

ASFALTO

y pavimentación

Número 61 · Volumen XVI · Segundo trimestre · 2026

número **61**



VIATOP[®] *plus RC*

Das Pellet.

.....
con un rejuvenecedor
sostenible para mezclas con
mayores tasas de fresado



Número 61 · Volumen XVI
Segundo trimestre · 2026

ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

Director

Juan José Potti

Comité de Redacción

María del Mar Colás,
Andrés Costa, Jesús Felipo,
Jacinto Luis García Santiago,
Lucía Miranda, José Luis Peña,
Ángel Sampredo, José Antonio Soto,
Javier Loma, Marisol Barral

Secretario

Andrés Pérez de Lema

Coordinador

Francisco Muriel

Secretaría

Lies Ober

Editorial Prensa Técnica, S. L.

Castiello de Jaca, 29 3º Puerta 2
28050 Madrid
Tel. 91 287 71 95
Fax 91 287 71 94
Directo 629 877 460
www.asfaltopypavimentacion.com
asfalto@asfaltopypavimentacion.com

Suscripción anual (4 números)

España: 10 €
Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189
Depósito Legal: M21967-2011

Prohibida la reproducción, total o parcial,
de los contenidos aparecidos en esta
publicación sin previa autorización
por escrito.

Las opiniones vertidas en esta revista
son de responsabilidad exclusiva
de sus autores, sin que Editorial Prensa
Técnica, S. L. los comparta
necesariamente.

Sumario

Número 61 · Volumen XVI · Segundo trimestre · 2026

Editorial

“La falta de mecanismos ágiles de actualización de
precios en España”

05

Tribuna

José Antonio Soto

07

Tribuna

Andrés Pérez

09

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

11

Lorena Palomo - José Simón - Gloria Motos Cascales
Víctor García

Secciones fijas

Maquinaria

23

Secciones fijas

Normativa, Mirando al Pasado, Calendario,
Noticias del Sector, Aleas, Lecturas Recomendadas,
Observatorio, Afirmaciones Asfálticas

27

El futuro del asfalto empieza aquí

Desarrollando una
nueva generación
de soluciones
para el asfalto



“La falta de mecanismos ágiles de actualización de precios en España”

La contratación pública de obras de carretera en España se enfrenta a una paradoja difícil de sostener: disponemos de un sistema formal de revisión de precios, regulado, basado en índices oficiales y fórmulas tipo, pero su capacidad real para responder a episodios bruscos de volatilidad en materias primas, energía y combustibles resulta claramente insuficiente. Dicho de forma sencilla: existe el mecanismo, pero no siempre llega a tiempo; y cuando llega, demasiadas veces lo hace con el retrovisor como principal instrumento de navegación.

El sector de la pavimentación conoce bien esta realidad. Las mezclas bituminosas dependen de componentes especialmente sensibles a la evolución de los mercados energéticos: betunes, combustibles, electricidad, transporte, áridos, productos químicos y materiales auxiliares. En circunstancias ordinarias, la existencia de fórmulas de revisión de precios permite repartir de forma razonable el riesgo económico de los contratos. Pero cuando se producen tensiones extraordinarias en los mercados internacionales, el sistema actual muestra costuras muy visibles.

La última publicación oficial localizada de índices de precios de mano de obra y materiales, aprobada mediante la Orden HAC/423/2026 y publicada en el BOE el 4 de mayo de 2026, corresponde al segundo trimestre de 2025. Es decir, en mayo de 2026 las empresas y las administraciones siguen trabajando con una referencia oficial que arrastra casi un año de desfase. En un contexto estable, ese retraso ya sería discutible. En un escenario de volatilidad severa, se convierte en un problema de primera magnitud.

La situación reciente de los gigantes asfálticos ilustra con claridad esta fragilidad. ASEFMA ha advertido de incrementos muy intensos en el precio medio de los asfaltos, con subidas del 8,2% en marzo y del 49,3%

en abril de 2026, en un contexto de tensión energética y geopolítica que afecta directamente a los flujos físicos de crudo, al transporte marítimo, a la actividad de las refinerías europeas y, finalmente, al coste real de fabricar y poner en obra mezclas bituminosas. No estamos ante una oscilación menor ni ante una incomodidad presupuestaria: hablamos de una alteración súbita de las condiciones de ejecución de contratos esenciales para la conservación de la red viaria.

La cuestión de fondo no es si las empresas deben asumir riesgos. Toda actividad empresarial los asume. La cuestión es si resulta razonable que contratos públicos de obras o conservación, adjudicados bajo unas hipótesis económicas determinadas, queden expuestos a variaciones extraordinarias de costes sin mecanismos suficientemente ágiles, homogéneos y seguros para reconocer esa realidad. La carretera no puede depender de una ruleta de materias primas.

Además, el sistema español presenta otra limitación práctica relevante. En los contratos de obra, la revisión ordinaria exige, con carácter general, que haya transcurrido un año desde la formalización del contrato y que se haya ejecutado al menos el 20% de su importe. El primer 20% ejecutado y el importe ejecutado durante el primer año quedan excluidos de revisión. Este diseño puede tener lógica para evitar revisiones automáticas injustificadas, pero en episodios de escalada rápida de costes deja fuera precisamente una parte muy significativa del riesgo económico inicial. Y ese riesgo inicial, en obras intensivas en betún, energía y transporte, puede ser determinante.

El problema se agrava en determinadas actuaciones de conservación viaria y emergencia, donde los plazos son reducidos, la respuesta debe ser inmediata y la capacidad de absorber incrementos repentinos de costes es limitada. Si una carretera requiere una intervención urgente por razones de seguridad vial, no pa-

“La falta de mecanismos ágiles de actualización de precios en España”

rece razonable que la viabilidad económica de la actuación dependa de interpretaciones administrativas fragmentarias, respuestas tardías o soluciones improvisadas expediente a expediente. La seguridad vial necesita planificación técnica, pero también estabilidad contractual.

Conviene insistir en una idea esencial: la revisión de precios no es un privilegio del contratista ni una concesión graciable de la Administración. Es un instrumento previsto por la legislación de contratación pública para preservar el equilibrio económico de contratos expuestos a costes básicos relevantes. Bien aplicada, no encarece artificialmente la obra; reduce incertidumbre, mejora la concurrencia, evita ofertas defensivas, protege la ejecución y contribuye a una contratación pública más realista.

España no parte de cero. Existen fórmulas tipo específicas para obras de carretera, incluidas la construcción y rehabilitación de firmes con mezclas bituminosas, así como para señalización, barreras, iluminación, túneles y otras actuaciones viarias. También existen índices oficiales de materiales bituminosos, energía, cemento, áridos, productos químicos, acero y otros componentes. El problema no está tanto en la arquitectura formal del sistema como en su velocidad, su alcance práctico y su capacidad de adaptación a situaciones excepcionales.

La comparación europea demuestra, además, que otros países han buscado fórmulas más dinámicas para abordar incrementos intensos de costes. Algunos sistemas incorporan modelos específicos de indexación del betún, ajustes mensuales, cláusulas de escalación de materiales o procedimientos extraordinarios para contratos en curso cuando concurren circunstancias imprevisibles. No se trata de copiar mecánicamente modelos ajenos, pero sí de reconocer que la rigidez no es una virtud cuando el mercado se mueve a velocidad de tormenta.

El sector necesita que las administraciones públicas incorporen en los pliegos mecanismos de revisión adecuados desde el inicio, seleccionen la fórmula que refleje realmente la naturaleza de la actuación y reconozcan el peso efectivo de los componentes críticos. Pero también necesita que, ante circunstancias ex-

traordinarias, existan respuestas ágiles, homogéneas y jurídicamente seguras. La fragmentación administrativa, la demora en la toma de decisiones y la incertidumbre interpretativa son enemigas de la eficiencia.

La conservación de carreteras no es un gasto prescindible ni una actividad aplazable sin consecuencias. Mantener los firmes en buen estado mejora la seguridad vial, reduce consumos, disminuye emisiones, protege el patrimonio público y evita intervenciones futuras más costosas. Si los mecanismos contractuales no acompañan la realidad económica de los trabajos, el resultado será menos concurrencia, más incertidumbre, retrasos en la ejecución y deterioro progresivo de la red.

Por todo ello, España debe avanzar hacia un sistema de actualización de precios más ágil, transparente y adaptado a la realidad de las obras de carretera. Un sistema que mantenga el rigor técnico y el control público, pero que no confunda prudencia con parálisis. Un sistema que permita actuar antes de que el problema se convierta en daño.

La carretera es una infraestructura de largo plazo, pero sus costes se mueven cada día. Pretender gestionarla con mecanismos que reaccionan un año tarde es como conducir mirando solo por el espejo retrovisor: se puede avanzar unos metros, pero no se puede construir futuro.

La no conservación de carreteras y sus consecuencias ¡A las barricadas!



José Antonio Soto
Miembro de la revista
Asfalto y Pavimentación

✉ @soto228pepe

“El Mantenimiento es la pieza silenciosa que hace que todo funcione. No corta cintas, no genera titulares y rara vez invita a hacerse una fotografía. Y, sin embargo, es lo que evita que el inevitable desgaste termine convirtiéndose en fatalidad”

César Franco Ramos (presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de ingenieros industriales) publicado en La Tercera de ABC el 03/02/26

La gran causa ignorada.

Esta reflexión de Cesar Franco, publicada tras el accidente ferroviario de Adamuz, es plenamente extrapolable a la red de carreteras española, donde año tras año se acumulan miles de víctimas- mis respetos a todas ellas y a sus familias- sin que se adopten decisiones políticas firmes para reducir una causa que, siendo conocida, sigue siendo sistemáticamente ignorada: **el deficiente estado de conservación de las carreteras.**

En materia de siniestralidad vial se repite siempre el mismo discurso: velocidad, alcohol, distracciones, climatología adversa etc. Todo ello es cierto, pero resulta intelectualmente deshonesto seguir ocultando que el estado del pavimento no **es una causa residual**, si no un factor agravante de primer orden cuando no cumple las condiciones mínimas de seguridad exigibles desde el punto de vista técnico.

Algunas razones para hacer una Conservación eficaz.

Un pavimento con una textura superficial adecuada, ejecutado con áridos de calidad contrastada y un drenaje eficaz reduce de forma significativa la probabilidad de accidente. En esas condiciones, el exceso de velocidad pierde peso relativo frente a otros escenarios donde el pavimento es deslizante, está deformado o es incapaz de evacuar el agua de lluvia. Negar esta evidencia técnica no es una cuestión de opinión: es una negación de la ingeniería.

La pluviometría es otro factor determinante. Estamos atravesando uno de los periodos más lluviosos de las últimas décadas y, sin embargo, nuestras carreteras siguen presentando baches, badenes y zonas de encharcamiento crónico, especialmente en los carriles cercanos a la mediana y a los arcenes así como la cantidad de baches con bordes cortantes en el carril de pesados, causantes de gran cantidad de ruedas reventadas, con el consiguiente riesgo de accidentes. Esto no es un fenómeno meteorológico inevitable; es la consecuencia directa de **deficiencias en la conservación y en la geometría superficial**, que derivan en aquaplaning y en accidentes evitables.

¿Por qué no se actúa a tiempo?

Ante este escenario, las Administraciones competentes optan por una estrategia conocida: **minimizar**

La no conservación de carreteras y sus consecuencias ¡A las barricadas!

o eludir cualquier vínculo entre el estado del pavimento y la accidentalidad. El motivo es evidente, reconocer esa relación implicaría asumir responsabilidades patrimoniales y, eventualmente, jurídicas. Pero eludir la responsabilidad no elimina el problema: lo traslada a los usuarios de la vía, que pagan con daños materiales, lesiones o vidas humanas.

España dispone de una red viaria extensa, bien diseñada y correctamente ejecutada en su origen, una de las mejores de Europa en términos de concepción. El problema no está en el diseño ni en la construcción inicial, si no en una **política de conservación claramente insuficiente y errática**. Y esto no es una afirmación ideológica, sino una constatación técnica respaldada por años de informes, artículos especializados y advertencias reiteradas.

Las carreteras no colapsan de forma súbita. El deterioro es progresivo y perfectamente identificable. Antes del colapso estructural y funcional existen múltiples fases intermedias que permiten actuar con criterios de conservación preventiva, mucho más eficaces técnica y económicamente. Ignorar esas señales es una decisión política, no un fallo técnico.

Lo más grave es que estas advertencias no proceden de un único sector. Llevan años llegando desde la prensa técnica, confederaciones de transportistas, (CETM, CONETRANS, Fvet) y desde asociaciones profesionales y técnicas como AEC, ASEFMA o ATEB. La respuesta siempre ha sido la misma: inacción.

A este panorama se suma un dato difícil de justificar desde cualquier óptica técnica o presupuestaria: en 2024 se dejó de ejecutar el 23% del presupuesto destinado a carreteras, cerca de 9.000,00 millones de euros según la IGAE. No hablamos de falta de recursos, si no de **falta de voluntad**, y eso en infraestructuras tiene consecuencias.

Amplia hemeroteca

Hace muchos años, en tribunas publicadas en esta revista y en Carreteras, ya se advertía de esta deriva. Títulos como: "Responsabilidades en los accidentes de carreteras"; "¿Se nos escucha o solo se nos oye?" o "Invertir para ahorrar víctimas", no eran provocacio-

nes si no advertencias técnicas. Advertencias que, con el paso del tiempo, han demostrado ser tristemente acertadas.

Hoy no estamos ante un problema nuevo, si no ante el **fracaso continuado de una política de conservación** que ha normalizado la degradación progresiva de la red viaria y ha asumido, implícitamente, que existen infraestructuras y usuarios de primera y segunda categoría.

¿Qué se puede hacer?

Llegados a este punto, y tras décadas de advertencias ignoradas, quizás solo nos quede la protesta presencial, visible. Propuse, en su día, una macro-manifestación frente al Palacio de las Cortes, con maquinaria (compactadores, extendedoras, palas cargadoras...) operarios, personal de laboratorios e ingenieros, mostrando a la sociedad quienes somos los que sostenemos la seguridad vial, desde el punto de vista técnico, pero atados de pies y manos por falta de presupuestos.

Todos, detrás de una pancarta clara y directa:

"BASTA DE MUERTES POR CARRETERAS MAL CONSERVADAS"

Se me calificó de extremista. Tal vez lo sea. Pero cuando el lenguaje técnico, los informes y los datos dejan de ser escuchados, solo queda salir a la calle y elevar la voz.

Porque lo que está en juego no es una partida presupuestaria más. Es la seguridad de los usuarios y la dignidad de una profesión que lleva años diciendo lo mismo sin que nadie quiera asumir responsabilidades.



Foto Cadena SER

Yonkis de la gasolina



Andrés Pérez de Lema

Editor Revista

Asfalto y Pavimentación

 [@andresperezlema](https://twitter.com/andresperezlema)

Nuestra economía y sociedad está acostumbrada a “liderar” las peores posiciones en la gran mayoría de indicadores que tienen que ver con la carretera.

Sorprendentemente, somos el segundo país de Europa con mayor potencia renovable instalada, superando la barrera histórica de los 100.000 megavatios (MW) de capacidad limpia. El país solo es superado en volumen total por Alemania dentro de la Unión Europea. En términos de producción, las fuentes limpias (viento, sol y agua) ya generan más del 56% de toda la electricidad de España.

España recauda alrededor de 21.500 millones de euros anuales combinando los impuestos que gravan los carburantes (tanto la gasolina como el diésel). De esta cantidad total, la mayor parte procede del Impuesto Especial sobre Hidrocarburos (IEH), esto supone una recaudación que ronda los 13.000 millones de euros al año según los datos de la Agencia Tributaria, a lo que se suma la recaudación del IVA.

Es decir, no tenemos petróleo, somos líderes en la generación limpia de energía y evitar emisiones de CO₂ se nos dice que debe ser nuestra mayor preocupación.

Pero aquí empiezan los habituales problemas de nuestro sector, España se sitúa a la cola de la Unión Europea en el despliegue de infraestructura de carga eléctrica, existen algo más de 53.000 puntos de recarga públicos “operativos”, pero el 24% de los puntos instalados en el país (más de 17.000) no funcionan o se encuentran fuera de servicio, lo que deja a uno de

cada cuatro cargadores inutilizable. A todo esto se sumaría una desigualdad regional, tres comunidades autónomas aglutinan el 43% de toda la infraestructura nacional: Cataluña (más de 9.100 puntos), Madrid (cerca de 5.000) y Andalucía (unas 4.700). Los cargadores ultrarrápidos (a partir de 150 kW) suponen una fracción pequeña del total.

Recordemos que un coche eléctrico emite entre un 60% y un 78% menos de CO₂ que uno de gasolina a lo largo de todo su ciclo de vida. Aunque el eléctrico genera más contaminación durante su fabricación, compensa esa “deuda de carbono” rápidamente al no emitir gases por el tubo de escape. La media en Europa de los coches 100% eléctricos alcanza aproximadamente el 20% del mercado de vehículos nuevos (casi 1 de cada 5 ventas). En España la cuota de mercado se sitúa en torno al 9% para los turismos eléctricos puros. En China se acercan al 40% de ventas y esperan llegar en breve al 60%.

A la falta de infraestructuras de puntos de recarga se añade que España es el país de la Unión Europea donde menos personas viven en viviendas unifamiliares, ya que la gran mayoría de la población reside en bloques de pisos. Según el informe de vivienda publicado por la oficina estadística Eurostat, solo el 35% de la población española vive en una vivienda unifamiliar o adosada, frente al 65% que lo hace en un apartamento o piso.

Por si esto no fuera poco, los vehículos eléctricos ya han superado a los convencionales en precios más

Yonkis de la gasolina

asequibles y con un mantenimiento con tendencia a cero, un caballo de batalla no menor, ya que hasta hace poco esta clase de vehículos se reservaba a clientes de gama alta y con residencia unifamiliar.

