

ASFALTO

y pavimentación

Número 47 · Volumen XII · Cuarto trimestre · 2022

número **47**



Soluciones Medioambientales

ADITIVOS PARA MEZCLAS SEMICALIENTES
AGENTES ANTIADHERENTES Y LIMPIADORES
RECICLADO DE PAVIMENTOS
LIMITADORES DE EMISIONES



Your road to **Green** solution





Número 47 · Volumen XII
Cuarto trimestre · 2022

ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

Director

Juan José Potti

Comité de Redacción

María del Mar Colás,
Andrés Costa, Jesús Felipe,
Jacinto Luis García Santiago,
Lucía Miranda, José Luis Peña,
María del Carmen Rubio,
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.asfaltopavimentacion.com
asfalto@asfaltopavimentacion.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 47 · Volumen XII · Cuarto trimestre · 2022

Editorial

Una respuesta adecuada

05

Tribuna

•Francisco Luis Diez Bernal - Fernando Garcia Prado -
Álvaro Marchesi de Pavasal

07

Tribuna

Andrés Pérez de Lema

09

Determinación de los tiempos óptimos de amasado en seco para mezclas bituminosas con reutilización de RAP en sistemas de incorporación sin precalentamiento

11

Pablo Álvarez Troncoso - Aida Marzá Beltrán - Carlos Quintana Gálvez

Secciones fijas

Ensayos, Normativa, Mirando al Pasado

19

Novedades en la maquinaria de obra Intenciones y Objetivos

31

Equipos para el control térmico en la puesta en obra de las
mezclas asfálticas en caliente

Publirreportaje

Modificación reactiva del asfalto

35

Power Road ®: Las carreteras como superficie para generar energías limpias

39

Nuria Uguet Canal - Teresa Marín Cuenda

Secciones fijas

Calendario, Noticias del Sector, Aleas, Lecturas reco-
mendadas, Digitalización del Sector, Afirmaciones
Asfálticas

47

22-25 **NOVIEMBRE/NOVEMBER**
ZARAGOZA (ESPAÑA/SPAIN)

SMOPYC

2023

19 SALÓN INTERNACIONAL DE MAQUINARIA DE
OBRAS PÚBLICAS CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA

19 INTERNATIONAL SHOW OF PUBLIC WORKS,
CONSTRUCTION AND MINING MACHINERY

www.smopyc.es



Balance del año 2022

El año 2020 y el año 2021 estuvieron marcados por la pandemia. Hace un año se celebraba, todavía con muchas precauciones sanitarias, la XVI Jornada Nacional de Asefma, en diciembre de 2021.

El año 2022 parecía el año de la recuperación de la normalidad. Existía un deseo generalizado de volver a recuperar el contacto personal y el nivel de actividad económica anterior a la pandemia. Así arrancaba el año 2022. Las perspectivas no parecían malas.

Lo cierto es que este año 2022 no ha sido en absoluto un año fácil y en el se han desarrollado varios hechos muy relevantes, que van a ser analizados en este editorial a modo de balance.

La principal preocupación de este sector ha sido la subida del precio de las materias primas y la energía. En los primeros meses del año 2022 ante el alza de los precios de la energía y de las materias primas no era evidente el desarrollo de la actividad y la firma de algunos contratos de adjudicación de obras se retrasaba y surgían dudas acerca del devenir de la actividad. Parecía que todas las esperanzas recibidas a finales del año 2021 se desvanecían porque aparecía otro enemigo tras la pandemia. En este punto conviene recordar que los contratos de rehabilitación de obras o de refuerzo de firmes, desde hace más de 10 años establecieron que no existía la posibilidad de revisión del precio de las materias primas y evidentemente ante las subidas experimentadas del 30-40% sólo cabía esperar a que los precios recuperasen la tendencia de los años anteriores.

Esa situación no se produjo en 2022. Es más, la guerra en Ucrania contribuyó a incrementar la volatilidad de la situación especialmente ante la escasez de energía.

En marzo de este 2022 y gracias a un trabajo muy intenso de colaboración con el Ministerio de Transpor-

te, movilidad y agenda urbana se obtuvo en tiempo récord la publicación del primer Real Decreto ley, concretamente el 03/2022 al que siguió unas semanas más tarde el segundo Real decreto ley el 06/2022. En ambos decretos se reconocía la excepcionalidad de la situación y como consecuencia de ello la posibilidad de aplicar índices para la revisión de los precios.

A estos decreto-ley se podían adherir las comunidades autónomas. Poco a poco fueron adhiriéndose todas las comunidades autónomas. Otra cuestión distinta fue las Diputaciones y los Ayuntamientos que han seguido un proceso menos ordenado.

Durante el verano fue necesario desarrollar un nuevo Real Decreto ley el 014/2022, publicado en los primeros días de agosto, para establecer la forma concreta de poder aplicar el procedimiento de excepcionalidad para la revisión de precios.

En esos meses transcurridos desde el mes de marzo a agosto, el sector ha estado muy cerca de la paralización de la actividad y es de justicia, reconocer la velocidad y la eficacia con la que ha sido gestionada la situación.

Termina el año con una excelente noticia, la resolución provisional de la convocatoria PRTR de los fondos Next Generations, gestionados por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) ha concedido provisionalmente 56,5 millones para el transporte por carretera seguro, sostenible y conectado. En la resolución provisional hecha pública el 24 de octubre, se anuncia la propuesta de adjudicación de 15.911.826,88 euros para 19 proyectos de ejecución de pavimentos sostenibles

Los proyectos subvencionados se ubican en once comunidades autónomas: Andalucía, Aragón, Castilla – La Mancha, Castilla y León, Madrid, Cataluña, Galicia, Murcia, La Rioja, País Vasco y Valencia. Incluyen áreas como la adecuación de instalaciones para la pro-

ducción de mezclas asfálticas más sostenibles y/o a menor temperatura, la reutilización de asfalto recuperado (RAP) y caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil (NFVU) y tecnología de reciclado en frío in-situ para producir pavimentos sostenibles. “El 88 % de las subvenciones PRTR para pavimentos sostenibles están destinadas a empresas asociadas a ASEFMA. Sin lugar a dudas se trata de un gran éxito, porque inicialmente ni siquiera había una línea dedicada a pavimentos sostenibles e incluso en las primeras reuniones se planteaba únicamente una concesión de 2 millones de euros para esta línea”.

Como resumen, se podría concluir que ha sido un año intenso, muy intenso pero deja una sensación muy positiva ante estas informaciones.

Un año interesante para las empresas de ASEFMA



Se acerca el final de un año que como casi todos ha tenido sus luces y sus sombras, y toca hacer balance. Ha sido un año con grandes desafíos y cambios importantes, pero con un balance general positivo.

Si hay un compromiso que hemos reforzado en el 2022 es de la sostenibilidad de la actividad que desarrollamos. Y ello en sus tres ejes, el económico, el social y el medioambiental. Solo podremos tener continuidad si somos capaces de que las actuales actividades no comprometan la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades.

- En este año en lo **económico** nos hemos enfrentado a la inflación, tanto en los materiales ligados a la evolución del coste del petróleo, el transporte, el aumento del coste de la energía, así como en la repercusión que ha tenido en los convenios salariales. En nuestro sector, no es fácil repercutir estos incrementos de precios. Los contratos públicos han contado con un Real Decreto que tenía que paliar esta situación extraordinaria, aunque, en muchos de los casos, no ha llegado a compensar los sobrecostes reales por diferentes motivos. Destacan entre dichos motivos los debidos a la tipología de las obras o sus plazos, que han dejado fuera de esta solución a muchas obras. Y en aquellas obras a las que el Real Decreto afecta, no se revisan los incrementos de cos-

tes debidos a la energía ni a la mano de obra, limitando el máximo de revisión al 20%, que no está cubriendo el incremento real de los costes.

- En lo **social**, porque seguimos siendo testigos de la carencia de personal capacitado a todos los niveles, que pueda atender un eventual aumento de la producción o que dé continuidad al relevo generacional. Las necesidades de flexibilidad laboral, conciliación, y vida familia, suponen también un reto en la gestión de personas.

- Y en lo **medioambiental**. En estos momentos en los que estamos inmersos en la COP27, es momento de destacar que el futuro implica sostenibilidad, y que hemos comenzado un camino lleno de retos, pero también de oportunidades a medio y largo plazo. Este año se han dado nuevas oportunidades para que el sector de las mezclas bituminosas cuente con ayudas hacia una producción que tenga entre sus prioridades la reducción de la huella ambiental corporativa con acciones como: el empleo de altas tasas de reciclado, descarbonización de la actividad con el empleo de mezclas con menos necesidades energéticas. También en esta línea, desde ASEFMA, se está iniciando el proceso para obtener la Declaración Ambiental de Producto sectorial. Hemos compensado el Alcance 1 de nuestra Huella de Carbono al Fondo Voluntario de Carbono de la DFG, que repercutirá en

Un año interesante para las empresas de ASEFMA

la creación de Infraestructuras Verdes en la zona, de modo que neutralizamos el impacto que genera nuestra actividad en el lugar de origen, así como la implantación del ecodiseño con un enfoque de ciclo de vida, la investigación para la captura del CO2

Se está incrementando la sensibilidad social ante la necesidad de reducir a todos los niveles, el consumo de los recursos energéticos disponibles aumentando la reutilización de los residuos generados en cada actividad. Estamos inmersos en cambios importantes hacia una industria tecnológica en un mundo cada vez más digital, con especial cuidado por el medioambiente y los procesos sostenibles. Prueba de ello es la aparición y/o la revisión de la normativa de mezclas bituminosas, como es la OC 1/2022 sobre las *DECLARACIONES DE EXCEPCIONALIDAD NORMATIVA PARA IMPULSAR LA INVESTIGACIÓN, EL DESARROLLO Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICAS EN CARRETERAS* del MITMA donde se posibilita la realización de tramos experimentales con nuevas técnicas o la revisión de documentos de referencia para el sector con el objetivo de potenciar los recursos sostenibles como son varios Artículos de los Pliegos de condiciones PG-3 y PG-4, en revisión en la actualidad.

Detectamos una preocupante falta de personal cualificado con preparación y experiencia para el desarrollo de diferentes trabajos con mezclas bituminosas, ya sean de producción como de ejecución de las obras en los equipos de extendido, siendo preciso crear e impulsar nuevos espacios para realizar esta actividad formativa.

Otra de las noticias importantes para nosotros ha sido la convocatoria del MITMA de los PRTR, Planes de Recuperación Transformación y Resiliencia, ya resuelta de forma provisional y que facilita ayudas a las empresas para la incorporación de equipamiento de última tecnología para la adaptación de los sistemas de fabricación y la posibilidad de fabricar productos más sostenibles. De igual forma se están llevando diferentes procesos de digitalización en las empresas para conseguir alcanzar un nivel tecnológico similar o incluso superior a otras actividades dentro del sector de la construcción.

En lo que al volumen de actividad se refiere, el balance del año desde nuestro punto de vista ha ido de menos a más, con un volumen total de producción similar al de año pasado, si bien con una mayor exigencia en el control de los costes. El segundo semestre y lo que parece que va a ser el final de año han mejorado con respecto a los inicios. Es cierto que la tendencia de algunas administraciones públicas (habitualmente entidades locales) de dejar las inversiones en pavimentación para los últimos meses del año, se va acrecentando año a año, provocando una ineficiencia general del sistema y haciendo cada vez más difícil la planificación adecuada de los trabajos.

Aun así, creemos que estamos lejos de lo que debería ser una inversión sostenible en el mantenimiento de las infraestructuras sin que requiera a corto/medio plazo de actuaciones extraordinarias por no haber atendido a tiempo una conservación óptima.

#4

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las mezclas asfálticas envejecidas recuperan nueva vida y resucitan al ser reciclables” (Carta de bienvenida de EAPA)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

Asfalteros 365



Andrés Pérez de Lema
 Editor Revista
 Asfalto y Pavimentación
 @andresperezlema

Ya no parece que los trabajos en nuestras calles y carreteras sean estacionales como antaño. Ahora te pueden sorprender unas fresadoras en pleno Black Friday o escuchando a los niños de San Ildefonso.

El aglomerado se ha desestacionalizado, como lo han hecho muchas especies que antes acostumbraban a emigrar y ahora permanecen los 365 días del año con nosotros sin necesidad de volar a sus cuarteles de invierno.

Ya hemos comentado y es sabido que las bajas temperaturas, las lluvias y la nieve no son las mejores compañeras de las extendedoras asfálticas, pero con todas las empresas que hablo, tengo el gusto de informar que están "a full" de trabajo. No dan abasto, no encuentran máquinas o no consiguen trabajadores.

Nos hemos convertido en un "commoditie" que las circunstancias políticas empujan a ejecutar "aquí y ahora". No seré yo el que critique este frenesí reparador, harto necesario y legítimo, sólo me limito como Notario de la actualidad a informar de una feliz realidad.

Que sería mejor ¿planificar con un presupuesto inviolable, ajustado al mantenimiento del valor patrimonial de la infraestructura? Si, es correcto, pero nos han sacudido tanto y tan bien estos años, que si en lugar de ver al operario con un botijo, le vemos con un chocolatito caliente, yo mismo le llevaré los churros!

Volverán las oscuras golondrinas
 en tu balcón sus nidos a colgar,
 y otra vez con el ala a sus cristales
 jugando llamarán.

Pero aquellas que el vuelo refrenaban
 tu hermosura y mi dicha a contemplar,
 aquellas que aprendieron nuestros nombres...
 ¡esas... no volverán!

Gustavo Adolfo Bécquer

#23

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

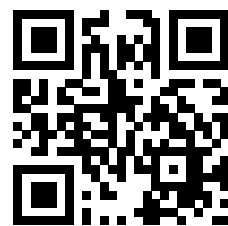
“Reciclar RAP es necesario, pero no es suficiente. Debe reutilizarse en mezclas bituminosas” (Editorial - Economía circular)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE



CARRETERAS CON MÁS FUTURO

En Cepsa respondemos a nuestra estrategia sostenible y a las necesidades de nuestra sociedad y clientes con los innovadores y pioneros **ligantes Flexodur BMC-3b y Flexodur BMC-3b BT**, que hacen posibles las denominadas **mezclas MASAI (Materiales Asfálticos Sostenibles, Automatizados e Inteligentes)** y que configurarán de forma eficiente y duradera las próximas carreteras.



INFÓRMATE EN
cepsa.es

Determinación de los tiempos óptimos de amasado en seco para mezclas bituminosas con reutilización de RAP en sistemas de incorporación sin precalentamiento

Pablo Álvarez Troncoso,
palvarez@becsa.es
Aida Marzá Beltrán,
amarza@becsa.es

Carlos Quintana Gálvez,
cquintana@becsa.es

Gracias a la creciente demanda social y a la paralela concienciación y compromiso de todos los agentes implicados en el sector de las infraestructuras, la reutilización de material fresado en la fabricación de mezclas bituminosas atraviesa un nuevo período de impulso y renovación auspiciado por una serie de cambios normativos que establecen claramente los protocolos, procedimientos de control y nivel de desempeño que debe alcanzar una mezcla bituminosa de este tipo para asegurar una durabilidad adecuada.

Como en toda adaptación o implementación normativa, la acumulación de experiencia en la aplicación de la misma va perfilando algunos aspectos técnicos que en algún caso cobran mayor importancia con el avance en el desarrollo de la técnica. Tal es el caso, como se indica en la orden circular 40/2017 en el apartado 22.7.1.3.2, de la necesaria eficiencia en la transferencia de calor y la integración homogénea de todos los materiales con los áridos de aportación en los procesos de fabricación de mezclas con RAP en centrales con adición directa al mezclador. En ese caso se describe en el documento la necesidad de garantizar una envuelta en seco efectiva previa a la inyección del ligante de aportación y que dicho tiempo de envuelta deberá ser aprobado por la dirección de obra.

Dada la probada importancia que esta homogenización en seco tiene en el comportamiento mecánico de las mezclas resultantes, este artículo trata de proponer un procedimiento de optimización de tiempos de envuelta basado en parámetros cuantificables mediante en el ensayo Fénix de resistencia a la fisuración (NLT-383/20) que complementan las inspecciones visuales de marcado carácter cualitativo que se realizan en la actualidad, con el fin de dotar a la dirección de obra de una herramienta cuantitativa de evaluación y que ésta ayude simultáneamente al fabricante a optimizar los mencionados tiempos de envuelta con el menor impacto posible en la producción de las plantas con instalaciones de este tipo.

Palabras Clave: RAP, reutilización, durabilidad, transferencia de calor eficiente, mezclas bituminosas, evaluación cuantitativa, amasado en seco, tiempo de envuelta, parámetros de tracción, ensayo Fénix.

Due to the increasing social request, the consciousness-raising and the agreement of all the partners involved in the infrastructure sector, the reuse of reclaimed asphalt pavement (RAP) in the manufacture of new bituminous mixtures is crossing a period of thrust and renovation backed by the normative changes established by protocols, control procedures and performance level that a mixture must achieve to ensure an adequate durability.

As in all adaptation or regulation implementation, the accumulation of experience along the application

Determinación de los tiempos óptimos de amasado en seco para mezclas bituminosas con reutilización de RAP en sistemas de incorporación sin precalentamiento

of it is defining some technical aspects that, in some cases, took on more importance with the advance in the technical development. As it is indicated in the OC 40/2017 section 22.7.1.3.2, it is necessary a required efficiency of the heat transfer and the homogeneous integration of all materials with the virgin aggregates in the manufacturing process of mixtures that contain RAP fed directly to the mixer. In this case, it is described in the document, the necessity to guarantee an effective dry coating previous to the addition of the virgin bitumen and the endorsement of these coating times by the project management. By reason of the proven importance of this dry homogenization has in the mechanical behaviour of the resultant mixtures, this article comes to propose a procedure to optimize the coating times based in traction parameters that complement the qualitative visual inspection, which are performed nowadays. In order to provide project management with a quantitative tool of evaluation and simultaneously the manufacturer to optimize such coating times with the fewer impact along the manufacturing process.

Keywords: RAP, reuse, durability, efficient heat transfer, bituminous mixtures, quantitative evaluation, dry mix, coating time, traction parameters, Fenix test.

1. INTRODUCCIÓN

El nivel de desempeño de una mezcla bituminosa reciclada en caliente está íntimamente relacionado con la homogeneidad de su composición, y ésta a su vez, responde en gran medida a la consecución de una óptima disgregación del material RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) que se introduce en la nueva mezcla y del posterior grado de interacción alcanzado durante el proceso de fabricación entre los dos ligantes que participan en la mezcla; el ligante envejecido procedente del RAP y el ligante nuevo de aportación. El ligante resultante, fruto del correcto mezclado de los anteriores, regirá el comportamiento visco-elástico de la mezcla y por tanto su desempeño físico-mecánico. Esta homogeneidad de distribución de los componentes de los nódulos de material envejecido, que persigue deshacer los gránulos y repartirlos por toda la masa de la mezcla, depende de

factores como la temperatura de incorporación del RAP, el tiempo de contacto con el árido virgen y su temperatura, y de la eficacia de disgregación que proporciona el amasado previo a la inyección del nuevo ligante, lo que se conoce como amasado en seco. De lo expuesto con anterioridad puede deducirse que una óptima disgregación en esta primera fase, favorece una mayor superficie de contacto entre las partículas de RAP y el ligante nuevo y por tanto potencia un mayor grado de mezclado y combinación entre ambos ligantes, minimizando así la persistencia de gránulos de material envejecido que limitan la necesaria interacción entre betunes. La presencia de estos nódulos, conocidos en la bibliografía como black rock (o árido negro) resta contenido de ligante efectivo en el seno de la mezcla reciclada y es lógico pensar, debido a su estructura, que tienen una influencia negativa en la resistencia a la fisuración de las mezclas resultantes, y por tanto en su durabilidad.

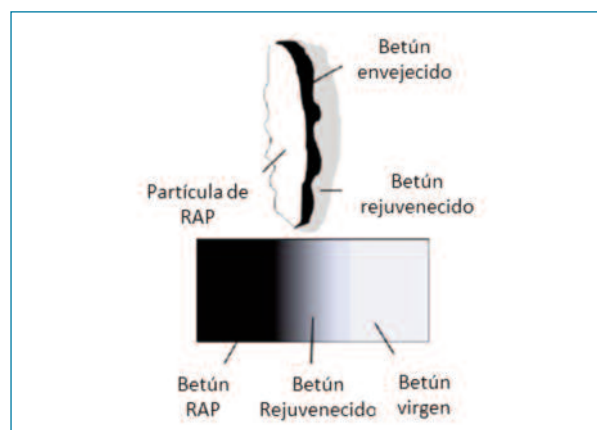
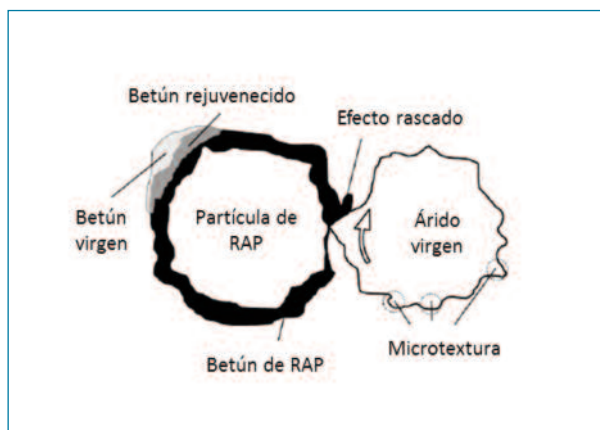


Figura 1. Mecanismo de disgregación mecánica y esquema de interacción de betunes en mezclas con RAP.

El presente estudio busca proponer un método para detectar mediante ensayos de laboratorio la presencia de éstas heterogeneidades en las mezclas recicladas fabricadas mediante instalaciones que utilizan la transferencia de calor del árido virgen en el mezclador como fuente de calentamiento del material fresado y asimismo busca establecer parámetros de ensayo para fijar los tiempos de amasado en seco que optimicen la eficacia de disgregación del RAP.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS A LA EXIGENCIA DE HOMOGENEIDAD EN MEZCLAS RECICLADAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE

La orden circular 40/2017 del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana sobre reciclado de firmes y pavimentos bituminosos es en la actualidad, normativa de referencia para la descripción y control de los procesos de reciclado en caliente y semicaliente en central de capas bituminosas. En el apartado 22.7.1 de la mencionada orden se establecen los protocolos exigibles para la fabricación de mezclas bituminosas recicladas y el tratamiento de sus componentes. En lo referente al presente estudio, que como se ha indicado se centra en las mezclas fabricadas en instalaciones en las que el RAP se incorpora al mezclador a temperatura ambiente, la normativa establece una serie de pautas para posibilitar una adecuada transferencia de calor de los áridos de aportación al material fresado y optimizar así su disgregación previa a la inyección de ligante de aportación (apdo. 22.7.1.3.2). En la orden circular se indica que se debe establecer un tiempo suficiente de envuelta en seco en el mezclador que sumado al amasado en húmedo (tras la inyección de ligante virgen) garanticen la eliminación de la humedad del RAP, la distribución homogénea del mismo en la masa de la mezcla y la integración de todos los componentes, asegurando la desaparición de los nódulos de RAP. Se indica igualmente que estos tiempos deben ser aprobados por el Director de las obras.

