

ANEXO 1. RETO N°7

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS FIRMES Y DE SU EVOLUCIÓN

Fecha de última actualización: 5 de diciembre de 2022

1. Antecedentes

La preocupación por la conservación y rehabilitación de las carreteras y en concreto por el estado de los firmes, es una constante que se repite en todas las civilizaciones desde tiempos remotos. En tiempos más recientes, la construcción y modernización de las redes de carreteras ha experimentado un incremento muy notable.

De cualquier forma, la construcción, adaptación y modernización del patrimonio viario ha supuesto, en muchos países, un esfuerzo de tal envergadura, que no se puede justificar que se descuide su correcta conservación y mucho menos su abandono. Es imprescindible conservar ese legado patrimonial para las generaciones actuales y para las futuras. No solo debe evitarse que se dilapide esa riqueza invertida, sino que debido a la amenaza que, en el mundo actual, están sufriendo los recursos naturales, deben extremarse los cuidados sobre los bienes existentes, pues la humanidad no puede permitirse su explotación sin límites.

Hay que tener en cuenta que existen factores que de alguna forma amenazan la conservación de carreteras. A medida que un país se desarrolla, crece su número, y son necesarios más fondos y personal para atender esas necesidades. Las técnicas de conservación son, en ocasiones, más complejas que las de construcción, pues exigen un conocimiento profundo de los mecanismos que rigen el comportamiento de los materiales, además de un diagnóstico y una aplicación de medidas correctoras.

La Dirección General de Carreteras viene realizando de manera periódica desde los años 90 la medición sistemática de los parámetros que definen el estado del firme en la Red de Carreteras del Estado.

Los datos de auscultación de los firmes son una herramienta para el estudio del comportamiento de estos, lo que redundará en una mejora del conocimiento del comportamiento real de nuestras infraestructuras.

Por su parte, las vigentes normas 6.1 IC “Secciones de firme” y 6.3 IC “Rehabilitación de firmes” de la Instrucción de Carreteras, adoptan un mismo planteamiento conceptual consistente en ofrecer las secciones de firme de la RCE en forma de catálogo definidas en la 6.1 IC, así como los criterios para la rehabilitación de los firmes en la 6.3 IC, en función de la categoría de tráfico pesado prevista para el año de la puesta en servicio de la carretera, y según diferentes premisas y criterios entonces adoptados, tales como datos de auscultación o datos procedentes de las inspecciones visuales de los firmes.

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

Tras los diecinueve años transcurridos desde su publicación, existe actualmente una amplia experiencia acumulada en proyectos de construcción y rehabilitación de firmes, que, junto con los datos de auscultación, hacen que se disponga de unos datos realmente valiosos para determinar el comportamiento y la evolución de los firmes españoles.

Ambas normas se concibieron y aprobaron en un contexto de desarrollo y maduración de la red estatal de carreteras y de circunstancias económicas, presupuestarias y tecnológicas del sector muy diferente del actual, además el desmesurado aumento de los precios de algunas materias primas básicas en las operaciones de rehabilitación de firmes, sumado al creciente número de tramos de carreteras que están demandando su rehabilitación, obliga a reconsiderar la conveniencia de seguir manteniendo dichas premisas, y a tener en cuenta las numerosas informaciones ya disponibles (inspección visual previa, auscultaciones, etc.) sobre el estado del firme.

La ley 37/2015 de 29 de septiembre, de carreteras, entre sus finalidades aboga por el impulso de la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica, así como su difusión, de modo que se fomente el desarrollo de servicios avanzados a la movilidad y al transporte por carretera, reflejando la importancia que debe otorgarse a aquellos aspectos de la gestión orientados a lograr la mayor compatibilidad y coordinación posibles entre la construcción, conservación y explotación de infraestructuras y la gestión y defensa del medio ambiente en su concepto más amplio.