La conclusión es que parece que el Estado sacrifica las emisiones de CO2, la balanza comercial y el poder adquisitivo de los españoles por la ingente cantidad de dinero que se recauda gracias el petróleo, somos adictos a la inmediatez, al cortoplacismo, a la improvisación, a la puñalada de pícaro, a una falta de visión y de proyecto que me hace sangrar los ojos al haber recabado los fríos datos que he recabado para esta humilde Tribuna.

#29

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“El reciclado de mezclas asfálticas representa un papel principal en el ahorro de recursos naturales” (Art. Mezclas templadas con reutilización total del RAP con tasa alta y tasa total)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

Lorena Palomo
lpalomo@chm.es
José Simón
jsimon@chm.es

Gloria Motos Cascales
gmotos@ctcon-rm.com
Víctor García
vgarcia@ctcon-rm.com

El futuro de la fabricación y construcción de mezclas asfálticas exige mayor calidad, innovación y eficiencia. Este nuevo enfoque se centra en mejorar el rendimiento operativo y la eficiencia mediante la transferencia de los avances digitales y tecnológicos disponibles para promover un transporte por carretera seguro, sostenible y conectado.

Teniendo en cuenta estas premisas, el presente artículo tiene como objetivo presentar los principales avances logrados durante el proyecto VAXAMA, que se centra en el desarrollo de una metodología para automatizar el proceso de control de la producción de mezclas bituminosas mediante la aplicación de nuevas técnicas de ensayo no destructivo que utilizan la visión artificial y el análisis de imágenes. Este enfoque busca reducir y minimizar las incertidumbres relacionadas con la composición de las mezclas asfálticas durante sus procesos de producción y colocación.

Como parte del trabajo realizado, se han analizado diversas muestras de asfalto utilizando técnicas de ensayo no destructivas para caracterizar la composición y la estructura interna de la mezcla. A partir de estos análisis, se han desarrollado módulos de segmentación que utilizan inteligencia artificial, lo que permite una discretización precisa del contenido de huecos en todo el espesor de las muestras.

En cuanto al contenido de betún y la curva de granulometría de la mezcla, y dada la homogeneidad del recubrimiento y las propiedades del betún, se proponen nuevos procedimientos y herramientas que permiten identificar con precisión cada componente. En resumen, aunque este proyecto se encuentra todavía en una fase inicial de desarrollo, los resultados obtenidos hasta ahora son muy prometedores y demuestran el potencial de esta tecnología para su aplicación en mezclas bituminosas.

Palabras Clave: Tomografía, rayos X, análisis de imágenes, ensayos no destructivos, caracterización de mezclas asfálticas.

The future of asphalt mixture manufacturing and construction demands greater quality, innovation, and efficiency. This new approach focuses on enhancing operational performance and efficiency by transferring available digital and technological advances to promote safe, sustainable, and connected road transport. Based on these premises, this article aims to present the main advances achieved during the VAXAMA project, which focuses on developing a methodology to automate the quality control process in asphalt mixture production through the application of new non-destructive testing techniques that use computer vision and image analysis. This approach seeks to reduce and minimize uncertainties related to the composition of asphalt mixtures during their production and placement processes. As part of the work carried out, various asphalt samples were analyzed using non-destructive testing techniques to characterize the composition and internal structure of the mixtures. From these analyses, segmentation modules based on artificial intelligence were developed, enabling precise discretization of void content

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

throughout the entire thickness of the samples. Regarding the bitumen content and the gradation curve of the mixture, and considering the uniformity of coating and bitumen properties, new procedures and tools have been proposed to accurately identify each component. In summary, although this project is still in its early development phase, the results obtained so far are highly promising and demonstrate the potential of this technology for application in bituminous mixtures.

Keywords: Tomography, X-rays, Image Analysis, Non-Destructive Testing (NDT), Characterization of Asphalt Mixtures

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El sector de la construcción es actualmente una de las industrias productivas más importantes del país. En términos generales, este sector representa el 10 % de la actividad económica de España y, según datos de la Conferencia Nacional de la Construcción (CNC), por cada millón de euros de producción se crean 15 nuevos puestos de trabajo. Además, es un sector muy intensivo en mano de obra, que representa el 5,2 % del PIB total del país.

Sin embargo, a pesar de su relevancia económica, sigue siendo uno de los sectores menos productivos y más obsoletos. Como resultado, en los últimos años se ha producido un notable estancamiento en el crecimiento del sector, debido principalmente a que los métodos y sistemas de construcción tradicionales han alcanzado su límite de desarrollo.

Esto se observa claramente en la figura 1, que ilustra la evolución de la productividad del sector de la construcción en comparación con otras industrias a lo largo del tiempo. Muestra un claro cambio de tendencia, que indica un estancamiento (e incluso un retroceso) de la

productividad. En este contexto, uno de los principales retos a los que se enfrenta el sector de la construcción es que «la productividad máxima que se puede alcanzar con los sistemas de construcción tradicionales es de alrededor del 30 %» [1].

A partir del gráfico anterior, se puede confirmar que el sector de la construcción se encuentra actualmente en una posición insostenible y obsoleta si se compara con las exigencias actuales y los estándares mínimos requeridos, que promueven la eficiencia, la productividad, la sostenibilidad y la comunicación entre los sistemas de producción. Por lo tanto, existe una clara necesidad de proponer un cambio de paradigma que permita al sector adaptarse a este nuevo marco [2].

En este contexto, la automatización de la construcción ha surgido como un sistema capaz de abordar las necesidades del sector transformando la industria y, en consecuencia, respondiendo a las demandas y requisitos actuales [3]. Este nuevo enfoque se centra en la actualización del sector a través de tres pilares fundamentales: mano de obra, desarrollo industrial y sistemas organizativos, de los que se pueden derivar importantes beneficios económicos y medioambientales.

Aunque la automatización de los procesos de construcción es todavía un campo en evolución y desarrollo, se espera que en los próximos años alcance un nivel de madurez que permita su integración a gran escala en todo el sector. De hecho, en los últimos años se ha producido un importante cambio de paradigma, y los sistemas de construcción automatizados han comenzado a integrarse en diversos ámbitos y procesos de producción.

El sector del asfalto y la pavimentación no ha quedado al margen de este nuevo enfoque productivo. En línea con los pilares estratégicos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, se han identificado diversas acciones y nuevas propuestas con el objetivo de me-

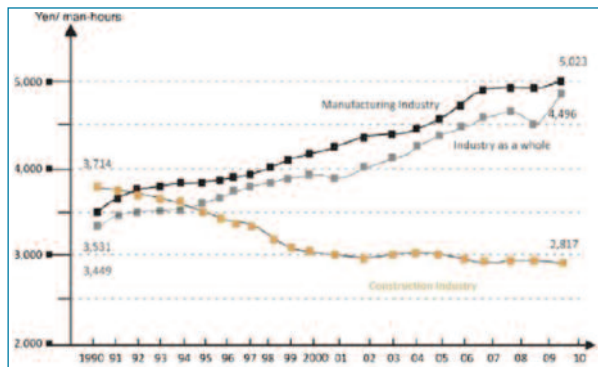


Figura 1. Evolución de la productividad en el sector de la construcción frente a otras industrias [1]

jorar la eficiencia operativa, reequilibrar la cuota modal del transporte hacia modos menos contaminantes y aprovechar los avances digitales y tecnológicos disponibles.

1.2 Necesidades actuales

En la actualidad, tal y como se define en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales de Obras de Vial y Puentes (PG-3), para determinar el contenido de betún y áridos de una mezcla asfáltica determinada es necesario separar sus componentes mediante disolventes orgánicos (UNE-EN 12697-1). A continuación, se estudian y caracterizan el betún y los áridos, lo que permite determinar sus propiedades volumétricas mediante los siguientes procedimientos:

- Contenido de ligante recuperado de la extracción (UNE-EN 12697-3), mediante destilación al vacío.
- Facciones granulométricas que componen la mezcla, determinadas mediante el método de tamizado (UNE-EN 933-1).

2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL TRABAJO

Teniendo en cuenta los puntos tratados en el apartado anterior, el objetivo principal de este proyecto es desarrollar una metodología que permita automatizar el control de la producción de mezclas bituminosas, mediante la aplicación de nuevas técnicas de ensayo no destructivas que utilizan la visión artificial y el análisis de imágenes. El desarrollo de este trabajo permitirá, en consecuencia, optimizar los procesos de producción durante la fabricación de mezclas asfálticas, minimizando así las incertidumbres relacionadas con la composición del pavimento durante su colocación.

Para alcanzar con éxito este objetivo, es esencial estudiar y definir las principales técnicas de inspección utilizando equipos de análisis de imágenes. Asimismo, es necesario identificar los parámetros clave del proceso que pueden afectar a la calidad de los resultados obtenidos. Partiendo de estas premisas, se ha definido una metodología de escaneo y análisis de imágenes para las distintas muestras e hipótesis consideradas en el estudio. Es importante señalar que, en función del nivel de precisión

requerido, deben establecerse parámetros específicos tanto en cuanto al tamaño de la muestra como al tipo de escaneo.

Se trata de un proyecto en curso. En la primera fase, se han analizado mediante tomografía diversas muestras de áridos vírgenes con diferentes granulometrías. Esto nos ha permitido evaluar la idoneidad de la metodología desarrollada, al tiempo que se han identificado posibles limitaciones y/o enfoques alternativos. A partir de las conclusiones extraídas hasta el momento, se está llevando a cabo el análisis de mezclas bituminosas, junto con la optimización de la tecnología para obtener los mejores resultados posibles.

Este proyecto está financiado por la Red PIDI del CDTI con el número de expediente IDI-20230536. El trabajo se ha llevado a cabo en colaboración con el CE-NIEH, concretamente a través del Laboratorio de Microtomografía Computada y Microscopía, así como con NOVADEP y CTCON.

3. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN DE PAVIMENTOS

3.1 Aplicación de técnicas de análisis de imágenes en mezclas asfálticas

Las técnicas de inspección y caracterización basadas en el análisis de imágenes permiten extraer de forma rápida y sencilla información de una serie de imágenes capturadas, lo que permite su posterior reproducción mediante sistemas computacionales o algoritmos. Esta tecnología consiste en extraer las propiedades y características de la muestra analizada a partir de diversas imágenes, lo que permite realizar automáticamente tareas como el recuento de objetos, el cálculo de áreas, la medición de distancias y ángulos, o cualquier otro parámetro geométrico requerido.

La tecnología, la implementación y el uso del análisis de imágenes para la caracterización de materiales han evolucionado continuamente a lo largo de los años, hasta alcanzar los avanzados métodos de control actuales. En este sentido, y siguiendo el marco ilustrado en la figura 2 [4], los materiales pueden caracterizarse utilizando una serie de imágenes 2D a partir de las cuales se de-

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

rivan sus características relevantes.

Sin embargo, estos métodos pueden plantear dificultades cuando se aplican a la inspección y caracterización de mezclas bituminosas, debido a la presencia de betún, que recubre los áridos y une la mezcla en una sola masa. Esto dificulta el análisis y el procesamiento de imágenes. Las mezclas asfálticas, debido principalmente al contenido de betún, son muy opacas, y las técnicas tradicionales de inspección 2D solo permiten un análisis superficial o de los límites de la muestra. Además, los tiempos de adquisición y procesamiento de imágenes deben ser lo suficientemente rápidos y precisos como para optimizar y automatizar los procesos de caracterización, en comparación con los métodos tradicionales descritos en las especificaciones PG-3 (Normas Españolas).

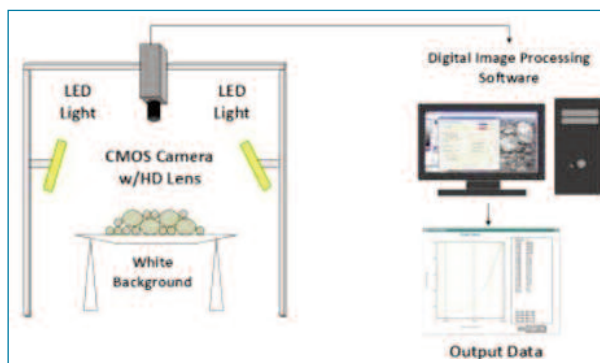


Figura 2. Flujo de trabajo de caracterización basado en el análisis de imágenes 2D para materiales [4]

Por todas estas razones, y con el objetivo de analizar la estructura interna de elementos ópticamente opacos, diversos estudios [5, 6, 7 y 8] han demostrado que el uso de la tecnología de rayos X permite el procesamiento de dichos materiales mediante la captura de una o más imágenes radiográficas, que luego se analizan utilizando un

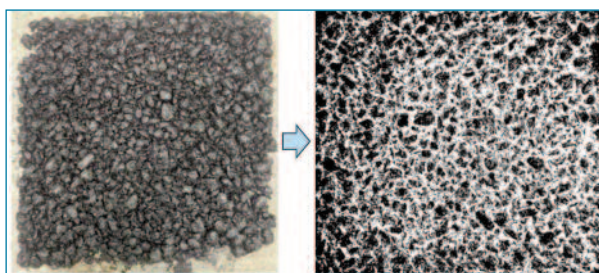


Figura 3. Caracterización basada en imágenes 2D de mezclas bituminosas

software especializado en análisis de imágenes. La intensidad de los rayos X que atraviesan el material se atenúa, y los radiogramas resultantes proporcionan información integrada sobre la densidad de las partículas a lo largo de la trayectoria de penetración.

3.2 Tomografía computarizada por rayos X aplicada a mezclas bituminosas

Basada en la tecnología de rayos X, y con el objetivo de caracterizar una mezcla bituminosa y convertirla en una imagen tridimensional, actualmente se está implementando la microtomografía computarizada de rayos X (micro-CT) [7]. Este método analítico, como técnica de ensayo no destructiva, se utiliza para visualizar el interior de objetos sólidos opacos, proporcionando información digital sobre su estructura interna con un nivel de detalle microscópico. Cada una de las imágenes que componen el análisis se denomina corte, con un grosor específico, y en conjunto forman un volumen.

El principio de esta tecnología, como se ilustra en la figura 4, se basa en una fuente que produce rayos X proyectando electrones sobre el objeto que se va a analizar (la muestra). A medida que los rayos X penetran en la muestra, la radiación se atenúa (es decir, los rayos X se debilitan), principalmente debido a la absorción y/o dispersión dentro del material. Esta atenuación depende de la cantidad y composición de los materiales que componen la muestra.

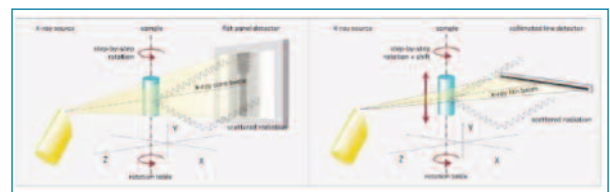


Figura 4. Flujo de trabajo para la caracterización de muestras mediante tomografía computarizada por rayos X [9]

Después de atravesar la muestra, los rayos X atenuados llegan a un detector, produciendo una imagen 2D con diferentes niveles de gris, denominada corte, con un grosor específico. Estas imágenes 2D se capturan en diferentes pasos de rotación de la muestra, lo que permite su posterior reconstrucción en un modelo volumétrico

3D del objeto analizado [10]. Basándose en este principio, la figura 5 muestra el resultado final de una muestra analizada mediante tomografía de rayos X [11], donde se puede observar uno de los «cortes» o imágenes bidimensionales utilizados para el proceso de reconstrucción.

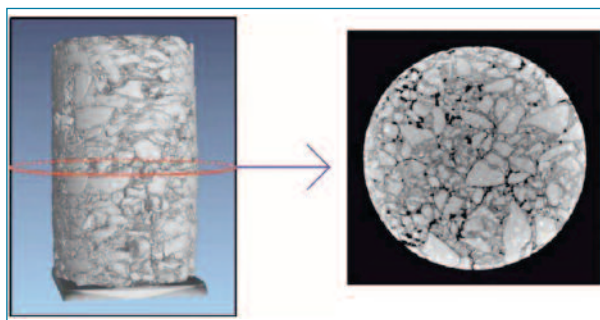


Figura 5. Imagen 3D (izquierda) y 2D (derecha) obtenida mediante tomografía computarizada por rayos X [11]

Una vez procesada la muestra (mediante el uso de algoritmos computacionales y, por consiguiente, software especializado), es posible obtener información muy relevante y precisa sobre las principales características de la mezcla analizada. Entre ellas se incluyen el contenido de huecos, aspectos relacionados con la compactación y propiedades de los áridos, como el tamaño, la forma o la angularidad, así como el contenido de betún.

Sin embargo, la aplicación de técnicas de rayos X para el análisis de imágenes conlleva un alto nivel de complejidad, tanto en términos de equipamiento como de análisis y/o procesamiento posterior, y abarca un amplio campo de aplicación. En la actualidad, existe una amplia gama de equipos y enfoques alternativos disponibles, dependiendo del tipo de análisis requerido y de las características de la muestra. Por lo tanto, para analizar adecuadamente una muestra determinada [12], es esencial comprender sus propiedades fisicoquímicas —como el tamaño, la composición atómica o la densidad de absorción, entre otros parámetros— y, además, es necesario determinar de antemano el nivel de precisión y/o resolución de imagen requerido.

3.3 Parámetros clave que determinan la resolución y la calidad de la imagen

Como se ha comentado a lo largo de este capítulo, uno de los factores que más influye en la calidad final de los resultados es, sin duda, el tipo de muestra que se analiza. En este sentido, la precisión de escaneo del equipo de rayos X viene determinada no solo por los materiales que componen la muestra, sino también por las dimensiones de cada uno de sus elementos, especialmente en el caso de los áridos.

