto pequeño mediante cimbra porticada.



Figura 18. Ejecución del viaducto grande mediante cimbra móvil autolanzable.

diano” en los que se han dispuesto apoyos de neopreno confinado (tipo POT).

- Ejecución de los tableros:
 - o Viaducto pequeño: mediante cimbra porticada en tres fases.
 - o Viaductos mediano y grande: mediante cimbra móvil autolanzable (autocimbra) por debajo del tablero.

Para ambos viaductos, e independientemente del medio auxiliar empleado, la sección transversal se ejecutaba inicialmente el ala inferior del cajón junto con las almas laterales y posteriormente la losa superior del tablero.

4. Puntos clave para la durabilidad de la estructura

4.1. Durabilidad de hormigones

Los viaductos del Castro son estructuras de montaña con condiciones ambientales extremas y con uso intensivo de salmuera y sales fundentes en plataforma durante las campañas de vialidad invernal para asegurar el correcto servicio de la vía. Estos condicionantes han sido determinantes en la estrategia de durabilidad del proyecto de los nuevos viaductos, de acuerdo con el capítulo 7 del Código Estructural, el capítulo 4 del Eurocódigo 2 (UNE-EN

Tabla 1. Hormigones empleados en la obra.

Material	Elemento	Tipo de hormigón	Clase de resistencia a compresión	Tamaño máximo de árido [mm] (1)	Clase de exposición	Rec. Nominal [mm] (2)	Max. Rel A/C (3)	Cont. Min. Cemento [kg/m³] (3)
Hormigón prefabricado	Pielosa prefabricada pilas y tablero	Armado	C30/37	20	XC4	20	0,55	300
Hormigón in-situ	Tablero	Pretensado	C50/60	20	XC4+XD3+XF4	50	0,45	325
	Cabecero	Armado	C50/60	20	XC4+XD3+XF4	55	0,45	325
	Alzado de Pilas	Armado	C35/45	20	XC4+XD3+XF2	55	0,50	325
	Alzado de pilas en contacto con terreno natural	Armado	C35/45	20	XC2+XD3+XF2+XA 1	60	0,50	325
	Estribos	Armado	C35/45	20	XC2+XD3+XF4+XA 1	60	0,50	325
	Muros	Armado	C30/37	20	XC2+XD3+XF2+XA 1	60	0,50	325
	Encapados de pilas	Armado	C30/37	20	XC2+XA 1	60	0,50	325
	Pilotes	Armado	C30/37	20	XC2+XA 1	75	0,5	325
	Hormigón de limpieza y nivelação	No estructural	C12/15	30	X0	-	-	150

1992-1-1) y la norma de producto de hormigones estructurales UNE-EN 206:2013+A2 (tabla 1 del apartado 4.1). Además, se han tenido en cuenta las recomendaciones de las Series Guías de los Eurocódigos ² de la Dirección General de Carreteras.

Los recubrimientos de las estructuras de hormigón armado o pretensado se han establecido a partir de las clases de exposición de la estructura definidas para cada elemento, así:

- La clase de exposición del hormigón estructural de los nuevos tableros es XC4+XD3+XF4, que es igualmente de aplicación para los nuevos estribos y la cabeza de pilas.
- En el resto de los alzados de pilas y muros se ajustaría la clase de exposición de XF4 a XF2.
- En las zonas enterradas de alzados de pilas, estribos y muros se ha dispuesto una impermeabilización específica de estos paramentos en contacto con el material de relleno de las excavaciones, que no presenta agresividad.

- Para las cimentaciones (en contacto con terreno natural) del lado de la seguridad se ha considerado una clase de exposición XC2+XA1, si bien la dosificación empleada también verifica del lado de la seguridad los requisitos para XA2 y XA3.
- Para la superficie interior del cajón de los nuevos tableros se ha considerado ajustar la clase de exposición a XC4, dado que no son esperables fenómenos de corrosión asociados a cloruros, ni a ataques hielo/deshielo en el interior del cajón. Esta clase de exposición se tuvo en cuenta en la definición de los recubrimientos de las armaduras en la superficie interior del tablero.

En resumen, los hormigones empleados en la obra han sido los que se indican en la Tabla 1.

En los hormigones, se ha definido, además, una clase de contenido en cloruros Cl 0.40 en todos aquellos elementos de hormigón armado que se reduce a Cl 0.20 si los elementos están expuestos a clase de exposición XD o XS; y clase de contenido en cloruros Cl 0.20 en todos aquellos

elementos de hormigón armado que se reduce a Cl 0.10 si los elementos están expuestos a clase de exposición XD o XS.

Se han empleado los siguientes cementos:

- En cimentaciones y alzados de estribos cementos tipo IV/A (V) 42,5R SR.
- En los alzados de pilas, así como en los tableros cemento tipo I 52,5R con aditivo al 2,5% Sikatell 250, con unas mejoras de prestaciones equivalentes a las del humo de sílice.

Todos los hormigones han contado con un mezclado adecuado de los componentes. Finalmente se ha exigido que el hormigón de alzados de pilas y tableros incluya aditivos tipo aireantes que aseguren un contenido mínimo de aire ocluido del 4.5%.

² Guía para las especificaciones técnicas del hormigón. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. 2022.

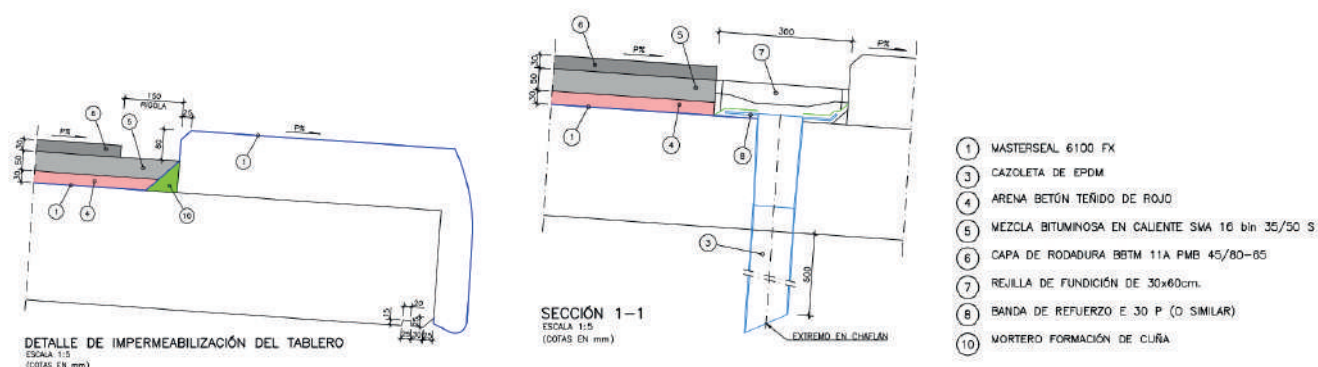


Figura 19. Detalles de remate de la impermeabilización y pavimento en general (izq.) y en zona de desagüe (der.).

4.2. Impermeabilización y sistema de desagüe del tablero

La impermeabilización del tablero es uno de los puntos clave para la protección de la estructura a largo plazo para evitar su deterioro debido a la filtración de sales fundentes durante las operaciones de vialidad invernal. Para ello, se han analizado las diferentes posibilidades de impermeabilización; optando inicialmente, por una solución de doble lámina asfáltica adherida a la superficie del tablero; que sin embargo evolucionó a un sistema de mortero cementoso por la necesidad de aplicación en unas condiciones climáticas adversas como se daban en el emplazamiento de los viaductos en el momento en el que se debían de llevar a cabo a cabo esta tarea de las obras de emergencia. A pesar de lo anterior, debido a la adversa climatología de la zona que la planificación de las impermeabilizaciones ha requerido de numerosas reprogramaciones y faseados en diferentes etapas.