En buena lógica, estos tiempos deben ser superiores en todo caso a aquellos estándares que los fabricantes tienen fijados en sus plantas para las mezclas bituminosas convencionales, ya que la duración de ambos períodos

se debe adaptar para cubrir lo especificado en el pliego. A su vez, es razonable pensar que, al aumentar los porcentajes de RAP en la fabricación de mezclas recicladas en instalaciones de este tipo, estos tiempos aumenten de forma paralela y por tanto se pueda producir una afección en la capacidad de producción de la planta con el consiguiente impacto económico que ha de ser tomado en consideración. Por tanto desde ambos puntos de vista, de aseguramiento de la calidad y rendimiento económico adecuado, resultaría interesante contar con herramientas que permitan establecer estos tiempos en los procesos de fabricación de mezclas recicladas en caliente y semicaliente en central con mezclador discontinuo.

3. PROCEDIMIENTOS ACTUALES PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE AMASADO EN CENTRALES DISCONTINUAS

Existen descritos en la bibliografía numerosos procedimientos, todos ellos de elevada complejidad técnica, que permiten la evaluación del grado de interacción que se produce entre el ligante envejecido y el de aportación en la mezcla final en el seno de las mezclas bituminosas recicladas en central. Ejemplo de ello son diversas técnicas cromatográficas, de microscopía o de análisis de imagen llevadas a cabo sobre el ligante recuperado de las mezclas tras su fabricación. Debido a la mencionada complejidad, estas técnicas no son susceptibles de implementación ágil para que el fabricante pueda evaluar la bondad de los tiempos de amasado con el fin de asegurar lo descrito en los apartados anteriores.

Si nos ceñimos a la necesaria eficacia de disgregación de los nódulos de RAP, en la que juega un papel fundamental las condiciones de amasado en seco en planta, el método de control más extendido y que se ajusta, en buena medida, a la consecución de los objetivos propuestos, es el denominado método de la muestra en gris que consiste en observar el grado de reblandecimiento y de disgregación de los nódulos de RAP a través del nivel de envuelta conseguido durante el amasado en seco. Este procedimiento permite evaluar de forma cualitativa la eficacia del amasado en esta primera fase, ya que se puede observar como influyen la variación de tiempo de amasado, la temperatura del árido virgen e

Determinación de los tiempos óptimos de amasado en seco para mezclas bituminosas con reutilización de RAP en sistemas de incorporación sin precalentamiento

incluso el nivel de llenado del mezclador en la distribución del betún envejecido sobre el total de la masa de mezcla antes de la inyección del ligante de aportación.

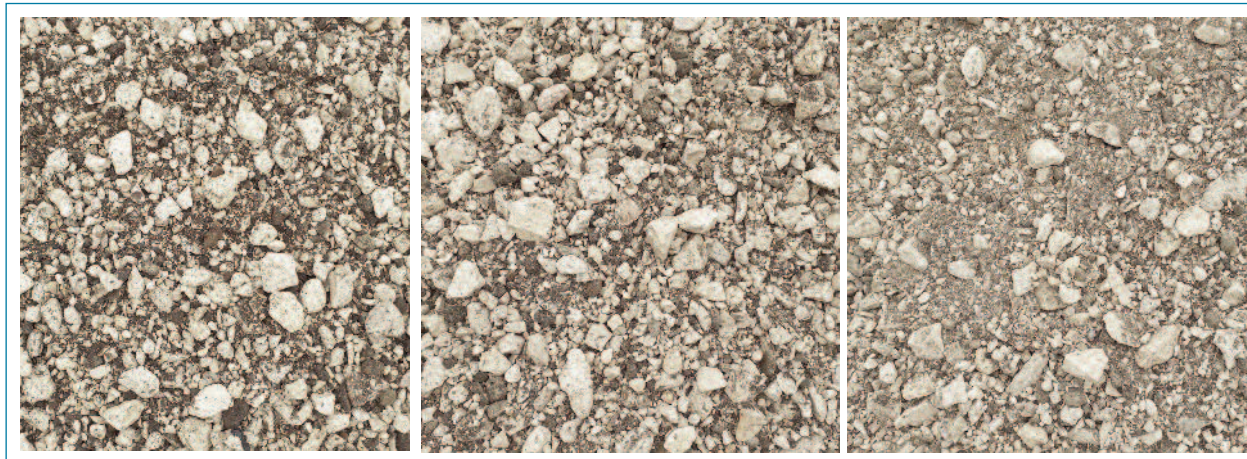


Figura 2. Ejemplo de evolución del grado de disgregación con el tiempo de amasado para una amasada en gris

Sin embargo entendemos que, debido a la importancia de los factores descritos, esta metodología debería ser complementada, en la medida de lo posible, por la determinación de algún parámetro de ensayo sobre la mezcla que pudiera ayudar a la hora de la toma de decisiones sobre los tiempos de amasado ya que, como se ha indicado, éstos influyen en la productividad de las centrales de fabricación además de hacerlo, claro está, en la calidad y durabilidad del producto.

4. BÚSQUEDA DE PARÁMETROS REPRESENTATIVOS. FUNDAMENTOS DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Recientes experiencias del Instituto de Ingeniería de la Universidad de Aachen en Alemania han tratado de evaluar, a nivel de laboratorio, la influencia de las condiciones de mezclado de las mezclas que incorporan RAP en la homogeneidad a escala macro de las mismas, utilizando para ello ensayos de rigidez multidireccionales. Los trabajos en este campo persiguen evaluar la homogeneidad de la mezcla final mediante la determinación de rigidez (ASTM D7369-20) sobre familias de mezclas fabricadas variando la temperatura de partida de la mezcla amasada en seco (RAP + árido virgen) y el tiempo de amasado en húmedo, tras la incorporación del betún virgen. Se obtienen de este modo gráficos como los de la

figura 3. La magnitud del módulo de rigidez se ve influenciada por el aumento de la difusión entre el betún envejecido y el nuevo, pero no es menos cierto que un

aumento del tiempo de amasado en húmedo también contribuye de forma decisiva en el envejecimiento del betún de aportación, lo que enmascara el primero de los efectos. Así, para salvar este enmascaramiento en estos trabajos se determina el coeficiente de variación obtenido para los ensayos de una misma familia con el fin de determinar el grado de homogeneidad de cada subgrupo. Con ello se elabora un mapa, que indica el grado de homogeneidad alcanzado según el coeficiente de variación obtenido con las mismas condiciones fijadas.

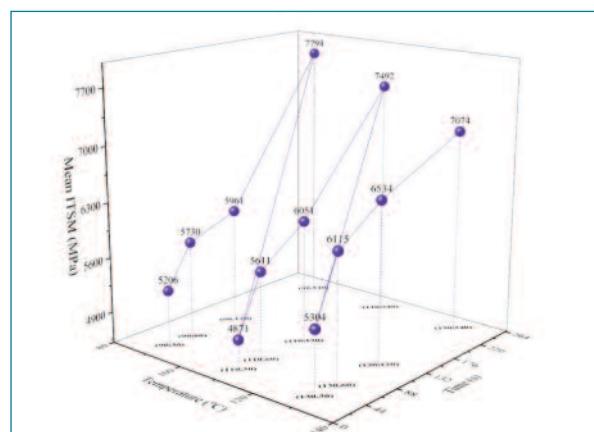


Figura 3. Gráfico de evolución del módulo de rigidez del estudio de homogeneidad de propiedades en mezclas recicladas de la Universidad de Aachen (Alemania)

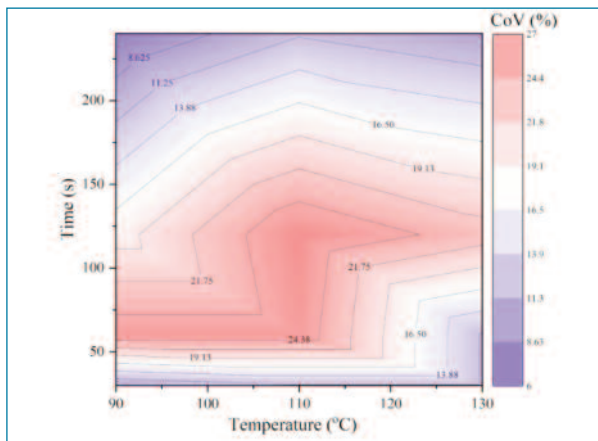


Figura 4. Mapa de homogeneidad de propiedades obtenido en el estudio de mezclas recicladas de la Universidad de Aachen (Alemania)

Por otro lado, los ensayos de tracción, y más concretamente, los ensayos de resistencia a la fisuración tipo Fénix (NLT-383/20) han demostrado suficiente sensibilidad para discernir entre los diversos grados de envejecimiento (o grados de penetración) de los betunes de pavimentación presentes en una mezcla cuando se ensayan mediante este procedimiento para determinar parámetros de curvas tensión-deformación. Aplicado a las mezclas que incluyen RAP, la Universidad Politécnica de Cataluña ha desarrollado numerosas experiencias para evaluar la influencia del tiempo de amasado y la temperatura en el comportamiento de las mezclas, llegando a poner de manifiesto la importancia de la temperatura del árido virgen o los cambios que produce en la ductilidad de la mezcla el mayor o menor grado de interacción entre el ligante envejecido y el aportado, al aumentar la temperatura a la que se incorpora el RAP.

Estas experiencias previas nos han llevado a tomar en consideración la viabilidad de utilizar parámetros de ensayo Fénix en la evaluación de los tiempos de amasado en seco para mezclas que incorporen RAP a temperatura ambiente. Basándonos en los trabajos anteriormente descritos, se plantearon las siguientes hipótesis de partida:

1) Parece viable detectar el grado de difusión entre los ligantes presentes en la mezcla (envejecido y aportado) a través del análisis de parámetros del ensayo Fénix de resistencia a la fisuración.

2) Si se fija la temperatura de calentamiento del árido virgen, la temperatura de adición del RAP (en las instalaciones objeto del presente trabajo es la temperatura ambiente) y el tiempo de amasado en húmedo de las mezclas, al mantener constante la contribución al envejecimiento del ligante final de la duración del mezclado en húmedo, se debería observar un comportamiento asintótico de ciertos parámetros Fénix al aumentar el tiempo de amasado en seco. Es decir, la optimización de la disgregación de los nódulos de RAP se debe alcanzar cuando no se observe mayor contribución del ligante envejecido por mucho que se aumente el tiempo de amasado en seco.

5. PROTOCOLO DEL ESTUDIO Y RESULTADOS OBTENIDOS

5.1. Central de fabricación. Mezclas estudiadas.

El presente estudio se ha realizado sobre mezclas fabricadas en central discontinua con adición de RAP directamente al mezclador. Concretamente, el estudio ha sido llevado a cabo con mezclas fabricadas en nuestras instalaciones de Aldaia en Valencia. Se trata de una planta INTRAME UM-160 que cuenta con un mezclador con capacidad de amasado de 2000 kg y 32 brazos con una velocidad de giro de 1500 rpm.

Las mezclas objeto de estudio han sido de tipo AC 22 BIN S y una mezcla tipo AC 16 SURF D con incorporación de un 20% de RAP, fabricadas con árido de naturaleza caliza y filler de recuperación.

5.2. Condiciones

El protocolo de fabricación ha consistido en la elaboración de amasadas de las mezclas descritas, variando el tiempo de amasado en seco desde los 5s a los 25s, y manteniendo constante un tiempo de amasado en húmedo de 40s. Las diferentes amasadas han sido fabricadas de forma consecutiva para cada tipo de mezcla con el fin de evitar diferencias significativas en la temperatura de calentamiento del árido virgen y a su vez asegurar una cierta homogeneidad en la composición del mate-

Determinación de los tiempos óptimos de amasado en seco para mezclas bituminosas con reutilización de RAP en sistemas de incorporación sin precalentamiento

rial fresado aportado. Las probetas destinadas a los ensayos Fénix, se han fabricado mediante el procedimiento de impacto UNE EN 12697-30:2019 con 75 golpes por cara en nuestro laboratorio a pie de planta con el fin de evitar procesos de recalentamiento que pudieran interferir en la determinación de las magnitudes estudiadas. Tomando como referencia los estudios previos realizados por la UPC los parámetros valorados según se recoge en la NLT 383-20 han sido la energía de rotura (energía disipada) GD, la ductilidad medida como el desplazamiento post-pico al 50% de la carga máxima $d_{0,5PM}$, a los que se ha añadido el indicador de rigidez a tracción IRT. Todos ellos se han determinado a la temperatura de 20°C.

5.3. Resultados obtenidos

Para cada una de las mezclas se ha llevado a cabo, con anterioridad a la experimentación, el análisis visual de las amasadas en gris tal y como se recoge en el apartado 3. Con las observaciones realizadas se establecieron los rangos de trabajo detallados en 5.2.

Para la mezcla AC 22 S se obtuvieron los siguientes datos:

Tiempo amasado en seco (s)	10s	15s	20s	25s
IRT (Mpa/mm)	1,05	1,68	1,89	1,79
G_D (J/m ²)	681	624	599	585
$d_{0,5PM}$	1,60	1,30	1,16	1,20

Tabla 1. Datos obtenidos mediante ensayo Fénix (NLT-383/20) para la AC 22 S RC20

Se puede observar un aumento en el valor de índice de rigidez a tracción (IRT) y disminuciones tanto en la energía de rotura (G_D) como en la ductilidad ($d_{0,5PM}$) con el aumento del tiempo de amasado en seco. Esto es en principio compatible con la progresiva incorporación del betún envejecido del RAP al betún final al aumentar la eficacia de disgregación del mismo.

Gráficamente se obtiene:

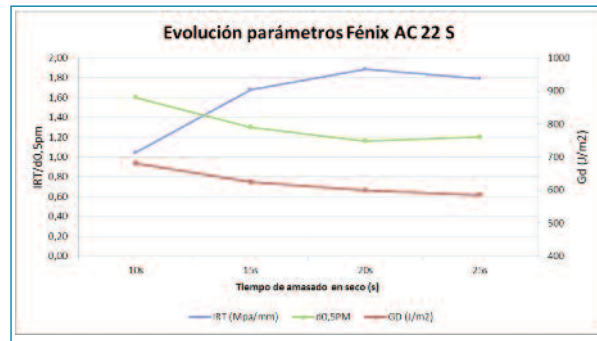


Figura 5. Evolución de parámetros Fénix con el tiempo de amasado en seco (s) para AC 22 S

Se aprecia en la gráfica anterior cómo se produce un cierto comportamiento asintótico de los parámetros (o un cambio de tendencia en su evolución) a partir de los 20 segundos de amasado en seco. Estos resultados parecen apoyar la hipótesis de partida planteada, es decir, debería producirse una evolución de los parámetros mecánicos de la mezcla en paralelo a la mayor eficacia de disgregación de los nódulos de RAP hasta un valor determinado, en que la aportación de esta disgregación se mantuviera constante.

De forma paralela se ha observado un comportamiento similar en el valor de las densidades obtenidas para cada una de las familias de probetas fabricadas:

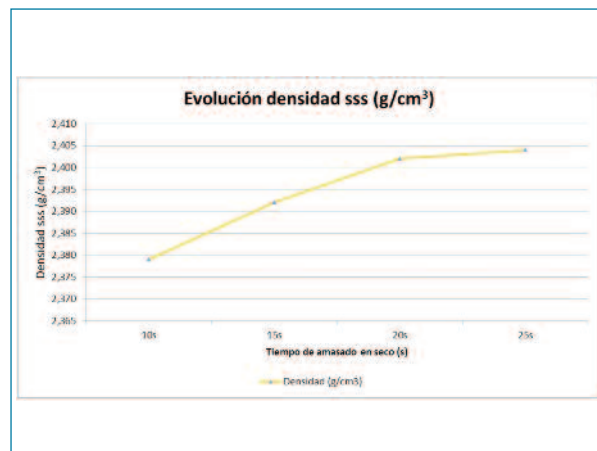


Figura 6. Evolución de las densidades sss con el tiempo de amasado en seco (s) para AC 22 S

Esto podría tener su base en un aumento del betún total disponible en el medio conforme se aumenta la eficacia de disgregación y que este hecho influyera en la compactabilidad de la mezcla final.

Cabe mencionar aquí que no se obtuvieron resultados reproducibles para los ensayos realizados con tiempo de amasado en seco de 5 segundos. Es más, a la vista de la figura 7, pudiera considerarse que las discontinuidades que aparecen en algunas de las curvas Fénix correspondientes al ensayo, pudieran estar relacionadas con la presencia de nódulos no disgregados de RAP. Esta suposición sería acorde a la aparición de estas mesetas de tensión a 20°C, que no se han producido para ningún otro tiempo de amasado.

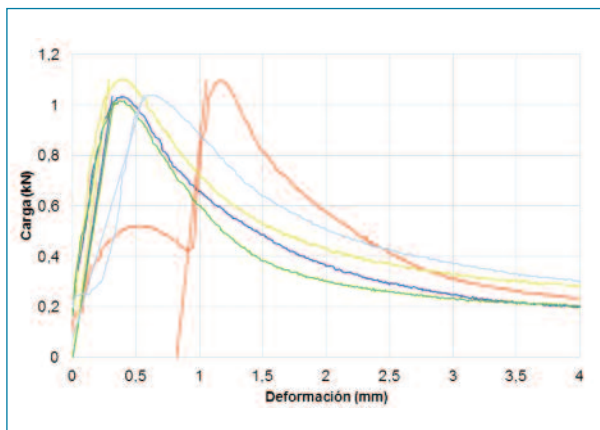


Figura 7. Curvas Fénix para un tiempo de amasado en seco de 5s para AC 22 S

Para la mezcla AC 16 D los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tiempo amasado en seco (s)	10s	15s	20s	25s
IRT (Mpa/mm)	1,16	2,07	2,12	2,22
G _D (J/m ²)	670	555	447	515
d _{0,5PM}	1,96	1,51	1,38	1,35

Tabla 2. Datos obtenidos mediante ensayo Fénix (NLT-383/20) para la AC 16 D RC20

En este caso el comportamiento asintótico parece alcanzarse a un tiempo algo menor. Gráficamente se observa:

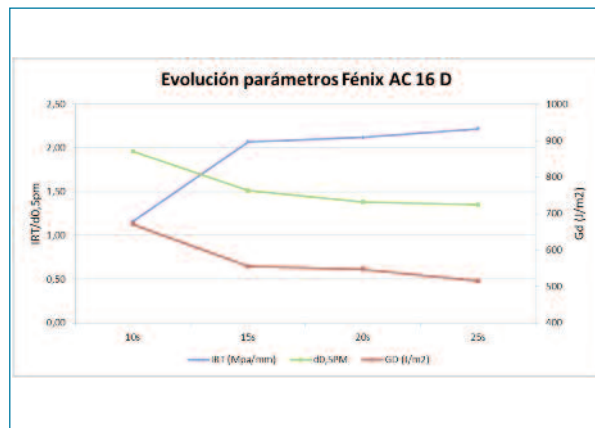


Figura 8. Evolución de parámetros Fénix con el tiempo de amasado en seco (s) para AC 16 D

El comportamiento de las densidades encontradas en las probetas fabricadas para el ensayo se refleja en el siguiente gráfico:

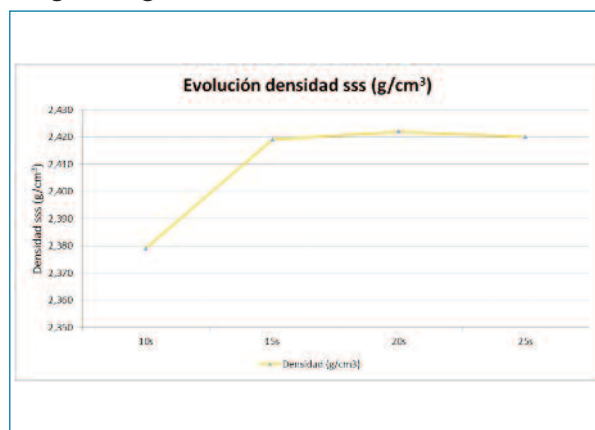


Figura 9. Evolución de las densidades sss con el tiempo de amasado en seco (s) para AC 16 D

A la vista de los resultados obtenidos parece evidente que los ensayos planteados arrojan diferencias significativas en función de los tiempos de amasado en seco planteados y que estas diferencias responden de forma adecuada a las hipótesis de partida del presente estudio. Es razonable pensar que los tiempos óptimos de amasado en seco para estas mezclas se situarían a partir de aquellos en los cuales las magnitudes estudiadas responden a un comportamiento asintótico y el aspecto de las amasadas en gris fuera suficientemente homogéneo. Con la finalidad de no sacrificar produc-

Determinación de los tiempos óptimos de amasado en seco para mezclas bituminosas con reutilización de RAP en sistemas de incorporación sin precalentamiento

ción en la planta podría ser recomendable, para contar también con un margen adecuado de seguridad, que este óptimo se situara en la mitad del intervalo de tiempo entre los dos primeros puntos de comportamiento asintótico. Es decir, para las experiencias reflejadas en el presente trabajo, se situarían en 23 s y 17 s para la AC 22S y AC 16 D respectivamente.

No obstante, entendemos necesaria una investigación de mayor recorrido en el que se planteen estudios a diversos porcentajes de incorporación de RAP, para determinar, por ejemplo, el límite de sensibilidad del método o el peso de la influencia del tiempo de amasado en húmedo tras la adición del nuevo ligante, una vez se fija el tiempo de amasado en seco. Este mayor conocimiento del comportamiento de las mezclas recicladas en caliente en central mediante este sistema, entendemos redundaría en un mayor aseguramiento de su calidad y por tanto de su vida útil.

6. CONCLUSIONES

Este estudio ha tratado de ahondar en el conocimiento por parte del fabricante de sus procesos de fabricación de mezclas bituminosas recicladas en caliente en central. Se ha focalizado en las instalaciones que aportan el material fresado sin precalentamiento y directamente al mezclador, al estimar éstas como el primer estadio de acceso a la tecnología por parte de las empresas, debido a su menor coste de inversión.