Así, dentro de las competencias del MITMA en materia de carreteras están contempladas las de “actualización, seguimiento y control de la situación y funcionamiento de las carreteras del Estado, incluyendo el análisis, diagnóstico y pronóstico de la oferta vial y de la demanda de transporte”, además de “el impulso a la innovación, así como la implantación y aplicación de nuevas tecnologías en la carretera (...) prestando especial atención a la sostenibilidad, la descarbonización y la vulnerabilidad frente al cambio climático, premisas que se incluirán en el siguiente reto propuesto.

2. Necesidades no cubiertas

Tras años empleando diversos sistemas que permiten analizar y determinar el estado de los pavimentos en la carretera de una forma tradicional, se ha comprobado que existen una serie de limitaciones en el uso de estos datos para las operaciones de rehabilitación de firmes, y en su adaptabilidad a la realidad actual, lo que hace que la planificación de estas actividades no sea efectiva en numerosas ocasiones.

Además, actualmente no se dispone de un criterio objetivo de fácil aplicación en la RCE que indique el estado actual de los pavimentos que determine la necesidad o no de rehabilitación.

3. Objetivo del proyecto

El objetivo general del proyecto es dotar al MITMA de una herramienta de apoyo en el análisis y diagnóstico del estado de los firmes que permita mejorar las prestaciones de la red a través de un adecuado planteamiento de las actuaciones que demanden los firmes de la RCE.

Esta herramienta debe posibilitar superar algunas de las limitaciones de los modelos actuales y, por tanto, podrá determinar la necesidad de actuación actual o futura en un firme en función de su estado actual. Este vendrá definido por un índice que categorizará la carretera en función de la necesidad de actuación y el momento de realizarla.

Usando estos índices se podrán obtener curvas de la evolución a lo largo del tiempo de los distintos tipo de firmes, gracias al amplio número de datos de los que actualmente se dispone de manera que se reduzcan las inconsistencias, imprecisiones y rigideces en el planteamiento y en la aplicación de las distintas técnicas de conservación de los pavimentos, debiendo garantizar la comodidad en la circulación de vehículos, la mejora de los mecanismos de seguridad, la detención de problemáticas recurrentes, el ahorro de costes, la adecuada planificación de las actuaciones, etc.

La iniciativa busca primordialmente la eficiencia y la optimización de las inversiones, y para ello se aboga por una solución de máxima aplicabilidad en la RCE, y adaptación de I+D a las problemáticas concretas existentes en el diagnóstico del estado de los firmes de la RCE del MITMA en su conjunto, de manera que los resultados sean escalables, eficientes y replicables dentro de toda la red.

Por ello la solución propuesta deberá conjugar la analítica de datos (big data) con la digitalización de la oferta viaria y la demanda de movilidad (machine learning, visión artificial, inteligencia artificial), y la modelización (simulación del tráfico) de su funcionamiento todo ello con los objetivos de lograr una mejora en el análisis y diagnóstico del estado de los firmes y en la necesidad o no de una rehabilitación.

De esta forma, la Dirección General de Carreteras demanda soluciones innovadoras que permitan:

- Superar las limitaciones de los modelos empleados actualmente.
- Una gestión avanzada con métodos de diagnóstico basados en sistemas que permitan elaborar bases de datos georreferenciadas.
- Realizar análisis y diagnósticos precisos para poder crear una red de carreteras segura y adaptada a las necesidades que se planteen con criterios objetivos desde una perspectiva técnica y financiera determinando así, el momento óptimo para la realización de las operaciones de rehabilitación.

a) Dimensiones a tener en consideración

Esta herramienta digital deberá apoyar al análisis, diagnóstico y a la toma de decisiones en cuanto a la optimización de las soluciones a aplicar en las infraestructuras viarias y, en particular, deberá tener en consideración las siguientes dimensiones:

- Labores a apoyar:
 - Innovación en los sistemas de diagnóstico del estado actual de los firmes.
 - Mejora en los métodos de seguimiento del estado y evolución de los pavimentos.
 - Diseño de nuevas herramientas que permitan determinar el envejecimiento y la vida residual restante de los firmes de la RCE.
 - Gestión y diagnóstico de los firmes, permitiendo identificar alternativas de actuación más eficientes una vez conocida su evolución.
 - Mejora de las infraestructuras viarias existentes y, en particular, la toma de decisiones acerca de la mejor solución de rehabilitación de firmes y el momento óptimo para su realización.
- El sistema podrá aplicarse a cualquier activo de la Red de Carreteras del Estado o a su red anexa.
- Variables a optimizar:
 - Relación oferta-demanda.
 - Confort y la seguridad viaria para el conjunto de los usuarios.
 - Sostenibilidad ambiental, económica y social.
 - Sistemas de gestión, control y seguimiento de los firmes.
 - Optimización de recursos y adecuación al uso.

b) Requisitos esperados de la solución

A continuación, se detallan los requisitos que desde la DGC se considera que las soluciones innovadoras propuestas deberían permitir satisfacer. No obstante, esta relación no debe considerarse ni exhaustiva ni obligatoria. Se podrán considerar igualmente válidas propuestas que ofrezcan funcionalidades y capacidades no contempladas por la DGC, así como las que sólo permitan satisfacer algunos de los requisitos.

El sistema deberá ser objetivo y medible, basado en el análisis y diagnóstico de todos los datos históricos y actuales de los firmes de la RCE permitiendo una actuación de rehabilitación óptima, precisa y adecuada en el tiempo, en función del estado del firme.

Se requerirá un sistema único y homogéneo que integre todos los datos y que permita determinar el estado actual del firme y el avance del envejecimiento superficial y estructural dotando de este modo, a la RCE de un criterio único a utilizar.

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

En este sentido, se valorarán positivamente las propuestas que establezcan métodos de alto rendimiento de equipamiento innovador, mecanismos que supongan un tratamiento adecuado de los datos sobre el estado de los pavimentos y su evolución futura, así como métodos innovadores a problemáticas ocultas y recurrentes.

Los requerimientos técnicos principales son los siguientes:

- El sistema será capaz de realizar esta innovación empleando el menor número de medios.
- Deberá contemplar la mejora en los procesos de análisis, diagnóstico e ingeniería viaria.
- El nuevo sistema permitirá mejorar la detección de problemas en el firme.
- El sistema dispondrá de indicadores objetivos para la comparación de alternativas desde el punto de vista energético, económico y medioambiental.
- El sistema podrá requerir la instalación en la carretera de elementos para la caracterización de ciertos parámetros necesarios.
- El sistema será capaz de realizar simulaciones que permitan la comparación de distintas alternativas de rehabilitación en lo que respecta a la funcionalidad de la infraestructura medida en términos de descarbonización, durabilidad, resiliencia, calidad, seguridad de los usuarios, coste económico para la Administración, etc.
- El sistema será capaz de procesar simultáneamente datos de tráfico de toda la RCE para la caracterización y el análisis de los parámetros que sean necesarios para la determinación de los indicadores.
- El sistema será capaz de evaluar las alternativas en los distintos horizontes temporales que se requieran.
- El sistema deberá tener en cuenta todos los parámetros obtenidos de la auscultación.
- El sistema deberá ser de naturaleza eminentemente flexible y adaptable, y esto deberá ir acompañado por sistemas abiertos desde el punto de vista técnico/informático que incentiven y promuevan la incorporación de soluciones innovadoras, pioneras y flexibles.

Se valorará que la solución propuesta pueda ser validada en un entorno real. La tecnología o solución propuesta en su conjunto, debe estar preparada para su demostración o prueba a corto plazo con todas sus funcionalidades definidas.

Asimismo, la iniciativa propuesta deberá proporcionar una solución que sea medible, en términos de unidades, cuantificable en términos técnicos, económicos y ambientales y sobre todo que proporcione criterios de decisión objetivos para cualquier gestor de la Red.

4. Casos de uso

A continuación, se plantea un caso de uso para la solución innovadora. Se debe tener en consideración que este es sólo un ejemplo que tiene como objetivo facilitar la elaboración de las propuestas. Por tanto, las soluciones innovadoras propuestas podrán centrarse indistintamente en este u otros casos de uso. De hecho, se valorarán positivamente las propuestas que aborden casos de uso adicionales al que aquí se presenta.