El mortero cementoso empleado es el MASTERSEAL 6100 FX (actualmente Sikalastic®-6100 FX) que constituye una membrana mono-componente, a base de cemento, elástica y flexible, aligerada y de curado rápido para la impermeabilización y protección de estructuras de hormigón. La preparación

del soporte exigía una limpieza y humectación de la plataforma del tablero mediante agua a presión (200-300 bar) aplicada de arriba hacia abajo según la pronunciada pendiente del tablero. Una vez preparada la superficie, la aplicación del producto se realizaba proyectando con pistola tres capas con una dotación mínima de 0.90 kg/m² de mortero en polvo por capa y espolvoreando en la última de ellas, cuando está aún húmeda, árido sílice lavado de diámetro máximo de 2 mm con una dotación mínima de 1,5 – 2,0 kg/m².

La aplicación del mortero de impermeabilización no se limitó a la superficie del tablero, sino que se extendió a la altura total de los zócalos de los pretilos y en todo el perímetro de estos y de la imposta construida. Además, en la zona de muro de suelo reforzado entre los viaductos 'pequeño' y 'mediano' se aplicó igualmente a la cara interior de la barrera de hormigón in-situ para protegerla de las salpicaduras salinas.

La arista de intersección entre la superficie del tablero y el zócalo de los pretilos se suavizó mediante una cuña de mortero de forma que hubiera una transición suave entre superficies, cuidando particularmente la aplicación en estas zonas.



Figura 20. Aplicación de la capa de color rojo sobre la impermeabilización, como "aviso" durante futuros fresados

En todas aquellas zonas en las que se realizaba un solape en la aplicación del mortero de impermeabilización, y en particular en las juntas de construcción de los frentes de fase de cada vano, así como en aquellas zonas que supusieran una irregularidad detectable, se dispuso de una malla de fibra de vidrio con un ancho mínimo de 25 cm y un gramaje de 58 gr/m², para dotar a dichas zonas de una capacidad de puenteo suficiente.

Para proteger la impermeabilización avisando de su existencia en posibles operaciones de fresado o reparación puntual del pavimento, justo por encima de ella se ha dispuesto una mezcla AC11D con un contenido del 0,2% de pigmento de color rojo, solución ampliamente utilizada en países anglosajones y conocida como 'red asphalt sand carpet'.

4.3. Definición de las condiciones de accesibilidad para la inspección y el mantenimiento de la estructura.

En toda estructura resulta fundamental que sea accesible para inspección y mantenimiento, pero en el caso de estructuras afectadas por operaciones de vialidad invernal, más si cabe. Los nuevos tableros se han proyectado pensando en facilitar la ejecución de las labores de inspección y mantenimiento. En este sentido se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Se ha definido un canto del tablero de 2,70 m exteriores, que además de ser adecuado estructuralmente, permite dotarle de un gálibo interior de 2,10-2,20 m el cual se considera adecuado para permitir las labores de inspección y posibles trabajos de mantenimiento o reparación.
- Los cables de pretensado se han proyectado de tipo interno, evitando su presencia y posible interferencia en el interior del cajón; así como de sus elementos desviadores, dejando un paso completamente diáfano de cara a la inspección del tablero y fundamentalmente para el trasiego de materiales y maquinaria por el interior del cajón.
- Se han proyectado pasos de hombre en la losa inferior del cajón situadas en el eje de los mamparos de pilas para permitir el acceso y la inspección directa de las cabezas de pila y de los aparatos de apoyo. Las pilas presentan una plataforma central en su cabeza de forma que se puede acceder a ellas con una comodidad razonable.
- Los viaductos serán accesibles a través de ambos estribos, a través de puertas de acceso con cierre. Asimismo, se han proyec-

tado pasos de hombre tanto en pilas como en estribos que permiten el paso de un vano a otro haciendo que los viaductos sean transitables de estribo a estribo, tanto para personas como para maquinaria.

- Los nuevos tableros cuentan con un sistema de iluminación interior que facilite las tareas de inspección.

Además de las medidas adoptadas para el acceso y el mantenimiento, se han previsto los mecanismos y procesos necesarios para la sustitución de elementos fungibles como pueden ser las juntas o los apoyos.

Desde el punto de vista de acceso de agua al tablero, se ha proyectado evitando que el agua se quede en las superficies o escurra hacia paramentos horizontales 'en techo', mediante el empleo, por ejemplo, de impostas de protección adecuadas.

Finalmente, como se ha indicado en el apartado anterior, se ha colocado una capa de 'aviso' en el pavimento justo por encima de la impermeabilización.

5. Monitorización de la estructura

Con el objeto de controlar, tanto las condiciones de comportamiento estructural de los viaductos, como su potencial deterioro durable, se ha diseñado una monitorización de la estructura que permita conocer en tiempo real, ciertos parámetros clave que definen su comportamiento, correlacionándolos, además, con las variables meteorológicas que se producen en la zona. La instalación de un sistema de monitorización, permite, en particular:

- Advertir de cualquier señal de comportamiento anómalo durante el periodo de explotación, determinando la zona en que se produce, además de permitir la confirmación o corrección de los criterios adoptados para la corrección de dicho comportamiento.
- Efectuar un seguimiento continuo y preciso de las principales magnitudes que afectan al comportamiento de la estructura, de manera que puedan ejecutarse rápidamente cualquier tipo de medidas correctoras y comprobar su efectividad posterior.
- Disponer de una herramienta adicional de ayuda a la gestión de la explotación, permitiendo un conocimiento permanente del estado de la estructura.
- Obtener y transmitir un valioso conocimiento para el desarrollo de la ingeniería y diseño de estructuras de igual o semejante tipología, en cuanto al conocimiento de parámetros de diseño

La monitorización se conectará a la plataforma de monitorización de estructuras de la Red de Carreteras del Estado – CELOSÍA. Esta plataforma consta, básicamente, de un banco de datos, unas herramientas de postproceso y reelaboración de la información y un portal web de visualización gráfica y difusión de contenidos. Adicionalmente emite de manera automática una serie de alertas, cuando se superan determinados umbrales en los registros, o si el sistema se detuviera por algún incidente.

El objetivo de la plataforma no se reduce a materializar un mero repositorio de datos de las instrumentaciones, ni tampoco únicamente a facilitar un sistema de visualización común. Se persigue un objetivo de mayor alcance: crear en tiempo real