De lo expuesto en el presente trabajo y en la bibliografía existente puede deducirse la importancia de los procesos y protocolos de fabricación en las características mecánicas y de durabilidad de los productos fabricados con esta tecnología. Para poner de manifiesto esta importancia se ha tratado de introducir parámetros cuantificables, basados en el ensayo Fénix de resistencia a la fisuración (NLT-383/20), para evaluar la bondad de dichos procedimientos. La estrategia se ha basado en la búsqueda de cambios de comportamiento significativos en los parámetros característicos de este ensayo en función del mayor o menor impacto de los procesos llevados a cabo durante la fabricación en la calidad de producto final.

Los resultados encontrados resultan prometedores

al reflejar vía datos las hipótesis planteadas para el control del proceso de amasado en seco. De forma paralela los valores absolutos obtenidos para los parámetros de ensayo Fénix sobre el producto final responden a los criterios y especificaciones para el diseño de mezclas AC publicados en los trabajos de la Universidad Politécnica de Catalunya para mezclas sin RAP, lo que nos sitúa en condiciones de asegurar que las mezclas fabricadas con una correcta aplicación de esta tecnología son equiparables a aquellas en propiedades mecánicas asociadas a la durabilidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Félix E. Pérez-Jiménez, Rodrigo Miró Recasens, Ramón Botella Nieto, Adriana H. Martínez Reguero, Marina Muñoz Oliver, José Amorós Parras. "Criterios y especificaciones para el uso del ensayo Fénix en el diseño de mezclas bituminosas tipo AC. IX Jornada Nacional de ASEFMA. 2014
- [2] NLT 383-20. "Evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas mediante el ensayo Fénix"
- [3] Domingo Pérez Madrigal, Andrea Iannone, Adriana Martínez, Filippo Giustozzi. "Effect of mixing time and temperature on cracking resistance of bituminous mixtures containing reclaimed asphalt pavement material". *Journal of Materials in Civil Engineering/ Volume 29 Issue 8- August 2017*
- [4] Quan Liu and Markus Oeser. "The Influence of Mixing Conditions on the Macro-Scale Homogeneity of Asphalt Mixtures Blended with Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)". *Materials 2021, 14,4137. <https://doi.org/10.3390/ma41154137>*
- [5] Jacinto Luis García Santiago. "¿Sabemos cuál es, realmente, el ligante que gobierna el comportamiento de una mezcla reciclada y en qué proporción lo hace?". *Revista Asfalto y Pavimentación. Número 36. Volumen X. Primer trimestre 2020.*

PNE 41210

Métodos de ensayo para mezclas bituminosas. Resistencia estructural y a la fisuración por fatiga UGR-FACT

Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente

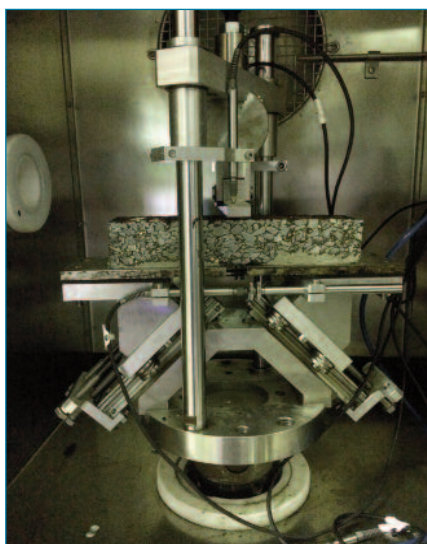
Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

1. OBJETO Y PRINCIPIO DEL ENSAYO

Metodología para la caracterización a la respuesta estructural y a la fisuración por fatiga de mezclas bituminosas y capas de firmes mediante la aplicación de una carga seno-verso u otra carga controlada, utilizando diferentes tipos de probetas y configuración del ensayo. Se utiliza un equipo de ensayo UGR-FACT empleándose probetas (preferentemente prismáticas) adheridas a dos apoyos con distancia de separación entre ellos.

La probeta se somete a esfuerzos combinados de flexión, cortante y tracción, realizados por la aplicación de una carga en sentido vertical y perpendicularmente al eje longitudinal de la probeta, midiendo las cargas necesarias para aplicar los esfuerzos combinados y los desplazamientos horizontales y verticales provocados por estos, en función del tiempo.



2. MÉTODO OPERATIVO

Las condiciones de configuración del ensayo dependen del equipo y de las posibilidades y/o necesidades. La norma permite realizar los ensayos para 3 modalidades diferentes:

- o A.- Diferentes niveles de carga.
- o B.- Diferentes niveles de temperatura.
- o C.- Diferentes espesores de probeta.

Se debe repetir el ensayo con varias probetas variando el nivel de modalidad elegida: carga, temperatura o espesor. La vida hasta fisuración por fatiga se debe determinar de acuerdo al criterio de fallo por propagación de una fisura/grieta a través de la totalidad del espesor de la probeta.

Probetas.

Se utilizan probetas prismáticas con una longitud l entre 220 y 90 mm.

La diferencia de anchura B y del espesor e no debe ser superior a 1 mm y los valores máxima y mínima de longitud l no deben ser superiores a 2 mm.

La anchura b y el espesor e serán $> 3,5$ veces D máxima del árido del material sometido a ensayo (puede reducirse a 2,5 veces en caso de áridos grandes). Pueden utilizarse probetas cilíndricas de 100 y 150 mm de diámetro cumpliendo los requisitos anteriormente expuestos.

Las probetas deben ser aserradas de placas preparadas en laboratorio o tomadas de la carretera. Las probetas se secan al aire hasta masa constante cuando dos

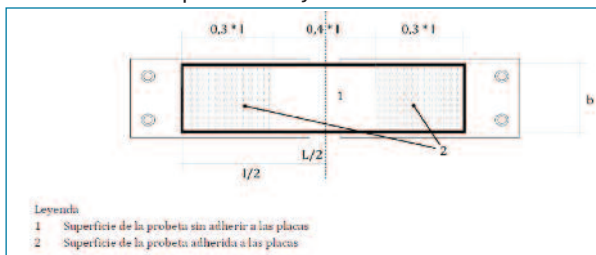
PNE 41210 Métodos de ensayo para mezclas bituminosas. Resistencia estructural y a la fisuración por fatiga UGR-FACT

pesadas consecutivas realizadas en un intervalo de 24 horas difieren en menos del 0,25 %. Se almacenan hasta el ensayo en un local seco a una temperatura entre 0 y 20°C, siendo entre 0 y 5°C si se almacenan por un periodo superior a 1 mes. Las probetas se ensayan transcurrido un tiempo entre 2 y 8 semanas después del corte.

Las probetas se fijan a las placas de ensayo de forma simétrica respecto a su centro y se colocan en el dispositivo, permitiendo la libertad de movimiento de uno de los lados.

Preparación del ensayo.

Las probetas se fijan a las placas metálicas utilizando una resina epoxi, con una superficie de fijación por encima del 60% de la superficie de la probeta, dejando una superficie central sin fijar de un 40 %. Tras un tiempo mínimo de 24 horas para permitir su endurecimiento, se acondiciona a la temperatura de ensayo elegida durante un tiempo entre 2 y 6 horas.



Ensayo.

Se fijan con tornillos al dispositivo de ensayo y se aplica una precarga de baja intensidad liberando después los apoyos. Se fija la resistencia del muelle y se colocan los transductores de medida. La fuerza y el desplazamiento del bastidor y los desplazamientos de los 4 transductores se deben registrar después de 100 ciclos de carga y luego de forma regular.

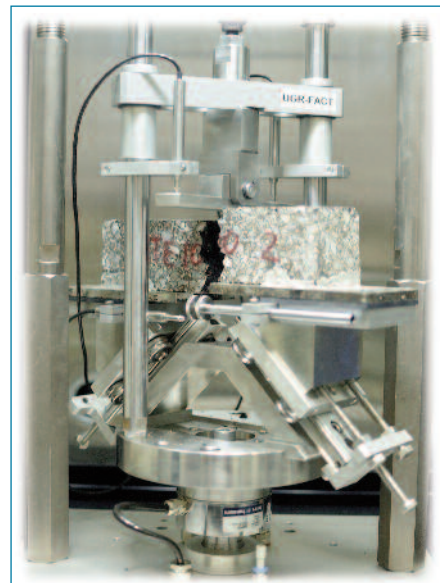
Para la *modalidad A* para una frecuencia, temperatura, espesor de probeta y distancia entre apoyos dados, el ensayo se realiza como mínimo a 3 niveles de carga diferentes, con un mínimo de 4 repeticiones por nivel, seleccionado los niveles de carga para que las vidas hasta fatiga estén dentro de la gama de 10⁴ a 2x10⁶ ciclos.

Para la *modalidad B* para un nivel de carga, frecuencia, espesor de probeta y distancia entre apoyos dados, el ensayo se realiza como mínimo a 3 temperaturas dife-

rentes, con un mínimo de 4 repeticiones por nivel, seleccionado los niveles de temperatura y nivel de carga elegidos para que las vidas hasta fatiga estén dentro de la gama de 10⁴ a 2x10⁶ ciclos.

Para la *modalidad C* para un nivel de carga, frecuencia, temperatura y distancia entre apoyos dados, el ensayo se realiza como mínimo a 3 espesores de probeta diferentes, con un mínimo de 4 repeticiones por nivel, seleccionado los niveles de espesor y nivel de carga elegidos para que las vidas hasta fatiga estén dentro de la gama de 10⁴ a 2x10⁶ ciclos.

Se registran todos los resultados de fuerza y desplazamiento calculando a partir de ellos los valores de energía disipada en sentido vertical y horizontal en J, la tasa de variación de la geometría de la probeta en sentido vertical y horizontal al inicio y final de cada ciclo, los valores de ductilidad y susceptibilidad a la deformación plástica entre los ciclos x e y considerados.



Resultados.

La resistencia a fatiga bajo las condiciones de ensayo (carga para la A, temperatura para la B y espesor para la C) se debe calcular como la resistencia a fisuración por fatiga P-10⁶ de la condición de ensayo correspondiente a 10⁶ ciclos para la vida hasta fisuración por fatiga, de acuerdo con el criterio de fallo.

La ley de fatiga se determina en base a las amplitudes de desplazamiento horizontal inicial $\Delta\delta h_{100} \cdot 10^6$ de la condición de ensayo correspondiente a 10⁶ ciclos,

para la vida hasta fisuración por fatiga de acuerdo con el criterio de fallo.

Para todas las modalidades debe calcularse la vida de fisuración por fatiga del material para las condiciones de ensayo utilizadas haciendo una regresión entre los ciclos hasta fallo y las amplitudes de desplazamiento horizontal inicial (numero 100) con la siguiente formula:

$$N_{fi} = a \cdot \Delta\delta h_{100i}^b$$

Donde i es el número de la probeta, N_f es el número de ciclos hasta fallo y $\Delta\delta h_{100}$ es la amplitud de desplazamiento horizontal inicial (el valor inicial de la amplitud de desplazamiento horizontal debe corresponder al medido en el ciclo de carga 100).

Para la *modalidad A* se representa la ley de resistencia bajo carga haciendo una regresión entre los ciclos hasta fallo y las amplitudes de carga utilizadas según la fórmula:

$$N_{fi} = a \cdot P_i^b$$

Donde i es el número de la probeta, N_f es el número de ciclos hasta fallo y P es la amplitud de carga.

Para la *modalidad B* se representa la ley de resistencia bajo temperatura haciendo una regresión entre los ciclos hasta fallo y temperatura de ensayo según la fórmula:

$$N_{fi} = a \cdot T_i^b$$

Donde i es el número de la probeta, N_f es el número de ciclos hasta fallo y T es la temperatura.

Para la *modalidad C* se representan las leyes estructurales haciendo dos regresiones: una entre los ciclos hasta fallo y las amplitudes de desplazamiento horizontal inicial (num100) y otra entre los ciclos hasta fallo y los espesores de probeta utilizados, con las siguientes fórmulas:

$$N_{fi} = a \cdot e_i^b$$

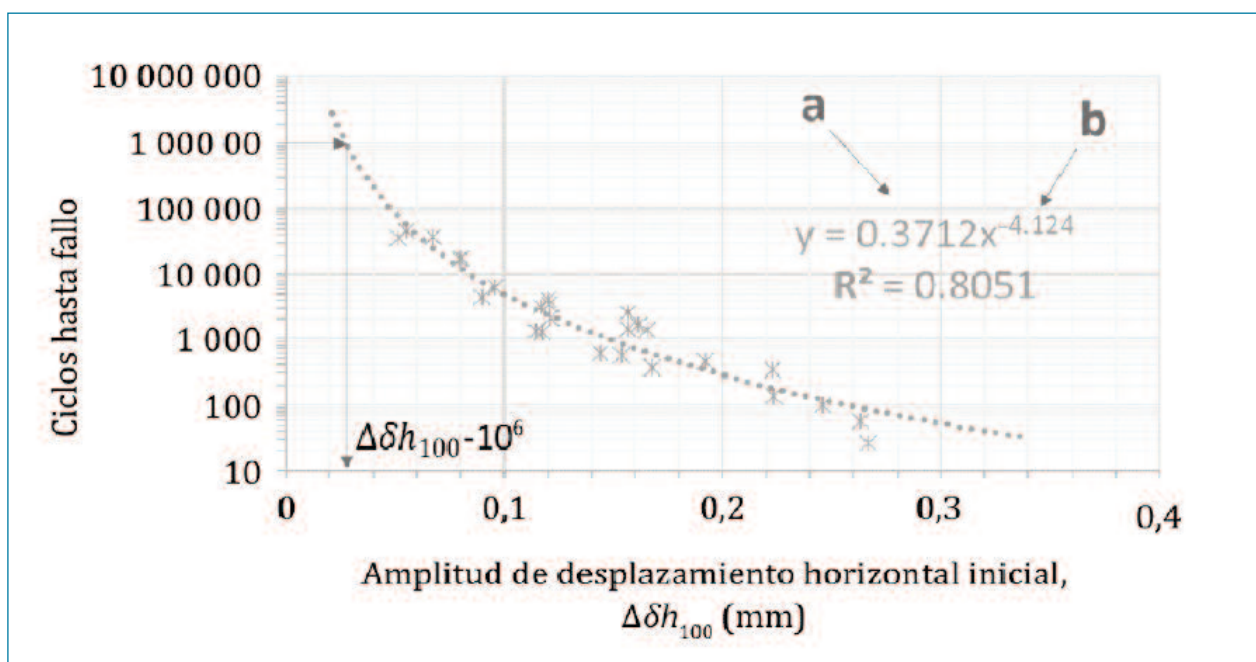
$$\Delta\delta h_{100i} = c \cdot e_i^d$$

Donde i es el número de la probeta, N_f es el número de ciclos hasta fallo, $\Delta\delta h_{100i}$ es la amplitud de desplazamiento horizontal inicial y e es la amplitud de carga utilizada en el ensayo.

3. EQUIPAMIENTO

Los principales equipos son los siguientes:

- Máquina de ensayo. Capaz de aplicar carga senoso sobre un cabezal de carga. La frecuencia debe estar entre 0Hz a 60Hz con precisión de 0,1 Hz. Debe estar dotada de un sistema de control del modo de aplicación de la carga sobre la probeta. La cé-



PNE 41210 Métodos de ensayo para mezclas bituminosas. Resistencia estructural y a la fisuración por fatiga UGR-FACT)



lula de carga debe tener tolerancia de ± 2000 N y transductores de desplazamiento clase de precisión 0,2 (rango de medición al menos $\pm 2,5$ mm). Las fuerzas se deben medir en la zona central sobre el cabezal de carga y los desplazamientos horizontales en el centro de separación de los apoyos en la zona inferior la probeta y los verticales en el centro en la zona superior de la probeta.

- Dispositivo de ensayo. Base con plataforma compuesta por dos planos inclinados con dos railes que permiten deslizamiento vertical en la zona superior de la probeta. También lleva dos apoyos formados por un carro que se adapta a la forma de rail sobre los que se acoplan las probetas y las placas introduciendo también almohadillas elásticas entre los dos elementos. También dispone de un cabezal para la aplicación de la carga. Bajo uno de los carros se sitúa un muelle de las dimensiones y características señaladas en el documento de proyecto de norma.
- Cámara termostática, ventilada para fijar la temperatura durante todo el ensayo y con una tolerancia de $\pm 1^\circ\text{C}$ y resolución de $0,5^\circ\text{C}$.
- Equipo y sistema de registro de los resultados.

4. PUNTOS CRÍTICOS

Es poca la experiencia todavía con estos ensayos, solamente la universidad que ha desarrollado este método UGR dispone de suficiente experiencia, pero todavía no es utilizado en el resto del sector.

Aunque este método de ensayo está siendo utilizado en numerosas obras de carreteras y autovías en Andalucía para el control de diseño, puesta en obra y evolución de las mezclas bituminosas en la actualidad no se cuenta con unas especificaciones o recomendaciones para la valoración de los resultados obtenidos.

5. COMENTARIOS

Los ensayos prestacionales pueden medir propiedades de las mezclas más importantes que los que se vienen midiendo hasta la fecha.

Este ensayo, permite evaluar de forma combinada la respuesta estructural y a fisuración por fatiga de mezclas bituminosas, así como su rigidez ductilidad, bajo sistemas de esfuerzos similares a los producidos en el firme durante su vida en servicio. De esta forma, resulta muy útil no solo para diseñar mezclas bituminosas más duraderas ante las cargas mecánicas del tráfico, sino también como criterio de dimensionamiento de las capas en función de las propiedades del material.

6. ESPECIFICACIONES.

No se dispone todavía de especificaciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

- UNE-EN 12697-8. Determinación del contenido de huecos en probetas de mezclas bituminosas.

El ensayo UGR FACT permite evaluar los parámetros importantes asociados a un material o la combinación de varios materiales, a partir de probetas que son sometidas a diferentes niveles de carga, temperatura o espesor, hasta llegar hasta la determinación del final de la vida por fatiga.

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 18 de agosto hasta el 25 de noviembre de 2022.

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

NORMATIVA PUBLICADA

- **UNE-EN 13808:2013/1M (Publicada septiembre 2022).** Betunes y ligantes bituminoso. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas

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

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE- prEN 12595 (Última publicación año 2015).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad cinemática
- **PNE- prEN 12596 (Última publicación año 2015).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica por viscosímetro capilar al vacío
- **PNE-pr EN 12846-1 (Última publicación año 2011).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligante bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia por medio de un viscosímetro de flujo. Parte 1: Emulsiones bituminosas.
- **PNE-pr EN 12846-2 (Última publicación año 2011).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligante bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia por medio de un viscosímetro de flujo. Parte 2: Betunes fluidificados y fluxados.
- **PNE-EN 12847 (Última publicación año 2009).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligante bituminosos. Determinación de la tendencia a la sedimentación de las emulsiones bituminosas.
- **PNE-EN 12850 (Última publicación año 2009).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligante bituminosos. Determinación del pH de las emulsiones bituminosas.
- **PNE- prEN 14769 (Última publicación año 2012).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligantes bituminosos. Acondicionamiento pro envejecimiento a largo plazo acelerado usando un recipiente de envejecimiento a presión (PAV)
- **PNE- prEN 14770 (Última publicación año 2012).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase usando un reómetro de corte dinámico (Dynamic Shear Rheometer (DSR))
- **PNE- prEN 14771 (Última publicación año 2012).** ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia a la flexión. Reómetro de flexión (BBR)

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

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE- prEN 16346 (Última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento de rotura y adhesividad inmediata de emulsiones bituminosas catiónicas.
- **PNE-EN 17643 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación de la temperatura del módulo de corte equidistante utilizando un reómetro de corte dinámico (DSR). Ensayos BTSV

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

NORMATIVA PUBLICADA

- **UNE-EN 12697-7 (Publicada septiembre 2022).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 7: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas mediante rayos gamma
- **UNE-EN 12697-22 (Publicada septiembre 2022).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Deformación en pista
- **UNE-EN 12697-40 (Publicada septiembre 2022).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 40: Drenaje in situ
- **UNE-EN 12697-46 (Publicada septiembre 2022).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 46: Fisuración y propiedades a baja temperatura mediante ensayos de tracción uniaxial

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

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 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 12697-4 (última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Recuperación de betún: Columna de fraccionamiento
- **PNE-EN 12697-15 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 15: Determinación de la sensibilidad a la segregación
- **PNE-EN 12697-26 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 26: Rigidez
- **PNE-EN 12697-33 (última publicación año 2019). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placa
- **PNE-EN 12697-36 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 36: Determinación del espesor de pavimentos bituminosos

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

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 12697-37 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 37: Ensayo de arena caliente para determinar la adhesividad del ligante sobre la gravilla preenvuelta para HRA
- **PNE-prEN 12697-41 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 41: Resistencia a los fluidos de deshielo
- **PNE-prEN 12697-43 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 43: Resistencia a los combustibles.
- **PNE-prEN 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 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 48: Adherencia entre capas
- **PNE-EN 12697-49 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 49: Determinación del rozamiento tras el pulido
- **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-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 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 13108-20 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo
- **PNE-EN 13108-21 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica
- **PNE-EN 13108-31 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 31: Hormigón asfáltico con emulsión bituminosa
- **PNE-EN 13880-3 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 3: Métodos de ensayo para la determinación de la penetración y la recuperación (resiliencia)
- **PNE-EN 13880-4 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 4: Métodos de ensayo para la determinación de la resisten-

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

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- cia al calor. Variación de la penetración
- **PNE 41210 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Métodos de ensayo para mezclas bituminosas. Resistencia estructural y a la fisuración por fatiga con UGR-FACT
- **PNE 41215 (norma nueva). ESTADO TRAMITACIÓN EN AENOR** Diseño y caracterización de mezclas bituminosas recicladas en frío con emulsión 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-EN 932-3 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada
- **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
- **PNE-EN 933-5 (última publicación año 1999). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de partículas trituradas en áridos naturales gruesos e integrados
- **PNE-prEN 933-6 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 6: Evaluación de las características superficiales. Coeficiente de flujo de los áridos
- **PNE-EN 933-9 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
- **PNE-prEN 933-11 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11: Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- **PNE-prEN 1097-1 (última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 1: Determinación de la resistencia al desgaste (Micro-Deval)
- **PNE-EN 1097-6 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua
- **PNE-EN 1097-7 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 7: Determinación de la densidad real del filler. Método del picnómetro
- **PNE-EN 1744-4 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 4: Determinación de la sensibilidad al agua de los materiales de relleno para mezclas bituminosas
- **PNE-CEN/TS 17438 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Origen de los materiales considerados en el desarrollo de las normas de áridos del CEN/TC 154

ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146/SC3)**NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)**

- **PNE-prEN 17555-1 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Áridos para obras de construcción. Parte 1: Características
- **PNE-prEN 17555-2 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Áridos para obras de construcción. Parte 2: Información complementaria
- **PNE-146316 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Declaración de prestaciones digital para áridos conforme a las Normas EN 12620, 13139 y 13043

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

Dentro del listado del Comité Técnico AEN/CTN 51/SC1 de ligantes bituminosos, se ha publicado el anexo nacional de la norma UNE-EN 13808.