En este contexto, las imágenes obtenidas mediante el escaneo de rayos X representan un mapeo del coeficiente de atenuación de cada uno de los componentes de la muestra, que, en el caso de una mezcla bituminosa, son el betún, los áridos y el aire (para mezclas compactadas). El coeficiente de atenuación de masa es una medida de la intensidad con la que un material o sustancia química absorbe o dispersa la radiación en una longitud de onda determinada. Además de la luz visible, los coeficientes de atenuación de masa también pueden definirse para otros tipos de radiación electromagnética, como los rayos X, el sonido o cualquier otro tipo de haz sujeto a atenuación. La ecuación que define el coeficiente de atenuación de masa se basa fundamentalmente en la ley de Beer-Lambert [13].

Por lo tanto, la capacidad de los rayos X para distinguir entre los distintos materiales que componen una muestra de asfalto depende de sus respectivos coeficientes de atenuación. Del mismo modo, basándose en los coeficientes de atenuación lineal de estos materiales, es posible determinar el nivel de energía de rayos X más adecuado para realizar el escaneo con la mayor precisión posible. Se puede acceder a estos valores a través de la base de datos XCOM: Photon Cross Sections Database, proporcionada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST).

La figura 6 presenta los coeficientes de atenuación lineal de cada uno de los componentes que conforman una mezcla bituminosa, en función de la energía de los rayos X [14]. Este gráfico muestra una convergencia de los coeficientes de atenuación de los áridos y el betún en niveles de energía en torno a los 200 kV. En consecuencia, sería posible lograr una clara distinción entre el be-

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

tún y los áridos cuando la muestra se escanea a intensidades de energía cercanas a los 200 kV.

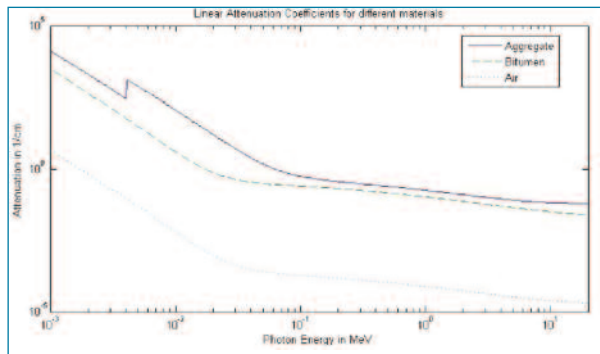


Figura 6. Coeficiente de atenuación lineal para mezclas asfálticas [14]

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, el tamaño de la muestra desempeña un papel crucial en la calidad y resolución finales de la imagen procesada. En este sentido, para muestras relativamente grandes (más de 80 mm), se requieren intensidades de energía más altas para garantizar una penetración adecuada a través del material [14].

En la imagen escaneada final, el material con el coeficiente de atenuación más alto (los áridos) aparecerá con niveles de gris más altos, lo que significa que se verá más claro o brillante. Por el contrario, los materiales con coeficientes de atenuación más bajos (en este caso, los huecos de aire) tendrán niveles de gris más bajos y, por lo tanto, aparecerán más oscuros, casi negros. Por último, el betún, con un coeficiente de atenuación intermedio, presentará un nivel de gris situado entre los dos extremos. Sin embargo, dependiendo de la intensidad de energía utilizada durante el escaneo, los niveles de gris del betún pueden llegar a ser muy similares a los de los áridos, lo que complica significativamente el posterior análisis de la imagen.

4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN

Basándose en los resultados descritos en el capítulo anterior, se ha demostrado que la microtomografía computarizada de rayos X (micro-CT) tiene un gran potencial como técnica de inspección de muestras de asfalto,

ya que se trata de un ensayo no destructivo que permite determinar la estructura interna de las muestras. Además, para procesar las imágenes obtenidas con el equipo de rayos X y caracterizar las muestras de asfalto, es necesario utilizar un software especializado en análisis de imágenes.

El escaneo de las muestras de asfalto se llevó a cabo utilizando un sistema micro-CT VITomeX s 240m, fabricado por GE Sensing & Inspection Technologies. Se trata de un sistema muy versátil, equipado con dos tubos de rayos X: un tubo microfoco de 240 kV con una detectabilidad de 1 μm y un tubo nanofoco de 180 kV con valores de detectabilidad inferiores a 0,5 μm .

Este equipo es capaz de escanear muestras con un diámetro máximo de 200 mm y una longitud de 400 mm, con un peso de hasta 10 kg, lo que significa que las dimensiones de las muestras analizadas se ajustan perfectamente a estas especificaciones. La figura 7 muestra el sistema micro-CT utilizado.

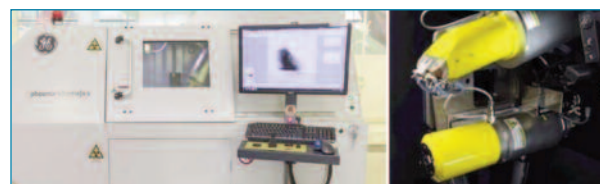


Figura 7. Sistema de microtomografía computarizada (micro-CT)

Una vez escaneadas las muestras, el uso de software de reconstrucción y análisis de imágenes se vuelve esencial para caracterizar y extraer las propiedades clave de las muestras estudiadas. Para ello, se ha utilizado el software Dragonfly, desarrollado por Object Research Systems (ORS).

Entre las diversas herramientas que ofrece el software, una característica especialmente destacable es la capacidad de desarrollar modelos de segmentación mediante Deep Learning, en los que se «entrena» al programa para que reconozca y distinga entre diferentes componentes. Con este entrenamiento, y mediante el uso de Inteligencia Artificial (IA), el software puede generar modelos de segmentación que permiten caracterizar las muestras de asfalto analizadas. En este contexto, y teniendo en cuenta los coeficientes de atenua-

ción de los diferentes elementos que componen una mezcla bituminosa (véase la figura 5), es especialmente importante interpretar correctamente los histogramas de niveles de gris de cada muestra analizada.

Basándose en estas consideraciones, y tal y como se describe en el capítulo 5, con el fin de determinar la gradación de cada muestra o agregado, se han obtenido los siguientes parámetros una vez segmentadas con éxito las imágenes escaneadas:

- Volumen (mm^3): volumen total de cada partícula segmentada. En este caso, se presenta el volumen máximo y mínimo obtenido para cada una.
- Diámetro Feret máximo (mm): distancia máxima entre dos puntos a lo largo de todo el contorno de la partícula analizada.
- Diámetro ortogonal Feret mínimo (mm): distancia mínima entre dos puntos a lo largo del contorno de la partícula, medida perpendicularmente al diámetro Feret máximo.

Como parte de la caracterización de las mezclas asfálticas mediante técnicas de microtomografía computarizada de rayos X, se han seleccionado tres tipos fundamentales de muestras para su análisis. En primer lugar, se estudiarán fracciones de áridos de diferentes granulometrías y composiciones con el fin de validar las capacidades de segmentación y cuantificación volumétrica del sistema. A continuación, se analizarán mezclas completas sin betún, lo que permitirá evaluar la distribución y la compactación de los áridos sin la interferencia del ligante. Por último, se escanearán muestras compactadas de mezclas bituminosas completas, con el objetivo de estudiar su estructura interna, identificar el contenido de huecos y evaluar la interacción entre los áridos y el betún.

5. ANÁLISIS DE ÁRIDOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS

Siguiendo la metodología descrita en el capítulo anterior, se ha analizado una serie de áridos con diferentes granulometrías y composiciones, lo que ha confirmado la idoneidad de la metodología analítica seleccionada. A continuación se enumeran las diferentes hipótesis analíticas consideradas:

- Áridos porfídicos, 16-22 mm
- Áridos calizos y porfídicos, 6-12 mm
- Áridos calizos y porfídicos, 2-8 mm

- Arena caliza (0-4 mm) y áridos porfídicos (6-12 mm)

Para cada una de las hipótesis analizadas, los principales resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1. Además, la Figura 8 ilustra, a modo de ejemplo, el resultado del proceso de caracterización y segmentación para la gradación de áridos de 16-22 mm.

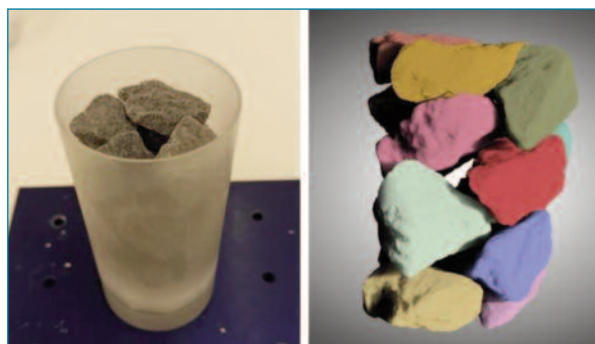


Figura 8. Segmentación 3D de áridos de 16-22 mm

Los resultados obtenidos muestran una fuerte correlación entre el número total de partículas analizadas (para cada una de las fracciones de granulometría consideradas) y sus características geométricas (volumen y diámetro de Feret), lo que confirma la viabilidad y aplicabilidad de la metodología para el análisis de partículas de más de 2 milímetros. Sin embargo, en el caso de la fracción de arena de 0-4 mm, se observó que, cuando se combinan con áridos más gruesos, estas partículas más finas tienden a sedimentarse o segregarse, depositándose la gran mayoría en el fondo de los moldes de ensayo.

Por este motivo, y tal y como se muestra en la figura 9, se puede llevar a cabo una segmentación preliminar de la muestra para diferenciar las partículas de áridos de la arena, ya que presentan valores de nivel de gris distintos. Este análisis inicial permite cuantificar el contenido de partículas finas en la muestra, a lo que puede seguir la segmentación y cuantificación de los áridos más gruesos utilizando la metodología aplicada en los casos anteriores.

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

Tabla 1. Resultados de la segmentación de los áridos

Hipótesis de los áridos	Número total de partículas	Volumen máximo (mm ³)	Volumen mínimo (mm ³)	Diámetro Feret máximo (mm)	Diámetro ortogonal mínimo de Feret (mm)
Agregado 16-22	17	7662	2132	49,7	11,0
Total 6-12	53	10638	65	25,7	3,4
Total 2-8	298	332	2	21,2	1,1

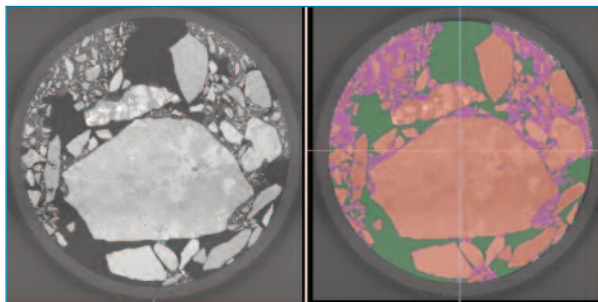


Figura 9. Segmentación en corte 2D de arena de 0-4 mm y áridos de 6-12 mm

En conclusión, esta metodología ha demostrado ser muy eficaz para cuantificar y segmentar con precisión cualquier tipo de árido mayor de 1-2 mm. En el caso de las partículas finas, debido al nivel de resolución y al tamaño de la muestra, no es posible obtener datos detallados más allá de una cuantificación global del contenido total. En el caso de las partículas finas, debido al nivel de resolución y al tamaño de la muestra, no es posible obtener datos detallados más allá de una cuantificación global del contenido total.

El proceso de caracterización sigue generalmente la misma metodología descrita para las muestras que contienen áridos finos, como se muestra en la siguiente imagen. En la primera etapa, a partir del corte tomográfico obtenido, se realiza una binarización para aislar el árido

grueso sin arena, cuyo contenido total puede determinarse volumétricamente. Una vez excluido el árido fino de la muestra, se segmentan los áridos restantes y se clasifican sus tamaños según las fracciones de tamiz de laboratorio estándar.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, a continuación se presentan los principales resultados obtenidos durante el análisis de imágenes de cada muestra de AC16 SURF 35/50 Sc. En primer lugar, la figura 11 muestra el histograma de frecuencia relativa correspondiente a los áridos gruesos presentes en la mezcla. Es importante señalar que estos histogramas no incluyen las partículas de áridos finos, ya que se han tratado como un único volumen total y, por lo tanto, no se pueden discretizar individualmente.

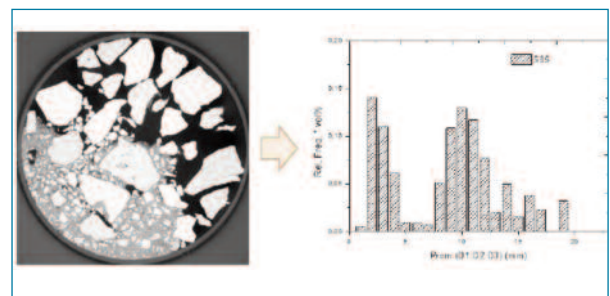


Figura 11. Análisis por tomografía de rayos X de la distribución del tamaño de las partículas de AC16 SURF 35/50 Sc

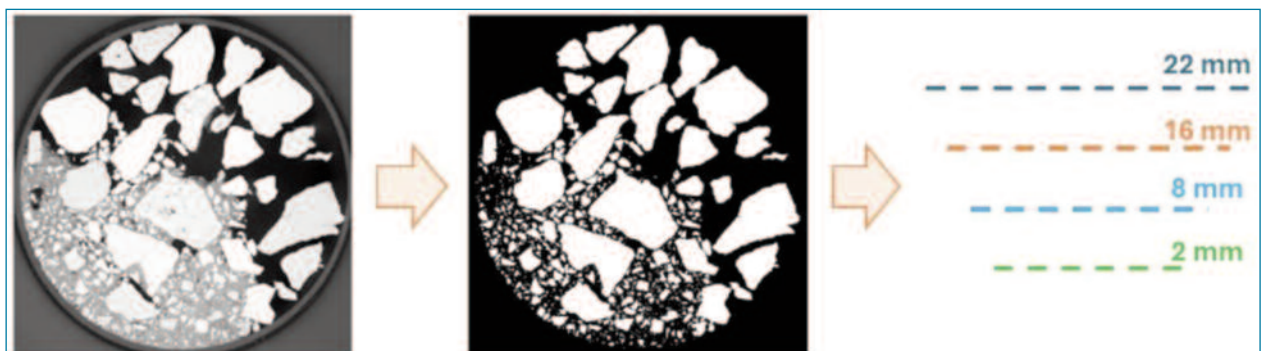


Figura 10. Metodología para el análisis del tamaño de las partículas en mezclas asfálticas

Una vez analizado el histograma de frecuencia relativa, se determinó la curva de gradación de la mezcla, como se muestra en la figura 12. En este caso, existe una clara correspondencia entre las fracciones de gradación reales de la muestra (obtenidas mediante ensayos de laboratorio normalizados) y las derivadas del análisis de imágenes, especialmente para las fracciones de áridos superiores a 8 milímetros.

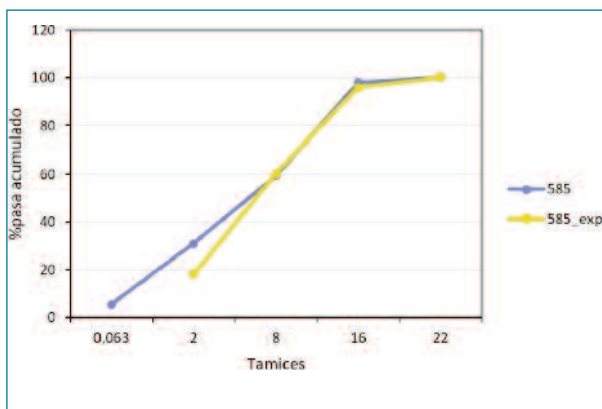


Figura 12. Análisis por tomografía de rayos X de AC16 SURF 35/50 Sc (curva de gradación)

6. ANÁLISIS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA DETERMINAR SUS COMPONENTES PRINCIPALES

Para el estudio de las mezclas asfálticas, se prepararon muestras de losas utilizando un compactador de rodillos (UNE-EN 12697-33), con un espesor de 4 cm. De

estas losas se extrajeron núcleos cilíndricos de aproximadamente 4,50 cm de diámetro. Además, se prepararon moldes impresos en 3D para rellenarlos con la mezcla asfáltica sin necesidad de compactación previa, lo que permitió optimizar los tiempos de trabajo y agilizar los procedimientos de preparación de muestras para el análisis por tomografía de rayos X. Estas muestras se muestran en la figura 13.

A partir de estos núcleos, se ha implementado un enfoque innovador utilizando el software Dragonfly, que permite la visualización y el análisis de alta precisión de imágenes tomográficas. Uno de los principales retos identificados fue la binarización y segmentación de las imágenes, especialmente en muestras con niveles de gris heterogéneos o áridos aglomerados.

Para superar estas limitaciones, se ha desarrollado un modelo de segmentación automática basado en inteligencia artificial, capaz de distinguir con mayor precisión las diferentes fases presentes en la mezcla: áridos, betún con arena, aire y el contorno exterior de la muestra. La figura 14 muestra el flujo de trabajo de procesamiento y segmentación de uno de los cortes obtenidos durante el análisis de la mezcla asfáltica.

Este modelo ha permitido el análisis individual en 2D y 3D de cada árido, mejorando significativamente la precisión de la cuantificación volumétrica y de masa de cada fase. La tabla 2 muestra los principales resultados derivados del análisis realizado.