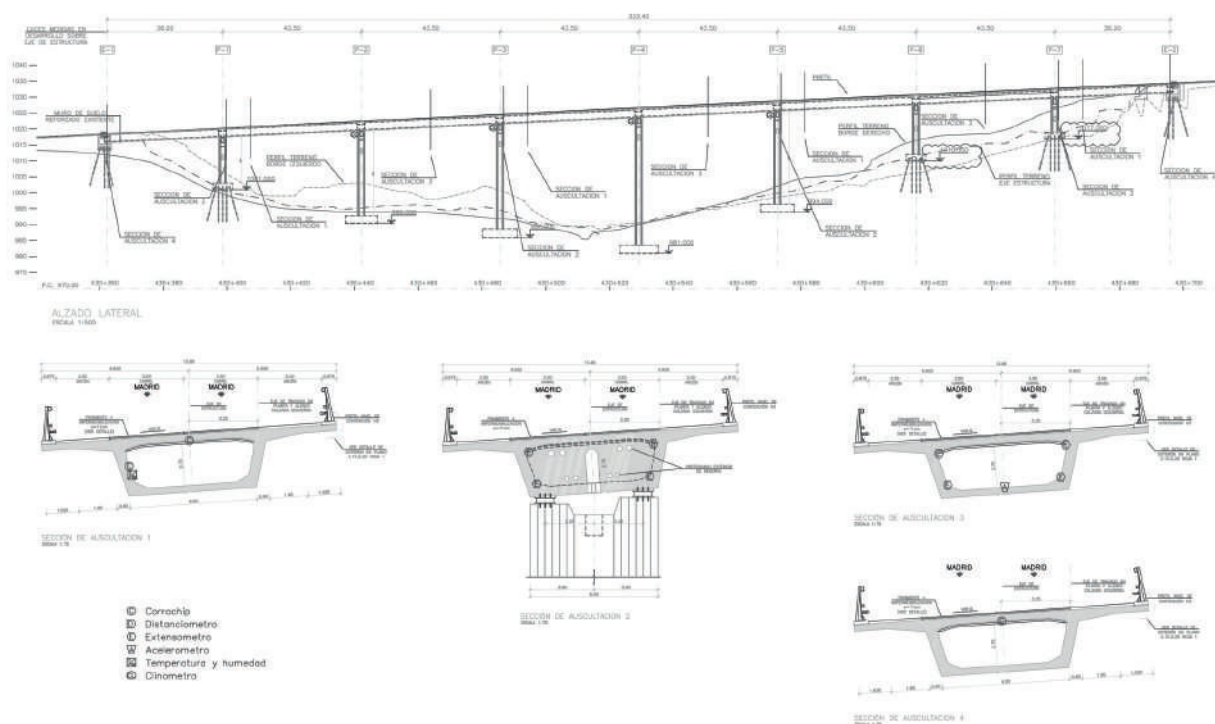


Figura 21. Plan de monitorizaci6n del viaducto mediano.

–integrando los datos registrados in situ con los algoritmos y criterios que se definan desde la DGC– una informaci6n de nivel superior que constituya un recurso 6til para la toma de decisiones relativas a la construcci6n, mantenimiento o explotaci6n de los puentes, taludes y otras estructuras de la Red de Carreteras del Estado.

Es decir, adem6s de unificar y universalizar protocolos, formatos y procesos de c6culo, la Plataforma est6 orientada a permitir de forma 6gil la vigilancia y seguimiento continuo de los comportamientos estructurales para facilitar la toma de decisiones.

5.1. Descripci6n de la monitorizaci6n

La instrumentaci6n prevista tiene por objeto la obtenci6n de datos referentes a las siguientes variables:

- Velocidad y direcci6n del viento, temperatura y humedad ambiental, y pluviometr6a.
- Potencial y velocidad de corrosi6n de armaduras del tablero, tanto pasivas, como activas.
- Temperatura y humedad del tablero.
- Estado tenso-deformacional del tablero.
- Inclinaci6n de pilas.
- Movimiento de juntas de dilataci6n.
- Aceleraciones del tablero

Cada uno de los par6metros anteriores se monitoriza mediante sensores ubicados en localizaciones previamente definidas. Estos sensores se han definido con unos requerimientos de rango de medici6n, precisi6n y resoluci6n adecuadas a cada uno de los par6metros que se

pretenden medir. Las medidas de todos los sensores son de tipo est6tico, obteni6ndose medidas discretas cada cinco minutos; excepto las correspondientes al viento y la acelerometr6a que son de car6cter dinámico.

El sistema se completa con el correspondiente sistema de recogida y transmisi6n de datos mediante cableado desde los sensores hasta el equipo inform6tico de adquisici6n de datos, que recibe las mediciones las almacena y las transmite al centro de tratamiento de datos que se ha dispuesto, con conexi6n con la Plataforma de Monitorizaci6n de Estructuras de la Red de Carreteras del Estado – CELOSÍA, que permite el acceso a la instrumentaci6n a distancia v6a web, de forma que se pueda acceder al conjunto de la informaci6n en tiempo real desde una localizaci6n remota.



Figura 22. Sensorización de la corrosión en armaduras pasivas prehormigonado (izq.), posthormigonado (cent.) y de armaduras activas (der).

5.2. Monitorización de la corrosión en el viaducto

Los viaductos del Castro han sido las primeras estructuras de la Red de Carreteras del Estado donde se ha instalado un sistema para la monitorización de la corrosión de las armaduras, tanto pasivas como activas, de la estructura. En particular, y con el objeto ponerlos en comparación, se han empleados dos sistemas diferentes, estos son el sistema de monitorización de la corrosión desarrollado por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC y el sistema desarrollado por Witeklab y la Universidad Politécnica de Valencia.

Para evaluar en tiempo real el proceso de corrosión en hormigón armado y controlar la seguridad de las infraestructuras, ambos sistemas establecen la colocación de medidores de corrosión en el acero embebido en el hormigón que permitan detectar cuándo se inicia un proceso de corrosión, realizar un seguimiento en remoto del estado de la estructura a lo largo del tiempo y obtener información sobre la progresión de la corrosión. Mediante la interpretación de los procesos electroquímicos estos sensores proporcionarán parámetros de interés

como la velocidad de corrosión, el potencial de corrosión o la resistencia del hormigón.

Los sensores se pueden implementar en la estructura durante el proceso de construcción, previamente al hormigonado o con la obra ya hormigonada.

6. Conclusiones

El presente artículo describe los criterios principales para el proyecto y reconstrucción de los nuevos viaductos del Castro. En particular se han establecido aquellos que permiten garantizar una durabilidad a largo plazo adecuada de estructuras viales emplazadas en zonas de montaña o alta montaña, y sometidas a operaciones recurrentes e intensas de vialidad invernal con uso de sales fundentes.

Con la difusión de la problemática y de los criterios particulares aplicados en la reconstrucción de los Viaductos de Castro, se espera ahondar en la concienciación de los distintos agentes involucrados en las infraestructuras (administraciones, proyectistas, constructores, conservadores y explotadores) de la relevancia y singularidad que presentan las estructuras en zonas de alta montaña.

Una especial atención a las impermeabilizaciones, los elementos de drenaje, las tipologías estructurales, los materiales, recubrimientos, así como a las tareas de inspección y conservación son imprescindibles para poder garantizar un correcto desempeño y funcionalidad de las estructuras en estos emplazamientos. ❖

Informes Técnicos de PIARC

La Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), consciente de la acelerada evolución y grandes cambios en el ecosistema de la movilidad se ha establecido como uno de sus objetivos para el actual ciclo 2024-2027, el estudio de la “Agencia de Transporte del Futuro”.

El método tradicional empleado por los organismos gestores consistente en “predecir y proveer” ya no es válido y debe ser sustituido por una nueva mentalidad, una visión transformadora, el compromiso y participación con múltiples socios y partes interesadas y la adopción, colaborativa, ágil y abierta, de innovaciones en todos los campos, incluso el organizativo, para atender los objetivos sociales y económicas y satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes.

El CT 1.1 de PIARC se está centrando en la evolución de los roles y funciones, la visión organizativa, la planificación estratégica y los cambios estructurales e intenta dar respuesta a una serie de preguntas tales como la misión y razón de ser y el cómo transformarse. Un primer fruto es la publicación del detallado informe 2024R01ES **“Visualizando la Agencia de Transporte del Futuro. Estado del conocimiento actual”** que marca un hito por ofrecer una visión integral. Su traducción al español demuestra el compromiso de PIARC de hacer accesible su trabajo a una audiencia global y, en particular, a los profesionales y tomadores de decisiones en el mundo hispanohablante

Proximamente también estará disponible en español el Informe **“Mejora de la Resiliencia de los Túneles de Carretera, Considerando la Seguridad y la Disponibilidad”**.