También en este Comité se ha incluido como norma en revisión la EN 16346 correspondiente a la determinación del comportamiento a rotura y adhesividad inmediata de las emulsiones catiónicas.

Los movimientos que se han producido dentro del Comité Técnico AEN/CTN 41/SC2 de Mezclas Bituminosas han sido los siguientes:

- Publicación de las siguientes Normas EN 12697-7, 22, 40 y 46
- Incorporación como normas en proyecto las UNE EN 13880-3 y 4 de productos de sellado aplicados en caliente.

Finalmente, en el Comité Técnico AEN/CTN 146/SC3 se ha publicado la norma UNE EN 933-2 para la determinación de la granulometría de áridos.



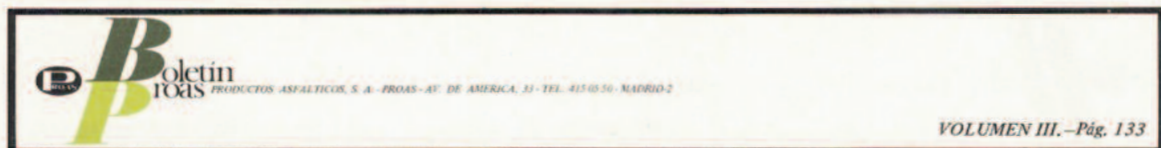
Nada se pierde todo se recicla.

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

Mirando al pasado

Documento publicado en septiembre - octubre de 1972.



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

Del 11 al 15 de septiembre ha tenido lugar en Londres la III Conferencia Internacional sobre Proyecto de Pavimentos Asfálticos, o sea la Conferencia llamada ya generalmente de Ann Arbor porque es la Universidad de Michigan la promotora de estas reuniones y en Ann Arbor, sede de la citada Universidad, tuvieron lugar las dos primeras Conferencias en los años 1962 y 1967.

En aquellas dos primeras Conferencias había surgido un gran interés en las bases teóricas para el proyecto de pavimentos, pero al final de la segunda se llegó a la conclusión de que era urgentemente necesaria una coordinación más estrecha entre la teoría y la práctica. Por ello, el objetivo básico de la III Conferencia, es decir, la celebrada en Londres, ha

sido intentar llenar el hueco existente entre la teoría y la práctica en el cálculo de espesores de pavimentos asfálticos.

En la Conferencia de Londres, los organizadores aceptaron 102 comunicaciones del total de las presentadas, que era superior a 200, y las clasificaron en siete sesiones de trabajo con los títulos siguientes:

- Sesión 1 – Factores que influyen en el proyecto de pavimentos flexibles.*
- Sesión 2 – Propiedades de los materiales.*
- Sesión 3 – Teoría del proyecto.*
- Sesión 4 – Criterios de fracaso.*
- Sesión 5 – Comportamiento de los pavimentos.*
- Sesión 6 – Procedimientos actuales de proyecto y construcción.*
- Sesión 7 – Refuerzo de pavimentos existentes.*

Es impresión generalizada entre los asistentes a la Conferencia que en ella no se ha planteado realmente ninguna novedad importante en el proyecto de pavimentos puesto que se está en la fase de acumular datos e ir elaborando estudios que podrán conducir quizás en un futuro próximo a la obtención de un método racional de proyecto de pavimentos asfálticos de empirismo menos acusado que los actualmente en uso. En esta fase preparatoria no se producen novedades espectaculares pero se está realizando un trabajo que es necesario y para el que es de gran utilidad el intercambio de conocimientos y experiencias que tienen lugar en reuniones como ésta.

De las 102 comunicaciones presentadas, correspondían: 32 a los Estados Unidos; 10 a Inglaterra; 7 cada una a Alemania Federal, Canadá, Francia y Sudáfrica; 4 cada una a Australia, Holanda y Japón; 2 cada una a la República Democrática Alemana, Argentina, Bélgica, Dinamarca y Rusia; y una cada una a Checoslovaquia, España, Hungría, India, Italia, Méjico, Nueva Zelanda, Rumania, Suecia y Suiza.

Asistieron más de 800 congresistas, ocupando un lugar destacado entre las delegaciones la española, compuesta de 44 delegados.



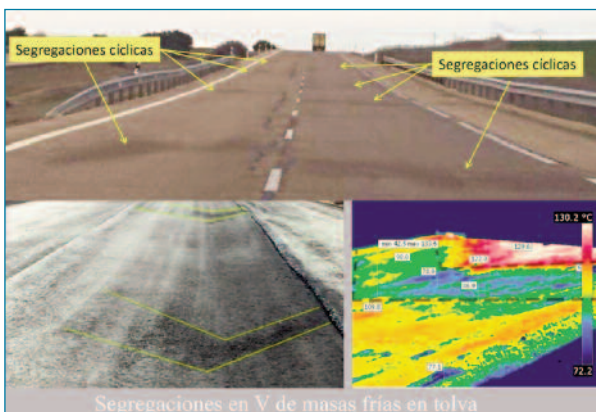
LA
CARRETERA
DEL
FUTURO

Equipos para el control térmico en la puesta en obra de las mezclas asfálticas en caliente

Jacinto Luis García Santiago

Vocal Revista Asfalto y Pavimentación

La durabilidad de las capas de mezclas asfálticas está muy relacionada con la uniformidad térmica que presentan durante su extendido. La presencia de segregaciones térmicas afecta directamente a la homogeneidad de las densidades obtenidas tras su compactación, dando lugar áreas con baja densidad que, consecuentemente, presentan menores prestaciones mecánicas y una mayor porosidad y afección por el agua; ello dará lugar a la aparición de daños a corto plazo, en forma de fisuras, erosiones, formación de baches, etc., acortando la durabilidad de la capa.

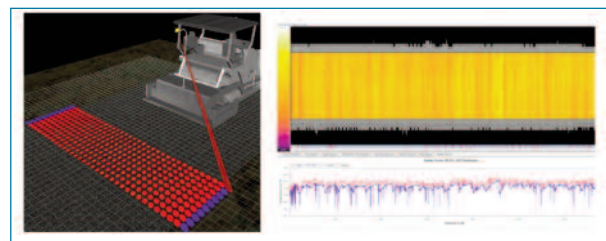


Segregaciones térmicas cíclicas en finales de camión y daños en la capa

Por ello, el control de las temperaturas durante el extendido y, especialmente, de su uniformidad, es un factor clave para la durabilidad futura de las mismas. Sin embargo, para este control no resultan adecuados los métodos tradicionales, ya que son incapaces de detectar variaciones puntuales de temperatura, es decir segregaciones térmicas; es necesario emplear equipos basados en visión infrarroja, capaces de mostrar de un

modo muy sencillo las distintas temperaturas presentes en la superficie de una capa asfáltica.

Estos equipos han ido evolucionando desde las primeras cámaras termográficas empezadas a aplicar desde 1999 hasta los escáners de infrarrojos, que son los que se aplican actualmente, ya que permiten una medición continua de las temperaturas superficiales, cuyos datos, que están georeferenciados, se procesan mediante un software capaz de integrarlos para ir mostrando, en tiempo real, el estado de las temperaturas de la capa extendida según va saliendo la mezcla de la regla de la extendedora.

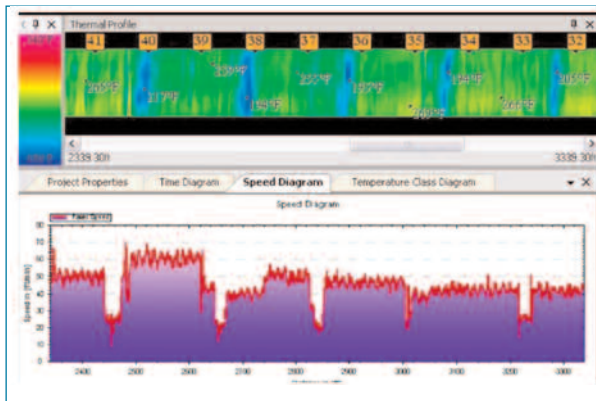


Escáner de infrarrojos orientado a la salida de la regla y mapas del estado térmico de la superficie de la capa

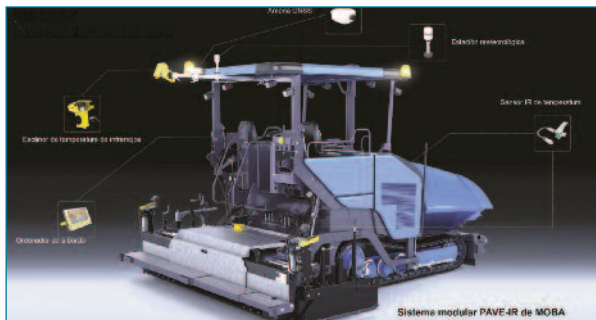
Los datos se muestran en diversas formas y diagramas y, al estar georeferenciados, constituyen una documentación integrable en el control de calidad de la capa, pueden relacionarse con el abono de la misma e incorporarse al sistema de gestión de firmes.

Se pueden identificar fácilmente, no sólo la homogeneidad térmica de la capa, sino también incidencias debidas a variaciones de temperatura entre diversos camiones, los efectos de las paradas de extendedora entre camiones y la duración de las mismas, mdesviaciones y grado de magnitud de las obligaciones térmicas, etcétera.

Novedades en la maquinaria de obra: Equipos de control y auscultación de alto rendimiento



Informes mostrando las paradas de extendido en cada final de camión (MOBA)



Sistema modular PAVE_IR de MOBA

1. SISTEMA MODULAR DE MOBA, PAVE-IR

La empresa MOBA comercializa un sistema modular, el **PAVE-IR**, que puede aplicarse fácilmente a cualquier extendidora, con independencia de su marca. Es de instalación simple y deja totalmente libre el espacio tras la regla.

El elemento principal del sistema es un escáner de infrarrojos, situado en el techo de la extendidora, que registra las temperaturas de la superficie de la capa en una franja transversal de unos 25 cm a todo el ancho del extendido (pudiendo llegar a 13 m), con una precisión de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ y con una alta densidad de puntos de medición. Es capaz de detectar los bordes de la capa en ejecución.

Se dispone de dos modalidades de equipamiento que se describen a continuación: Un sistema compuesto por un conjunto de componentes que se puede acoplar a cualquier extendidora, con independencia de su

marca o, como ya ofrece algún fabricante, extendedoras con esos equipamientos formando parte de un sistema propietario, integrado en la propia máquina.



Escáner de infrarrojos

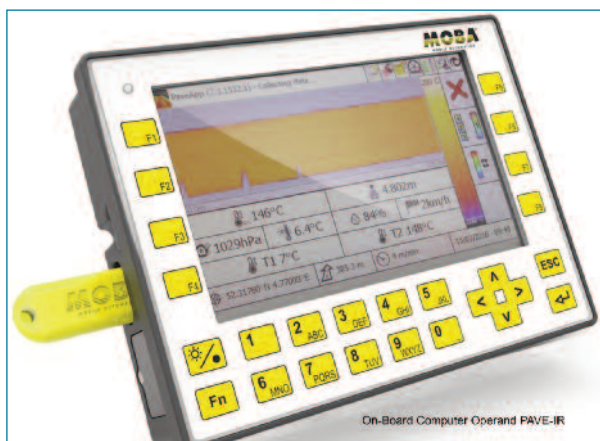
Otro elemento fundamental del sistema es una antena GNSS para la georeferenciación precisa de los datos. Ello permite la integración de los mismos para mostrar el mapa térmico de la capa y posterior proceso de los datos y su incorporación a los sistemas de gestión del firme.

Se completa con una estación meteorológica que registra las condiciones ambientales (temperatura, humedad y velocidad del aire) y puede ampliarse con sensores de temperatura en tolva de recepción (lo que permitiría analizar las variaciones de temperatura en la mezcla fabricada), y túnel delante de la regla para una completa monitorización del estado térmico de la mezcla en la descarga. De este modo, en el análisis puede tenerse en cuenta la influencia en el enfriamiento de factores externos.

El sistema lo coordina un ordenador de a bordo, para entrada, proceso y almacenamiento de los datos. Está dotado de pantalla táctil TFT donde se muestra, en tiempo real, el estado térmico de la capa, integrando los perfiles térmicos de toda la superficie extendida.

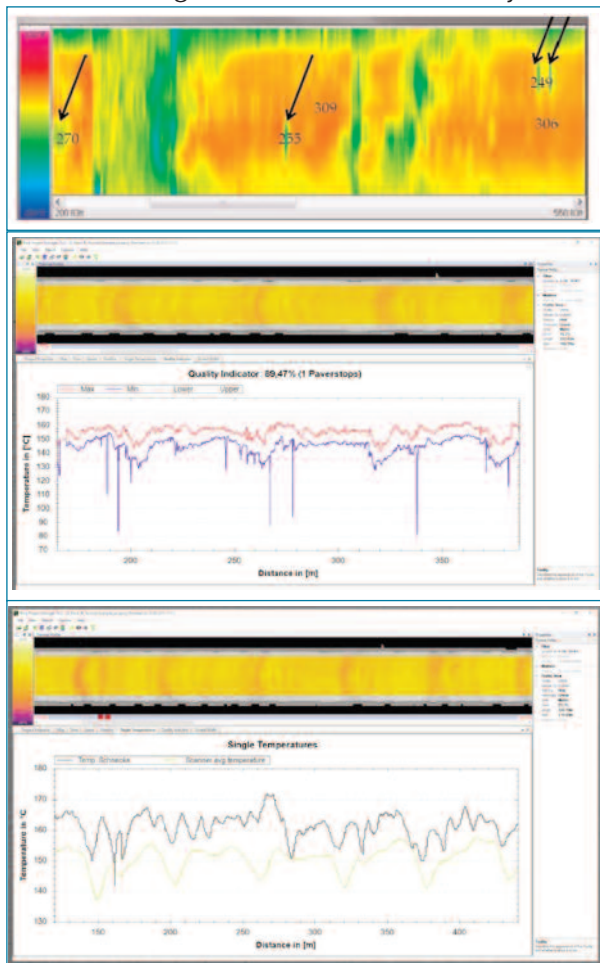
Los datos pueden descargarse a una memoria USB, protegidos con las claves correspondientes, para análisis y postproceso en oficina.

Equipos de control y auscultación de alto rendimiento



Ordenador de a bordo

El software básico, Pave Project Manager, es una herramienta sofisticada para análisis y generación de informes con los datos PAVE-IR. Proporciona información detallada sobre perfiles térmicos, sensores de temperatura de punto único, velocidad, paradas de pavimentadora, diagramas de factores de calidad y mucho



Ejemplos de mapas y diagramas de temperatura

más. Los mapas e informes permiten identificar anomalías como: segregaciones térmicas aisladas, de costuras frías del transporte o de tolva; enfriamientos transversales asociables a paradas de extendido; y un cambio generalizado de la temperatura de fabricación. Dispone de una amplia gama de formatos de informes.

2. EXTENDEDORAS DE VÖGELE CON CONTROL TÉRMICO DE LA CAPA EXTENDIDA. SISTEMA ROAD SCAN Y SOFTWARE WITOS

El equipamiento de **ROAD SCAN** de Vögele también tiene un montaje/desmontaje sencillo y se integra en el monitor de la extendidora, donde muestra los datos y estado térmico de la capa que se está extendiendo. Puede complementarse con un medidor de temperatura de la capa de apoyo y los datos de clima (temperatura, humedad del aire y su velocidad).

La anchura de medición máxima del escáner de 10 m está formada por 40 cuadrados de tamaño 25 x 25 cm. Cada cuadrado contiene hasta 16 puntos de medición individuales, de los cuales se calcula el valor medio. El margen de temperaturas medible está entre 0 °C y 250 °C, con una tolerancia de tan solo ± 2 °C.



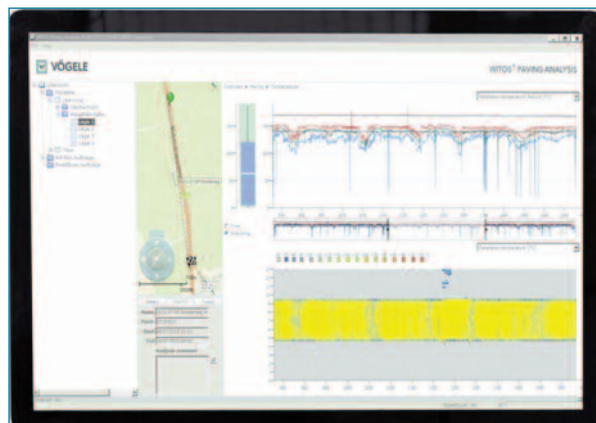
Disposición del escáner y el área muestreada

Las mediciones aparecen indicadas en tiempo real en la consola de mando *ErgoPlus 3* del conductor. El operario puede leer en la pantalla a color las temperaturas actuales, que se visualizan claramente mediante imágenes térmicas. La transmisión se realiza en tiempo real.

Novedades en la maquinaria de obra: Equipos de control y auscultación de alto rendimiento



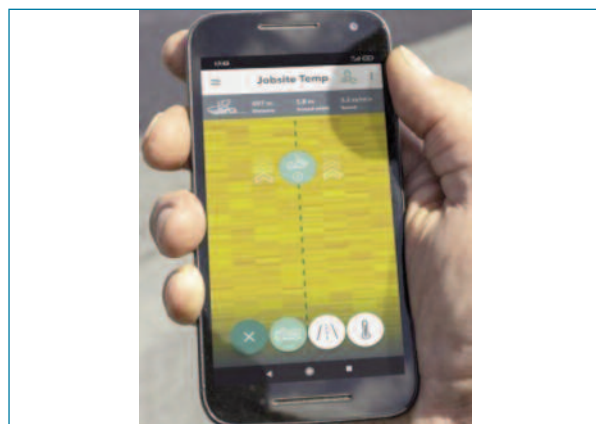
Pantalla del sistema y datos térmicos reflejados



Diagramas y mapas térmicos de la capa y correspondencia georeferenciada



Mapa térmico de la capa mostrado en la consola



WITOS puede reflejar los informes en un smartphone en el tajo, en tiempo real.

RoadScan también guarda los datos de medición conseguidos en la consola de mando ErgoPlus 3 del conductor. Después del extendido, estos datos pueden leerse a través de una memoria de datos externa. En este sentido, VÖGELE ha adoptado medidas muy efectivas para proteger los datos: una memoria USB especial contacta con una interfaz de VÖGELE en la consola de mando ErgoPlus 3 del conductor a través de la cual se transmiten los datos codificados.

El análisis se realiza posteriormente en la oficina con la herramienta de análisis basada en la web **WITOS Paving Analysis**. Este hace posible la evaluación objetiva del proyecto de construcción. Gráficos y diagramas fáciles de entender con una estructura clara permiten evaluar la obra en relación con los datos de temperatura registrados y filtrar los resultados de la medición de conformidad con las especificaciones.

3. CONCLUSIONES

Las áreas con segregación térmica, como las cíclicas, aunque suponen un porcentaje pequeño en la superficie de la capa, su distribución a lo largo del tramo introduce daños recurrentes que suelen obligar a reparar su totalidad.

De ahí la importancia del control de la homogeneidad térmica de la capa, para evitarlas o corregirlas, lo que puede hacerse con estos equipamientos.

El coste orientativo de los equipamientos descritos se sitúa en un rango entre 30.000 € y 34.000 €, incluyendo el software básico de tratamiento de datos.

Modificación reactiva del asfalto

La modificación reactiva del bitumen es una tecnología completamente nueva. En la actualidad se ha probado en la práctica por primera vez

Nicolás Carreño Gómez, Markus Oeser, Oliver Fleischel, Joan Tortosa



En el lugar de la obra: un parking y área de servicio en la autopista A96, cerca de Gilching (Alemania)

Los resultados se han comparado según un método bien establecido: la modificación del bitumen con polímeros. Un sofisticado sistema de medición y seguimiento proporciona resultados comparativos.

El otro enfoque

Como aglutinante, el bitumen representa sólo un pequeño porcentaje de la mezcla asfáltica, pero determina la mayoría de sus propiedades mecánicas. Por ello, la demanda de nuevos métodos que mejoren las propiedades del bitumen sin descuidar su trabajabilidad o economía son los más buscados. La modificación reactiva del bitumen plantea opciones que no se pueden cubrir con aditivos que actúan físicamente, como polímeros, zeolitas, caucho o rejuvenecedores (Existen rejuvenecedores que actúan química y geológicamente. Lo mismo pasa con ciertos cauchos. Esta lista incluye aditivos que no necesariamente modifican físicamente el bitumen). El nuevo aditivo B2Last, marca registrada de la empresa química BASF de Ludwigshafen, utiliza esta nueva tecnología y ha demostrado su eficacia en comparación con el bitumen modificado con polímeros

Cómo funciona y cómo se utiliza B2Last

B2Last fue desarrollado por BASF para mejorar el rendimiento del ligante asfáltico. El aditivo produce una modificación reactiva, basada en la idea de que el bitumen tiene un amplio espectro de grupos funcionales reactivos que están disponibles para una reacción química. El ligante virgen también contiene grupos reactivos, que se crean en el petróleo crudo a través de procesos de oxidación.

Incluyen cetonas, alcoholes, aminas, tioles, ácidos carboxílicos, anhídridos y muchos otros grupos reactivos que forman parte del bitumen. También se forman grupos reactivos adicionales durante los procesos de envejecimiento a corto plazo mediante la adición de oxígeno cuando se produce la mezcla asfáltica. Dichos grupos funcionales son susceptibles de intervenir en reacciones químicas. Aquí es exactamente donde entra en juego B2Last: el aditivo reacciona con los grupos funcionales y forma enlaces químicos estables en segundos (Diagrama 1). Esto crea una trama de reticulación que mejora el comportamiento del ligante asfáltico a temperaturas altas, sin afectar el sistema a bajas temperaturas. En otras palabras, mejora la resistencia

Modificación reactiva del asfalto

al ahuellamiento sin afectar la conducta del material a temperaturas más bajas (Imagen 1). A primera vista, la reticulación química es muy similar a la de un bitumen modificado con polímeros. Pero hay una diferencia crucial, ya que elementos constituyentes del propio bitumen se convierten en parte del reticulado químico. Por el contrario, el bitumen modificado con polímeros es una modificación física que se basa en un polímero prefabricado que se hincha con el bitumen. Como resultado, la modificación química permite resolver los problemas típicos del bitumen modificado con polímeros, como los tiempos de hinchamiento, la separación de fases, la sensibilidad al envejecimiento, la estabilidad al corte y la alta adhesividad. El mecanismo de trabajo del nuevo aditivo ha sido intensamente investigado y verificado mediante trabajos, tanto en el laboratorio como en carreteras piloto, en estrecha colaboración con el Instituto de Ingeniería Vial de la Universidad RWTH de Aquisgrán. A lo largo del proyecto de investigación, siempre se trabajó con materiales y secciones de referencia, ya que es importante evaluar las propiedades de ésta innovación con los materiales utilizados de manera estandar por la industria. Solo así es posible evaluar los reales beneficios que nuevas tecnologías pueden ofrecer.