Figura 13. Preparación de muestras de asfalto para el análisis de tomografía de rayos X

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

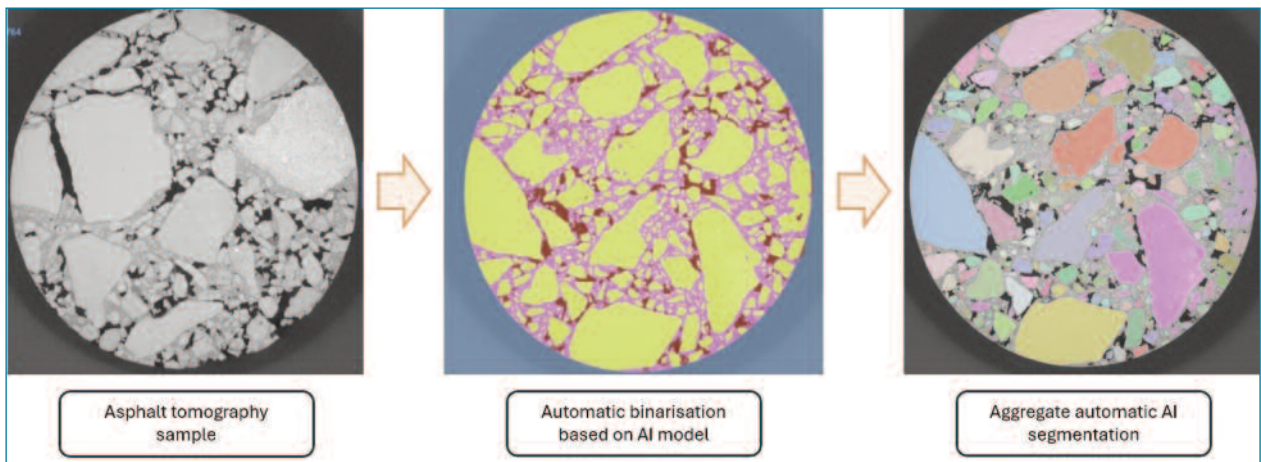


Figura 14. Binarización basada en IA y segmentación automática para la caracterización de un corte representativo de una mezcla asfáltica

Tabla 2. Análisis de caracterización (huecos, áridos y betún) basado en la binarización automática

Contenido de huecos	Contenido de betún + arena	Contenido de áridos gruesos (%)
7,9	29,5	62,6

A partir de estos resultados, se observa que es posible calcular el porcentaje de cada fase analizada. Sin embargo, también se tiende a sobreestimar el contenido de betún (mástique), ya que las partículas de áridos finos y relleno presentan niveles de gris similares a los del betún, lo que dificulta considerablemente la discretización de las partículas. Como parte del trabajo en curso dentro del proyecto, los esfuerzos se centran actualmente en desarrollar una metodología que permita avanzar en el análisis y la segmentación de estas partículas.

En este contexto, se han elaborado nuevas hipótesis variando su contenido de betún (entre el 3,90 % y el 5,50 %) con el objetivo de desarrollar una metodología y un procedimiento capaces de cuantificar la diferencia entre ellas. Partiendo de estas premisas, la figura 15 muestra un corte tomográfico obtenido para cada una de estas hipótesis.

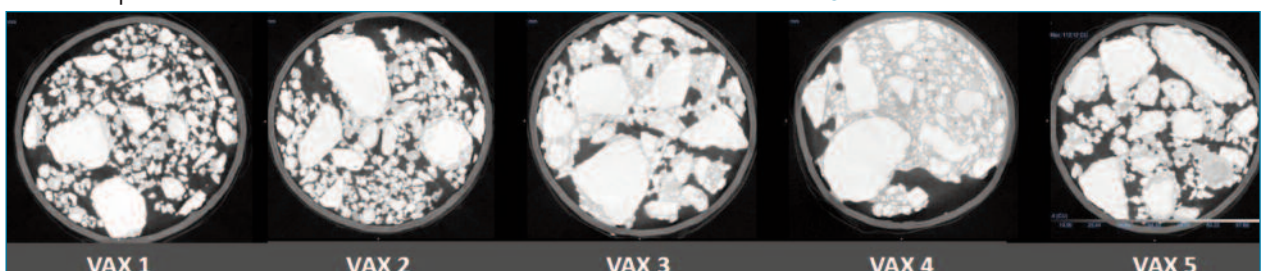


Figura 15. Hipótesis de asfalto con diferente contenido de betún para el análisis CT

Como resultado, se ha determinado una clara correlación entre el aumento de los niveles de gris (derivados del análisis tomográfico) y el contenido de betún de cada muestra, como se muestra en la figura 16. Sin embargo, se observa que la muestra VAX-4 se encuentra fuera del rango de resultados esperado, lo que pone de relieve la necesidad de seguir avanzando en la validación y el desarrollo de esta metodología de segmentación.

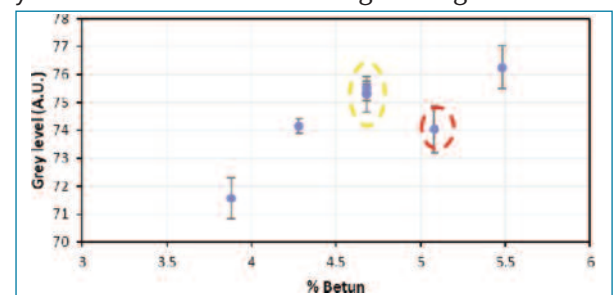


Figura 16. Correlación entre el contenido de betún y el nivel de gris obtenido durante el análisis CT

7. TRABAJO FUTURO

Los esfuerzos futuros se centrarán en dos aspectos fundamentales. En primer lugar, perfeccionar el modelo de segmentación para permitir la discretización automática de las fracciones de gradación de la mezcla, prestando especial atención a los tamaños de áridos superiores a 2 mm. El objetivo es mejorar la precisión y la coherencia del proceso de clasificación dentro de estructuras complejas y heterogéneas.

En segundo lugar, se abordarán cuestiones relacionadas con la estimación del contenido de betún. Aunque los resultados obtenidos hasta ahora son muy prometedores, es evidente que el uso de esta tecnología debe consolidarse mediante el establecimiento de criterios y procedimientos estandarizados. Estos deberían permitir una correlación directa entre el nivel de gris en las imágenes tomográficas y el contenido de betún en la mezcla.

8. CONCLUSIONES

Los resultados presentados a lo largo de este estudio ponen de relieve el gran potencial de la microtomografía computarizada de rayos X (micro-CT) y las técnicas de análisis de imágenes como potentes herramientas para la caracterización no destructiva de mezclas bituminosas. Las metodologías desarrolladas en el marco del proyecto VAXAMA han demostrado su capacidad para obtener reconstrucciones digitales de alta resolución de muestras de asfalto, lo que permite cuantificar con precisión características internas críticas como el contenido de huecos, la distribución de los áridos y el contenido de betún.

La aplicación de modelos de segmentación basados en la inteligencia artificial ha demostrado su eficacia para identificar y diferenciar las distintas fases presentes en las mezclas asfálticas, especialmente en el caso de áridos de tamaño superior a 2 mm. Los flujos de trabajo de análisis en 2D y 3D han mostrado una gran concordancia con los resultados obtenidos mediante métodos de laboratorio convencionales, especialmente en el caso de las fracciones más gruesas.

A pesar de estos resultados prometedores, persisten

ciertos retos, especialmente en relación con la segmentación de los áridos finos y los rellenos, que presentan niveles de gris similares a los del betún y, por lo tanto, complican la separación de fases. No obstante, los primeros resultados sugieren que las variaciones en los niveles de gris de las tomografías se correlacionan con los cambios en el contenido de betún, lo que abre nuevas posibilidades para la cuantificación indirecta de la presencia de ligante en muestras compactadas.

En general, la metodología desarrollada proporciona un marco sólido para una mayor exploración y estandarización. Con un perfeccionamiento continuo, especialmente en lo que respecta a la precisión de la segmentación y la calibración de los parámetros, este enfoque tiene un potencial significativo para mejorar el control de calidad y la optimización de los procesos de producción de asfalto, avanzando hacia un futuro más digital, automatizado y sostenible en la construcción de carreteras.

9. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento al Centro para el Desarrollo de la Tecnología Industrial (CDTI) por financiar esta investigación con el número de referencia IDI-20230536, en el marco del programa Red PIDI. También queremos expresar nuestro especial agradecimiento al Centro de Investigación Nacional de la Evolución Humana (CENIEH) por su colaboración, en particular al Laboratorio de Microtomografía Computada y Microscopía, y a los equipos de NOVA-DEP.

10. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bock, T. (2015). El futuro de la automatización en la construcción: la disrupción tecnológica y la inminente omnipresencia de la robótica. *Automatización en la construcción*, 59, 113-121.
- [2] Carrasco, J.L. (2020). *Automatización en la construcción: hacia un nuevo modelo productivo*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- [3] Delgado, J. M. D., Oyedele, L., Ajayi, A., Akanbi, L., Akinade, O., Bilal, M. y Owolabi, H. (2019). *Robótica y sistemas automatizados en la construcción*:

Nuevas técnicas no destructivas que utilizan el análisis de imágenes para el estudio y la caracterización de mezclas asfálticas

- comprensión de los retos específicos del sector para su adopción. *Revista de ingeniería de la construcción*, 26, 100868.
- [4] Terzi, M. (2018). Análisis de la distribución del tamaño de las partículas en plantas de procesamiento de áridos mediante métodos de procesamiento de imágenes digitales. *Revista Romana de Materiale*, 48(4), 514.
- [5] Carnibella, R. P., Kitchen, M. J. y Fouras, A. (2019). Determinación de la distribución del tamaño de las partículas a partir de una sola imagen de proyección. *Optics express*, 20(14), 15962-15968.
- [6] Guillard, F., Marks, B. y Einav, I. (2017). La radiografía dinámica de rayos X revela el tamaño de las partículas y los campos de orientación de la forma durante el flujo granular. *Informes científicos*, 7(1), 1-11.
- [7] Guo, Y., Chen, X., Chen, B., Wen, R. y Wu, P. (2021). Análisis de la estructura porosa del hormigón celular de la plataforma ferroviaria basado en tomografía computarizada por rayos X. *Construction and Building Materials*, 273, 121773.
- [8] Lv, Q., Huang, W., Zheng, M., Hao, G., Yan, C. y Sun, L. (2020). Investigación del comportamiento de reparación de la unión entre el ligante asfáltico y la masilla mediante ensayos de resistencia de la unión del betún y tomografía computarizada por rayos X. *Construction and Building Materials*, 257, 119504.
- [9] Asociación Española de Materiales Compuestos, AEMAC (2019). Tomografía de rayos X para la caracterización de defectos de procesado y daño por ensayos mecánicos en materiales compuestos reforzados con fibras. Recuperado de: <https://www.aemac.org/webinars/>
- [10] Mahmud, M. Z. H., Hassan, N. A., Hainin, M. R., Ismail, C. R., Jaya, R. P., Warid, M. N. M. y Masros, N. (2021). Caracterización de las propiedades microestructurales y de absorción acústica del asfalto poroso sometido a obstrucción progresiva. *Materiales de construcción y edificación*, 283, 122654.
- [11] Zhang, J., Yang, J., Liu, T., Cai, R. y Yang, R. (2020). Estudio sobre la reconstrucción de la estructura de los huecos de la mezcla asfáltica mediante tomografía computarizada de rayos X y el método de Otsu. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020, 1-13.
- [12] Babout, L., Grudzień, K., Waktola, S., Miśkiewicz, K., Adrien, J. y Maire, E. (2020). Análisis cuantitativo de la dinámica del flujo de materiales granulares orgánicos dentro de un modelo de silo versátil durante experimentos de tomografía por rayos X con lapso de tiempo. *Computadoras y electrónica en la agricultura*, 172, 105346.
- [13] Huang, G., He, J., Zhang, X., Feng, M., Tan, Y., Lv, C., ... y Jin, Z. (2021). Aplicaciones de la ley de Lambert-Beer en la preparación y evaluación del rendimiento del asfalto modificado con grafeno. *Materiales de construcción y edificación*, 273, 121582.
- [14] Onifade, I. (2013). Caracterización de la estructura interna del hormigón asfáltico mediante tomografía computarizada de rayos X.

¿Futuro eléctrico? ¡No! Realidad eléctrica

Andrés Pérez de Lema

Editor Revista Asfalto y Pavimentación

Como le sigamos llamando "futuro eléctrico" en Europa a la movilidad de coches y máquinas que abandonan los combustibles fósiles extraídos de la tierra, vamos a perder otros 10 años con respecto a todo lo que nos venga de China.

En la pasada Feria de SMOPYC 2026 de Zaragoza ya pudimos certificar in situ como los visitantes se interesaban y compraban equipos eléctricos, desde palas cargadoras de 22 toneladas, hasta hormigoneras, pasando por rodillos tándem.

Entre todos los equipos expuestos, destacamos soluciones de cero emisiones para todas las etapas de conservación de firmes y servicios viales. Se presentaron rodillos tándem ligeros y medianos 100% eléctricos de marcas de referencia como Ammann. Estos equipos permiten ejecutar reasfaltados nocturnos en autopistas urbanas y Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) al eliminar el ruido del motor de combustión y las emisiones directas de gases. Equipos imprescindibles para una compactación silenciosa y nocturna.

Se multiplicaron las plataformas sobre camión impulsadas por baterías para el mantenimiento de iluminación pública, túneles, pórticos y señalización vial. Destacó la adaptación de barredoras hidráulicas eléctricas de alto rendimiento de la marca Rhinoceros, fresadoras de asfalto Kemroc, así como desbrozadoras acoplables a minicargadoras eléctricas.

Ante tal aluvión de novedades, la pregunta más recurrente era como conseguir la energía para estos equipos cuando normalmente, estos equipos suelen realizar sus trabajos lejos de puntos de acceso de recarga.

Para dar solución a este aspecto primordial, AN-MOPYC convocó unas mesas redondas donde se abor-

daron las necesidades para las Infraestructuras de Recarga Portátiles. El gran desafío para mantener carreteras es la movilidad de la propia obra y el futuro inmediato pasa por el despliegue de "Energy Hubs" móviles (contenedores con baterías de almacenamiento masivo y paneles solares desplegados) que se trasladan en camión junto con el frente de trabajo para recargar los equipos pesados a pie de obra en menos de una hora.

Por ahora, para los equipos más voluminosos que exigen una alta potencia continua en zonas remotas de la red viaria como grandes fresadoras de asfalto o trituradoras móviles, la propulsión por baterías es insuficiente debido al peso. La solución de futuro expuesta por el consorcio europeo H2MAC se basa en pilas de combustible de hidrógeno verde, combinando la limpieza del motor eléctrico con repostajes rápidos de menos de 10 minutos.

A la electrificación de las máquinas se suma la digitalización, sistemas de telemetría avanzados que utilizan gemelos digitales desarrollados en centros de investigación para predecir con exactitud el desgaste de componentes mecánicos y gestionar el consumo de energía en tiempo real según la pendiente o la dureza del asfalto.

El futuro eléctrico camina de la mano de la conducción autónoma y semiautónoma. Para evitar atropellos en zonas de mantenimiento vial, las nuevas máquinas integran visión artificial de 360° capaz de detener el equipo si detecta a un operario a pie de obra, además de la opción de control remoto para trabajos en taludes peligrosos.

El gran público se mostró especialmente interesado por 2 grandes equipos. Destacamos por su sorprendente autonomía y rendimiento:

Novedades en la maquinaria de obra: ¿Futuro eléctrico? ¡No! Realidad eléctrica

La pala cargadora de ruedas 100% eléctrica que acaparó todas las miradas en el macrostand conjunto de SANY y Putzmeister fue la SANY SW956E. Este equipo pesado de alta gama representa la incursión definitiva de la marca asiática en el segmento de movimiento de tierras de cero emisiones de gran tonelaje para el mercado ibérico.

Características con un potente motor síncrono de imán permanente que rinde una potencia continua de 200 kW y un par máximo de 2.800 Nm. Batería y Autonomía. Equipa una batería de alta capacidad del fabricante CATL con 350 kWh, que garantiza autonomía para una jornada laboral completa bajo condiciones normales de operación.

Admite carga rápida de alta potencia, lo que le permite recargar completamente sus baterías en menos de una hora. Tiene un peso operativo de unas 19 toneladas, una carga útil nominal de 5.800 kg y equipa un cucharón de 3,5 m³ de capacidad.

Todos los componentes del sistema eléctrico cuentan con certificación de protección IP67, aislándolos por completo del polvo, el calor y la humedad habituales en canteras y obras de construcción de carreteras. Incorpora de serie un avanzado sistema de cámara panorámica de 360° para maximizar la visibilidad del operador en giros complicados. La presencia de la SW956E demostró que la electrificación ya es viable en aplicaciones industriales severas que tradicionalmente dependían en exclusiva del diésel.

El gigante asiático LiuGong, a través de su importador exclusivo en España, el Grupo DIR, exhibió en el Pabellón 7 de la Feria de Zaragoza su buque insignia para la transición ecológica pesada: la pala cargadora de ruedas 100% eléctrica LiuGong 856HE. Se trata de uno de los equipos eléctricos más probados del mundo, cuya presencia en SMOPYC 2026 vino respaldada por sus primeras e importantes ventas a empresas españolas del sector de las graveras, plantas de asfalto y la obra pública vial.

Esta pala cargadora de gran formato destaca por competir directamente en potencia y capacidades mecánicas con cualquier equivalente diésel de su categoría. Se sitúa en la categoría de las 22 toneladas (22.280 kg), idónea para el movimiento de áridos pesados. Bate-

ría y Almacenamiento: Incorpora una batería de tecnología LFP (Litio-Ferrofosfato) fabricada por CATL con una enorme capacidad de 423 kWh.

Ofrece una autonomía líder en el mercado que oscila entre 7 horas en trabajos de carga muy intensos y más de 12 horas en flujos de trabajo ligeros. Esto cubre sobradamente un turno completo de mantenimiento de carreteras o canteras. Admite un rango de cucharas de 2,7 a 5,6 m³ (estándar de 3,5 m³).