Este informe es una hoja de ruta para mejorar la resiliencia de los túneles de carretera. Está basado en una revisión bibliográfica, en una recopilación de casos prácticos y en el conocimiento y experiencia de los miembros del Grupo de Trabajo 2 “Seguridad y Resiliencia” del Comité Técnico 4.4 “Túneles” de PIARC. El contenido del informe está dirigido a varios grupos involucrados en el planeamiento, proyecto, construcción, explotación, mantenimiento y renovación de los túneles de carretera, tales como responsables de la administración, gestores, empresas de explotación, servicios de emergencia, proyectistas, expertos en seguridad de túneles, responsables de seguridad y especialistas en análisis de riesgos. La mayor parte del contenido del informe es de interés tanto para países de rentas altas como para países de rentas medias y bajas, ya que la resiliencia es un concepto, más que una fórmula específica. Los distintos planteamientos para gestionar la resiliencia que se mencionan en el informe, así como las distintas medidas de mejora se podrían (y deberían) ajustar a los requerimientos, objetivos y circunstancias locales.

<https://www.piarc.org/es/actividades/Catalogo-informes-tecnicos-PIARC>



2024 Jornadas Carretera y Nieve



Ezcaray, 5, 6 y 7 de noviembre de 2024

Durante los días 5, 6 y 7 de noviembre, el Real Teatro de Ezcaray en La Rioja acogió una nueva edición de las “Jornadas de Carretera y Nieve”. Este evento multidisciplinar reunió aspectos técnicos y sociales a lo largo de tres días, ofreciendo una plataforma para exhibir equipos y materiales específicos para el mantenimiento invernal de las carreteras.

Además, se presentaron las últimas tecnologías, dirigidas a los responsables técnicos de administraciones y empresas especializadas. Un aspecto distintivo de estas jornadas es su esfuerzo por acercar la vialidad invernal a los usuarios de las carreteras, quienes se benefician directamente del buen desempeño de todos los involucrados.

Las Jornadas Carretera y Nieve 2024 se estructuraron en dos líneas de desarrollo con características comunes. Por un lado, se llevaron a cabo actividades relacionadas con diversas áreas de la vialidad invernal, incluyendo ponencias, conferencias, presentación de estudios, últimas tecnologías y mesas redondas. Por otro lado, se organizó una exposición

de maquinaria, donde se mostraron las últimas tendencias en equipos y materiales, así como nuevas calidades de fundentes, sales y salmueras utilizadas para prevenir la formación de hielo en las carreteras.

Este foro también se comprometió a acercar esta actividad esencial al público general. En este contexto, el C.E.I.P. San Lorenzo tuvo la oportunidad de visitar la exposición, permitiendo a los estudiantes conocer de cerca las actividades relacionadas con la vialidad invernal.

Las jornadas fueron organizadas por el Comité Técnico de Vialidad Invernal de la Asociación Técnica de la Carretera (ATC) y la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX), con el apoyo del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMS), el gobierno de La Rioja y el Ayuntamiento de Ezcaray. En esta ocasión, el comité organizador contó con la participación de Gema Álvarez Fernández, Directora General de Infraestructuras del Gobierno de La Rioja; Paula Pérez López, Subdirectora General de Conservación y Gestión de Activos del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMS); Álvaro Navareño Rojo, Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC); Pablo Sáez Villar, Presidente de la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX); y Luis Azcue Rodríguez, Presidente del Comité Técnico de Vialidad Invernal de la ATC, como ponente general.

El programa técnico ha recogido el enfoque que, desde distintas administraciones, como gestores de la infraestructura y como gestores del tráfico, se da al mantenimiento invernal sin olvidar la visión de los usuarios a través de las distintas organizaciones relacionadas con éstos. Otro aspecto importante que sin duda ha enriquecido las jornadas ha



Acto inaugural, de izquierda a derecha: Pablo Sáez Villar, Diego A. Bengoa de la Cruz, Paula Pérez López, Daniel Osés Ramírez, Indalecio Candel González y Jorge Lucas Herranz

sido la presentación, por parte de los fabricantes y proveedores de servicios, de las últimas novedades en maquinaria, materiales e implementos, así como de las últimas técnicas y tecnologías asociadas al sector.

Durante las jornadas tuvo lugar, además, la tradicional Cena oficial Carretera y Nieve en el Hotel Palacio de Azcárate.

Martes 5 de noviembre

Inauguración

El acto inaugural estuvo presidido por Daniel Osés Ramírez, Consejero de Política Local, Infraestructuras, y Lucha contra la Despoblación del Gobierno de La Rioja, Paula Pérez López Subdirectora General de Conservación y Gestión de Activos de Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, Indalecio Candel González de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior, Diego A. Bengoa de la Cruz Alcalde de Ezcaray, Jorge Lucas Herranz, Vicepresidente de la Asociación Técnica de

Carreteras (ATC) y Pablo Sáez Villar, Presidente de la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX), que dieron la bienvenida a los participantes de las jornadas.

En sus palabras se puso en valor la importancia que desde las distintas administraciones, como gestores de la infraestructura y del tráfico, se le da al mantenimiento de la transitabilidad en época invernal como fuente de riqueza que, sin duda, representa la movilidad para ciertas regiones y municipios del país, como es el caso de Ezcaray. Además, en recuerdo de las víctimas de las últimas inundaciones en la región valenciana, se guardó un minuto de silencio por parte de todos los asistentes.

A continuación, se procedió a la inauguración de la exposición con una visita por los distintos stands de los expositores.

Primera Sesión Técnica

Finalizada la sesión inaugural, tras la comida, comenzó la prime-



Las sesiones técnicas recogieron el enfoque que, desde distintas administraciones, como gestores de la infraestructura y del tráfico, se da al mantenimiento invernal sin olvidar la visión de los usuarios.

ra de las cinco Sesiones Técnicas, centrada en la gestión de la vialidad invernal desde el punto de vista de las distintas administraciones que intervienen en gestión de vialidad en época invernal.

La Primera Sesión, presidida por Pablo Sáez Villar, Presidente de ACEX, comenzaba con la presentación de Paula Pérez López, Subdirectora General de Conservación y Gestión de Activos del MITMS, quién dio una visión global de la gestión de la Vialidad Invernal en la Red de Carreteras del Estado.

A continuación, Gema Álvarez Fernández, Directora General de Infraestructuras del Gobierno de La Rioja, expuso cómo se gestiona el mantenimiento de la vialidad invernal en la Red Autonómica de La Rioja y los retos propios a su red a los que se enfrentan.

Seguidamente, Indalecio Candel González, Jefe de Área de la Gestión de la Movilidad de la Dirección General de Tráfico (DGT), Ministerio del Interior, expuso cómo se realiza la gestión del tráfico en condiciones

de meteorología adversa en época invernal, ahondando en las funciones de la DGT, medidas de gestión de tráfico, necesidad de información y sistemas de información en vialidad invernal. Además, presentó el nuevo sistema de gestión de tráfico, "DGT 3.0", la plataforma de la DGT que "integra, normaliza y disponibiliza la información de movilidad de manera veraz, abierta y gratuita".

Para concluir esta primera sesión, Diego A. Bengoa de la Cruz, Alcalde de Ezcaray, compartió las singularidades de la gestión de la vialidad invernal a nivel local en el Ayuntamiento de Ezcaray.

Miércoles 6 de noviembre

Segunda Sesión Técnica

El segundo día de jornadas comenzó con la SEGUNDA SESIÓN técnica, que contó en la presidencia con Eva García-Casarrubios Berrocal, Jefa de la Demarcación de Carreteras del Estado en La Rioja.

La sesión inició con la presentación por parte de José Valdecantos Álvarez, Secretario de habla hispana del comité TC 3.2 Winter Service de la PIARC, del próximo Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia que tendrá lugar en Chambéry (Francia), en marzo de 2026, resaltando la relevancia del evento y animando a todos los profesionales del sector a su participación.

Tras esta primera ponencia, Luis Nuche, Director de WeatherTrend, expuso la metodología de pronóstico probabilístico a mediano y largo plazo que utilizan para realizar pronósticos en calzada.