Primer ensayo a escala real y metodología de investigación aplicada

En junio de 2019 surgió la oportunidad de probar la modificación reactiva B2Last en la práctica y compararla directamente con el bitumen modificado con polímeros. En la autopista A96, cerca de Gilching en Alemania, se estaba construyendo una nueva área de estacionamiento y servicio por parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Transporte del Estado de Baviera (Diagrama 2). El contratista fue Richard Schulz Tiefbau GmbH & Co. KG. Como parte de los trabajos de construcción, se modificó la capa "binder" (capa por debajo de la capa de rodadura y sobre la capa base asfáltica) en dos tramos de carretera paralelos. Se eligió modificar la capa binder, ya que es la capa que más aporta a la resistencia contra el ahuellamiento. La Universidad RWTH de Aquisgrán planteó un sistema de

monitorización y medición para garantizar que las dos secciones de la carretera pudieran compararse de manera efectiva incluso si se someten a diferentes cargas durante muchos años. Desde su construcción, tanto la deformación longitudinal como transversal ha sido monitoreada. La uniformidad transversal ha sido controlada con gran precisión en campañas de medición periódicas. La cantidad de aditivo utilizada en la sección de prueba fue del 1,7 % en peso del contenido total de ligante (bitumen virgen + porcentaje del bitumen en el asfalto reciclado utilizado) o 750 g B2Last por tonelada métrica de mezcla asfáltica. Las pruebas preliminares en la planta mezcladora de asfalto han demostrado que esta cantidad es suficiente para lograr un perfil equilibrado de propiedades finales. La mezcla asfáltica correspondió a un AC 22 B S., que es una mezcla asfáltica densa con agregado pétreo de diámetro máximo de 22 mm. Se utilizó un contenido de material asfáltico reciclado del 50%, con una relación de bitumen fresco a

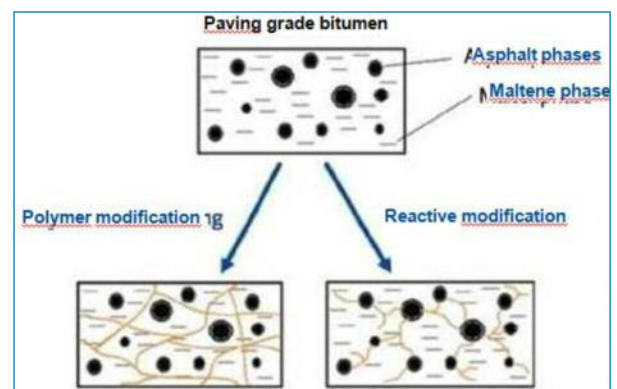


Diagrama 1: Comparación de una red de PmB no reactiva hinchada y una modificación reactiva, en la que el propio bitumen se convierte en parte del reticulado. De este modo, las fases asfálticas reaccionan primeramente y se combinan íntimamente con el aditivo, mientras que el reticulado de PmB queda más suelto y sin quedar unido al bitumen.



Imagen 1: Probeta después de ensayos de compresión cíclica a 50°C sin (izquierda) y con (derecha) modificación reactiva con B2Last

viejo de 40:60. El bitumen fresco era un bitumen de grado de penetración 70/100 con un punto de ablandamiento de 47°C. La sección de referencia fue construida utilizando una mezcla asfáltica similar, pero con un ligante asfáltico modificado con polímeros (PmB) 25/55-55 RC.

Producción y construcción

El aditivo B2Last se agregó en la cámara de pesaje del ligante asfáltica a la planta de mezclado del asfalto por medio de una pequeña bomba. Allí se homogeneizó con el bitumen virgen, para luego ser bombeado directamente al mezclador y producir la mezcla asfáltica. No fueron necesarios tiempos de mezcla ni de reacción adicionales, ya que la reacción entre el bitumen y los aditivos se completa en tan solo unos segundos. El rendimiento total de la planta se mantuvo igual. A pesar de un contenido de 50% de asfalto reciclado, la mezcla asfáltica terminada mostró una excelente trabajabilidad y no requirió ningún procedimiento especial (Imagen 2). Entre otros aspectos particularmente positivos cabe destacar su bajo olor, alta homogeneidad, suavidad y baja adhesividad disruptiva. Esto último condujo a una reducción significativa del tiempo y el esfuerzo para limpiar palas y maquinaria en comparación con el uso de mezclas que contenían PmB. Durante la instalación se monitorizó cada paso con mediciones técnicas para descartar emisiones provocadas por el nuevo aditivo (Imagen 3). Los límites de exposición ocupacional se cumplieron en todo momento. La aplicación fue realizada por Schulz Tiefbau GmbH & Co. KG en 220 m por sección, utilizando procesos industriales convencionales. Las temperaturas de aplicación en ambos tramos de carretera oscilaron entre 165 y 170°C.

Resultados muy positivos

Tanto las muestras de mezcla asfáltica como probetas de ambos tramos de carretera fueron enviadas para ensayo al Instituto de Ingeniería Vial de la Universidad RWTH de Aquisgrán (Diagrama 3). Allí, se demostró que el comportamiento a altas temperaturas mejoró considerablemente con la modificación reactiva, sin de-



Image 2: Vistas del sitio de construcción en la A96 durante la instalación de la capa de ligante modificada reactivamente (derecha) y la sección de control (izquierda)

teriorar el comportamiento a baja temperatura. En comparación con las muestras de bitumen virgen, el sistema B2Last modificado mostró mejoras: el punto de ablandamiento aumentó entre 7 y 8 °C, mientras que el comportamiento en fluencia (MSCRT, ángulo de fase) mejoró significativamente. Respecto al comportamiento a bajas temperatura se mantuvieron las propiedades del ligante virgen. La comparación de la modificación reactiva con B2Last y la modificación PmB mostró que ambos materiales de asfalto muestran propiedades igualmente buenas en muchos parámetros de rendimiento. Por ejemplo, los indicadores bajo el método BTSV (Binder fast characterization test) (TBTSV y ÖBTSV) corresponden a los de un PmB. En la prueba de ahuellamiento, B2Last en realidad demostró un menor ahuellamiento, tras igual cantidad de cargas cíclicas. La prueba de recuperación elástica fue la única en la que el bitumen modificado reactivamente con B2Last no se comportó de forma similar al PmB a nivel de ligante asfáltico.

Esto no sorprende, dado que el reticulado en la mo-

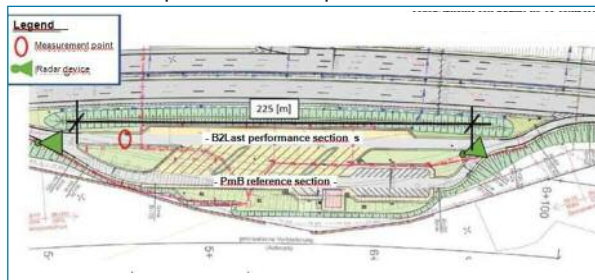


Diagrama 2: Estructura de la sección de prueba con un ligante asfáltico modificado reactivamente con B2Last en el carril norte y un ligante asfáltico modificado con PmB clásico en la sección de referencia sur

Modificación reactiva del asfalto

Diagrama 3: Resultados de las pruebas realizadas con mezcla asfáltica obtenida durante la construcción y probetas extraídas in situ.

Parameter		Reference section with polymer modification ¹	Test section with reactive modification ²
Bitumen			
Softening point ring and ball / °C		67.0	65.6
BTSV	Temperature ($G^* = 15 \text{ kPa}$) / °C	62.0	60.3
	Phase angle δ ($G^* = 15 \text{ kPa}$) / °	69.8	72
MSCRT (60°C)	Recovery @ 3.2 kPa / %	35.9	16.5
	J_{nr} @ 3.1 kPa / kPa^{-1}	0.28	0.53
MSCRT (60°C)	Temperature at $m=0.300$ / °C	-10	-14
Elastic recovery / %		>40	12
Asphalt specimen (50% recycled asphalt)			
Rutting test	Average rut depth at 20,000 crossings / mm	3.7	33.3
Cyclic compression test	Inflection point / cycles	8,664	8,873
Bitumen content / %		4.4	4.4
Cavity volume / %		4.1	3.4

dificación reactiva con B2Last tiene una malla significativamente más fina que la red de bitumen modificado con polímeros. En el caso de pequeñas deformaciones, como las que se esperan en los pavimentos en realidad, ambos materiales se comportan de forma muy similar. Esto puede ser ejemplificado de mejor manera, analizando los resultados del ensayo MSCR. La ventaja del PmB solo surge en caso de grandes deformaciones que no ocurren en la práctica.

Sumario

Los ensayos a escala real han demostrado que la modificación reactiva con B2Last es una alternativa que presenta muchos aspectos positivos. Las ventajas en producción (dosificación flexible sin tiempos de expansión y sin tanques de bitumen separados) y procesamiento (buena compatibilidad con bitumen reciclado) fueron particularmente sobresalientes. La dosificación del aditivo permite producir betunes modificados a diferentes niveles directamente en la planta de mezcla asfáltica utilizando un bitumen virgen común. Ya están planificados otros proyectos de construcción, que van a probar otras fórmulas, como bases asfálticas y capas de rodadura, en asfaltos porosos y con porcentajes de asfalto reciclado considerablemente más altos. También se espera que mayores cantidades de B2Last podrían mejorar aún más las propiedades del asfalto. El seguimiento detallado a largo plazo por parte de la RWTH

Aachen University mostrará si las ventajas encontradas hasta ahora pueden mantenerse a largo plazo. Los primeros resultados dan pie para el optimismo de que la modificación reactiva brindará a los productores y usuarios de bitumen una tecnología confiable, flexible, de bajo costo y fácil de usar.

Dirección de los autores:

Dipl.-Ing. Nicolás Carreño Gómez, Prof. Markus Oeser, RWTH Universidad de Aquisgrán, Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen, Mies-van-der-Rohe-Str. 1, 52074 Aquisgrán, oeser@isac.rwth-aachen.de, Olivier Fleischel - BASF SE, Carl-Bosch-Strasse 38, 67056, Ludwigshafen am Rhein, Germany, B2Last@basf.com, Joan Tortosa - BASF Española, SLU, Can Ràbia 3-5. 08017 Barcelona, juan.tortosa-pons@btc-europe.com



Imagen 3: La colocación de la mezcla asfáltica basada en el bitumen modificado reactivamente estuvo acompañada de la medición de las emisiones nocivas; no se encontraron emisiones adicionales específicas del producto.

Power Road ®: Las carreteras como superficie para generar energías limpias

Nuria Uguet Canal,
nuria.uguet@eurovia-es.com

Teresa Marín Cuenda,
teresa.marin@eurovia-es.com

Cada vez son mayores las exigencias que se hacen a las carreteras. Actualmente no sólo se exige que mecánicamente funcionen, sino que también tienen que proporcionar una comodidad de rodada y seguridad al usuario. Para seguir dando respuesta a las necesidades de la sociedad, las carreteras del futuro tienen que partir, entre otras cosas, de soluciones más eficientes. Power Road® proporciona a la carretera una nueva función: la producción de energía térmica. Las carreteras son enormes superficies negras que absorben calor. Dicho calor puede ser almacenado largos espacios de tiempo y empleado en calentamiento/enfriamiento de edificios y otras infraestructuras mediante un sistema de bombas de calor. La energía producida puede contribuir a calentar zonas residenciales, comercios, centros comerciales, edificios públicos... La energía almacenada en verano, puede emplearse en invierno para fundir la nieve o el hielo producido en calzadas, disminuyendo el empleo de salmuera. En verano, puede emplearse en el enfriamiento de calzadas, contribuyendo, además de a reducir el estrés térmico, a minimizar el exceso de calor en las ciudades por efecto de la isla de calor. Además de producir energía renovable, los constituyentes de Power Road®, en concreto los tubos que constituyen el intercambiador de calor, están fabricados con materiales reciclados y, con posibilidad de reciclarse en el futuro. Esta comunicación detalla el procedimiento a seguir para instalar Power Road® así como las primeras experiencias de obras.

Palabras Clave: Energía, carretera, medio ambiente.

More and more demands are being placed on roads. Nowadays, roads are not only required to function mechanically, but also to be comfortable and safe for users. In order to continue to meet the needs of society, the roads of the future must be based on more efficient solutions, among other things. Power Road® provides the road with a new function: the production of thermal energy. Roads are huge black surfaces that absorb heat. This heat can be stored for long periods of time and used for heating/cooling buildings and other infrastructure by means of a heat pump system. The energy produced can be used to heat residential areas, shops, shopping centres, public buildings, etc. The energy stored in summer can be used in winter to melt snow or ice on roads. In summer, it can be used to cool roadways, contributing not only to reduce heat stress, but also to minimise excess heat in cities due to the heat island effect. In addition to producing renewable energy, the components of Power Road®, the tubes that make up the heat exchanger, are made from recycled materials, with the possibility of recycling in the future. This communication details the procedure to be followed to install Power Road® as well as the first experiences of construction sites.

Keywords: Energy, road, environment.

1. INTRODUCCIÓN

Tras la cumbre del clima de Glasgow celebrada en noviembre del pasado año 2021, se ha concluido que

los esfuerzos que están previstos para frenar el calentamiento no son suficientes. Por esta razón, en la declaración final se insta a los países a incrementar en 2022 sus objetivos de recorte de emisiones para esta década y a

que se sigan dando pasos hacia las necesarias reducciones de los gases de efecto invernadero que sobrecalientan el planeta.

Dentro de este marco, encaja perfectamente Power Road®, que consiste en dotar a la carretera, además de las funciones habituales, como pueden ser una rodadura segura y confortable, durabilidad en términos mecánicos, etc..., el aprovechamiento como fuente de recuperación de energía.

Las carreteras son enormes superficies negras que absorben calor. Power Road® permite acumular ese calor absorbido por las calzadas y lo almacena para su posterior empleo, reduciendo las emisiones de efecto invernadero.

2. OBJETIVOS

Dentro de la perspectiva de ahorro de recursos naturales, reducción de gases de efecto invernadero, potenciación de energías amigables con el medio ambiente, el objetivo de Power Road® es hacer ver que tenemos una fuente de energía en todas las carreteras que nos conectan en todo el mundo con un gran potencial de aprovechamiento.

3. DESARROLLO

3.1. Funcionamiento

El aprovechamiento energético de las carreteras se consigue integrando en la calzada un intercambiador de calor que permite captar el calor absorbido por las vías y almacenarlo mediante sistemas conocidos como bombas de calor, en este caso geotérmicas. Esta energía almacenada puede emplearse cuando sea necesaria. Es un sistema reversible, es decir, puede captar calor en verano para “calentar” en invierno o, puede “enfriarse” en invierno para enfriar en verano.

Los tubos que conforman el intercambiador están fabricados con materiales plásticos reciclados que aseguran una durabilidad de unos 25 años. El fluido refrigerante a emplear es mono-propilenglicol, que es el fluido recomendado en aplicaciones de geotermia. En caso de fuga, es un producto biodegradable al 96%.

Una bomba de calor geotérmica es un aparato cuyo funcionamiento se basa en la termodinámica. Consiste en transportar energía en forma de calor del suelo a otro medio. Este proceso se genera a través del cambio de estado de gas a líquido de un fluido refrigerante (que se calienta cuando se comprime y se enfría cuando se expande), con ayuda de un compresor. Como se trata de bombas de calor reversibles, es necesario acoplar una válvula que permita controlar la dirección del fluido para que se enfríe o caliente.

Supongamos una bomba de calor/aire acondicionado doméstica. En el punto inicial, el fluido refrigerante que circula por el circuito cerrado y que es la base de la bomba, está a baja temperatura y a baja presión, y por tanto en estado líquido. Al conectar la bomba, empieza a aspirar aire del exterior. Ese aire pasa a través del evaporador rodeando el punto donde está el fluido, que absorbe el calor presente en el aire y cambia de estado, evaporándose. El aire es expulsado al exterior de nuevo, más frío que cuando fue absorbido. En el segundo paso, el fluido está en estado gaseoso, pero a baja presión. En el compresor ésta sube, y con ella también la temperatura. En el tercer paso, el fluido ya es vapor muy caliente. Al pasar por el condensador, cede la energía al aire que lo rodea, calentándolo y condensándose, volviendo así al estado líquido. En el último punto, el fluido pasa por la válvula de expansión para recuperar sus características iniciales (baja temperatura y presión) y comenzar de nuevo el ciclo.



Figura 1. Ejemplo de funcionamiento de una bomba de calor geotérmica

Cuanto mayor sea la temperatura exterior, el fluido podrá desprenderse de menos calor en el circuito exterior y, por tanto, el rendimiento de la máquina será peor. Ahí radica la ventaja de la geotermia.

La calefacción geotérmica es también una bomba de

calor, pero en lugar de intercambiar calor con la atmósfera, lo hace con el terreno: En invierno, la bomba de calor absorbe calor del terreno y lo libera en el edificio. En verano, absorbe calor del edificio y lo libera en el terreno.

La ventaja está en que la tierra mantiene una temperatura más o menos constante —entre 7°C y 14°C durante todo el año—, a partir de pocos metros de profundidad. Esto permite un intercambio más eficiente de calor y, por tanto, menor consumo de energía.

Aunque bombear el fluido requiere electricidad, la bomba de calor geotérmica es más eficiente que ninguna otra alternativa de sistema calefactor, ya que los gradientes de temperatura son bajos en comparación con otros sistemas de intercambio de calor. De hecho, los sistemas actuales pueden producir hasta 4 kW de calor por cada 1 kW de electricidad consumida.

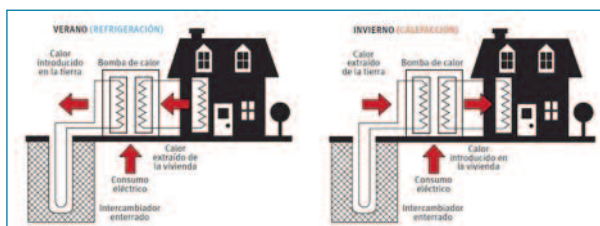


Figura 2. Ejemplo de aplicación de una bomba de calor geotérmica

Mediante este sistema se podría captar la energía solar absorbida por el pavimento y se podría emplear en calentamiento/enfriamiento de la calzada. Por ejemplo, en verano, cuando el sol incide en la carretera, se calienta el fluido que circula por los tubos instalados en la calzada. Este fluido “caliente” transmite el calor a la bomba de calor que lo almacena y se emplea cuando sea necesario, por ejemplo, en deshielo de la vía en invierno. Por el contrario, en invierno, la bomba de calor cede calor al intercambiador (para fundir la nieve, por ejemplo), enfriándose de tal manera que ese “frío” pueda emplearse en verano para por ejemplo disminuir los gradientes térmicos de la vía.

Este sistema puede acoplarse a un segundo intercambiador de calor de tal manera que la energía almacenada, pueda destinarse a otras aplicaciones, ampliando mucho el abanico de posibilidades de empleo como podría ser, por ejemplo, el acondicionamiento térmico de un cen-



Figura 3. Aplicación de Power Road® en un aparcamiento para fundir la nieve

tro comercial. En este caso, el dimensionamiento del pozo geotérmico deberá tener en cuenta esa energía térmica producida por la calzada.



Figura 4. Ejemplo de aplicación de la energía térmica para calentamiento de piscinas

3.2. Etapas

Para el desarrollo de carreteras que recuperen energía, hay que analizar dónde hay una necesidad energética y cuantificar la misma de la manera más precisa posible. Por ejemplo, climatización de un barrio en donde la temperatura media es de 14,4°C:

- Distribución de un barrio:
 - o Superficie de viviendas: 52000 m²
 - o Oficinas: 39000 m².
 - o Comercios: 4000 m².
 - o Carreteras: 11000 m².
- Necesidades energéticas:
 - o 2,8 GWh/año de calor.
 - o 0,6 GWh/año de refrigeración.
- Estimar el coste anual, prever un coste a 20 años

Power Road ®: Las carreteras como superficie para generar energías limpias

con distintos métodos de obtención de energía y, estimación del tiempo necesario para recuperar la inversión.

- o Caldera de gas.
- o Energía geotérmica.
- o Electricidad.
- Equipamiento necesario de Power Road® para cubrir las necesidades energéticas:
 - Sondas geotérmicas verticales (13500 metros lineales) + 4000 m² de carreteras equipadas con Power Road®.
- También debe hacerse un estudio de mejora medioambiental generada con Power Road®.

3.3. Instalación

El intercambiador de calor consiste en una serie de tubos insertados bajo la capa de rodadura sobre los que circula un líquido refrigerante que será el encargado de transmitir el calor generado al sistema de almacenamiento. Existen dos formas de integrar el intercambiador de calor en la calzada:

- Hincado

La integración del intercambiador de calor mediante hincado se realiza durante la extensión y compactación de una capa intermedia. Para ello, se colocan los tubos del intercambiador una vez que se ha producido la extensión de la mezcla, de tal manera que los mismos se hincan en la mezcla tras el paso de los compactadores.



Figuras 5 y 6. Instalación de los tubos por hincado



Figura 7. Aspecto tras la hincado

Este método de instalación permite una implementación de manera rápida, por lo tanto, es particularmente adecuado en vías donde, para su ejecución, es necesario cortar totalmente al tráfico la carretera. Si la instalación se realiza sobre una calzada existente, será necesario fresar la capa de rodadura y la intermedia

- Ranurado

La instalación por ranurado consiste en realizar una serie de ranuras con una fresadora específica sobre la capa intermedia. Tras colocar los tubos se aplica una capa de mezcla para "rellenar" las ranuras y, finalmente, la extensión de la capa de rodadura.





Figuras 8 y 9. Instalación de los tubos mediante ranurado

Si la instalación se realiza sobre una calzada existente, será necesario fresar únicamente la capa de rodadura, procediendo a ranurar directamente la capa intermedia. La extensión y compactación de la capa de rodadura es similar para los dos métodos de instalación de los tubos.