Su tren de potencia eléctrico genera 180 kW de potencia nominal, entregando el par motor máximo de forma instantánea. Los datos oficiales reflejan un ahorro estimado de hasta 150 litros de diésel al día en comparación con una pala convencional de 20 toneladas. Al carecer de motor de combustión, filtros de aceite pesados, sistemas de escape o AdBlue, los costes de mantenimiento preventivo se reducen hasta en un 50%. Al no emitir ruidos ni gases contaminantes, resulta perfecta para plantas de reciclaje de asfalto periféricas o nocturnas, así como para proyectos de mantenimiento vial dentro de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). Si te interesa, puedo proporcionarte información sobre los tiempos de recarga en redes trifásicas industriales para esta batería de 423 kWh o los detalles de la garantía que ofrece LiuGong en sus componentes eléctricos para España.

Estoy convencido que para la próxima SMOPYC 2029 la realidad será enteramente eléctrica, pero mientras llegue la próxima convocatoria, podremos apreciar del siguiente nivel que vendrá en el mundo de la maquinaria con la robotización y disfrutar de alguno de los robotaxis que la Comunidad de Madrid va a lanzar a finales de 2026 un proyecto para probar los vehículos autónomos conocidos como robotaxis en España, una iniciativa que ya se encuentra en marcha en ciudades como Wuhan (China) o las estadounidenses Phoenix o Miami y que previsiblemente revolucionará la industria de los VTC en los próximos años.

Los robotaxis son vehículos que funcionan sin conductor a través de una combinación avanzada de inteligencia artificial, sensores y software, lo que les permiten cumplir los recorridos previstos, tomar decisiones en tiempo real y recoger a los pasajeros para iniciar el trayecto.

El proyecto de la Comunidad de Madrid contará

Novidades en la maquinaria de obra: ¿Futuro eléctrico? ¡No! Realidad eléctrica

con la participación de Uber, Cabify y Bolt, que desplegarán entre 50 y 100 vehículos con tecnología de automatización de nivel 5 -no necesita conductor- a finales de 2026

CEPSA

se transforma en

moeve

Juntos impulsamos
tu futuro

Nuestros ligantes y betunes contribuyen a la economía circular y hacen que las carreteras sean más sostenibles, eficientes y duraderas.



Este futuro
tiene futuro

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

En esta sección se lista la actualización de la legislación y otras disposiciones, las normas EN que se han publicado, así como las nuevas normas que se han incluido para su revisión y que se encuentran en proyecto, para diferentes materiales relacionados con las mezclas bituminosas (áridos, ligantes bituminosos y mezclas).

En esta entrega se recoge el listado de normas desde el 6 de marzo hasta el 28 de mayo de 2026.

BETUNES Y LIGANTES BITUMINOSOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 51/SC1)

NORMATIVA APROBADA

- **UNE- EN 15626 (Publicada en ABRIL 2026)** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la adhesividad de los ligantes bituminosos fluidificados y fluxados por inmersión en agua. Método en el que se utilizan áridos

BETUNES Y LIGANTES BITUMINOSOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 51/SC1)

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE- prEN 58 (Última publicación año 2012). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Toma de muestras de ligantes bituminosos
- **PNE- prEN 1428 (Última publicación año 2012). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas. Método de destilación azeotrópica
- **PNE- prEN 1427 (Última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de reblandecimiento. Método del anillo y bola
- **PNE- prEN 13075-1 (Última publicación año 2017). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 1: Determinación del índice de rotura de las emulsiones bituminosas catiónicas, método de la carga mineral
- **PNE- prEN 13075-2 (Última publicación año 2017). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 2: Determinación del tiempo de mezclado con finos de las emulsiones bituminosas catiónicas
- **PNE- prEN 13587 (Última publicación año 2017). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las propiedades de tracción de los ligantes bituminosos por el método del ensayo de tracción.
- **PNE- prEN 14770 (Última publicación año 2024). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase. Reómetro de corte dinámico (DSR, Dynamic Shear Rheometer).
- **PNE- prEN 16659 (Última publicación año 2016). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Ensayo de fluencia-recuperación bajo múltiples esfuerzos repetidos (ensayo MSCR).
- **PNE- prEN 17643 (Última publicación año 2023). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la temperatura del módulo de corte equidistante utilizando un reómetro de corte dinámico (DSR). Ensayo BTSV.

MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC2)

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-EN ISO 11819-1 (última publicación año 2002). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Acústica. Medición de la influencia de las superficies de carretera sobre el ruido del tráfico. Parte 1: Método estadístico del paso de vehículos
- **PNE-prEN 12272-1 (última publicación año 2002). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo. Parte 1: Índice y regularidad de la dispersión del ligante y de las gravillas.
- **PNE-prEN 12272-3 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo. Parte 3: Determinación de la adhesión entre ligante y árido por el método de ensayo de choque de la placa Vialit
- **PNE-prEN 12697-10 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 10: Compatibilidad
- **PNE-EN 12697-13 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 13: Medición de la temperatura
- **PNE-EN 12697-14 (última publicación año 2022). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 14: Contenido de agua
- **PNE-EN 12697-16 (última publicación año 2017). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 16: Abrasión por neumáticos claveteados
- **PNE-prEN 12697-17 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 17: Pérdida de partículas de probetas de mezclas bituminosas drenantes
- **PNE-prEN 12697-18 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 18: Ensayo de escurrimiento de ligante
- **PNE-EN 12697-22 (última publicación año 2020). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Deformación en pista
- **PNE-prEN 12697-23 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 23: Determinación de la resistencia a la tracción indirecta de probetas bituminosas
- **PNE-EN 12697-27 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 27: Toma de muestras
- **PNE-prEN 12697-35 (última publicación año 2017). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 35: Mezclado en laboratorio
- **PNE-EN 12697-41 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 41: Resistencia a los fluidos de deshielo
- **PNE-EN 12697-43 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 43: Resistencia a los combustibles.
- **PNE-EN 12697-47 (última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 47: Determinación del contenido de cenizas de los asfaltos naturales
- **PNE-EN 12697-48 (última publicación año 2021). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 48: Adherencia entre capas.
- **PNE-FprCEN/TS 12697-51 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 51: Ensayo de resistencia superficial cortante
- **PNE-FprCEN/TS 12697-52 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 52: Acondicionamiento para determinar el envejecimiento oxidativo

MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC-2)

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 12697-54 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 54: Curado de las muestras para el ensayo de mezclas con emulsión de betún
- **PNE-FprCEN/TS 12697-57 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 57: Ensayo de trabajabilidad del asfalto mástico.
- **PNE-EN ISO 13473-5 (última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Caracterización de la textura de los pavimentos mediante el uso de perfiles de superficie. Parte 5: Determinación de la megatextura.
- **PNE-prEN 13036-4 (última publicación año 2012). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 4: Método para la medición de la resistencia al deslizamiento/derrape. Ensayo del péndulo.
- **PNE-EN 13036-5 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de los índices de regularidad superficial longitudinal
- **PNE-EN 13036-8 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación de los índices de regularidad superficial transversal
- **PNE-EN 13108-2 (última publicación año 2007). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 2: Hormigón bituminoso para capas muy delgadas
- **PNE-EN 13108-3 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 3: Mezclas bituminosas tipo SA
- **PNE-EN 13108-4 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4: Mezcla bituminosa tipo HRA
- **PNE-EN 13108-5 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA
- **PNE-EN 13108-6 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6: Másticos bituminosos
- **PNE-EN 13108-7 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezclas bituminosas drenantes
- **PNE-EN 13108-31 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 31: Hormigón asfáltico con emulsión bituminosa
- **PNE-EN ISO 13473-5 (última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Caracterización de la textura de los pavimentos mediante el uso de perfiles de superficie. Parte 5: Determinación de la megatextura
- **PNE-EN 13880-11 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 11: Método de ensayo para la preparación de bloques de mezcla bituminosa.
- **PNE-FprCEN/TS 18301 (Nueva norma). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Materiales de carreteras. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto complementarias a la Norma EN 15804 para mezclas bituminosas.
- **PNE 41265-2 IN (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Firmes de carreteras. Ejecución y control. Parte 2: Prefisuración de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos

ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146/SC3)

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 933-1 (última publicación año 2012). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método de tamizado

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

Para cada uno de los Comités desde la última publicación han tenido lugar las siguientes actualizaciones:

Betunes y ligantes bituminosos (Comité Técnico AEN/CTN 51/SC1)

- Se ha publicado la norma UNE EN 15626 para la determinación de la adhesividad de los ligantes fluidificados
- Se han incorporado nuevas normas a revisar de betunes que corresponden a las siguientes:
 - o EN 58 para la toma de muestra
 - o EN 13587 para la determinación de la tracción indirecta de los betunes
 - o Las normas EN 14770 y EN 17643 para el estudio reológico de los ligantes bituminosos por el método DSR mediante la determinación del módulo y ángulo de fase y la temperatura del módulo de corte equidistante (BTSV) respectivamente.

Mezclas bituminosas (Comité Técnico AEN/CTN 41/SC2)

- Se han incorporado como normas a revisar la EN 12697-57 para la evaluación de la trabajabilidad del mástico asfáltico.

El proceso ACQUIS acelera la transformación normativa de los productos de carretera bajo el nuevo CPR europeo

La entrada en vigor del nuevo Reglamento Europeo de Productos de Construcción (CPR), el Reglamento (UE) 2024/3110, marca el inicio de una de las revisiones regulatorias más profundas que ha vivido el sector de la construcción en las últimas décadas. El nuevo marco normativo, que sustituirá progresivamente al Reglamento 305/2011, no se limita a actualizar los procedimientos del mercado CE: introduce un cambio de enfoque que incorpora de manera estructural criterios de sostenibilidad, circularidad, trazabilidad digital y vigilancia reforzada del mercado.

En este contexto, la Comisión Europea ha puesto en marcha el denominado proceso ACQUIS, una metodología de trabajo destinada a revisar y adaptar las especificaciones técnicas armonizadas existentes al nuevo CPR. Aunque el término procede del concepto jurídico comunitario *acquis communautaire* (acervo comunitario), en la práctica representa un gran proceso coordinado de revisión técnica y regulatoria de familias completas de productos de construcción.

Para el ámbito viario, esta iniciativa tiene una relevancia estratégica evidente. Los materiales y técnicas empleados en carreteras —ligantes bituminosos, emulsiones, áridos, cementos y mezclas asfálticas— deberán alinearse con nuevas exigencias relacionadas no solo con sus prestaciones técnicas, sino también con aspectos ambientales, seguridad durante todo el ciclo de vida y disponibilidad de información digital interoperable. El futuro “pasaporte digital de producto” será, de hecho, uno de los elementos más transformadores del nuevo reglamento, al obligar a integrar información técnica, ambiental y de seguridad en formatos digitalizados y trazables.

El sector de la pavimentación asfáltica se enfrenta así a un escenario en el que la normativa armonizada

dejará de centrarse exclusivamente en prestaciones tradicionales para incorporar indicadores vinculados a economía circular, emisiones, reutilización de materiales y durabilidad. Esto adquiere especial relevancia en un momento en el que las estrategias europeas de descarbonización y conservación de recursos están impulsando soluciones de menor temperatura de fabricación, técnicas en frío y valorización de materiales recuperados.

Precisamente por ello, el grupo ACQUIS “Road Construction Products” ha adquirido un papel especialmente relevante dentro de la revisión europea. En él se integran los distintos materiales empleados habitualmente en la construcción de carreteras, con un enfoque multidisciplinar que busca analizar de manera coordinada la interrelación entre productos, aplicaciones y exigencias regulatorias.

En España, este proceso está coordinado por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, junto con asociaciones del sector, entre las que se encuentran ASEFMA y ATEB, así como con la colaboración del CEDEX.

Dentro de este proceso, ASEFMA y ATEB están desempeñando un papel particularmente activo en el ámbito de las mezclas asfálticas y las emulsiones bituminosas. La participación técnica española se articula mediante especialistas vinculados a los grupos europeos de normalización, especialmente en el entorno del CEN/TC 336 y del CEN/TC 227, aportando conocimiento específico sobre las características de los ligantes bituminosos y materiales de carreteras (mezclas asfálticas, tratamientos superficiales, etc.) respectivamente.

La contribución de ambas asociaciones adquiere especial relevancia dentro de este proceso por su participación activa en la revisión técnica y normativa de las mezclas asfálticas en el marco del nuevo CPR. A través

de los grupos ACQUIS vinculados a productos de carretera, ambas asociaciones están colaborando en el análisis de las especificaciones aplicables al conjunto de las mezclas bituminosas y de sus materiales constituyentes, abordando aspectos relacionados con prestaciones técnicas, seguridad, sostenibilidad, economía circular, trazabilidad y adecuación de la normativa armonizada a las nuevas exigencias europeas. La presencia del sector español en estos trabajos permite trasladar a la Comisión Europea y a los organismos de normalización la experiencia acumulada en fabricación, puesta en obra y conservación de pavimentos, en un momento especialmente relevante para la futura definición regulatoria de los productos de carretera.

Además, el proceso ACQUIS no se limita a revisar normas existentes. Uno de sus objetivos es identificar lagunas regulatorias, productos insuficientemente cubiertos por normas armonizadas o aspectos donde las especificaciones actuales ya no responden adecuadamente a las nuevas exigencias del CPR. Esto abre un escenario especialmente relevante para técnicas innovadoras o históricamente menos desarrolladas desde el punto de vista normativo, como determinadas soluciones basadas en emulsión bituminosa.

Otro de los elementos clave del nuevo reglamento será el refuerzo de la vigilancia de mercado y de la trazabilidad documental. La Comisión Europea reconoce expresamente que el sistema anterior presentaba debilidades tanto en la elaboración de normas armonizadas como en los mecanismos de control y supervisión. En consecuencia, el nuevo CPR incrementa las obligaciones de información y control sobre fabricantes y operadores económicos, al tiempo que refuerza la coordinación entre autoridades nacionales.

Para el sector español de la carretera, esta transición normativa representa tanto un desafío técnico como una oportunidad estratégica. Las empresas deberán adaptar documentación, procedimientos de evaluación y sistemas de información; pero, al mismo tiempo, tecnologías ya consolidadas en España —particularmente aquellas vinculadas a técnicas sostenibles con emulsión bituminosa— podrían encontrar un encaje especialmente favorable en el nuevo marco europeo.

En este escenario, la participación de asociaciones

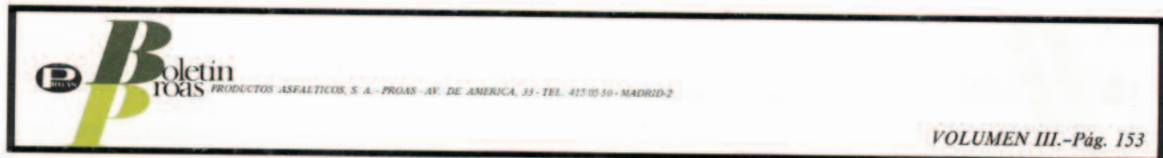
técnicas como ASEFMA y ATEB en los grupos ACQUIS resulta esencial para trasladar a Europa la experiencia acumulada por el sector español y garantizar que las futuras especificaciones armonizadas reflejen adecuadamente la realidad técnica de las mezclas asfálticas y de las técnicas de pavimentación más sostenibles.

En la actualidad, los trabajos han comenzado con la recopilación y presentación, por parte de cada uno de los miembros del ACQUIS, de la normativa y legislación disponibles en sus respectivos países, como punto de partida para consensuar y armonizar toda la información existente hasta el momento.

Este proceso será largo y complejo, pero permitirá que, en el horizonte previsto de 2032, se disponga de la trazabilidad necesaria para garantizar el control de todo el proceso de producción de los mater

Mirando al pasado

Documento publicado en julio - agosto de 1973.



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

Cuando escribimos estas líneas, acabamos de regresar de la 8.ª Semana de la Carretera, celebrada en San Sebastián del 18 al 23 de junio.

Si bien el contenido de esta Semana ha sido fundamentalmente económico, ya que el tema general sobre el que se centraba era el de "El Desarrollo y la Carretera", creemos interesante hacer aquí algunos comentarios a su contenido, por la relación que directa o indirectamente tiene con las obras de pavimentación y, en último término, con los materiales asfálticos.

En primer lugar, hay que felicitar por la celebración de actos de este tipo que contribuyen de una manera muy eficaz a estrechar las relaciones entre los técnicos que se ocupan de la mejora y conservación de las carreteras

españolas desde diversos campos de actividad, facilitando además un intercambio de ideas entre expertos de distintas disciplinas que no puede ser más que favorable para el desarrollo futuro de nuestra red de carreteras y, en definitiva, para el país.

En esta ocasión, y dada la especialidad del tema, los asistentes a la Semana –Ingenieros de Caminos en su mayoría– han sido sometidos a un auténtico baño de ideas económicas que habrán constituido para muchos de ellos una relativa novedad, contribuyendo de forma quizás decisiva, al perfeccionamiento de una formación ya muy completa.

En el capítulo de visitas técnicas, el programa se reducía a una visita única pero de interés excepcional: la de las obras de construcción de la autopista Bilbao-Behobia, obra que se desarrolla en un terreno difícil –como decía alguno de los asistentes– "por dentro y por fuera" refiriéndose naturalmente a la geología y a la orografía, y que está exigiendo por parte de proyectistas y empresas constructoras un extraordinario despliegue de capacidad y esfuerzo. La autopista está dotada de un pavimento asfáltico de excelente calidad aunque, concebida todavía sobre ideas que empiezan a quedar anticuadas, tiene una base semirrígida. Presenta, como singularidad respecto a otros pavimentos asfálticos españoles, el emplear en capa de rodadura mezclas de tipo inglés con las que se ha intentado conseguir una impermeabilidad superior a la de las mezclas más usadas en nuestro país, teniendo en cuenta la alta pluviosidad de la zona, de la que tuvimos una buena muestra durante el desarrollo de la visita.

En el curso de la Semana, apenas se hizo referencia a los aspectos técnicos de la construcción de pavimentos, salvo, de una forma muy breve, en el coloquio de la conferencia titulada "Las empresas constructoras de carreteras en el III Plan de Desarrollo".