CASO DE USO A:

Se precisa la rehabilitación de varios tramos de carreteras de la RCE, de los cuales se disponen datos de auscultación actuales e históricos, así como los datos de inspecciones visuales realizadas y datos de las distintas actuaciones que se han ido realizando a lo largo del tiempo en el firme. Todos ellos se encuentran perfectamente ordenados y georreferenciados en una base de datos.

La herramienta ofrecerá de cada sección la categorización de las carreteras en función del estado de estas.

Con el uso de esta herramienta se podrá determinar la necesidad objetiva de rehabilitación de cada carretera, el coste de la no rehabilitación en dicho momento, la evolución o avance del envejecimiento esperado de cada sección en caso de actuación o no actuación, así como la necesidad de una rehabilitación estructural o una rehabilitación superficial en cada caso.

De esta forma, se podrán plantear distintas hipótesis o alternativas pudiendo valorar la necesidad de cada rehabilitación con criterios técnicos, medioambientales y financieros gracias al uso de una herramienta ágil e instantánea que nos determina el momento óptimo de actuación en cada carretera, pudiendo así planificar los costes de gestión de firmes para ese año y para los siguientes, priorizando en aquellos casos que presenten necesidades más urgentes, que vendrán determinadas por el indicador de estado de la carretera.

5. Beneficios esperados

Con esta solución se pretende que se optimice la inversión en las actuaciones de rehabilitación de los firmes de la RCE, para que de este modo, se planifique de una mejor forma la gestión de los firmes en toda la red, priorizando las intervenciones de rehabilitación de firmes por necesidad de actuación, determinando los costes ambientales y económicos de la no intervención, lo que permitirá planificar los costes de gestión de firmes para los próximos ejercicios.

Además, el uso de esta herramienta servirá para planificar aquellas actuaciones de conservación preventiva o predictiva que sean necesarias en la RCE, por no ser estas, susceptibles de una rehabilitación

Del mismo modo, se optimizará el diseño de nuevos firmes gracias a la obtención de datos de evolución: información de cómo se han comportado a lo largo del tiempo las distintas tipologías de firme.

Se podrá disponer de bases de datos georreferenciadas en SIG del compendio de auscultaciones actuales e históricas de los pavimentos.

6. Contenido innovador

Actualmente las soluciones para la construcción y rehabilitación de firmes se toman desde un punto de vista técnico que aplica normativa que fue aprobada en circunstancias económicas, presupuestarias y tecnológicas del sector muy diferentes al del actual por lo que, parece muy conveniente adoptar ahora, lo antes posible, medidas encaminadas a reajustar los criterios que informan la aplicación de esas normas y aprovechar el conocimiento adquirido y la disposición de datos de la auscultación de los firmes para adaptar el enfoque de la construcción y rehabilitación de firmes a las circunstancias actuales.

MITMA, como garante de la vialidad segura y confortable y de las inversiones realizadas en la red de carreteras del Estado, precisa de herramientas y soluciones innovadoras, adicionales a las que existen actualmente en el mercado que permitan un mayor diagnóstico y análisis de los firmes que determinen el momento óptimo de las actuaciones en los firmes de las carreteras españolas.

En efecto, no existe en el mercado una solución que combine tecnologías como las de machine learning, inteligencia artificial, visión artificial, big data, modelización del tráfico, sistemas de algoritmos,... para el análisis, diagnóstico, y selección de alternativas de rehabilitación desde la óptica de la eficiencia técnica y económica.

Parte de esta innovación podrá traducirse en una innovación en la normativa de carreteras que establezca criterios y recomendaciones para la gestión inteligente de las infraestructuras de manera que de partida (carreteras de nueva construcción) o en carreteras en servicio se implanten soluciones que maximicen la eficiencia de la infraestructura viaria y el sistema de transporte.

La solución resultante basará parte de su innovación en lograr total o parcialmente reducir las limitaciones de los métodos y modelos actuales.