En ambos casos, si en un futuro hay que renovar la capa de rodadura, ésta se puede fresar sin afectar a la instalación (los tubos se incorporan en la capa intermedia).

4. APLICACIONES

Las aplicaciones de este sistema son múltiples. Como se ha comentado anteriormente, es fundamental localizar un entorno donde haya una necesidad energética concreta y una vez localizada ésta, es necesario realizar el correspondiente estudio energético para dimensionar correctamente los pozos geotérmicos. A continuación, detallamos algunos ejemplos:

- Aeropuertos

La eliminación de nieve en aeropuertos, en aparcamientos y carriles taxi puede ser laborioso y requiere una atención al tráfico importante por parte de las máquinas quitanieves. Mediante el sistema Power Road® se conseguiría eliminar la nieve sin producir alteraciones al tráfico y se podría minimizar o eliminar los tratamientos con salmuera o similar para evitar el deshielo, con el consiguiente ahorro económico y ecológico. Este sistema también se podría emplear en la climatización de las terminales del aeropuerto. En verano, el calor absorbido por el pavimento se almacena y emplea en invierno para ca-

lentar la terminal y, viceversa.

- Barrios

Se sabe que entorno al 70% del consumo energético de una vivienda se destina a la calefacción. Si un barrio se diseña instalando Power Road® en sus calzadas, se puede cubrir la necesidad energética de las viviendas, colegios, comercios... así como reducir el efecto de isla de calor.

- Centros comerciales

Todos los centros comerciales tienen asociados aparcamientos que constituyen enormes superficies. Estas superficies son ideales para instalar el sistema Power Road® de tal manera que:

- Se evite la formación de hielo o el efecto de la nieve en el aparcamiento.
- Se obtenga la energía necesaria para la climatización del propio centro comercial, enfriándolo en verano y calentándolo en invierno.
- Se minimice el efecto isla de calor, así como los fuertes gradientes térmicos en las mezclas bituminosas empleadas, autorregulando la temperatura del aparcamiento, calentándolo en invierno y enfriándolo en verano.

- Saint-Arnoult (Francia)

En Saint-Arnoult, población perteneciente a la región parisina, se llevó a cabo un tramo de prueba de 500 m² con diferentes objetivos:

- Deshielo y fundición de nieve.
- Climatización de un edificio anexo al tramo.

La instalación de los tubos que actúan como cambiador de calor se realizó mediante hinca.

- Doubs (Francia)

Doubs es una zona francesa, fronteriza con Suiza. En esta región, concretamente en Pontaerlier, se instaló el sistema Power Road® en un aparcamiento de una estación invernal en una superficie de 3500 m² con el objetivo de eliminar la nieve y hielo en invierno. En este aparcamiento los tubos se instalaron por ranurado. La potencia generada es de 400-800 kW.

- Praga (República Checa)

A finales de 2017 en Praga, se instaló Power Road® en una extensión de 300 m², en un aparcamiento para fundir la nieve y hielo en invierno y climatización de la sede central de Eurovia.

Power Road ®: Las carreteras como superficie para generar energías limpias



Figuras 10 y 11. Instalación de los tubos mediante hincia



Figuras 12 y 13. Aspecto del aparcamiento en enero



Figura 14. Instalación Power Road® en Praga

- Centro de conservación de Olonzac

Esta obra ha consistido en la recuperación energética del calor del pavimento para el acondicionamiento del centro de conservación en Olonzac (entre Perpignan y Montpellier).

Con una superficie de Power Road® de 400 m², un conjunto de siete sondas geotérmicas a 120 metros de profundidad y un intercambiador de calor de 34 kW se ha conseguido aportar la totalidad de las necesidades de climatización del centro de conservación, lo que conlleva una reducción de 6 t de CO₂ anuales con una producción de 21 MWh al año de calentamiento y 2,4 MWh de enfriamiento.



Figura 15. Centro de conservación con Power Road®

- Fleury sur One (Francia)

Este proyecto es parte de un extenso trabajo de renovación en viviendas etiquetadas como edificios de bajo consumo y viviendas para personas mayores. La obra de renovación térmica abarca la residencia de 61 alojamientos que representa una superficie total de 4.725 m². Se quería implantar el proceso Power Road®, un proceso innovador y sostenible de producción de calor para reducir la factura de energía de los inquilinos y reducir la huella de carbono de la obra.

La solución Power Road® fue dimensionada para cubrir el 75 % de las necesidades energéticas para calefacción y agua caliente sanitaria en cuatro de los cinco edificios de la residencia. El complemento lo proporciona una caldera de gas (especialmente en periodos de alto



Figura 16. Instalación de los tubos en el aparcamiento

consumo). La fase de estudio detallado pudo llevarse a cabo en un período de tiempo corto, de octubre a diciembre de 2018. En noviembre de 2018, se hizo una perforación de prueba y la respuesta térmica permitió validar la modelización geotérmica y, por tanto, el tamaño del campo de sondas y el área de Power Road® a instalar.

La instalación de Power Road® consta de 4 dispositivos:

- Una superficie de 1420 m² de Power Road® que permite la recarga del subsuelo.
- Almacenamiento de calor entre estaciones de 12 sondas geotérmicas de hasta 140 m de profundidad.
- Dos bombas de calor de 50 kW y sus conjuntos hidráulicos (bomba de circulación, tanque de almacenamiento, etc...).
- Dos calderas de gas de 160 kW.
- Los trabajos de perforación se organizaron en 2 fases.

o La campaña de perforación con integración de sondas verticales en marzo y abril de 2019, incluyendo dos instrumentos para controlar la evolución de su temperatura en el tiempo.

o La conexión horizontal de las sondas verticales al colector y éste a la sala técnica, en mayo de 2019.

Se instalaron tubos en casi la mitad del aparcamiento para residentes (1420 m²) durante su reparación/ampliación entre junio y septiembre de 2019:

- Instalación de colectores y accesorios en trampillas de inspección.
- Implementación de una base de un material granular procedente de escorias de incineración.
- Instalación de 8 cm de base de MBC, ranurado y

barrido.

- Instalación de tuberías, conexión a colectores y pruebas de presurización, capa de relleno con una mezcla antirremonte de fisuras.
- Rodadura con 5 cm de mezcla especial con un determinado porcentaje de partículas de vidrio y espejo para mejorar la visibilidad de noche.

Para la puesta en servicio y mantenimiento se instalaron la bomba de calor, la caldera de gas y sus equipos. La sala de calderas de gas se puso en servicio en septiembre de 2019, antes del otoño. La bomba de calor está operativa desde enero de 2020 y la instalación ha sido mantenida desde octubre de 2019. Esta operación permitirá a los inquilinos reducir sus costes energéticos (de 140 a 350 € anuales según el tipo de vivienda).

- Egletons (Francia)

Inaugurado el 14 de enero de 2021, el proyecto Power Road® en la calle Martial Bergeal en Egletons es parte de la realización de las llamadas carreteras innovadoras de 5ª generación. Se adjudicó a Eurovia la seguridad vial de 120 metros (660 m²) de una calle ubicada en el corazón universitaria de obras públicas.

Power Road® está conectado al retorno de una red de calefacción (70°C): permite beneficiarse de una energía renovable baja en carbono y reutilizar el calor de retorno de la red necesario para calentar los edificios del municipio. La producción de calor es proporcionada por una sala de calderas de biomasa y una planta de valorización de residuos en energía.

La instalación del intercambiador se llevó a cabo por hinca: el proceso consiste en instalar el intercambiador Power Road® en el aglomerado caliente que, en este caso, consta de 48 líneas de tubos prefabricados. La primera capa de aglomerado es una mezcla bituminosa en caliente 0/10 puesta en obra sobre una capa intermedia.

Los tubos se conectaron a 200 m de red secundaria de HDPE a través de 96 conexiones; estos tubos han sido especialmente diseñados para la obra. Posteriormente se extendió una capa de rodadura de 6 cm de mezcla tipo S.

Finalmente, Power Road® se conectó a la red de calefacción urbana por un subcontratista especializado en

fontanería y electricidad, en las inmediaciones de la obra. Una cabina de control permite el control y regulación de los intercambios de calor con la red de calefacción comunitaria.



Figura 17. Aspecto de la calle en invierno

En términos de mantenimiento, se planifica una visita de verificación anual durante los 3 años siguientes. La carretera, dotada de sensores de temperatura, una cámara y un sensor de nieve, permite derretir automáticamente la nieve y se puede controlar de forma remota. La proximidad de las escuelas de obras públicas proporcionará a los estudiantes y profesores un apoyo concreto e innovador al estudio.

Este tipo de operación en tramos concretos se puede utilizar para garantizar la seguridad de los usuarios y una mejor calidad de servicio en puntos singulares como el acceso hospitalario, estaciones, aeropuertos...

5. CONCLUSIONES

Las carreteras son enormes superficies negras que ahora, pueden emplearse para la producción de energía térmica. Esta energía renovable puede almacenarse y emplearse cuando sea necesario, ayudando en la lucha contra el cambio climático.

Esta energía almacenada puede utilizarse para acondicionar todas aquellas zonas donde haya una necesidad energética en forma de climatización o agua caliente, como pueden ser zonas residenciales, edificios públicos, piscinas municipales, aeropuertos, etc...

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN>.
- [2] 20180329 - Power Road® - présentation Forum innovation IDFN (002).
- [3] POWER ROAD® - FR - Journée Référents n°2 (02/2018).
- [4] Technoroute 509. Vivienda social con calefacción Power Road®.
- [5] Technroute 515. Power Road® en Egletons.

Calendario de eventos

AÑO 2022

13-14 de diciembre ASEFMA	XVII Jornada de Asefma #XVIIJornadaAsefma	Madrid (España) www.asefma.es
------------------------------	---	----------------------------------

AÑO 2023

12 de enero GAPA	GAPA	Washington (EEUU) https://globalasphalt.org/
16-19 de enero AEMA	Slurry Systems Workshop	Santa Fe (EEUU) www.aema.org
25 de enero EUROBITUME	Rencontres Bitume 2023	Paris (Francia) www.eurobitume.eu
27 de febrero- 3 de marzo AEMA	AEMA-ARRA-ISSA Annual	Arizona (EEUU) www.aema.org
5-8 de febrero NAPA	2023 NAPA Annual Meeting	Florida (EEUU) www.asphaltpavement.org
15 de marzo	VII Jornada Internacional de Conservación Viaria de Málaga	Málaga (España)
30 de marzo EAPA	50 Aniversario de EAPA	Madrid (España) www.eapa.org
18-20 de abril ATC	Simposio nacional de Firmes 2023 #SNF2023	Valencia (España) www.atc-piarc.com
11-12 de mayo EAPA	8º Congreso Internacional PAVIMENTOS ASFÁLTICOS 2023	Opatija (Croacia) www.eapa.or(
12-14 de junio EAPA	10 th meeting EATA	Gdansk-Polonia) www.eapa.org
25-29 de junio PIARC	Concrete Roads 2023	Cracovia (Polonia) www.piarc.org
27 de septiembre PIARC	II Congreso Internacional del Asfalto 4.0	Madrid (España) https://ica4point0.com/es/
2-6 de octubre NAPA	XXVII th World Road Congress	Praga (República Checa) www.eapa.org
22-25 de noviembre	Smopyc	Zaragoza (España)

AÑO 2024

22-26 de abril CILA	XXII CILA	Sevilla (España)
19-21 de junio EUROBITUMEN	8th E&E Congress	Budapest (Hungria) www.EECONGRESS2024.org



DICIEMBRE 2022

Pavimentos asfálticos por los que siempre llega la **NAVIDAD**

ADVANTAGE 17: Asphalt pavements can be built quickly, reducing traffic delays and related costs to road users #AsphaltAdvantages

Reforzamos el firme, reducimos las emisiones →

DICIEMBRE 2022

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	

#CalendarioAsefma

2022

PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

A la vanguardia de la **TECNOLOGÍA**,
 la **DIGITALIZACIÓN** y la **PROTECCIÓN**
 del **MEDIO AMBIENTE**

& Asphalt.ADVANTAGES

Más información en www.asefma.es/afirmaciones-asfalticas y en www.asphaltadvantages.com

Colaboran:

/asefma @asefma_es /company/asefma @asefma

Noticias del sector

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

El MITMA concede 15,9 millones de euros para proyectos de pavimentos sostenibles

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) ha concedido provisionalmente 56,5 millones para el transporte por carretera seguro, sostenible y conectado. Una resolución provisional que se realizó de manera pública el pasado 24 de octubre y en la que se anunció la propuesta de adjudicación de 15.911.826 euros para 19 proyectos de producción de pavimentos sostenibles.

Del total adjudicado a pavimentación asfáltica sostenible, 13.997.100 euros fue para once empresas socias de ASEFMA:

1. Asfaltos de Madrid,
2. Becsa,
3. CHM Obras e Infraestructuras,
4. Eiffage Infraestructuras,
5. Excavaciones y transportes Orsa,
6. Pabasa Euroasfalt,
7. Padecasa Obras y Servicios,
8. Pavasal empresa constructora,
9. Probisa vías y obras,
10. Tecnología de firmes y
11. Vialex constructora aragonesa

Los proyectos subvencionados de los socios de ASEFMA se ubican en once comunidades autónomas: Andalucía, Aragón, Castilla – La Mancha, Castilla y León, Madrid, Cataluña, Galicia, Murcia, La Rioja, País Vasco y Valencia. Incluyen áreas como la adecuación de instalaciones para la producción de mezclas asfálticas más sostenibles y/o a menor temperatura, la reutilización de asfalto recuperado (RAP) y caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil (NFVU) y tecnología de reciclado en frío in-situ para producir pavimentos sostenibles.

“El 88 % de las subvenciones PRTR para pavimentos sostenibles están destinadas a empresas asociadas a ASEFMA” declaró el presidente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas, Juan José Potti al respecto de la resolución. “Sin lugar a dudas se trata de un gran éxito, porque inicialmente ni siquiera había una línea dedicada a pavimentos sostenibles e incluso en las primeras reuniones se planteaba únicamente una concesión de 2 millones de euros para esta línea”.

También se reconoció al presidente de ASEFMA “la labor de la dirección técnica de la Dirección General de Carreteras del MITMA” y subrayó que “los 15,9 millones de euros de subvención se van a transformar en más de 40 millones de inversión por el sector de la pavimentación asfáltica en equipamiento moderno más amigable con el medio ambiente, reutilización de fresaado retirado y tecnologías sostenibles”.

Las subvenciones, destinadas a empresas, forman parte del Programa de apoyo al transporte sostenible y digital incluido en el Componente 6 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR). Dichas ayudas, financiadas con cargo a los fondos europeos NextGenerationEU y anunciadas el 29 de abril mediante convocatoria de ayudas en concurrencia competitiva, buscan mejorar la operativa y eficiencia, reequilibrar el reparto modal del transporte hacia modos menos contaminantes y trasladar los avances digitales y tecnológicos disponibles, entre otras iniciativas.

ATEB celebró su V Jornada Técnica Nacional el 10 de noviembre de 2022, conmemorando el 20 Aniversario de la asociación

La V Jornada Técnica Nacional de ATEB bajo el título: “La emulsión bituminosa: un modelo de sostenibi-

lidad”, se celebró el pasado 10 de noviembre de 2022 en el Campus de Alcobendas de la Universidad Europea de Madrid (UEM).

El programa de la jornada constó de una charla magistral y tres sesiones de trabajo para poner en valor lo que aporta la emulsión bituminosa y sus técnicas de pavimentación en la sostenibilidad, desde el punto de vista técnico, social y ambiental.

En el acto inaugural participaron Dña. Rosario Cornejo, Directora Técnica de la DGC del MITMA, Dña. M^a José Rodríguez, Directora del Master de ICCP de la UEM y Dña. M^a del Mar Colás, actual Presidenta de Ateb, quien arrancó la Jornada con una ponencia sobre la evolución del empleo de la emulsión en la construcción y conservación de carreteras a nivel nacional y mundial.

D. Alberto Bardesi, expuso en charla magistral el dimensionamiento de firmes mediante técnicas con emulsión, basándose en la ASTHOO’93, proponiendo una serie de secciones de firmes con diversas técnicas con emulsión.

La primera sesión sobre la Sostenibilidad técnica, coordinada por Dña. Nuria Uguet, Directora del Comité Técnico, constó de una ponencia sobre las Novedades en el reciclado de pavimentos con emulsión, a cargo Dña. Mar Subarroca, y una mesa redonda que puso el foco en la capacitación técnica del sector.

La segunda sesión sobre Sostenibilidad social fue coordinada por Dña. Paula Pastor, Ingeniera de la Demarcación de Carreteras de Teruel de la DGC del MITMA, y en ella disfrutamos de una ponencia sobre Lo que aportan las técnicas con emulsión en la gestión social de las infraestructuras, a cargo de D. Juan Moñino, Ingeniero Jefe del Servicio de Infraestructuras de la Diputación Provincial de Badajoz, y una mesa redonda que abordó cuestiones relacionadas con las soluciones sostenibles en el entorno actual.

La tercera y última sesión de la jornada sobre sostenibilidad ambiental fue coordinada por D. Raúl Terán, Miembro de la Junta Directiva de Ateb y Líder del GT-4. En esta sesión hubo una ponencia titulada “Las técnicas con emulsión: una apuesta por la descarbonización, el ahorro energético y la reducción de materiales” defendida por D. Daniel Andaluz, Gerente de

Ateb, y una mesa redonda sobre lo que aportan las técnicas con emulsión en la economía circular.

En esta V Jornada Técnica Nacional de ATEB se otorgaron varios premios: el Premio al mejor post publicado en el periodo 2018 – 2022 fue concedido a D. Francisco José Lucas por su post “Efectivamente, la terminología es importante: Prevención in situ con emulsión PFE. El premio a la mejor fotografía de entre las propuestas fue para D. Jordi Albareda, con su fotografía de una obra, dentro del marco de CPI de la Generalitat de Catalunya, donde la sección de la carretera ha sido rehabilitada mediante técnicas con emulsión exclusivamente. Asimismo, se premió un nuevo logotipo formado por dos propuestas, una por parte de la Dr. Núria Querol y otra por D. David Rivera.

Además, tuvo lugar el habitual acto de nombramiento de Miembros de Honor, que recayó en Dña. Lucía Miranda y Dña. M^a José Sierra.

La V Jornada Técnica Nacional se clausuró con un resumen y lectura de conclusiones realizado por la directora del Comité Técnico, Dña. Nuria Uguet.

Como viene siendo habitual, la V Jornada Técnica Nacional de ATEB pudo ser seguida presencialmente y también por streaming HD desde diferentes países, gracias al patrocinio de Ingevity, Kao y Química de los Pavimentos.

Por ser la conmemoración del 20 aniversario de la asociación, por la tarde se desarrolló un programa social compuesto por una visita cultural guiada por el Madrid medieval y un picoteo en la Plaza Mayor de Madrid.

Badajoz se convirtió del 16 al 18 de noviembre en la capital del debate nacional sobre infraestructuras viarias

El 26º Symposium Nacional de Vías y Obras de la Administración Local (VYODEAL) se celebró en el Edificio Badajoz Siglo XXI, desde donde la Diputación de Badajoz y la Asociación Española de la Carretera organizaron este encuentro con el que se celebran los primeros 50 años en ruta por las carreteras locales (1972-2022) que son carreteras que están fuera del alcance de las grandes políticas viarias.

La sesión Carreteras locales y reto demográfico cen-

tró la atención en la evolución de la población y en las necesidades de movilidad en función de dicha evolución. Algunos de los temas tratados fueron el Plan 100/30/30, la Ley 3/2022 de Extremadura de medidas ante el reto demográfico y territorial y las iniciativas de inversión pública para la fijación de la población.

Entre los temas de agenda de trabajo del Vyodeal destacaron el compromiso de la carretera segura, sostenible y conectada. Además, haciendo honor al lema del encuentro, se dedicó una sesión a la inversión en carreteras como prioridad social, con ponencias sobre las necesidades más acuciantes de este tipo de vías, planes de colaboración público-privada o la atracción de la inversión en el ámbito de la movilidad.

Zaragoza acogió las Jornadas sobre la Participación Público-Privada como modelo global de gestión de redes de carreteras los días 22 y 23 de noviembre

En el marco del Plan Extraordinario de Carreteras del Gobierno de Aragón, estas jornadas, organizadas por la Asociación Española de la Carretera y promovidas por el Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda del Gobierno de Aragón, se celebraron en el Edificio Pignatelli de Zaragoza para tratar sobre la Participación Público-Privada como modelo global de gestión de redes de carreteras.

El Plan Extraordinario de Carreteras de Aragón pretende llevar a cabo una transformación radical del paisaje viario aragonés, recuperando el déficit inversor que arrastra la región. Además, es un plan pionero desde la perspectiva del modelo de participación público-privada que propone para la gestión del nuevo mapa de carreteras de esta Comunidad Autónoma.

Durante estas Jornadas se ha analizado la necesidad y viabilidad de la colaboración público-privada para garantizar una movilidad por carretera eficaz. Asimismo, se contempló el futuro inmediato de la gestión viaria bajo esquemas de financiación presupuestaria, considerando factores como el incremento de los costes o la revisión de los precios.

La conservación y explotación en régimen de con-

cesión, con la presentación y valoración de experiencias concretas, y la adaptación de las vías físicas a las vías digitales son otros de los grandes asuntos tratados en este encuentro, apoyado por la Agrupación de Contratistas Aragoneses de Obras Públicas.

Veinticuatro trabajos procedentes de España se publicaron en el congreso XXI CILA

El Comité Técnico del CILA ha anunciado que ha recibido 256 trabajos técnicos procedentes de 20 países del continente americano y Europa, de los cuales el "45% están vinculados a las temáticas de desarrollo sostenible como reutilización de pavimentos, mezclas a baja temperatura y ecoeficiencia en la pavimentación".

De dichos trabajos seleccionados, diecisiete optaron también al Premio internacional "Fundadores Dr. Jorge O. Agnusdei e Ing. Hélio Farah" en investigación viaria, que este año celebra su cuarta edición. A él podían concurrir todos los autores de trabajos participantes del XXI Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto (CILA), cuyas obras sean originales, inéditas y no objeto de patente a fecha de inicio del evento.

España es el cuarto país por número de comunicaciones presentadas al XXI CILA, por detrás de Brasil (54), México (37) y Argentina (25). De los veinticuatro trabajos presentados por investigadores españoles, once de ellos fueron seleccionados para su exposición oral y uno fue el candidato al Premio Fundadores.