Este asunto requiere un comentario más extenso que tocamos en otro lugar de este mismo número del Boletín.

LOS PAVIMENTOS EN LA 8.ª SEMANA DE LA CARRETERA

En el texto de la conferencia sobre "Las empresas constructoras de carreteras en el III Plan de Desarrollo", presentada en la 8.ª Semana de la Carretera, se dice:

"La fabricación de bases de gravamento, que hoy día casi puede considerarse material obligado en

carreteras nuevas, se hace en plantas continuas de producciones entre 400 y 1.000 toneladas/hora. El aglomerado asfáltico evoluciona hacia plantas de 250 toneladas/hora o más, no muy frecuentes todavía en España, pero que en algunos países pueden considerarse como típicas.

Los pavimentos de hormigón hidráulico van introduciéndose progresivamente en nuestro país, con plantas de alta producción (300/500 m³/hora).

Según el III Plan de Desarrollo, debe fomentarse la construcción de ese tipo de firmes "con el doble objeto de potenciar la industria nacional del cemento y reducir el gasto de divisas que supone la importación de ligantes bituminosos".

Si bien la conferencia tiene un contenido fundamentalmente económico, por lo que en la exposición oral no se hizo referencia alguna a los párrafos reproducidos, creemos in-

(Sigue en la página 156)



Nada se pierde todo se recicla.

Para construir o reparar calzadas Probisa elabora soluciones alternativas como el reciclaje de la carretera "in situ", la reutilización de residuos industriales y domésticos, o de los materiales de demolición. Las viejas carreteras ya no se pierden, y de este modo, ahorramos recursos naturales. Nuevas ideas hechas realidad.

Probisa
Abrimos paso a nuevas ideas

Calendario de eventos

AÑO 2026

10 de junio EAPA	Workshop on Bitumen Emulsion Technology	Viena (Austria) www.eapa.org
10-11 de junio EAPA	EAPA Warm Mix Asphalt Workshop	Viena (Austria) www.atc-piarc.com
11-12 de junio EAPA	3er E&E Event	Viena (Austria) www.eapa.org
16-17 de junio ASEFMA	XV Jornada Técnica de Asefma	Madrid (España) www.asefma.es
14-17 de julio NAPA	NAPA 2026 Midyear Meeting	Columbus (USA) www.asphaltpavement.org
22-23 de septiembre EAPA	ICA 4.0	Madrid (España) www.eapa.org
30 de septiembre 2 de octubre PIARC	3ª Conferencia Internacional de PIARC sobre Explotación de Túneles de Carretera y Seguridad	Polonia www.piarc.org
15 de octubre ATEB	VII Jornada Nacional de ATEB	Madrid (España) www.ateb.es
19-22 de octubre ARRA	2026 Pavment Recycling Summit	Las Vegas (USA) www.arra.org
9-11 de noviembre PIARC	Simposio sobre las Características Superficiales de los firmes	Tokyo www.piarc.org
11-12 de diciembre ASEFMA	XXI Jornada Nacional de Asefma	Madrid (España) www.asefma.es

AÑO 2027

10-14 de enero TRB	2027 TRB Annual Meeting	Washington (USA) www.trb.org
18-21 de enero AEMA	ISSA 2027 Slurry Systems Workshop	Las Vegas (USA) www.aema.org
16-18 de febrero ATC-PIARC	IX Simposio de túneles de carreteras	Madrid (España) www.atc-piarc.com
4-8 de octubre PIARC	XXVIII Congreso Mundial de la Carretera	Vancouver (Canadá) www.piarc.org

AÑO 2028

10-14 de enero TRB	2028 TRB Annual Meeting	Washington (USA) www.trb.org
-----------------------	-------------------------	---------------------------------

AÑO 2029

7-11 de enero TRB	2029 TRB Annual Meeting	Washington (USA) www.trb.org
----------------------	-------------------------	---------------------------------



S EGURIDAD

JUNIO 2026

EL ESTADO DEL FIRME
Influye también de manera importante
en la **SEGURIDAD** de los usuarios

ADVANTAGE 3: Resurfacing an asphalt pavement creates a road that's smooth, durable, safe, and quiet – and just as good as a new one

Reduciendo emisiones, reforzando el firme →

JUNIO 2026

Colaboran:




[/asefma](#) [@asefma_es](#) [/company/asefma](#) [@asefma](#)

EVENTOS

11-12 de junio
3rd Eurasphalt
& Eurobitume Event
Viena

16-17 de junio
#XVIJornadaTecnicaAsefma

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					



T EMPERATURAS

JULIO 2026

Las mezclas convencionales
se fabrican a temperaturas en torno a 165°-180° C.
Las **NUEVAS MEZCLAS** semicálidas
y templadas **REDUCEN** el **IMPACTO**
AMBIENTAL bajándola hasta en 100° C

ADVANTAGE 70: Ongoing innovations, such as warm-mix asphalt, reduce fuel consumption and emissions in the asphalt industry

Reduciendo emisiones, reforzando el firme →

JULIO 2026

Colaboran:




[/asefma](#) [@asefma_es](#) [/company/asefma](#) [@asefma](#)

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Noticias del sector

En esta sección se recoge informaciones sobre citas relevantes, convocatorias e iniciativas relacionadas con el sector de la pavimentación.

ASEFMA pide a las administraciones medidas ágiles y homogéneas ante el fuerte encarecimiento de betunes, combustibles y energía

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA) ha trasladado a las administraciones públicas su creciente preocupación ante el fuerte deterioro de las condiciones de suministro y el incremento de costes que están afectando a las obras de conservación viaria, especialmente en actuaciones de emergencia y refuerzo de firmes con mezcla bituminosa.

En las últimas semanas, el sector ha registrado un repunte extraordinario en los precios de los ligantes asfálticos, particularmente los betunes, acompañado de una intensa presión en combustibles, energía y transporte, factores todos ellos directamente vinculados a la fabricación, logística y puesta en obra de mezclas bituminosas.

Esta evolución se enmarca en una alteración internacional de gran alcance en los flujos físicos de crudo. La actual tensión geopolítica en el entorno del Golfo Pérsico y del estrecho de Ormuz está modificando las rutas de suministro y provocando una competencia creciente por el acceso a barriles disponibles.

Según análisis de mercado, determinados crudos de África Occidental se están ofreciendo con primas extraordinarias de Brent +20 a +30 dólares por barril, mientras que el coste del transporte marítimo añade entre 10 y 15 dólares por barril al precio final en refinería.

Este desplazamiento de la demanda está tensionando el mercado físico del crudo con mayor rapidez que

la reflejada en los mercados financieros, trasladando presión a toda la cadena de valor de los productos bituminosos: ligantes, emulsiones, combustibles de proceso, transporte y suministro energético. Rystad advierte además de que esta desconexión entre mercado físico y mercado financiero está empujando a algunas refinerías europeas a reducir actividad, precisamente en un momento en el que Europa necesita más producción para compensar la disrupción de flujos internacionales.

En este contexto, ASEFMA considera especialmente preocupante la evolución reciente del precio medio de los asfaltos, que tras varios meses de elevada volatilidad ha registrado incrementos muy intensos en el tramo más reciente, con una subida del 8,2% en marzo de 2026 y del 49,3% en abril de 2026. Estas cifras anticipan un escenario especialmente delicado a partir del mes de mayo si no se estabilizan los mercados energéticos y logísticos.

La patronal subraya que el impacto de esta escalada no se limita al coste del ligante como partida aislada, sino que afecta al equilibrio económico global de las actuaciones de conservación viaria, especialmente en aquellas intervenciones que requieren una respuesta inmediata, con plazos no desplazables y una elevada intensidad energética tanto en su fabricación como en su ejecución. En este tipo de obras, donde el transporte y el consumo de combustibles son factores determinantes, cualquier alteración brusca en los costes se traslada de forma directa a la viabilidad de los contratos.

ASEFMA recuerda que ya había advertido en anteriores comunicaciones del deterioro progresivo de las condiciones económicas en obras de emergencia y contratos de conservación, donde la acumulación de tensiones en materias primas, energía y logística estaba

comprometiendo tanto la ejecución en plazo como la sostenibilidad económica de las actuaciones. La situación actual, marcada por una alteración internacional de los mercados energéticos, intensifica ese riesgo hasta niveles que el sector considera excepcionalmente elevados.

A juicio de la asociación, este contexto exige una respuesta proporcionada, rápida y homogénea por parte de las administraciones públicas. No se trata de trasladar una volatilidad coyuntural ordinaria al marco contractual, sino de reconocer un escenario extraordinario en el que la evolución simultánea de ligantes, combustibles, energía y transporte puede alterar de forma súbita y severa el coste real de ejecución de actuaciones esenciales para la seguridad vial. Por ello, ASEFMA insiste en la necesidad de articular mecanismos que permitan reconocer el impacto real de estos incrementos de costes de forma ágil y con seguridad jurídica, evitando situaciones en las que la respuesta administrativa llegue de forma fragmentaria o tardía y comprometa la continuidad del servicio. La asociación considera que garantizar la ejecución de las actuaciones de conservación viaria en condiciones viables no constituye una ventaja sectorial, sino una condición imprescindible para preservar la seguridad vial, la capacidad de respuesta ante incidencias y la estabilidad operativa del sistema.

Córdoba acogió el VI Congreso Andaluz de Carreteras, dedicado a los retos de la movilidad viaria

La sexta edición del Congreso Andaluz de Carreteras, organizado por la **Asociación Española de la Carretera** (AEC) y promovido por la Junta de Andalucía, congregó en Córdoba, del 25 al 27 de marzo, a cerca de medio millar de expertos procedentes de administraciones públicas, empresas, universidades y centros de investigación. En un contexto marcado por la necesidad de reforzar el mantenimiento de las redes viarias, el encuentro propone avanzar hacia un modelo de movilidad más seguro, resiliente, inteligente y sostenible, en línea con los retos actuales del sector.

Bajo el lema «La carretera, pulmón de la movili-

dad», el programa técnico se articuló en torno a cinco grandes retos: la financiación y gestión de la red, la movilidad eficiente y de bajas emisiones, la adaptación al cambio climático, la seguridad para todas las movilidades y las carreteras inteligentes y conectadas. Estos ejes estructuran un contenido técnico orientado a dar respuesta a los principales desafíos de las infraestructuras viarias.

A lo largo de las tres jornadas se abordaron cuestiones clave como los modelos de financiación y colaboración público-privada, la descarbonización del transporte, el empleo de materiales sostenibles o la respuesta de las carreteras ante fenómenos meteorológicos extremos. Asimismo, se analizaron las tendencias en seguridad vial y el papel de las nuevas herramientas de gestión en la modernización de la red.

ASEFMA, representó de la mano de su presidente Juan José Potti, en la sesión dedicada al Reto 5 «Carreteras inteligentes y conectadas», que estuvo centrada en los requerimientos de la movilidad autónoma y conectada. En dicha sesión se presentarán comunicaciones sobre espacios de datos, inteligencia artificial, Big Data, equipamiento avanzado y nuevas herramientas de gestión, con la participación de entidades como T-Systems Iberia, ASIMOB, TEVA, Indra Sistemas y Seinfra. Por su parte, Potti presentará la filosofía CARES, que relaciona la conservación viaria con el confort, la seguridad, el ahorro energético y la reducción de emisiones.

El Congreso contó además con una destacada presencia de socios de ASEFMA. Entre los patrocinadores y expositores figuran Collosa, Eiffage Construcción, Pro-bisa, Repsol y Sorigué, mientras que varios de ellos participan activamente en el programa técnico mediante la presentación de comunicaciones, junto a la Universidad Alfonso X El Sabio, la Universidad de Granada y la Universidad Politécnica de Valencia.

La celebración se completa con un área expositiva y un programa de actividades paralelas que favorecen el intercambio de conocimiento y el contacto entre los distintos agentes del sector, reforzando el carácter del Congreso como foro de referencia para el análisis, la innovación y la cooperación en el ámbito de las infraestructuras viarias.

ASEFMA participó en el evento anual del Día Internacional de la Conservación de Carreteras (IRMD 2026) que organizó ERMD y EAPA

El pasado 9 de abril se celebró una nueva edición del Día Internacional de la Conservación de Carreteras (IRMD, por sus siglas en inglés), una iniciativa promovida por ASEFMA que, desde su puesta en marcha en 2018, buscaba situar el mantenimiento viario en el centro del debate público por su contribución a la seguridad, la eficiencia del transporte y la reducción de emisiones.

La convocatoria de 2026 vuelve a incidir en una idea que ha ganado peso en los últimos años: conservar adecuadamente las carreteras no solo mejora la comodidad y la seguridad de la circulación, sino que también constituye una herramienta eficaz para avanzar en los objetivos climáticos. En un contexto en el que el transporte por carretera sigue siendo uno de los principales focos de emisiones, se debe procurar el estado del pavimento ya que este influye directamente en el consumo energético de los vehículos y, por tanto, en su impacto ambiental.

Jornadas de Firms 2026

La Asociación Técnica de Carreteras (ATC) ha celebrado en Gijón los días 25, 26 y 27 de mayo las **Jornadas de Firms 2026**, con el lema "**Firms: Eficiencia, conocimiento y sostenibilidad para las carreteras del futuro**", y han sido promovidas por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Estas jornadas han sido concibidas como un espacio de análisis y debate en torno a los principales retos que afrontan actualmente los firms viarios, desde una perspectiva integral que abarca el proyecto, la ejecución, el control de calidad, la conservación y la innovación en materiales y técnicas constructivas.

El programa se ha estructurado en distintas sesiones y mesas redondas de marcado carácter técnico y práctico, con especial atención al control de calidad y al control del proyecto y la obra, en un contexto de incorporación de nuevas soluciones técnicas y de refuer-

zo de las exigencias normativas y ambientales. De forma transversal, se abordan la innovación en materiales y técnicas constructivas, así como la reutilización y optimización de los recursos disponibles, integrando criterios técnicos, ambientales y de gestión que influyen directamente en el diseño, la ejecución y la conservación de los firms, siempre desde una perspectiva aplicada basada en la experiencia real y en los trabajos actualmente en desarrollo en la red viaria.

En este contexto, la jornada ha prestado una atención especial al programa EFAPAVES, impulsado por la Dirección General de Carreteras, como iniciativa piloto e innovadora orientada a la mejora de la eficiencia, el comportamiento y la sostenibilidad de los firms, y concebida como una herramienta para la evaluación y validación de soluciones técnicas en condiciones reales de servicio.

Todo ello se enmarca, además, en una fecha especialmente significativa, al coincidir con el 50º aniversario de la puesta en servicio de la denominada "Y" asturiana, una de las infraestructuras viarias más relevantes del país y referente en el desarrollo y la modernización de la red de carreteras. Esta conmemoración ofrece una oportunidad para reflexionar sobre la evolución de los firms a lo largo de las últimas décadas, extraer lecciones de la experiencia acumulada y proyectar los retos y soluciones que marcarán su futuro.

Con estas jornadas se fomenta el intercambio de conocimiento y experiencias entre administraciones, técnicos, empresas y centros de investigación, promover un debate técnico y constructivo y contribuir a la mejora continua del sector, avanzando hacia firms más seguros, durables y eficientes, acordes con las necesidades presentes y futuras de la red viaria, y favoreciendo una reflexión conjunta sobre su evolución y los retos que marcarán su desarrollo en los próximos años.

XV Jornada Técnica de ASEFMA

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA) abrió la convocatoria de resúmenes técnicos para su XV Jornada Técnica, que se celebrará en Madrid los días 16 y 17 de junio de 2026. Las

propuestas de resúmenes se han presentado hasta el 30 de abril.

El Comité Técnico de ASEFMA ha convocado a empresas, laboratorios de control de calidad, universidades, centros tecnológicos y administraciones públicas a presentar resúmenes de sus proyectos y trabajos técnicos para la decimoquinta edición de su Jornada Técnica.

Las propuestas de comunicaciones libres han sido enviadas por correo electrónico a la dirección asefma@asefma.com.es y el plazo se cerró el pasado 30 de abril. El resumen tenía que incluir el título de la comunicación, los datos completos de los autores (nombre, organización y correo electrónico de contacto) y una síntesis del trabajo con una extensión máxima de 700 palabras. Por su parte, la fecha para el envío de los trabajos completos finalizará el próximo 22 de mayo.

Bajo el lema "Reflexiones acerca de la inversión en firmes: innovación y criterios técnicos para maximizar el valor de la conservación", la jornada se plantea como un espacio de encuentro para analizar cómo aplicar las soluciones más avanzadas en materiales, diseño, ejecución y control de las infraestructuras viarias desde un enfoque técnico y constructivo.

El objetivo no es únicamente comprender los mecanismos de deterioro, sino transformar ese conocimiento en criterios técnicos que permitan definir intervenciones más eficaces, duraderas y adaptadas a cada situación. En esta línea, el programa abordará el análisis de las patologías como base para la toma de decisiones, la evolución normativa y su impacto en el diseño y la rehabilitación de firmes, así como el papel de la innovación en materiales, procesos y digitalización.

También se prestará atención a las estrategias orientadas a mejorar la durabilidad y sostenibilidad de las soluciones, en un contexto en el que la optimización de los recursos resulta determinante para la gestión de la red viaria.

Asimismo, se presentarán los trabajos desarrollados por ALEAS, reflejo del compromiso del sector con el rigor científico y la mejora continua, y se dará espacio a las comunicaciones técnicas seleccionadas, que aportarán nuevas perspectivas y avances al debate. La jor-

nada busca, en última instancia, contribuir a una mejor definición de los criterios técnicos que permitan optimizar las inversiones y maximizar su valor a largo plazo.

Con esta convocatoria, ASEFMA refuerza su papel como punto de encuentro del conocimiento técnico en el ámbito de las mezclas asfálticas y como impulsor de soluciones orientadas a una red de carreteras más resiliente, eficiente y preparada para los retos futuros.