La sesión continuó con la intervención de Oscar Martín Sanz, Director de Desarrollo de Negocio de Sacyr Conservación sobre nuevos fundentes para el mantenimiento de la vialidad invernal y su experiencia en su utilización en Aeropuertos. Durante esta ponencia, se presentó en detalle las ventajas e inconvenientes del uso de formiatos y acetatos en aeropuertos frente a los cloruros, haciendo una reflexión sobre la aplicación de estos fundentes en carreteras, en determinados puntos.

Para cerrar esta segunda sesión, Lola García Arévalo, Directora del Área de Conservación de Imesapi y Secretaria del Comité de Vialidad Invernal de la ATC presidió y moderó la primera de las tres mesas redondas previstas en las jornadas, sobre las últimas novedades en relación con la maquinaria para el mantenimiento invernal. En el debate participaron distintos fabricantes de equipos mecánicos e implementos, representados por Alfredo Sánchez de Ribera González, Gerente de Bucher Municipal; Cristina Sebastián García, Jefe de Producto de Conservación de Viales de Casli; Daniel Prieto Benítez, Director Comercial de Palfinger Ibérica; Javier Jaráiz González, Sales Manager de Aebi Schmidt Ibérica; y

Julio Fonseca Carracedo, Director General de InfoNorte.

Tercera Sesión Técnica

Tras una breve pausa, se dio paso a la Tercera Sesión Técnica, presidida por Marta Cordón Ruete, Jefa de Servicio de Carreteras del Gobierno de La Rioja.

Inauguró la sesión Carlos Pérez López, Director de la Estación de Esquí de Valdezcaray, quien expuso las experiencias en vialidad invernal en el entorno de la estación de esquí de Valdezcaray. Seguidamente, Carles García Sellès, Dr. en Geografía- Climatología de Nivorisk, Innovation&Solutions, presentó el modelo de gestión de la vialidad invernal en Andorra, ahondando en la gestión de aludes.

A continuación, tomó la palabra Gonzalo Grande Tomé, Gerente de Peaje y Centro de Operaciones y Seguridad Vial de Castellana de Autopistas, para compartir su conocimiento sobre el mantenimiento de la vialidad invernal en la red de alta capacidad y en las autopistas de peaje.

La siguiente ponencia corrió a cargo de Jesús Félix Puerta García, Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Junta de Castilla y León, sobre la Vialidad Invernal en las carreteras de la Junta de Castilla y León.

Para finalizar la sesión, María de los Ángeles Basurto Álvarez, Delegada en Castilla y León, País Vasco y Navarra en Sacyr Conservación, presidió y moderó la segunda mesa redonda en torno a los distintos materiales y servicios para el mantenimiento de la Vialidad Invernal. En la mesa participaron representantes de distintos proveedores: Carlos Ansodi Sancho, Director Comercial de Ibérica de Sales, José Luis Rodríguez del Castillo, Director General de la Agru-



Exhibición de maquinaria coordinada por Francisco García Sánchez

pación de Fabricantes de Neumáticos (AFANE) y Mario González Lagoncha, Gerente de Lagon Rubber.

Asimismo, en paralelo, tuvo lugar la visita a la exposición de alumnos del C.E.I.P. San Lorenzo, que recorrieron los distintos stands de la exposición y visitaron la campa adyacente en la que estaba expuesta maquinaria para el mantenimiento invernal.

También, esa mañana, desde la carpa de la exposición se desarrolló el programa Más de Uno de Ondacero, en su desconexión nacional, con diversas entrevistas a personas relacionadas con la organización de las jornadas como: el Gobierno de La Rioja, la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), de la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX), y también a varios alumnos del C.E.I.P. San Lorenzo.

Cuarta Sesión Técnica

Para finalizar la jornada, tuvo lugar en la campa contigua al teatro, la exhibición, y distintas demostra-

ciones de equipos mecánicos que fue coordinada por Francisco García Sánchez, Director de Oryx.

Jueves 7 de noviembre

Quinta Sesión Técnica

El último día de las Jornadas de Carretera Nieve tuvo lugar la Quinta y última sesión técnica, que se centró en la innovación tecnológica aplicada a la gestión de la vialidad invernal y que fue presidida por Félix Blanco Ruiz, Delegado de Matinsa en la Zona Norte.

En un primer lugar, Asunción Otero Mantecas, Jefa de Unidad de la UTE OFITECO-Xouba, expuso los sistemas de gestión y análisis de la información desarrollados por la Subdirección General de Conservación y Gestión de Activos del MITMS en relación con la vialidad en la Red de Carreteras del Estado, haciendo hincapié en la importancia de la calidad del dato recogido para facilitar su correcto análisis.

Continuó la sesión Matteo Petinari, PhD y Solution Architect en NIRA



Luis Azcue Rodríguez hizo entrega del premio Carretera y Nieve a Juan Zamorano

Dynamics, quien presentó los retos asociados a los vehículos eléctricos en condiciones invernales adversas y cómo el vehículo conectado puede dar respuesta a esos retos.

Seguidamente, María del Carmen Plaza García-Talavera, Subdirectora General de Seguridad Vial y Sostenibilidad Viaria de la Comunidad Autónoma de Madrid habló de la vialidad invernal en la Comunidad de Madrid, y los retos particulares a los que debe hacer frente. Roberto Varona, Subdirector de Emergencias y Protección Civil del Gobierno de La Rioja, cerró la serie de ponencias destacando las labores realizadas por Protección Civil en relación con vialidad invernal.

Concluyó la sesión una tercera mesa redonda en torno a la gestión de la información con medios de comunicación, usuarios y empresas de conservación. Moderó el debate Jorge Lucas Herranz, Adjunto al Director General en S.A. de Obras y Servicios, COPASA. Le acompañaron Beatriz Zúñiga Reinares, Jefa Provincial de Tráfico de La Rioja, Juan Zamorano Martín, Experto en Vialidad Invernal, Mario Arnaldo Fernández del Casti-

llo, Presidente de Automovilistas Europeos Asociados (AEA) y Orestes E. Serrano, Director del programa Seguridad Vial de Radio 5 Radio Nacional de España.

Premio Carretera y Nieve y Clausura

Antes de dar paso al acto de clausura, Luis Azcue Rodríguez, Presidente del Comité Técnico de Vialidad Invernal de la ATC, como Ponente General de las Jornadas, hizo entrega del premio Carretera y Nieve en reconocimiento a toda una carrera al servicio de la vialidad invernal. En esta edición el premio recayó en Juan Zamorano Martín, sin duda un referente como profesional del sector y además como persona.

Seguidamente, tomaron la palabra distintos miembros del Comité organizador, acompañados además por Eva García-Casarrubios, Jefa de la Demarcación de Carreteras del Estado en La Rioja y por Diego A. Bengoa de la Cruz, Alcalde de Ezcaray, para clausurar la edición 2024 de las Jornadas de Carretera y Nieve.

La realización de estas jornadas ha sido posible gracias a la inestimable colaboración de los ponentes y presidentes de cada una de las sesiones técnicas y mesas redondas, a los patrocinadores y por supuesto a todos y cada uno de los miembros del Comité de Vialidad Invernal de la ATC que han hecho posible, una vez más, la organización de estas jornadas:

- Vicente Ariño Peñalver
- Luis Ayres Janeiro
- M^a Ángeles Basurto Álvarez
- Félix Angel Blanco Ruiz
- Indalecio Candel González
- Pedro José Castro Esteban
- David Dapena Arnau
- Jerónimo Gamallo de Cabo
- Lola García Arévalo
- Ignacio García Cavero
- Marta García del Villar
- Francisco García Sánchez
- Ángel Ignacio Gascón García
- Diego Herreros Laguía
- Miguel Justo Fernández
- Anna Leal Bosch
- Jorge Lucas Herranz
- Óscar Martín Sanz
- Rosendo Martínez Fernández
- Daniel Núñez Otero
- Teodoro Ozarín García
- Belén Peña Sanz
- Gloria Ramos Palop
- Angel Rodríguez Espina
- Rafael Rodríguez López
- Juan Román Pavón
- Pablo Sáez Villar
- Miguel Torrens Recellado
- José Carlos Valdecantos Álvarez
- Ana Zamanillo Gutiérrez
- Cristina Zamorano Nicolas ❖

Curso de Formación Incendios en Túneles



Los días 8, 9 y 10 de octubre de 2024, el Centro Experimental San Pedro de Anes (Asturias) acogió un curso especializado sobre incendios en túneles, organizado por la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) y Applus+ Laboratorios. Este evento reunió a expertos de prestigio, representantes de instituciones públicas y privadas, y responsables de seguridad en infraestructuras subterráneas.