Además, el presidente de ASEFMA, Juan José Potti, que ha sido el autor de una de las comunicaciones seleccionadas, también intervino en un taller realizado en este XXI CILA, el jueves 24 de noviembre a 18:00 (hora local) sobre "comunicación, una temática a añadir a la ingeniería". La sesión estuvo coordinada por el doctor ingeniero Rodolfo Adrián Nosetti, presidente de la Comisión Permanente del Asfalto, y en ella también participó el doctor ingeniero y delegado CILA en Costa Rica, Luis Guillermo Loria, y la directora de comunicación de la Asociación Paraguaya de Carreteras, Andrea Peris.

La XVII Jornada Nacional de ASEFMA analizará las fortalezas y desafíos del sector en los próximos años

¿Cuáles son las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del sector de la pavimentación asfáltica? A la realización de un auténtico análisis DAFO en la industria del asfalto estará dedicada la decimoséptima edición de la Jornada Nacional de ASEFMA que se desarrollará el 13 y 14 de diciembre de 2022 y se integra en los actos que celebran el 50º aniversario de la constitución de EAPA (1973) y de Asefma (1974).

El contexto favorable de inversión en maquinaria como consecuencia de la convocatoria PRTR, las diversas convocatorias para investigación de este 2022, el reciente congreso internacional sobre asfalto 4.0 (ICA, por sus siglas en inglés), los últimos cambios en la normativa del MITMA y la iniciativa de ASEFMA para la obtención de una Declaración Ambiental de Productol (DAP) sectorial, demuestran que hay una coyuntura más dinámica que nunca ante los retos a los que se enfrentan las infraestructuras y los nuevos actores que van a determinar el desarrollo de la movilidad del futuro tanto de personas como de mercancías.

Es por ello que ASEFMA quiere en esta XVII Jornada Nacional identificar las debilidades actuales y futuras así como las fortalezas del sector frente a las amenazas y oportunidades que nos depara el futuro a corto y medio plazo, considerando los condicionantes ambientales y sociales, los desafíos digitales, la transformación de la movilidad y otros aspectos vinculados con la transformación energética.

Asfalto 4.0, requerimientos ambientales para mezclas bituminosas y la I+D+i sobre mezclas asfálticas, son algunos de los ejes principales que se abordarán en la próxima jornada nacional, que incluirá conferencias magistrales, mesas redondas y comunicaciones técnicas.

Además, durante la XVII Jornada Nacional de ASEFMA se entregarán los premios:

- Premio MPA a las Mejores Prácticas Ambientales
- Premio Asfaltero 4.0
- Reconocimientos a la trayectoria profesional de

particulares y entidades

El MITMA contempla invertir 2.666 millones de euros de los PGE-2023 en mantener y ampliar la red de carreteras del Estado

La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Raquel Sánchez, presentó el pasado mes de octubre la dotación de los Presupuestos Generales del Estado (PGE) de 2023 prevista para el ministerio que dirige. En total, cuenta con una asignación presupuestaria de 21.273 millones de euros, de los que 2.666 millones estarán destinados a mantener y ampliar la red de carreteras del Estado, otorgando prioridad a la conservación de la infraestructura, a la que se dedicará 1.548 millones de euros, la mayor cantidad de la historia.

“Seguimos, por tanto, corrigiendo el déficit de mantenimiento que arrastraba una parte de nuestra red viaria”, ha defendido la ministra en rueda de prensa. “Garantizamos las inversiones en una red que es patrimonio público común, que debe ser utilizada en las mejores condiciones y que también ha de transformarse para incrementar su eficiencia”.

En referencia a dicha transformación Raquel Sánchez ha explicado que parte de las inversiones estarán destinadas a:

- Humanizar las travesías en los entornos más urbanos,
- Mejorar la seguridad de los usuarios más vulnerables de las carreteras como son peatones o ciclistas,
- Modernizar los túneles de la red y a hacerlos más seguros,
- Crear carriles Bus-Vao para mejorar su eficiencia y Proteger el entorno natural y animal.

“El objetivo de este Ministerio es que la red de carreteras del Estado esté en las mejores condiciones para potenciar la seguridad vial y avanzar en su transformación para incrementar su eficiencia y que sea cada vez más humana y sostenible”, ha puntualizado en nota de prensa el MITMA en referencia a la intervención de la ministra para la presentación de los PGE-2023.

Nueva sección: Aleas (Agrupación de Laboratorios de Entidades asociadas a Asefma)

Twitter @Aleas_es
 LinkedIn Grupo Aleas
<https://asefma.es/aleas/>

Inicia su andadura en el mes de noviembre de 2012, formado por los laboratorios y departamentos técnicos de las empresas de ASEFMA junto con los laboratorios de las AAPP, Universidades públicas y privadas y Organismos de Investigación.

Aleas se crea como consecuencia de la necesidad de aunar esfuerzos y crear un foro colaborativo en los diferentes departamentos técnicos de las empresas de ASEFMA como consecuencia de la aparición de nueva normativa de ensayos, especialmente de las normas europeas y de marcado CE.

Aleas, como representación de los laboratorios de ASEFMA, tiene como presidente a Juan Jose Potti y secretario a Jose Luis Peña, estando dirigido por el Consejo Gestor formado por los responsables técnicos de 8 empresas de ASEFMA. El día 13 de julio de 2021, en la reunión del Consejo Gestor de Aleas, tiene el nombramiento de Javier Loma Lozano como director de Aleas



con el objetivo de promover y reactivar la Agrupación hacia una nueva orientación afrontando los próximos retos demandados por el sector y por la sociedad.

Durante los primeros años tiene una importante dedicación en el desarrollo de distintos trabajos para la adaptación de los procedimientos europeos de ensayo que aparecen en la normativa europea EN 12697 y la mejora de los procedimientos de ensayo en los laboratorios. Muestra de ello es la publicación de 3 protocolos de ensayo (ensayo de rodadura EN 12697-22, ensayo de sensibilidad al agua EN 12697-12 y la compactación

CARGO	REPRESENTANTE	ENTIDAD
PRESIDENTE	Juan Jose Potti	ASEFMA
SECRETARIO	Jose Luis Peña	ASEFMA
DIRECTOR	Javier Loma Lozano	PADECASA
VOCAL	Pablo Álvarez Troncoso	BECSA
VOCAL	Marisol Barral Vazquez	CAMPEZO
VOCAL	Carlos Garcia Serrada	COLLOSA
VOCAL	Maria Elena Hidalgo Perez	EIFPAGE
VOCAL	Jose Manuel Berenguer Prieto	LOS SERRANO
VOCAL	Jesus Felipe Sanjuan	PAVASAL
VOCAL	Roberto Orozco Martín	TECNOFIRMES
VOCAL	Mar Subarroca Gella	SORIGUE

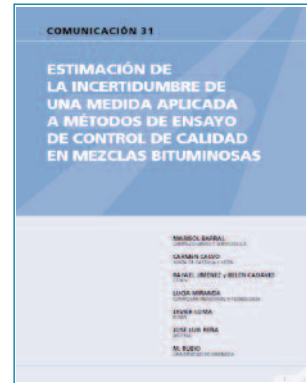
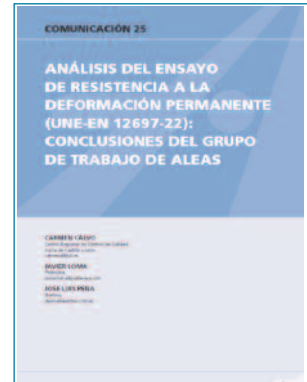
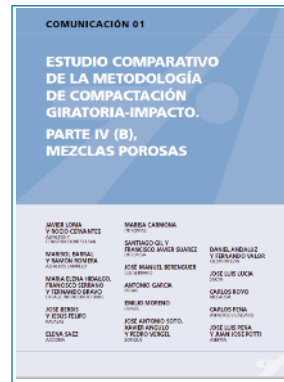
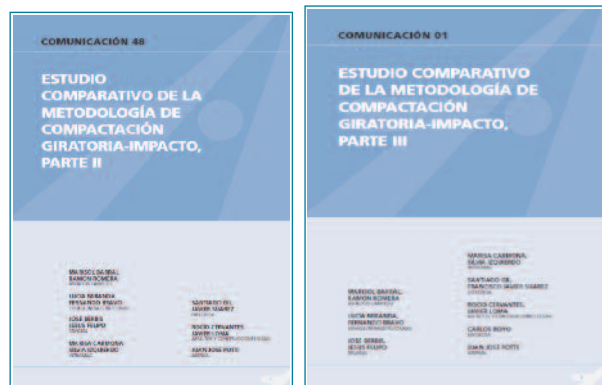
Nueva sección: Aleas (Agrupación de Laboratorios de Entidades asociadas a Asefma)

con la máquina giratoria EN 12697-31, la guía de estimación de la incertidumbre para los diferentes ensayos de mezclas bituminosas y numerosas publicaciones técnicas en congresos sectoriales y artículos en revistas especializadas.

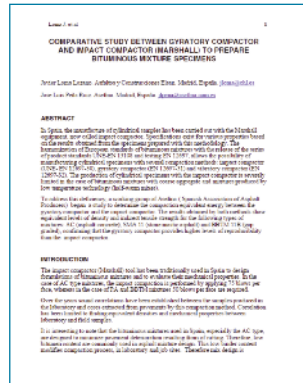
Protocolos de ensayo:



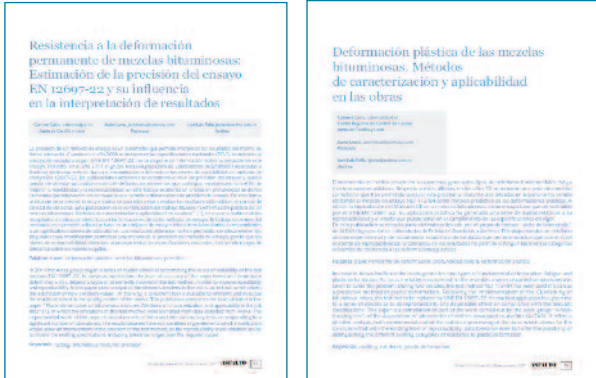
Comunicaciones en jornadas de Asefma.



Comunicaciones presentadas congresos internacionales.



Artículos publicados en la revista Asfalto y Pavimentación.



Todos estos documentos pueden descargarse desde la página web de Asefma en el siguiente link:

<https://asefma.es/aleas/>

Aleas está formada por empresas fabricantes de mezclas bituminosas de ASEFMA, fabricantes de productos bituminosos, suministradores de aditivos, fabricantes de equipos de laboratorio, laboratorios privados, universidades y laboratorios de AAPP. En la actualidad (octubre de 2022) los miembros de Aleas son los siguientes (34):

AENA	INTROMAC	PADECASA
BECSA	Laboratorio CABILDO TENERIFE	PAVASAL
CAMPEZO	Laboratorio COMUNIDAD DE MADRID	PROBISA
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. CEDEX	Laboratorio de La DIPUTACIÓN ALAVA	REPSOL
CEMOSA	Departamento de Movilidad e Infraestructuras de Mallorca. CONSEJO INSULAR DE MALLORCA	SORIGUÉ
CHM	Laboratorio DEMARCACIÓN CARRETERAS Murcia del MITMA	TECNOFIRMES
CIESM-INTEVIA	Laboratorio de la JUNTA CASTILLA Y LEÓN	UNIVERSIDAD Alfonso X el Sabio, UAX
COLLOSA	Laboratorio JUNTA DE ANDALUCÍA	UNIVERSIDAD de Cantabria, UNICAN
LOS SERRANOS	Laboratorio Región Murcia (COMUNIDAD)	UNIVERSIDAD de Granada, UGR
PABASA	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS del Estado en Castilla y León Occidental. Laboratorio de Materiales en Valladolid MITMA	UNIVERSIDAD Politécnica de Cataluña, UPC
ORSA	MECACISA	UNIVERSIDAD Politécnica de Valencia, UPV
EIFPAGE INFRAESTRUCTURAS		

Nueva sección: Aleas (Agrupación de Laboratorios de Entidades asociadas a Asefma)

Javier Loma como Director de Aleas en una carta dirigida a todos los socios de ASEFMA, transmite cuales son las intenciones y los principales objetivos para los próximos años en la Agrupación:

Estimados compañeros y amigos,

En primer lugar, quiero mostrar mi agradecimiento a todas las personas que han confiado en mí y me han apoyado en el nombramiento como director de Aleas en esta nueva etapa.

Aleas es la Asociación de Laboratorios de Entidades asociadas a ASEFMA, constituida en noviembre de 2012 y formada por laboratorios de empresas fabricantes de mezclas bituminosas, laboratorios de suministradores de ligantes, laboratorios privados, laboratorios de organismos oficiales, así como universidades públicas y privadas. Desde esa fecha se han realizado numerosos trabajos relacionados con ensayos de laboratorio y mezclas bituminosas, que han sido publicados y expuestos en las jornadas nacionales y en las jornadas de ensayo de ASEFMA, y que en la actualidad están disponibles en su página web.

Todos los socios de ASEFMA pueden solicitar su incorporación a Aleas y participar en los grupos de trabajo activos. Gracias al trabajo realizado por un grupo de técnicos de la Asociación ilusionados con este proyecto, Aleas se ha convertido en un referente nacional para los laboratorios de ensayos de mezclas bituminosas de nuestro sector.

En sus inicios se abordó la adaptación de una nueva normativa europea de ensayo incorporando la metodología del grupo de normas EN 12697 y las familias de mezclas bituminosas con las normas EN 13108. En estos últimos años se ha visto incrementado el interés por el desarrollo de sistemas productivos más sostenibles con menor impacto ambiental que permitan aportar valor a los residuos generados en nuestra actividad, como es el caso de los materiales fresados de los pavimentos. Es por ello que surge la necesidad de adaptar nuestros procedimientos de ensayo actuales o introducir una nueva metodología que permita verificar las características de los materiales que son fabricados con estas tecnologías más sostenibles y amigables con el medioambiente.

Con esta nueva orientación iniciamos algunos trabajos coordinados desde el Consejo Gestor de Aleas para el desarrollo de recomendaciones para la toma de muestras y acondicionamiento de mezclas, procedimientos para la realización de ensayos de mezclas con fresado y mezclas a menor temperatura, introducción de nuevos ensayos prestacionales o también para el diseño en laboratorio de mezclas bituminosas de las distintas familias de las UNE EN 13108.

Es una gran oportunidad para todos los socios de ASEFMA poder participar de forma activa en los diferentes grupos de trabajo de Aleas, por lo que animo a todas las entidades a solicitar su incorporación a esta Asociación. Quedamos a vuestra disposición, esperando vuestros comentarios e iniciativas para este proyecto.

Os deseo disfrutéis de un merecido descanso durante este verano, un cordial saludo.

Fdo. Javier Loma Lozano.

En esta nueva orientación de Aleas tiene como objetivo el desarrollo de conocimiento y procedimientos en dos líneas de trabajo:

- I. Tecnologías para la fabricación y extendido de mezclas a menor temperatura.
- II. Caracterización y diseño de mezclas bituminosas.

Para ello se han creado cinco grupos de trabajo, cada uno dirigidos por un coordinador y formados por todas las organizaciones que han mostrado su interés en participar en los mismos. En cada grupo se han fijado líneas de trabajo y un cronograma de actuaciones que son analizadas en reuniones periódicas e informadas al Consejo Gestor de Aleas.



Los grupos de trabajo son los siguientes:

- **Grupo de reutilización de mezclas bituminosas**, para establecer los procedimientos apropiados para el diseño y control de calidad de mezclas bituminosas que han incorporado material procedente de mezclas reutilizadas.
- **Grupo de ensayos para mezclas a menor temperatura**, cuyo trabajo es el estudio de los ensayos más adecuados para el diseño y control de calidad de las mezclas bituminosas fabricadas a menor temperatura, ya sean mezclas semicalientes o mezclas templadas.
- **Grupo de diseño de mezclas**, estableciendo los criterios para la realización de los diseños de los diferentes tipos de mezclas en base a las prestaciones requeridas.

- **Grupo de ensayos prestacionales**, con el objetivo es ampliar el conocimiento sobre los ensayos prestacionales, tipos, ventajas e inconvenientes y proporcionar recomendaciones para su utilización en nuestros laboratorios.
- **Grupo de toma y acondicionamiento de muestras**, proporcionando una guía de buenas prácticas que facilite en el sector mejorar esta operación en las plantas y/o las obras.

Recientemente se ha creado un canal de comunicación llamado "El Técnico responde..." a través del mail aleas@asefma.com.es con el objetivo de resolver dudas o problemas que puedan producirse dentro de nuestra actividad a cualquier persona que necesite una opinión de expertos en esta materia.





VIATOP[®] *plus RC*

Das Pellet.

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

Lecturas recomendadas

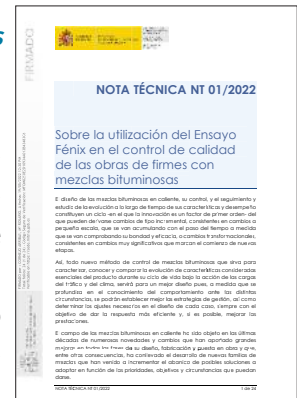
Nota técnica “NT 01/2022 Sobre la utilización del Ensayo Fénix en el control de calidad de las obras de firmes con mezclas bituminosas”. MITMA. Mayo 2022. 24 páginas

Los pavimentos asfálticos en España utilizan mezclas bituminosas especialmente diseñadas para soportar las deformaciones plásticas. Dada la climatología española, este diseño parece adecuado, pero genera problemas en lo relativo a la resistencia a la fisuración de dichas mezclas, especialmente en zonas con clima continental.

A excepción del ensayo de fatiga, la normativa española no dispone de ningún método de ensayo que permita controlar de una forma sencilla, pensando especialmente en métodos rutinarios de control de calidad, la susceptibilidad de las formulaciones a la acumulación de daño por fisuración.

El desarrollo del ensayo Fénix (NLT-383-20) ofrece una alternativa como sistema de control de calidad de la tenacidad de las mezclas bituminosas. Dado la poca experiencia existente con este método de ensayo, se ha considerado necesario la publicación de esta nota técnica para facilitar la difusión y el empleo entre empresas y laboratorios de control de calidad.

https://www.mitma.es/recursos_mfom/comodin/recursos/nt_01_2022_ensayo_fenix.pdf



Publicación “ State-of-the-Knowledge: Use of the Delta Tc Parameter to Characterize Asphalt binder Behavior IS-240”. Asphalt Institute. 2019. 65 páginas

Este documento pretende servir guía del estado del arte para describir el ΔT_c y su relevancia en la caracterización del comportamiento de los materiales asfálticos. El ΔT_c es una propiedad del ligante asfáltico que se concibió durante un proyecto de investigación del Instituto del Asfalto con el fin de programar los tratamientos de mantenimiento preventivo de los pavimentos de los aeródromos. Desde la publicación de los resultados de ese estudio en 2011, la comunidad técnica del asfalto ha acogido el ΔT_c como una propiedad de gran interés. Su uso se ha extendido de numerosas maneras, incluyendo una herramienta forense y, más recientemente, un parámetro de especificación.

Entre los profesionales del Comité de Asesoramiento Técnico del Instituto del Asfalto, existe un claro consenso en que el ΔT_c es un parámetro que merece la pena para medir la durabilidad del asfalto. Hay menos consenso sobre el uso de ΔT_c como parámetro de especificación. Entre ese grupo, se cree que el desarrollo del agrietamiento en bloque está muy relacionado con valores más negativos de ΔT_c . Las opiniones fueron algo dispares en cuanto a otras formas de agrietamiento. Sin embargo, se señaló que el ΔT_c no debe considerarse como una panacea para un rendimiento favorable del agrietamiento del pavimento asfáltico y que las características de la mezcla y las prácticas de construcción suelen desempeñar un papel dominante.

<https://www.asphaltinstitute.org/engineering/delta-tc-technical-documents/>



Publicación “Automated Data Collection and Quality Management for Pavement Condition Reporting” NCHRP Synthesis 589. TRB. 2022. 121 páginas. Febrero 2022.

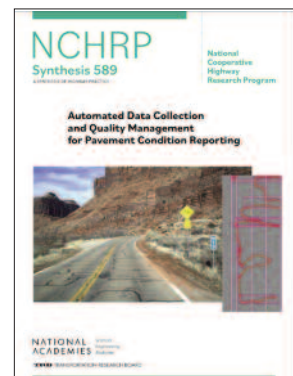
La tecnología de recopilación de datos sobre pavimentos ha ido evolucionando en las últimas décadas, y cada vez más en los últimos años. La recopilación automatizada de datos sobre el pavimento permite a los organismos recopilar datos sobre el estado del pavimento, incluidas las grietas, las roderas, las fallas y la rugosidad, a velocidades de carretera. Esto proporciona información importante para mejorar la toma de decisiones sobre los pavimentos.

La ley Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act (MAP-21) y la legislación federal sucesiva exigen que los departamentos de transporte estatales (DOT) informen de los datos de los pavimentos a intervalos de 0,10 millas y establezcan objetivos de rendimiento de los pavimentos. Muchos organismos estatales de transporte han pasado de los métodos manuales de medición del deterioro del pavimento a la recopilación automatizada y semiautomatizada de datos sobre el pavimento. Si bien los organismos obtienen más datos, conocimientos y experiencia con la recopilación automatizada y semiautomatizada de datos sobre pavimentos, esta migración también conlleva nuevos desafíos. Estos desafíos incluyen el control de la calidad de los datos, el análisis de los mismos y la toma de decisiones, en gran parte debido a la rápida evolución de la tecnología para la recopilación de datos sobre pavimentos.

Los objetivos de esta síntesis son (1) documentar las experiencias, los retos y las soluciones de última generación utilizadas por los DOT que se encuentran en fase de desarrollo, de la práctica utilizados por los DOT que están en plena transición o que han pasado a procesos automatizados y semiautomatizados para la recopilación de datos sobre pavimentos. (2) resumir los datos para los requisitos de información estatales y federales (por ejemplo, planes de gestión de activos de transporte, MAP-21).

La información para este estudio se recopiló a través de una revisión bibliográfica, una encuesta a los DOT estatales y entrevistas de seguimiento con organismos seleccionados. Los ejemplos de casos proporcionan información adicional sobre cómo de mantenimiento, reparación y rehabilitación.

<https://nap.nationalacademies.org/catalog/26717/automated-data-collection-and-quality-management-for-pavement-condition-reporting>



Balance de la International Conference on Asphalt 4.0 #ICA4point0

El 20 y 21 de septiembre se celebró en Madrid la primera Conferencia Internacional sobre Asfalto 4.0 (ICA 4.0 por sus siglas en inglés) organizado por ASEFMA y ZAS con el apoyo de EAPA, un evento que ya figura en las agendas del sector asfáltico como la cita de referencia en todo lo relativo a la digitalización del sector y del que ya se ha anunciado su segunda edición en septiembre de 2023, ver <https://ica4point0.com/>

mania, 2 de Eslovenia, 2 de Holanda y 1 de Francia. Los 12 textos forman parte de los Proceedings de la International Conference y todas ellas fueron presentadas por sus autores durante los días 20 y 21 de septiembre.