El tercer E&E Event se celebrará en Viena los días 11 y 12 de junio de 2026

El próximo evento conjunto de Eurobitume y EAPA ya está tomando forma: el 3rd E&E Event 2026 se celebrará en Viena los días 11 y 12 de junio de 2026, en el hotel Austria Trend Hotel Savoy.

Según la organización, el encuentro estará centrado en el futuro del sector del asfalto y el bitumen bajo el lema "Perspectives from the Asphalt and Bitumen Sector". Entre los temas principales destacan:

- descarbonización y estrategias "net zero",
- construcción vial sostenible,
- inteligencia artificial y captación de talento,
- reducción de emisiones en obra,
- tendencias futuras en carreteras y materiales.

Además del congreso principal, habrá una exposición industrial y varios espacios de networking, incluido un evento social en el Weltmuseum Wien y una cena previa en Salm Bräu.

Uno de los elementos más comentados del programa es el taller sobre Warm Mix Asphalt (WMA), organizado por EAPA, que abordará cómo acelerar la transición europea hacia mezclas asfálticas de menor temperatura para reducir consumo energético y emisiones.

La organización también está posicionando el evento como un punto de encuentro estratégico para debatir digitalización, sostenibilidad y seguridad laboral en la industria vial europea.

¡Última oportunidad para inscribirse en el Evento E&E 2026! Únete al E&E Event en Viena los días 11 y 12 de junio para asistir a interesantes debates sobre

¡Descarbonización, construcción sostenible de carreteras, tendencias futuras del sector y mucho más!

Si estas interesado puedes registrarte aquí ahora:

<https://lnkd.in/e6bWwBvF>

#Eurobitume #EEEvent2026 #Bitumen
hashtag#Asphalt





INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ASPHALT 4.0

#ICA4POINT0

SAVE THE DATE

September 22-23, 2026

Asefma, ZAS and DAV, in collaboration with EAPA,
are pleased to invite you to the fifth
International Conference on Asphalt 4.0

MEETING PLACE
ORENSE 34
28020 MADRID (SPAIN)

Call for papers open until June 15
Kindly forward your abstracts to

asefma@asefma.com.es
<https://ica4point0.com>

Organized by



asphalt 
verbindet. nachhaltig.



Supported by



En esta sección se recoge algunas noticias relevantes publicadas en prensa

La noticia explica cómo una empresa de Castellón está utilizando residuos plásticos mezclados con betún para fabricar un asfalto más resistente y duradero. Gracias a esta innovación, las carreteras podrían durar entre un 150 % y un 250 % más que las convencionales, reduciendo la aparición de baches y favoreciendo el reciclaje de plásticos. Este avance representa una solución sostenible que combina la mejora de las infraestructuras con la reducción del impacto ambiental

Puedes leer la noticia completa en <https://www.autonocion.com/castellon-betun-asfalto/>



Barcelona ha impulsado un proyecto innovador para sustituir parte del asfalto tradicional por materiales obtenidos de restos de aceituna y madera. La iniciativa, denominada Biochar, busca reducir hasta un 76 % las emisiones de CO₂ asociadas a la fabricación de pavimentos urbanos. Además de ser más sostenible, este nuevo material ha demostrado una resistencia igual o superior a la del asfalto convencional, contribuyendo a una ciudad más ecológica y eficiente.

Puedes leer la noticia completa en <https://www.infobae.com/espana/2026/05/21/la-iniciativa-de-barcelona-para-recortar-hasta-un-76-de-co2-sustituir-el-asfalto-tradicional-por-restos-de-aceituna-y-madera/>



Los romanos construyeron más de 80.000 kilómetros de carreteras que conectaban todo su imperio. Gracias a un avanzado sistema de capas de piedra, grava y pavimento, junto con un excelente diseño de drenaje, muchas de estas vías han resistido el paso de más de 2.000 años. Su calidad fue tan notable que numerosos trazados sirvieron de base para carreteras y autopistas modernas en Europa, convirtiéndose en una de las obras de ingeniería más duraderas de la historia.

Puedes leer la noticia completa en <https://share.google/LaNkN2PZc25Z6kMQB/>



El Gobierno ha anunciado que las reparaciones de los numerosos baches aparecidos en la autovía A-4 a causa de las intensas lluvias y borrascas de comienzos de año se prolongarán hasta finales de 2026. Las obras se centran en varios tramos de Andalucía, especialmente entre Córdoba y Sevilla, con el objetivo de mejorar la seguridad vial y restaurar el firme deteriorado. Además, estas actuaciones se suman a otros proyectos de rehabilitación integral de la autovía para garantizar una circulación más segura y eficiente.

Puedes leer la noticia completa en <https://share.google/tCyKftdtlPLhfPGn3>



Protocolo de ensayo de compactación de probetas con el equipo giratorio, UNE EN 12697-31: 2008



1. INTRODUCCIÓN

El diseño y la caracterización de las mezclas bituminosas han experimentado una profunda evolución en el marco de la ingeniería de carreteras en España, impulsada principalmente por la armonización normativa europea. La entrada en vigor del Mercado CE supuso un punto de inflexión, consolidando la transición hacia la serie de normas UNE-EN 13108 (para las especificaciones de los materiales) y UNE-EN 12697 (para los métodos de ensayo de laboratorio). Este cuerpo normati-

vo europeo ofrece un abanico de procedimientos avanzados para evaluar el comportamiento de los materiales asfálticos bajo criterios más realistas y prestacionales.

Históricamente, toda la experiencia española en el control de calidad y diseño de mezclas se había cimentado en el uso de la compactadora de impacto (método Marshall). Este equipo tradicional ha sido, durante décadas, la herramienta de referencia absoluta para determinar parámetros críticos como las densidades, los porcentajes de huecos y las propiedades mecánicas de las capas de firme. En las diferentes normas de ensayo se indica que procedimientos pueden utilizarse en cada caso y las dimensiones de las probetas, que depende fundamentalmente del tamaño máximo nominal del árido.

Sin embargo, el nuevo escenario normativo introduce metodologías alternativas de gran relevancia internacional, entre las que destaca la compactación con el equipo giratorio (UNE-EN 12697-31). Este procedimiento, ampliamente adoptado en numerosos países, plantea un enfoque diferente para la simulación de la compactación en laboratorio, aproximándose de manera más fiel al efecto real del paso de la maquinaria en obra y del tráfico pesado.

En el año 2009, en el seno de la agrupación ALEAS y como parte de los objetivos fijados para el desarrollo de sus actividades, se pusieron en marcha los primeros ensayos interlaboratorios. El propósito de estos ensayos era profundizar en el conocimiento y estandarización del proceso de fabricación de dichas probetas.

En este artículo se rescata el protocolo de ensayo diseñado por la agrupación y se repasan los hitos que per-

Protocolo de ensayo de compactación de probetas con el equipo giratorio, UNE EN 12697-31: 2008



Imagen 1: Compactadora giratoria vs compactadora de impacto.

mitieron recomendar las energías óptimas para cada familia de mezcla bituminosa. Además, se constata que el actual incremento en la fabricación de mezclas a baja temperatura hace que esta metodología sea imprescindible para la preparación de probetas y por lo tanto más necesario recuperar y refrescar los trabajos realizados con anterioridad.

2. TRABAJOS REALIZADOS

El trabajo previo a la publicación del protocolo se estructuró en varias fases, con una duración en torno a un año cada una. En este proceso ha sido fundamental la participación de numerosos laboratorios y departamentos técnicos de empresas de referencia en el sector, entre las que destacan: Acciona, Asfaltos Campezo, Asfaltos Vicálvaro, Asefma, Ciesm-Intevia, Ditecpesa, Eiffage, Elsan, Intromac, Los Serranos, Mecacisa, Pavasal, Proas, Repsol, Sacyr y Sorigué

En la fase inicial, se llevó a cabo un trabajo de calibración de ambos equipos (el de impacto y el giratorio) con el objetivo de garantizar la repetibilidad de los ensayos. Durante este proceso, se observó que los resultados de repetibilidad eran incluso superiores en el equipo giratorio que en el de impacto.

Posteriormente, seis laboratorios de empresas pertenecientes a ASEFMA realizaron el primer trabajo ex-

perimental para establecer la correlación entre ambos sistemas de compactación: por impacto (UNE-EN 12697-30) y giratoria (UNE-EN 12697-31). Para ello, se emplearon dos de las mezclas más habituales en España: AC 16 Surf (S) y AC 16 Bin/Base (D). El plan de compactación incluyó:

- Compactación por impacto: Series a 50 y 75 golpes.
- Compactación giratoria: Moldes de 100 mm de diámetro con una energía fijada a 210 giros, además de varias series de probetas a diferentes giros predefinidos.

Los resultados de esta primera etapa confirmaron la viabilidad de establecer distintos niveles de energía en la compactadora giratoria para fabricar probetas análogas en densidad a las obtenidas mediante impacto, definiéndose así la correlación de energías de compactación para mezclas bituminosas en caliente de tipo AC 16.

Ampliación del estudio a otras mezclas de la misma familia de mezclas. En una fase posterior, el estudio se amplió a las mezclas de mayor tamaño de árido, concretamente las de tipo AC 22 y AC 32. De acuerdo con las exigencias de la norma UNE-EN 12697-31 para áridos superiores a 16 mm, en la compactación giratoria se utilizaron moldes de 150 mm de diámetro, mientras que para la compactación por impacto se mantuvo el molde estándar de 101,6 mm.

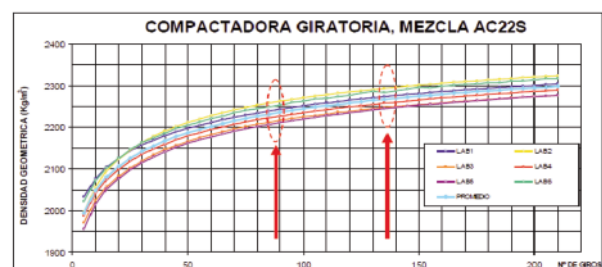


Imagen 2: Gráfico de resultados de la compactación con giratoria energía/huecos.

Una vez concluidos los ensayos con las mezclas convencionales (AC 16, AC 22 y AC 32), se iniciaron los trabajos correspondientes a las mezclas de rodadura, específicamente las de tipo BBTM 11B y SMA 11.

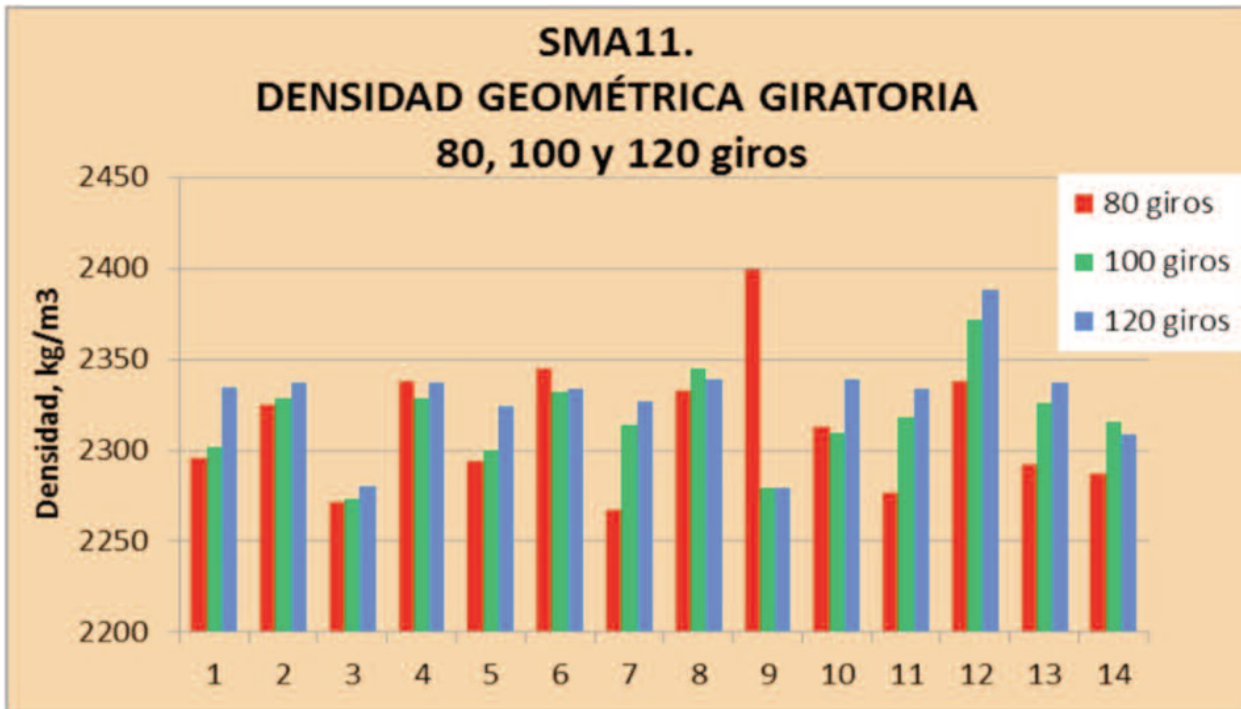


Imagen 3: Densidades mezcla SMA11 compactador giratorio 80-100-120 giros.

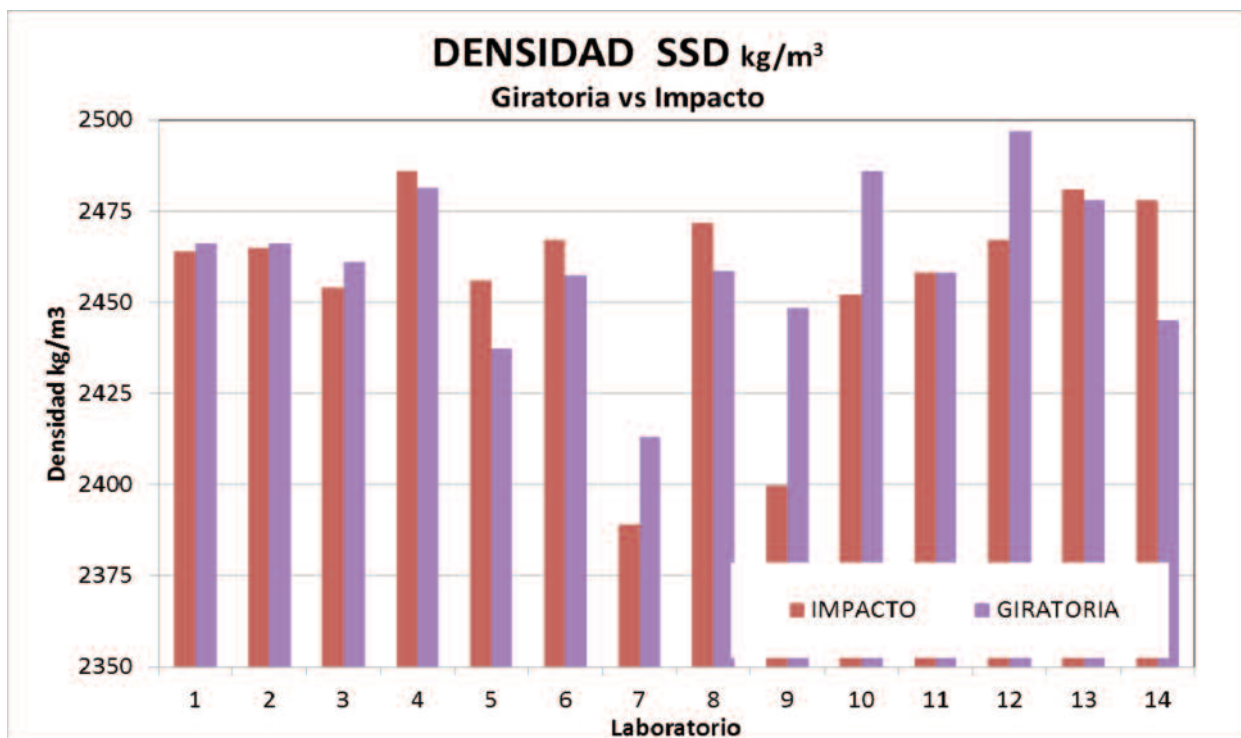


Imagen 4: Gráfico de resultados de densidad ssd giratoria frente a impacto de una mezcla AC16D.

Protocolo de ensayo de compactación de probetas con el equipo giratorio, UNE EN 12697-31: 2008

Control de Producción y Validación en Planta. Una de los trabajos para finalizar el proyecto realizado, clave del proyecto, consistió en el seguimiento de los valores obtenidos directamente en las plantas asfálticas por los laboratorios durante el control de producción en fábrica (CPF). Este seguimiento permitió contrastar los datos reales de fabricación con los de laboratorio, sirviendo para confirmar o, en su caso, ajustar las recomendaciones de energía inicialmente propuestas.

3. PROTOCOLO PTALEAS-31.V0

A continuación, se presenta un resumen detallado de sus apartados principales donde se concretan los criterios y se fijan las condiciones de trabajo:

1. Objeto y Campo de Aplicación

Describe el método para compactar probetas cilíndricas de mezclas bituminosas en caliente o semicalientes mediante un compactador giratorio, el cual combina una fuerza vertical con una acción de deslizamiento giratorio. Se utiliza para compactar probetas de mezclas bituminosas con diferente objetivo:

- Compactar probetas a un número de giros o densidad/huecos predeterminados.
- Determinar la curva de densidad-energía.
- Fabricar probetas para posteriores ensayos mecánicos.

2. Normas de Consulta

El protocolo se complementa con normas de la serie UNE EN 12697 relativas a la determinación de densidades (máxima y aparente), contenido de huecos, toma de muestras, dimensiones de probetas y mezclado en laboratorio.

3. Principio del Método

La compactación se logra mediante la acción simultánea de una compresión estática vertical y el esfuerzo cortante generado por el movimiento del eje de la probeta.