El curso tuvo como objetivo ofrecer una visión integral y actualizada sobre la gestión de incendios en túneles, abordando

desafíos emergentes como las nuevas tecnologías de propulsión vehicular y las innovaciones en instalaciones que mejoran la prevención, control y mitigación.

Se trataron áreas clave como sistemas de ventilación, medidas de evacuación y protección activa y pasiva contra incendios. Los asistentes presenciaron demostraciones prácticas de la evolución del humo y simulacros de evacuación en túneles, obteniendo una experiencia directa sobre el comportamiento en situaciones de emergencia.

Este curso destacó la importancia de combinar planificación estratégica, cumplimiento normativo y adopción de tecnologías avanzadas para garantizar la seguridad de los túneles, esenciales en las infraestructuras de transporte. Además, reforzó el conocimiento técnico de los participantes, proporcionándoles herramientas prácticas para mejorar la resiliencia de sus instalaciones frente a incendios, promoviendo así entornos subterráneos. ❖

Curso de “Formación de personal de explotación y Centro de Control”



Los días 12, 13 y 14 de noviembre de 2024, se celebró en la sede de Asociación Técnica de Carreteras (ATC), el Curso de “Formación de personal de explotación y centro de Control”, organizado por el comité de túneles de la ATC.

En los últimos años, se ha realizado un gran esfuerzo a nivel internacional en investigación e inversión económica en mejorar la seguridad y calidad de servicio en los túneles de carretera. España acumula, por su orografía y desarrollo de vías de comunicación, una buena cantidad de estas infraestructuras. Estas obras incluyen un gran despliegue tecnológico, con objeto de garantizar buenas condiciones de circulación y requieren

una coordinación entre distintos servicios, especialmente los de la explotación y los de la atención a los incidentes y emergencias que se puedan presentar.

La aparición de nuevas tecnologías, evolución del SCADA, el vehículo conectado, y las nuevas energías de propulsión, entre otros avances, exigen mantener un conocimiento en constante actualización.

La explotación de los túneles dispone de un pilar fundamental en el Personal de Explotación y los en Responsables de Seguridad de los Túneles, dado que su cometido incluye la vigilancia y actuación sobre el equipamiento e instalaciones del túnel y suelen ser responsables de

dar la primera alarma e intervenir en una emergencia, y en el caso del RST supervisar que todo el dispositivo previsto cumple para garantizar la seguridad en la explotación.

El RD 635/2006 indica que el personal de explotación debe disponer de una formación para desarrollar adecuadamente su cometido. La formación debe incluir un aprovechamiento de la experiencia acumulada en la explotación de los túneles, recopilando análisis de los incidentes y simulacros y compartiendo este conocimiento por los propios miembros de la explotación y la atención a la emergencia.

La formación del personal de explotación se ha convertido en

una preocupación constante en las tareas que viene desarrollando el Comité de Túneles de la Asociación Técnica de Carreteras, lo que finalmente ha llevado a la organización de este curso.

Se celebró los días 12, 13 y 14 de noviembre de 2024, organizado en dos jornadas de mañana y tarde y una de mañana que incluyó la visita a las instalaciones de Madrid Calle 30, con una asistencia de 28 alumnos, procedentes de las distintas áreas de la gestión de la explotación, y con la participación de profesores elegidos entre miembros del Comité de Túneles de la ATC.

El programa fue inaugurado y presentado por Rafael López Guariga, Presidente del Comité de Túneles y director técnico del curso.

Los temas impartidos incluyeron un repaso al marco legislativo y específico de seguridad vial, la organización del personal de explotación, organigrama y funciones, equipos de primera intervención y las instalaciones y equipamientos con su normativa aplicable y su mantenimiento.

Parte importante del tiempo dedicado a la formación fue para el apartado de ventilación, por su incidencia en el mantenimiento de los aspectos medioambientales, y su papel fundamental en la resolución de las graves consecuencias que pueden tener los incendios en estas vías.

La coordinación con los servicios externos tuvo su tiempo, en el que un representante de los bomberos, trasladó a los participantes la información relativa a la respuesta que llevan a cabo ante las emergencias en los túneles, y la importancia que dan al apoyo que puedan recibir de los servicios de explotación.

El comportamiento del factor humano, tanto de los intervinientes de



los equipos de gestión de la explotación, como el de los propios usuarios de la vía, puso de manifiesto una vez más su importancia en la seguridad en la explotación normal, y para afrontar las emergencias.

Los alumnos pudieron compartir el conocimiento y aplicación del SCADA como elemento fundamental del control de la gestión desde el Centro de Control, con la demostración y seguimiento mediante un módulo de simulación, en el que se hizo un seguimiento de incidentes reales, y del comportamiento de todos los equipos.

Con la visita a las instalaciones de Madrid Calle 30, guiados por su Responsable de Seguridad de los

Túneles, infraestructura que reúne singularidades que hacen que sea un exponente de equipamiento e instalaciones al más alto nivel, finalizó la última jornada.

La participación de los asistentes, tanto en los ejercicios prácticos propuestos en las diferentes exposiciones, como en la comunicación y debate sobre las distintas experiencias, ha sido una nota destacada del curso, y así se puso de manifiesto en el acto de clausura, esperando que los conocimientos adquiridos cumplan con el objetivo de conseguir una gestión cada vez más segura. ❖

ENTREGA DE DISTINCIONES ATC 2024



El 28 de noviembre de 2024, la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) celebró su acto anual de reconocimiento a sus socios más destacados. Durante el evento, se llevaron a cabo varias distinciones, entre ellas, las Medallas a la Aportación Técnica a la Carretera, un reconocimiento interno otorgado a destacados miembros de los Comités Técnicos, la quinta edición del “Premio Enrique Balaguer, abriendo caminos”, dirigido a personas u organizaciones que han sobresalido en el sector de las carreteras, y la entrega de la Donación ATC.

En su reunión del 10 de junio de 2024, la Junta Directiva de la ATC aprobada por unanimidad reconoció a Ana Blanco Bergareche

e Ignacio del Rey Llorente como Socios de Mérito, en reconocimiento a su destacada contribución y dedicación a la Asociación Técnica de Carreteras. Asimismo, se decidió otorgar el “Premio Enrique Balaguer, abriendo caminos” en su quinta edición a la Escuela de Tráfico de la Guardia Civil, en reconocimiento a su labor en el ámbito de la seguridad y la movilidad vial. Por otro lado, la Donación ATC fue destinada al Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo, como parte del compromiso de la asociación con causas sociales relevantes. Además, se aprobó la entrega de la Medalla a la Aportación Técnica de la Carretera a 12 miembros destacados de los Comités Técnicos, en reconocimiento a sus aportaciones.