La International Conference se desarrolló en formato PDV: Presencial, Digital y Virtual. Más de 100 asistentes presenciales provenientes de 12 países: España, Eslovenia, Alemania, EEUU, Países Bajos, Francia, Dina-



Video Asphalt 4.0 from ZAS, <https://vimeo.com/user14893125/zas>
 Touch de image to see the video

Dividida en un intenso programa de dos jornadas, hasta 24 speakers formaron parte del #ICA4point0. Sus intervenciones se pudieron seguir de forma presencial en la capital española, pero también a través del streaming HD a través de la plataforma itafec.com

Las empresas patrocinadoras de esta primera edición fueron MOBA como patrocinador principal y Fliegl como patrocinador Bronce.

En esta primera edición se han recibido 12 comunicaciones técnicas desde 5 países: 4 de España, 3 de Ale-

marca, UK, India, Surinam, Portugal y Italia.

Tras la inauguración de la International Conference open Asphalt 4.0 realizada por Xavier Flores, Secretario General de infraestructuras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, junto con los Presidentes de ZAS, Slovenko Henigman, y de Asefma, Juan José Potti. Después de esta inauguración llegó la interesante conferencia de Miguel Caso, Director Técnico de PIARC, que dio una amplia panorámica acerca de la digitalización en la cadena de valor de la pavimentación



Video Asphalt 4.0 from Asefma, <https://vimeo.com/user14893125/asefma>
Touch de image to see the video

de carreteras.

Durante la inauguración Xavier Flores destacó que en su opinión, “..se están produciendo dos grandes revoluciones en nuestra sociedad, al mismo tiempo: las exigencias ambientales producidas por el cambio climático y todos los cambios derivados de la transformación digital de todas las actividades”. Además, apoyó la necesidad de realizar esta International Conference anual donde se puedan intercambiar ideas y experiencias con los stakeholders del sector



Round table Session 1 moderated by Dr. Carsten Karcher

¿Qué ideas se pueden destacar o han sido más reseñables?

Es difícil poder destacar lo más atractivo o llamativo en sólo una línea pero quizás podrían destacarse estas ideas:

- Es preciso usar la digitalización para concretar y alcanzar más rápidamente los objetivos ambientales. Son 2 revoluciones al mismo tiempo y quizás 3, si añadimos la escasez de energía
- Valorar la eficacia de las inversiones de las administraciones de carreteras basadas en el análisis del big data del comportamiento de los vehículos circulando tras implementar esas inversiones
- No parece lógico añadir a la serie EN 12697 nuevas normas sobre la gestión de los datos digitales de tipo termográfico, por ejemplo. Quizás en este momento, lo que parece más adecuado es proporcionar nuevos criterios de valoración de las ofertas de adjudicación para que las empresas fabricantes de mezclas asfálticas puedan ofrecer a la administración y a los ciudadanos un acceso a:
 - los datos de emisiones de los fabricantes durante la fase de fabricación de tal manera que se

ofertara el precio y también se cuantificaran las emisiones asociadas.

- los datos de emisiones durante la fase de transporte a la obra para poder valorar también las emisiones asociadas en el transporte a cada obra.

- los datos de emisiones durante las operaciones de extendido y compactación con idéntico planteamiento, valorar y cuantificar las emisiones asociadas.

Serían 3 opciones a valorar, cada una de ellas o en su defecto aportar datos a partir de un DAP sectorial

- Más allá del empleo del IoT, blockchain y la inteligencia artificial se han mostrado en esta primera edición de la International Conference on Asphalt 4.0 dos aplicaciones de los modelos digitales (Digital twins) muy interesantes:

- Modelos digitales para el diseño de las mezclas bituminosas

- Modelos digitales para la visualización de la puesta en obra: extendido y compactación de una obra de pavimentación asfáltica



Round table Session 1, 20 september 2022

Visualización del streaming HD

El evento "Internacional Conference on Asphalt 4.0" fue seguido desde la plataforma itafec.com por 346 usuarios o viewers. La media obtenida de visualización fue de 232 minutos. El ranking de visualización, por países, fue la siguiente: España, México, Dinamarca, Brasil, Perú, Portugal, Thailandia, Turquía, Francia, Colombia, Chile, Guatemala y Argentina



Presentation of José Luis Peña, Asefma

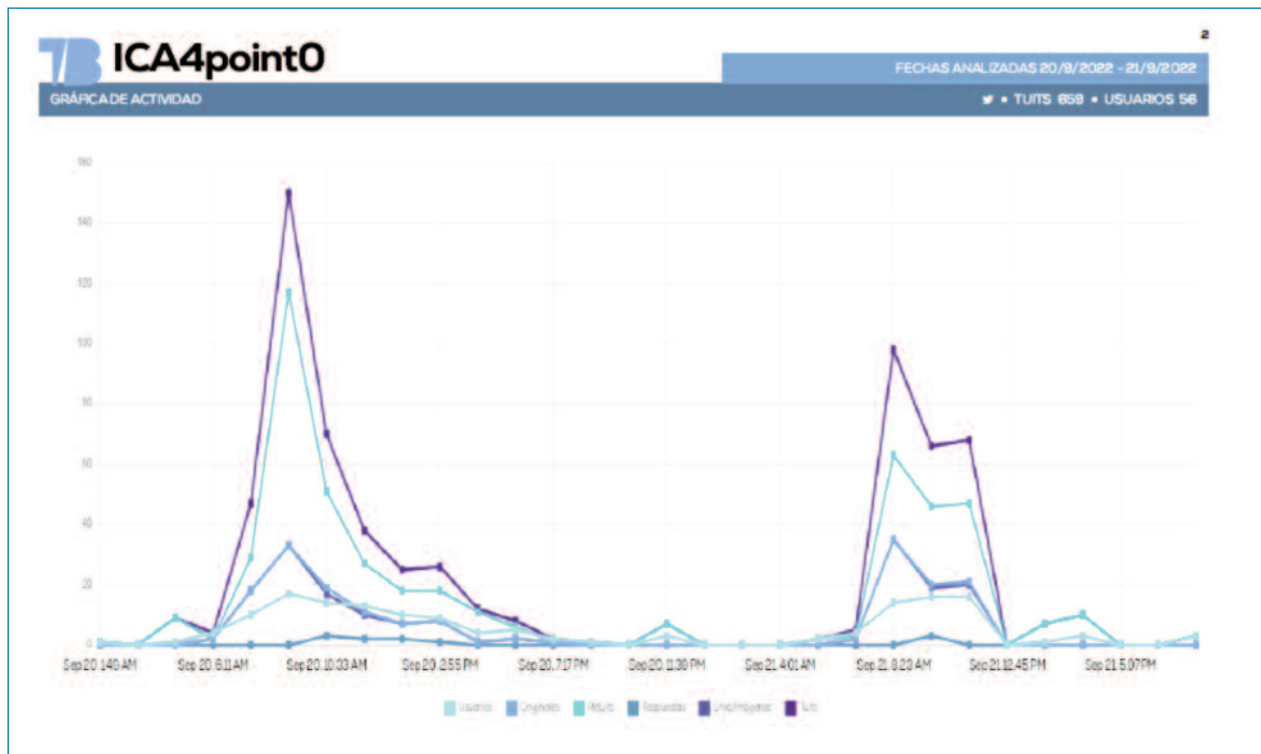
¿En qué sesiones se concentró la mayor actividad digital?

Los picos de mayor actividad se localizaron fundamentalmente en las horas centrales del programa del primer día, concretamente durante la mesa redonda de la Sesión 1 "Digitalization: a shared space between road administrations and road contractors". Esta sesión empezó con una mesa redonda, moderada por Carsten Karcher, con la participación de Xavier Flores, Juan José Potti y Slovenko Henigman. Continuó con las comunicaciones técnicas José Luis Peña (Asefma), Mitja Jurgele (DRI Investment Management). A las 11:05 del día 20 se emitieron 150 tuits.

De los datos ofrecidos por Tweet Binder, destaca que los cinco usuarios más activos a lo largo de ambos días fueron Asefma (@asefma_es) con 148 tuits, el instituto técnico itafec (@itafec) con 136, EAPA (@epa_org) como autora de 72 publicaciones, Juan José Potti (@jjpotti) que escribió 52 y ZAS (@ZdruzenjeZas) con 28 tuits.

En lo relativo al seguimiento en Twitter, datos de la herramienta de medición Tweet Binder confirman que fueron un total de 56 participantes los que emitieron hasta 659 tuits con el hashtag #ICA4point0. Un enriquecedor debate de alto nivel que supuso alcanzar las 4.944.236 impresiones y una audiencia estimada de 275.628 usuarios.

Balance de la International Conference on Asphalt 4.0 #ICA4point0



Evolution of social media activity using #ICA4point0 during the 20 and 21 september



Coffe break, 21 september 2022

Un evento y tres modalidades diferentes de participación

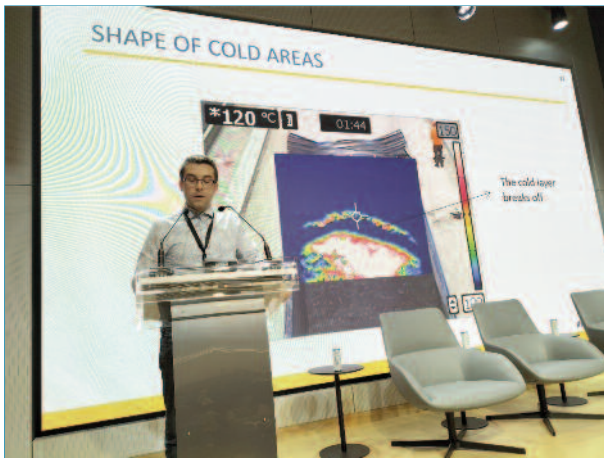
La International Conference on Asphalt 4.0 contó para su difusión con la retransmisión en alta definición realizada por el instituto técnico itafec. Al tratarse de un evento PDV, los participantes pudieron vivirla e interactuar de forma física en Madrid, de forma digital a través del ya mencionado hashtag y virtual gracias a la aplicación PDV by itafec, que permite sacar el máximo partido al evento gracias a la posibilidad de interactuar

entre usuarios y conferenciantes, consultar el programa actualizado permanentemente, seguir las ponencias, visitar los stands virtuales, etc...

Desde los días previos al congreso todos los asistentes que descargaron la aplicación "PDV by itafec" tenían acceso al conjunto de las comunicaciones que se presentaron así como contacto con el autor principal, si lo deseaban, estimulando así la interacción digital.

Los asistentes mediante la App pudieron también realizar preguntas durante las charlas a los ponentes. Los coordinadores de cada una de las sesiones fueron los encargados de trasladar dichas preguntas. La sesión 4 "Digitalization applied to maintenance and use stage os roads" fue la que acumuló mayor número de preguntas desde la App por parte de los asistentes virtuales.

Otra de las peculiaridades de la aplicación es que los asistentes pudieron interactuar entre ellos, más de 100 conversaciones se mantuvieron dentro de la plataforma de la App.



Presentation of Rok Roser, Session 2

¿Dónde nos encontramos?

El #ICA4point0 nace de una necesidad detectada por Asefma y ZAS, compartida por EAPA. Como se pudo comprobar en la primera sesión la Administración Pública participa del interés y objetivos de la digitalización del sector de la pavimentación pero era preciso crear foros en los que las empresas, asociaciones, universidades, etc... y la propia administración puedan trabajar de manera conjunta.

Hay numerosas experiencias a escala real en el uso del BIM (Building Information Modeling) tanto en las fases de proyecto como en la de construcción y mantenimiento de carreteras. De hecho, el uso más habitual del BIM es en la generación de As Builts ya que hay pocas obras de infraestructura viaria de nueva construcción.

Igualmente hay numerosas experiencias en el uso de tecnologías de guiado y topografía que permiten transferir documentación digital a la maquinaria que trabaja en las obras de pavimentación.

Otro campo con un amplio desarrollo de la digitalización es el relacionado con el control de calidad, en el que la verificación de la calidad en el conjunto de los pavimentos empieza a sustituir a los tradicionales controles de calidad basados en muestreos aleatorios.

Para finalizar esta descripción de los campos probados de aplicación de la digitalización, cabría destacar el uso de análisis basados en big data procedente de sistemas de medida y control que ya están instalados en muchos vehículos para otras funciones y que podrían tener un uso dual.

¿Qué nos falta?

Las experiencias de uso que se presentaron en #ICA4point0 son ejemplos de proyectos o desarrollos ya operativos que se están llevando a cabo por empresas o administraciones de carreteras y que han tomado la decisión de experimentar con las nuevas tecnologías usando la digitalización como elemento común.

Sin embargo, la digitalización alcanza su máximo desarrollo cuando el flujo de información funciona de manera continua, lo que los anglosajones definen acertadamente como "seamless".

Las diversas tecnologías que incluyen tanto hardware como software requieren de protocolos que permitan la comunicación entre clientes y proveedores de forma eficaz. En este sentido, hace falta el desarrollo de protocolos y plataformas de volcado y uso de la información que sean accesibles a todos los actores que participan en los proyectos y obras de construcción y mantenimiento de carreteras.

El sector de la pavimentación de carreteras depende en su inmensa mayoría de las administraciones públicas y son ellas el vértice en el que confluyen multitud de proveedores, por lo que son ellas las que deben coordinar la tarea de estandarización de los procesos que permitan el flujo de información.

¿Qué medios son necesarios?

Aunque toda transformación de un modelo productivo exige inversiones, dado que la evolución e implantación de la digitalización a gran escala va a requerir un tiempo relativamente largo, las inversiones anuales necesarias son perfectamente abordables por empresas y administraciones de carreteras.

A nivel de empresas, las principales inversiones irán dedicadas a la adaptación de los sistemas productivos, muy especialmente mediante la sensorización, mientras que en caso de las administraciones públicas la necesidad de recursos irá destinada a software de gestión y, muy especialmente, si se quiere aprovechar el potencial de la digitalización, a la disponibilidad de técnicos con capacidad analítica de los nuevos procesos de flujo de la información.

El principal cuello de botella radica en el factor humano: el sector de la pavimentación es un sector maduro con profesionales muy capacitados en lo relativo

Balance de la International Conference on Asphalt 4.0 #ICA4point0

a la ingeniería civil, pero con poca experiencia en el uso de sistemas digitales avanzados. Si a esto unimos que la tasa de reposición de nuevos profesionales es muy baja, debido a la escasez de inversiones en el sector de la carretera, nos encontramos con una escasez de profesionales adecuados que, lo supone un gran lastre.

La digitalización del sector debe aprovecharse como un elemento de atracción de nuevos profesionales, mostrando un sector más dinámico y que exige una alta capacitación técnica.

La concienciación del sector sobre la necesidad de potenciar a gran velocidad la digitalización es un paso previo para conseguir los objetivos deseados, y eventos como el #ICA4point0 facilitan elementos de juicio realmente relevantes, básicos para una toma de decisiones acertada.

Conclusiones finales y objetivos

Esta primera edición de la International Conference on Asphalt 4.0 ha mostrado, en opinión de los participantes, muchos puntos positivos.

Se ha podido comprobar que en efecto, se están realizando ya muchos desarrollos por parte de empresas, universidades, administraciones, asociaciones, centros tecnológicos, etc... pero era preciso crear un punto de encuentro como #ICA4point0 donde poder analizar conjuntamente desde puntos de vista distintos de poder resolver de la forma más adecuada los desafíos digitales a los que el sector de la pavimentación se enfrenta.

El sentimiento de estar trabajando de forma aislada y la necesidad de confrontar y colaborar en el desarrollo de soluciones 4.0 pasa por estimular estos encuentros y debates propiciados en #ICA4point0.

Una de las dificultades más importantes de este desafío digital es la falta de referencias previas. Por ejemplo, para los trabajos de normalización europeo cada país llegaba con su experiencia previa y su normativa de referencia. El desafío consistía en valorar e integrar las diferentes normas existentes de cada país. Ahora, con la digitalización el desafío digital no se circunscribe a los países, es global, pero además no existe referencia previa y posiblemente la irrupción de nuevas tecnologías obliguen a reconsiderar permanentemente cuál es la mejor opción disponible.

Ante este panorama muy cambiante y dinámico parece especialmente importante realizar un encuentro anual en torno a #ICA4point0. El principal objetivo de este encuentro anual será recopilar y dar a conocer todos los desarrollos digitales existentes.

Otra de las conclusiones que surgieron en los debates fue el papel de las asociaciones nacionales y en particular de EAPA. Como referente europeo puede permitir a partir de las conclusiones de la #ICA4point0 ejercer una labor que estimule los objetivos a corto y medio plazo así como colaborar en la difusión de las tecnologías digitales existentes.

Derivado de los argumentos anteriormente expuestos se acordó realizar la segunda edición de la International Conference on Asphalt 4.0 en Madrid, del 26 al 27 de septiembre de 2023. Les esperamos.

Por favor, sigan informados desde <https://ica4point0.com/> y en las redes sociales a través del hashtag #ICA4point0



EVENTOS
VR / 3D

EVENTOS EN REALIDAD VIRTUAL 3D

itafec incorpora la tecnología de realidad virtual (VR / 3D) a los eventos técnicos para conectar mejor a los profesionales del sector. Ahora el contacto personal, gracias a un avatar personalizado, es perfectamente posible así como las acciones comerciales, el desarrollo de stands virtuales, reuniones privadas, etc... y todo ello con un sonido 3D totalmente compatible con emisión en streaming HD.

1 Conferencias

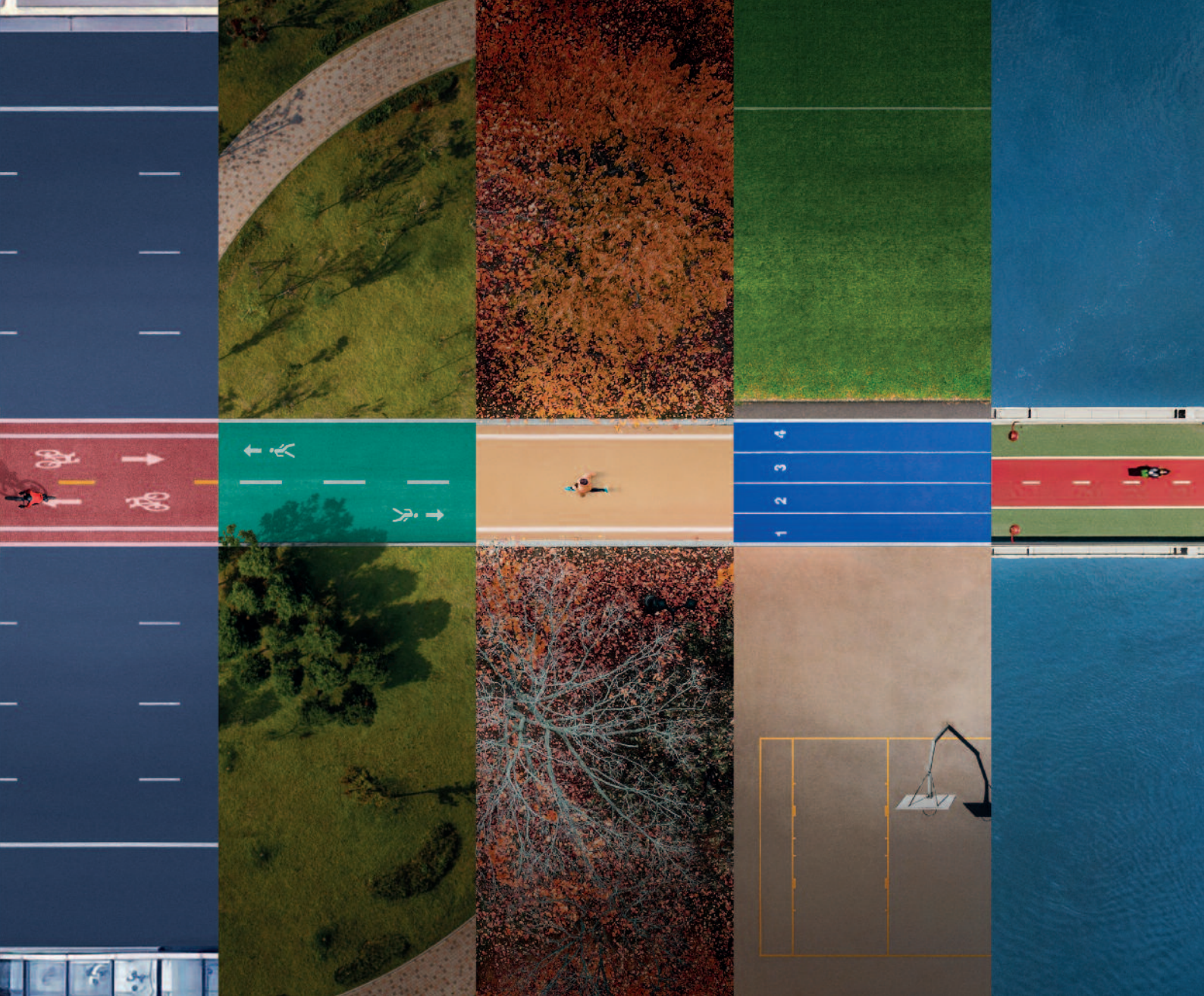
2 Exposiciones

3 Networking

Estands virtuales multimedia · e-posters · presentaciones interactivas · encuentros profesionales · salas de reuniones online · auditorios virtuales · aulas digitales · espacios lúdicos y formales para interacción y networking · agenda digital de contacto de asistentes

 **itafec.com, motor de transformación digital**

realidadvirtual@itafec.com



Asfaltos Repsol, juntos creamos nuevos caminos en el diseño de nuestro entorno



Inventemos el futuro

En Repsol **trabajamos a tu lado** para ofrecerte las soluciones de pavimentación que necesitas en cada proyecto. Y para ello, hemos desarrollado **Repsol Color**, una gama de **ligantes sintéticos pigmentables** de **alto rendimiento** para zonas especiales.

- **Fácil pigmentación**, gracias a su formulación especial desarrollada en el Repsol Tech Lab.
- **Alta resistencia** al envejecimiento y oxidación.
- **Personalización**, permitiendo realizar mezclas para obtener el color que deseas.
- **Versatilidad** para una perfecta integración paisajística en todo tipo de entornos, como parques y zonas protegidas.



Repsol Compromiso
Cero Emisiones Netas
2050



Descubre más
aquí