4. Equipos y Calibración

- Componentes: Compactador giratorio (con un ángulo interno efectivo de $0,82 \pm 0,02^\circ$), moldes metálicos (de 100 mm o 150 mm de diámetro), placas de suplemento y dispositivos para medir la distancia entre placas y contar rotaciones.

- Comprobación interna: Se debe monitorizar la estabilidad de la presión del aire comprimido, la uniformidad del pistón, la velocidad de giro ($30 \pm 0,5$ giros/min en carga) y la precisión en la medición de la altura (mediante probetas patrón de 50, 60 y 70 mm).

- Fuerza aplicada: Debe estar entre 10,000 N y 12,000 N para moldes de 150 mm (óptimo 11,000 N) y entre 4,500 N y 4,900 N para moldes de 100 mm (óptimo 4,700 N), con una tolerancia máxima de ± 250 N tras los primeros 30 segundos.

- Calibración: Debe realizarse según el anejo B de la norma UNE EN 12697-31 (altura, fuerza, ángulo y giros).

5. Procedimiento

- Datos previos: Registrar tipo de mezcla, áridos, ligante, granulometría, densidad máxima, masa de la probeta (calculada por fórmula para una relación altura/diámetro de $0,68 \pm 0,02$) y temperatura de compactación (155 ± 5 °C para betún 35/50 y 150 ± 5 °C para betún 50/70).

- Acondicionamiento de la muestra:

o Muestra fría: 2 horas en estufa a máx. 130 °C para cuartear; luego las porciones se calientan a la temperatura de compactación +5 °C por un máximo de 90 minutos.

o Muestra de planta: Se cuartea y se introduce en la estufa a temperatura de compactación +5 °C durante 75 minutos.

o Moldes y accesorios: Deben estar en la estufa un mínimo de 2 horas a la temperatura de la mezcla.

- Compactación: Se aplica una carga previa (1000 N a 2000 N) en menos de 30 segundos.

o Se usan moldes de 100 mm para tamaños de árido ≤ 16 mm (ej. AC16, BBTM11) y de 150 mm para tamaños > 16 mm (ej. AC22, AC32).

o El protocolo define la energía de compactación (número de giros) equivalente a los métodos tradicionales de impacto (50 o 75 golpes) según el tipo de mezcla (ej. AC16 a 75 golpes equivale a 100 giros; PA equivale a 180 giros).

o Tras la compactación, las probetas se desmoldan y se enfrían en una superficie lisa.

Energías recomendadas por Aleas para la fabricación de probetas con giratoria:

minosa, ya que cualquier desviación afecta directamente a la densidad y propiedades de las probetas fabrica-

Mezcla	Giros equivalentes a 75 golpes	Giros equivalentes a 50 golpes	Mezcla	Giros equivalentes a 50 golpes
AC16	100	80	BBTM-A Y SMA	160
AC22*	160	100	BBTM-B	100
AC32*	160	80	PA	180

*Probetas fabricadas en moldes de 150 milímetros de diámetro.

6. Informe de Ensayo

Debe incluir la identificación de la mezcla, modelo del compactador, diámetro del molde, parámetros del ensayo (temperatura, fuerza, ángulo, tipo de compactación, número de probetas), dimensiones/masa en frío (mínimo 12 horas después), procedencia de la muestra y la curva de densidad/huecos por cada giro.

das.

Los documentos de los trabajos citados se encuentran a libre disposición para su descarga en la página web de Asefma en la sección de Aleas.

4. CONCLUSIONES

Los criterios y correlaciones desarrollados en este estudio han sido tomados en consideración por el Ministerio para la redacción de los valores de energía en las últimas ediciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Gracias a ello, actualmente se dispone de equivalencias normativas que permiten confeccionar probetas en la compactadora giratoria con una energía equivalente a la del método tradicional por impacto.

Es fundamental realizar un proceso exhaustivo de calibración previa de los equipos de laboratorio. La correcta regulación y puesta a punto de los parámetros iniciales de la máquina giratoria son requisitos indispensables para garantizar la repetibilidad y reproducibilidad de los resultados.

Se constata la necesidad de cumplir estrictamente con los rangos de temperatura de mezclado y compactación prescritos para cada tipo de ligante y mezcla bitu-

MF2500CS iMIX



La redefinición tecnológica de los alimentadores móviles de asfalto.

El alimentador móvil de Dynapac con sistema de mezcla integrado mejora la productividad de la obra y garantiza la calidad de la mezcla asfáltica.

El resultado es una calidad de carretera consistente y duradera.

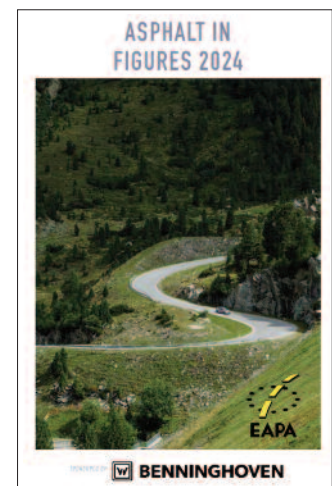
En esta ocasión queremos referir dos publicaciones recientes de la European Asphalt Pavement Association (EAPA), que destacan tanto por su novedad —han sido publicadas en los últimos meses— como por el interés de los temas que abordan. Aunque de naturaleza muy diferente, ambas permiten comprender algunas de las principales preocupaciones actuales del sector europeo de la pavimentación asfáltica: por un lado, la evolución real del mercado y de la producción; por otro, la transformación tecnológica y digital que comienza a redefinir los procesos de fabricación, ejecución y gestión de las infraestructuras viarias.

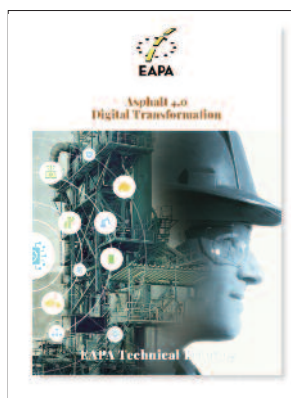
Asphalt in Figures 2024: una radiografía imprescindible del sector europeo

La nueva edición de Asphalt in Figures 2024 [1] constituye, como cada año, una referencia indispensable para conocer la situación de la industria europea de las mezclas bituminosas. El documento recopila información sobre producción, tipologías de mezcla, tasas de reutilización y reciclado, número de empresas e instalaciones y principales tendencias del mercado europeo. Entre los datos más relevantes destaca que la producción total de mezclas bituminosas en Europa alcanzó los 268,7 millones de toneladas en 2024, una de las cifras más bajas registradas en las últimas tres décadas, únicamente por encima del mínimo alcanzado tras la crisis financiera de 2008.

Más allá de las cifras globales, la publicación permite identificar tendencias de gran interés relacionadas con la incorporación de material fresado, el desarrollo de mezclas a menor temperatura o la diferente evolución de los mercados nacionales. Se trata, por tanto, de una herramienta especialmente útil para administraciones, empresas, asociaciones sectoriales y centros de investigación que necesiten disponer de una visión comparada y actualizada del estado de la pavimentación asfáltica en Europa.

Asphalt in Figures 2024 (<https://eapa.org/download/20726/?tmstv=1770039176>)





Asphalt 4.0: la digitalización llega al sector de la pavimentación

La segunda recomendación corresponde al Technical Briefing Asphalt 4.0 – Digital Transformation [2], una publicación recientemente difundida por EAPA que aborda uno de los grandes vectores de cambio del sector: la digitalización de los procesos productivos y constructivos.

El documento analiza cómo tecnologías asociadas al concepto de Industria 4.0 —inteligencia artificial, internet de las cosas, análisis masivo de datos, automatización, sistemas conectados o trazabilidad digital— están comenzando a integrarse en la gestión de plantas, la fabricación de mezclas, la logística de transporte, la extendida, la compactación y la gestión de activos viarios.

EAPA plantea que el desarrollo del concepto Asphalt 4.0 debe apoyarse sobre tres pilares fundamentales: transparencia, trazabilidad e innovación. Bajo esta visión, la digitalización no se limita a incorporar nuevas herramientas tecnológicas, sino que supone una transformación más profunda de la forma de gestionar la calidad, la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la relación con los clientes y administraciones.

La publicación resulta especialmente interesante porque ofrece una aproximación práctica y estratégica a una tendencia que previsiblemente marcará la evolución futura del sector, permitiendo comprender cómo los datos y la conectividad pueden convertirse en elementos clave para mejorar las prestaciones técnicas y ambientales de las infraestructuras viarias.

Asphalt 4.0 Digital Transformation (<https://eapa.org/download/20285/?tmstv=1758022835>)

#7

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“La reutilización total de mezclas asfálticas es posible con la técnica de reciclado templado con emulsión a tasa del 100%” (Art. Mezclas templadas con reutilización)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

Observatorio del sector: Europa consolida la transición hacia una pavimentación más circular mientras España sigue condicionada por el déficit de conservación

Los datos recogidos por EAPA en Asphalt in Figures 2024 reflejan una realidad que trasciende las cifras de producción. Aunque la fabricación de mezclas asfálticas en Europa permanece prácticamente estable respecto al ejercicio anterior, el verdadero interés del informe radica en observar hacia dónde se dirige el sector. La fotografía europea muestra una industria cada vez más centrada en la reutilización de materiales, la reducción del consumo energético y la incorporación de nuevas tecnologías de fabricación. En otras palabras, el debate empieza a desplazarse desde la cantidad hacia la calidad de la producción.

La producción conjunta de los países europeos incluidos en la estadística se mantiene en torno a los niveles de los últimos años, confirmando una situación de estabilidad tras las fuertes oscilaciones experimentadas durante la década anterior. Sin embargo, detrás de esa aparente estabilidad se están produciendo cambios relevantes en la composición del mercado y en las estrategias adoptadas por fabricantes y administraciones. La reutilización de material fresado, la implantación de mezclas a menor temperatura y la búsqueda de soluciones que reduzcan la huella ambiental del pavimento aparecen ya como tendencias consolidadas en buena parte del continente.

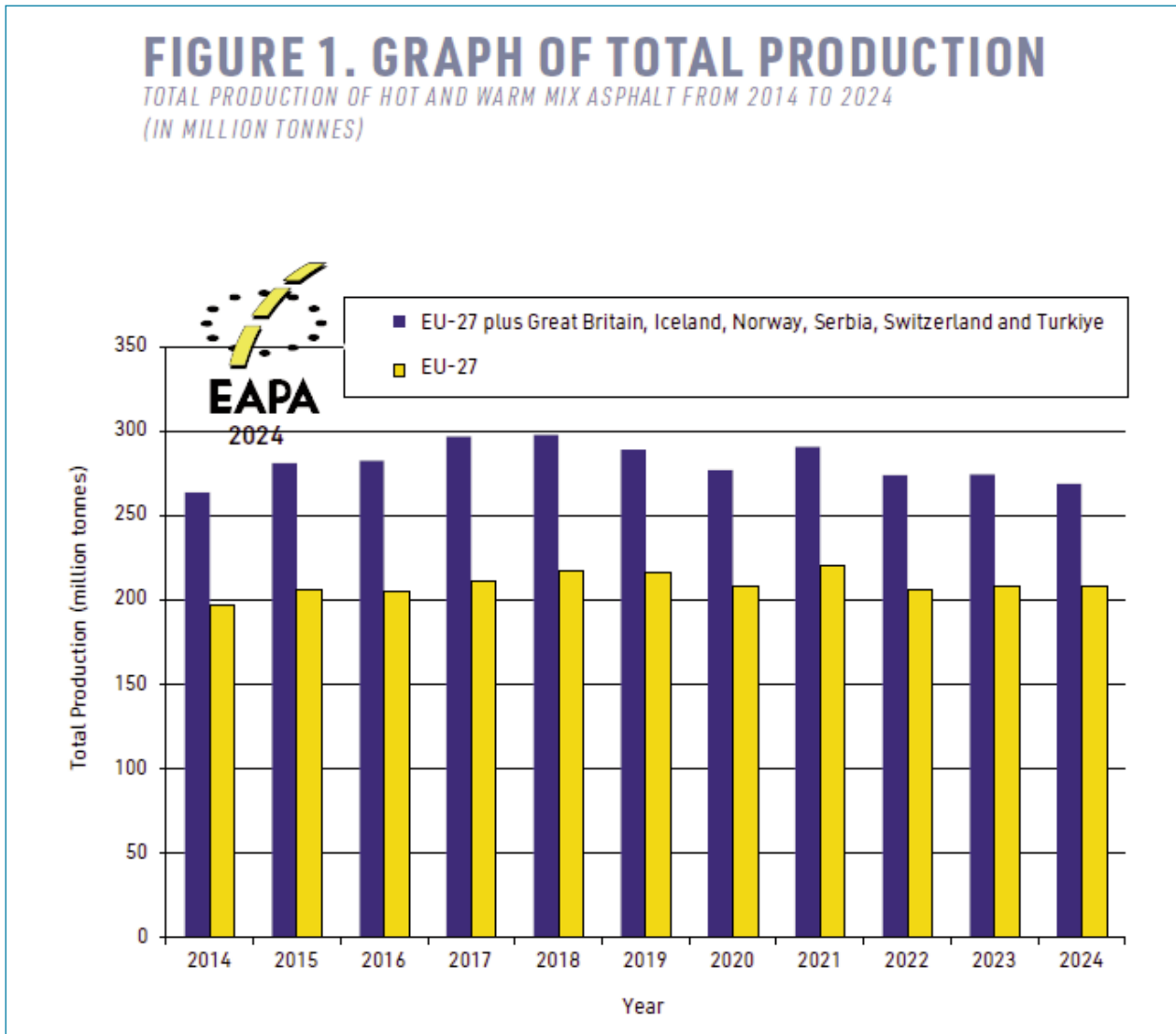
Uno de los aspectos más significativos es la creciente consideración del asfalto recuperado como un recurso estratégico. Los países con mayores niveles de desarrollo tecnológico continúan incrementando sus tasas de aprovechamiento, impulsados tanto por criterios ambientales como económicos. La reducción de la dependencia de materias primas vírgenes, la disminución

de costes energéticos y la necesidad de avanzar hacia modelos más circulares están acelerando esta transformación.

España participa de esta tendencia y presenta indicadores de reutilización comparativamente favorables. Sin embargo, la lectura de los datos europeos pone de manifiesto una singularidad que diferencia al mercado español de buena parte de sus vecinos: mientras muchos países pueden concentrar sus esfuerzos en optimizar la sostenibilidad de sus procesos productivos, España continúa condicionada por un volumen de actuación insuficiente para atender las necesidades acumuladas de conservación de la red viaria.

Esta circunstancia introduce una paradoja interesante. El sector español dispone del conocimiento técnico necesario para incorporar soluciones avanzadas de circularidad, reciclado y reducción de emisiones. De hecho, los datos europeos sitúan a España entre los países con una utilización relevante de materiales recuperados. Sin embargo, el impacto potencial de estas tecnologías queda parcialmente limitado cuando el nivel global de intervención sobre la red resulta inferior al requerido para mantener adecuadamente el patrimonio existente.

Desde esta perspectiva, la comparación europea permite extraer una conclusión relevante. La transición ecológica del sector no depende exclusivamente de fabricar mezclas más sostenibles. También exige actuar sobre un volumen suficiente de carreteras. Una red que envejece más rápido de lo que se rehabilita termina perdiendo eficiencia funcional, energética y ambiental, independientemente de que las actuaciones ejecutadas



incorporen las tecnologías más avanzadas.

Por ello, la principal enseñanza que deja la estadística europea de 2024 no es únicamente que el sector continúa avanzando hacia modelos más circulares. También muestra que la sostenibilidad de las infraestructuras viarias requiere equilibrar dos objetivos complementarios: intervenir más y hacerlo mejor. Europa parece estar avanzando simultáneamente en ambos

frentes. El reto español consiste en acelerar la incorporación de las innovaciones tecnológicas sin perder de vista una cuestión más elemental: asegurar un nivel de actividad compatible con la conservación a largo plazo de una de las mayores redes de carreteras del continente.

[1]: Asphalt in Figures 2024 (<https://eapa.org/download/20726/?tmstv=1770039176>)

ESPECIALISTAS EN LA CARRETERA

Infraestructuras, equipamientos y materiales



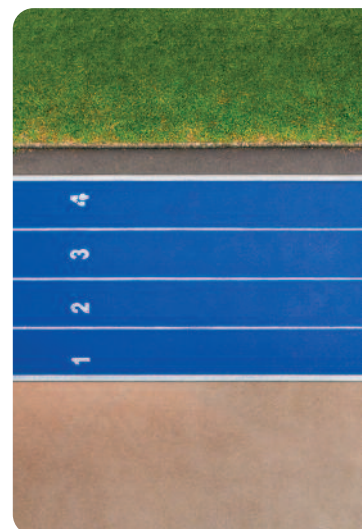
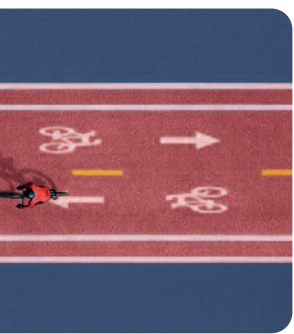
Editorial Prensa Técnica

Castiello de Jaca, 29, 3ª Puerta 2 • 28050 Madrid

Tel. 91 287 71 95 • Directo 629 877 460

E-mail: info@editorialprensatecnica.net

Web: www.editorialprensatecnica.net



Creamos nuevos caminos para diseñar nuestro entorno

Descubre las ventajas de Color, nuestra gama de ligantes sintéticos de alto rendimiento.



Fácil pigmentación

Formulación especial desarrollada en Repsol Technology Lab.



Versatilidad

Integración paisajística en todo tipo de entornos, como parques y zonas protegidas.



Personalización

Posibilidad de obtener el color deseado.



Alta resistencia

Contra el deterioro y la oxidación.

¿Quieres saber más?
Escanea este QR