El acto contó con la participación de destacadas autoridades que hicieron entrega de las distinciones: D.ª Marta Serrano, Secretaria General de Transporte Terrestre; D. Juan Pedro Fernández, Director General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; D.ª Natalia Quintana, Directora General de Carreteras de la Comunidad de Madrid; D. Francisco José Ruiz, Subdirector General de Movilidad y Tecnología de la DGT del Ministerio del Interior; D. Álvaro Navareño, Presidente de la ATC; y D. Miguel Ángel Carrillo, Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SOCIOS DE MÉRITO 2024

Ana Blanco Bergareche

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid y Máster en Dirección y Planificación de la Movilidad por la Universidad Politécnica de Barcelona. Inició su trayectoria profesional en el sector privado, especializándose en logística y transporte, hasta que en 2002 ingresó en la Escala Superior de Técnicos de Tráfico. Desde entonces, ha ocupado diversos roles dentro de la Dirección General de Tráfico (DGT), consolidándose como una experta en planificación de la movilidad y seguridad vial.

En la actualidad, ocupa el cargo de Jefa del Área de Planificación y Participación del Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la DGT. Desde esta posición, lidera proyectos orientados a analizar y reducir los factores de riesgo en el tráfico, coordinar estudios de referencia sobre seguridad vial y fomentar la participación de diferentes actores sociales en la creación de políticas públicas. Su enfoque combina el uso de datos avanzados con un compromiso por involucrar a la ciudadanía ya las instituciones en un esfuerzo conjunto para reducir la siniestralidad.



Ana Blanco no pudo asistir al acto. Recogió el galardón, en su nombre, D. Francisco José Ruiz Boada, Subdirector General de Movilidad y Tecnología de la DGT del Ministerio del Interior.

Ignacio del Rey Llorente

Ingeniero del ICAI y Doctor Ingeniero por la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente es responsable adjunto de la sección mecánica del departamento de Instalaciones en TYPESA. Con más de 25 años de experiencia, ha trabajado en proyectos de túneles de carretera, ferrocarril y metro, destacando su especialización en seguridad contra incendios y ventilación. Ha participado en todas las etapas de proyectos como M30, Somport, HS2 y redes de metro en Riad, Estocolmo y Doha, entre otros.

Ha estado activamente involucrado en PIARC, donde lideró el grupo de ventilación y presidió el Comité Internacional de Túneles. También es miembro del Comité de Túneles de la ATC, contribuyendo a guías técnicas y metodologías. Además, forma parte del comité científico de conferencias internacionales clave en seguridad y ventilación de túneles.

Ha realizado numerosas contribuciones en revistas y congresos nacionales e internacionales y durante

más de 15 años ha sido profesor en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM.



PREMIO ENRIQUE BALAGUER, ABRIENDO CAMINOS

Escuela de Tráfico de la Guardia Civil

Por su invaluable aportación formativa en materia de tráfico, transporte y seguridad vial, consolidándose como un pilar fundamental en la preparación de los profesionales encargados de garantizar la seguridad en las vías.

La Escuela de Tráfico de la Guardia Civil ha desempeñado un papel esencial en la formación especializada de agentes, dotándolos de los conocimientos técnicos y las competencias necesarias para abordar los retos actuales en la gestión del tráfico y la prevención de accidentes. Su enfoque combina rigor académico, innovación tecnológica y una sólida ética de servicio público.

Además, su labor trasciende el ámbito formativo, contribuyendo a la sensibilización y concienciación de la sociedad sobre la importancia de la seguridad vial, reforzando su compromiso con la reducción de la siniestralidad y la protección de la vida en las carreteras.

Este premio reconoce su trayectoria y dedicación en la construcción de un entorno vial más seguro, promo-

viendo la excelencia profesional y la cultura de la responsabilidad en el tránsito y el transporte.



DONACIÓN ATC

Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo

Por su destacada labor continuada en la prestación de servicios de salud de excelencia y su compromiso con la rehabilitación integral de personas con lesión medular. Este centro se ha consolidado como un referente nacional e internacional en el ámbito de la neurorehabilitación, combinando un enfoque humano y personalizado con los últimos avances en tecnología y tratamientos médicos.

El Hospital no solo ofrece atención sanitaria de alta calidad, sino que también impulsa la investigación, la formación y la innovación en el campo de las lesiones medulares, contribuyendo al desarrollo de soluciones que mejoran significativamente la calidad de vida de los pacientes. Además, promueve la inclusión social y laboral, ayudando a las personas afectadas a recuperar autonomía y reintegrarse plenamente en la sociedad.

Este reconocimiento pone en valor su esfuerzo incansable por garantizar una atención integral, combinando

excelencia médica, investigación avanzada y un profundo respeto por la dignidad de sus pacientes.



MEDALLAS 2024

APORTACIÓN TÉCNICA A LA CARRETERA

La ATC otorgó su quinta 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:

Sergio Barral García	Comité Técnico de "Túneles"
Marisol Barral Vazquez	Comité Técnico de "Firmes"
Félix Ángel Blanco Ruiz	Comité Técnico de "Vialidad Invernal"
M^a del Mar Colás Victoria	Comité Técnico de "Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico"
Jesús Leal Bermejo	Comité Técnico de "Movilidad, Planificación y Diseño"
Guillermo Llopis	Comité Técnico de "Túneles"
Rodrigo Miró Recasens	Comité Técnico de "Firmes"
José Nofuentes Jiménez	Comité Técnico de "Seguridad Vial"
Tomás Ripa Alonso	Comité Técnico de "Puentes"
Fernando Román Buj	Comité Técnico de "Geotecnia Vial"
Juan Román Pavón	Comité Técnico de "Conservación y Gestión"
Ángel Sampedro Rodríguez	Comité Técnico de "Financiación"



PRÓXIMOS EVENTOS ATC

La Asociación Técnica de Carreteras tiene previsto los siguientes eventos:

- **Uso de geosintéticos en la rehabilitación de firmes de carreteras** Madrid, 29 de enero de 2025
- **I Jornadas de Carreteras Sostenibles y Resilientes** Segovia, 25 y 26 de febrero de 2025
- **Jornada sobre Mejora en los procesos para la gestión eficiente de Proyectos y Obras** Madrid, 12 marzo de 2025
- **Jornada Patrimonio historico en carreteras** Madrid, 25 de marzo de 2025
- **Jornadas Seguridad Vial 2025** Alicante, mayo / junio de 2025
- **I Jornadas Proyecto y Construcción** Sevilla, 16, 17 y 18 de septiembre de 2025

¿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. Jorge Enrique Lucas Herranz - D. Pedro Gómez González
TESORERO:	- D. Pablo Sáez Villar
SECRETARIA:	- D.ª M.ª del Carmen Picón Cabrera
DIRECTORA:	- D.ª Ana Arranz Cuenca



VOCALES:

- Designados por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible:
 - D. Antonio Muruais Rodríguez
 - D. Álvaro Navareño Rojo
 - D.ª Paula Pérez López
 - D.ª M.ª del Carmen Picón Cabrera
 - D.ª Patricia Sanz Lázaro
- En representación de los órganos de dirección relacionados con el tráfico:
 - D.ª Ana Isabel Blanco Bergareche
 - D. Indalecio Candel González
 - D.ª Estibaliz Olabari González
- En representación de los órganos de dirección de las Comunidades Autónomas:
 - D. Damaso Arteaga Suarez
 - D. Felipe Cobo Sánchez
 - D. Miguel María García Fuentes
 - D. Alfonso Lujano Jiménez
 - 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. Rodrigo Miró Recasens
 - D.ª Laura Parra Ruiz
 - D. Manuel Romana García
- Representantes de las sociedades concesionarias de carreteras:
 - D. Eduardo Arrojo Martínez
 - D. Bruno de la Fuente Bitaine
- Representantes de las empresas de ingeniería:
 - D. José Luis Mangas Panero
 - D. Tom Van Looy
 - D.ª Nuria Vázquez Fustes
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
 - D. Cesar Bartolomé Muñoz
 - D. Álvaro Díaz Díez de Baldeón
 - D. Joaquín Izquierdo Matesanz
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
 - D. Antonio Baamonde Roca
 - D. Carlos Bartolomé Marín
 - D. Javier Loma Lozano
 - D. Francisco Vea Folch
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
 - D. Francisco García Sánchez
 - D. Miguel Cañada Echaniz
- Entre los Socios de Honor:
 - D. Francisco Javier Criado Ballesteros
 - D. José Pablo Sez Villar
- Entre los Socios de Mérito:
 - D. Alberto Bardsi Orue- Echevarría
 - D. Jorge Enrique Lucas Herranz
- Representantes de los Socios Individuales de la Asociación:
 - D. Pedro Gómez González
 - D.ª Anna París Madrona
 - D. Enrique Soler Salcedo
 - D. Ángel Sampetro Rodríguez
- 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

MOVILIDAD, PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- 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

- Presidenta	D.ª Valverde Jiménez Ajo
- Secretario	D. Ricardo Bardasano González

PUENTES DE CARRETERAS

- Presidente	D. Emilio Criado Morán
- Secretario	D. Gonzalo Arias Hofman

GEOTECNIA VIAL

- Presidente	D. Manuel Romana García
- Secretario	D. Patricia Amo Sanz

SEGURIDAD VIAL

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

CARRETERAS SOSTENIBLES Y RESILIENTES

- Presidente	D. Antonio Muruais Rodríguez
- Vicepresidenta	D.ª Laura Crespo García
- Secretario	

CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

- Presidenta	D.ª Mónica Laura Alonso Pla
- Secretaria	D.ª María del Mar Colas Victoria

DOTACIONES VIALES

- Presidente	D. Álvaro Navareño Rojo
- Secretario	D. Adolfo Hoyos-Limón Cortés

VALOR HISTÓRICO PATRIMONIAL

- Presidenta	D.ª Rita Ruiz Fernández
- Secretario	D. Carlos Casas Nagore

Socios de la ATC

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

- **Socios natos:**
 - Dirección General de Carreteras
 - Dirección General de Tráfico
- **Socios institucionales**
 - Socios protectores Tipo A
 - Socios protectores Tipo B
- **Socios a título individual:**
 - Socios de Honor
 - Socios de Mérito
 - Socios Individuales
 - Socios Senior
 - Socios Júnior

Socios de Honor

2005 - D. ENRIQUE BALAGUER CAMPHUIS (†)
2005 - D. ÁNGEL LACLETA MUÑOZ (†)
2008 - D. JOSÉ LUIS ELVIRA MUÑOZ
2008 - D. FRANCISCO CRIADO BALLESTEROS
2011 - D. SANDRO ROCCI BOCCALERI (†)
2011 - D. JOSÉ MARÍA MORERA BOSCH
2012 - D. LUIS ALBERTO SOLÍS VILLA
2012 - D. JORDI FOLLIA I ALSINA (†)
2012 - D. PEDRO D. GÓMEZ GONZÁLEZ
2015 - D. ROBERTO ALBEROLA GARCÍA
2019 - D. PABLO SÁEZ VILLAR
2020 - D.ª M.ª DEL CARMEN PICÓN CABRERA

Socios de Mérito

2010 - D. FRANCISCO ACHUTEGUI VIADA
2010 - D. RAMÓN DEL CUVILLO JIMÉNEZ (†)
2011 - D. CARLOS OTEO MAZO (†)
2011 - D. ADOLFO GÜELL CANCELA
2011 - D. ANTONIO MEDINA GIL
2012 - D. CARLOS DELGADO ALONSO-MARTIRENA
2012 - D. ALBERTO BARDESI ORUE-ECHEVARRIA
2013 - D. RAFAEL LÓPEZ GUARGA
2013 - D. ÁLVARO NAVAREÑO ROJO

2013 - D.ª MERCEDES AVIÑÓ BOLINCHES
2014 - D. FEDERICO FERNANDEZ ALONSO
2014 - D. JUSTO BORRAJO SEBASTIÁN
2014 - D. JESÚS RUBIO ALFÉREZ
2014 - D. JESÚS SANTAMARÍA ARIAS
2015 - D. ENRIQUE DAPENA GARCÍA
2015 - D. ROBERTO LLAMAS RUBIO
2015 - D. FÉLIX EDMUNDO PÉREZ JIMÉNEZ
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-BOLÍVAR 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
2023 - D. JOSÉ MANUEL BLANCO SEGARRA
2023 - D. FRANCISCO JAVIER PAYÁN DE TEJADA GONZÁLEZ
2023 - D. FRANCISCO JOSÉ LUCAS OCHOA
2024 - D.ª ANA BLANCO BERGARECHE
2024 - D. IGNACIO DEL REY LLORENTE

Socios natos, Socios institucionales y Socios protectores

Administración General del Estado

- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. MTMS
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. MINISTERIO DEL INTERIOR
- 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 VI- VIENDA. 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
- JEFATURA CUERPO DE BOMBEROS - AYUNTAMIENTO DE MADRID

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 DE GRAN CANARIA
- 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)
- AIMA INGENIERÍA, S.L.P.
- ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.
- ALAUDA INGENIERÍA, S.A.
- ALUMBRADOS VIARIOS, S. A.
- ALVAC, S.A.
- AMIANTIT ESPAÑA S.A.U.
- 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 SAN JOSÉ
- 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.
- DOYMO S.A.
- DRACE GEOCISA, S.A.
- DRAGADOS, S.A.
- DRIZORO, S.A.U.
- ECOFIRMES IBÉRICA, S.L.
- EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS GESTIÓN Y DESARROLLO, S.L.
- EKIONA ILUMINACIÓN SOLAR, S.L.
- ELSAMEX GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.L.
- ELECINOR SERVICIOS Y PROYECTOS, S.A.U.
- EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA M-30, S.A. (EMESA)
- EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERÍA
- ESTEYCO, S.A.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- ESTRUCTURAS TÉCNICAS Y SERVICIOS DE REHABILITACIÓN, S.L. (ETYSER)
- EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.A.U.
- 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.
- INDRA SISTEMAS, S.A.
- INECO, INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A.
- INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
- INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A. (INECO)
- INGENIERÍA ESPECIALIZADA OBRA CIVIL E INDUSTRIA S.A.
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.U.
- 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.
- MARTÍN HOLGADO OBRA CIVIL S.L.U.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- MASTER BUILDERS SOLUTIONS ESPAÑA, S.L.U.
- METAESA SEGURIDAD VIAL, S.L.
- MULTISERVICIOS TRITÓN, 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.
- PONDIO INGENIEROS, S.L.
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PROINTEC, S.A.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- QUIMICA DE LOS PAVIMENTOS, S.A.
- RAVAGO CHEMICALS, S.A.
- 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)
- SEITT, S.M.E., S.A.
- SENER MOBILITY, S.A.U.
- SEÑAL CONFOR, S.L.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SIPRO INGENIERÍA, S.A.
- SISTEMAS Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SODECA, S. L. U.
- SOLOTIOMA, S.L.
- SGS TECNOS, S.A.
- SORIGUE, S.A.
- S&P-KRUGER
- T25 IBERICA, S.L.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TECLIVEN, S.L.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPESA)
- 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.
- TUNELIA INGENIEROS, S.L.
- URETEK SOLUCIONES INNOVADORAS
- VIRTON, S.A.
- VISEVER, S.L.
- VLS CONSTRUCTION SYSTEMS
- VSING INNOVA 2016, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

Socios Individuales, Senior y Junior

Personas físicas (60) 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

FE DE ERRORES:

En el edición impresa del pasado número RUTAS 200, en el pie de página de la figura 31 de la página 21 aparece erróneamente como autor ALEPH consultores, siendo FHECOR Ingenieros Consultores el verdadero autor.



chm.es



75 años
acompañándote donde quieres estar



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