

ASFALTO

y pavimentación

Número 15 · Volumen IV · Cuarto trimestre · 2014

número **15**



INTRAME

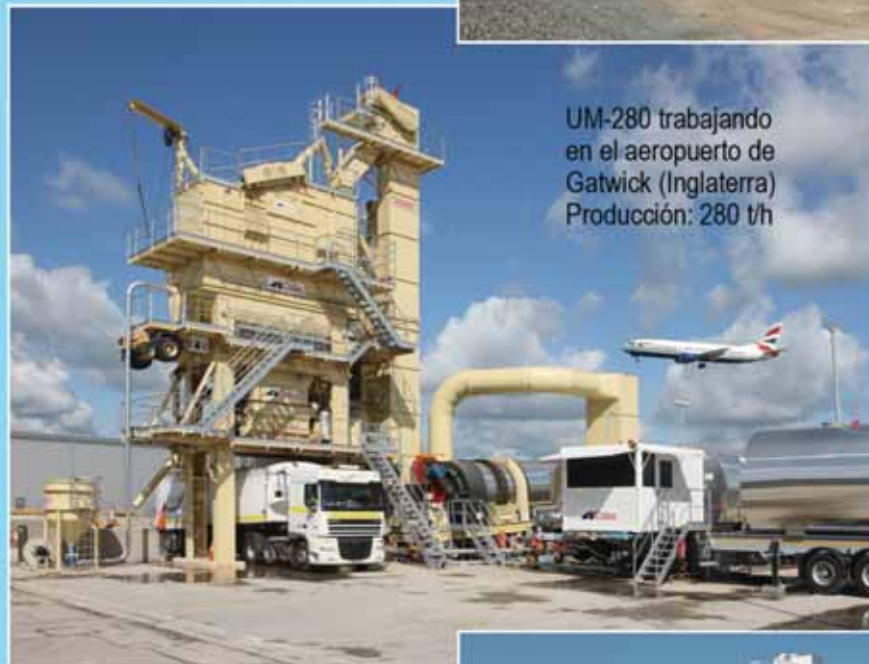
PLANTAS ASFÁLTICAS ▶ DEL TIPO ESTACIONARIO

Producciones de 80 a 400 t/h.

Equipos de reciclado en frío y en caliente como accesorios.



InNova 350 trabajando
en Polonia
Producción: 350 t/h



UM-280 trabajando
en el aeropuerto de
Gatwick (Inglaterra)
Producción: 280 t/h

◀ PLANTAS ASFÁLTICAS ULTRA-MÓVILES

Producciones de 80 a 400 t/h.

Todas las unidades
principales montadas
sobre ruedas

Equipos móviles de reciclado
en frío y en caliente como
accesorios

PLANTAS ASFÁLTICAS ▶ MODULARES

Producciones de 80 a 400 t/h.

Transporte y montaje rápidos.
Todas las unidades montadas
sobre repartidores de carga.

INTRAME

Industrial de Transformados Metálicos S.A.

Oficina Comercial:

Núñez de Balboa, 85 - 28006 Madrid
Tel.: 91 577 60 08 - Fax: 91 576 09 37
e-mail: comercial@intrame.com



M-280 trabajando
en Gerona
Producción: 280 t/h



Número 15 · Volumen IV
Cuarto trimestre · 2014

ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

Director

Juan José Potti

Comité de Redacción

Alberto Bardesi, Andrés Costa,
Jesús Felipo, Jacinto Luis García
Santiago, Lucía Miranda, Jorge Ortiz,
Anna París, Nuria Querol, José Antonio
Soto, Miguel Ángel del Val

Secretario

Andrés Pérez de Lema

Coordinador

José Carlos Cámara

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.asfaltoypavimentacion.com
asfalto@asfaltoypavimentacion.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 15 · Volumen IV · Cuarto trimestre · 2014

Editorial

Daños reparables e irreparables

05

Tribuna

Jean-Claude Roffé

07

Tribuna

Anna París Madrona

09

Tribuna

Jacinto Luis García Santiago

11

Rodaduras urbanas sostenibles

Francisco Guisado Mateo, Emilio Moreno Martínez, Patricia
Díaz Martín, Antonio Ramírez Rodríguez, Rodrigo Miró
Recasens, Ramón Botella Nieto

13

Mezcla reciclada semicaliente de tasa media

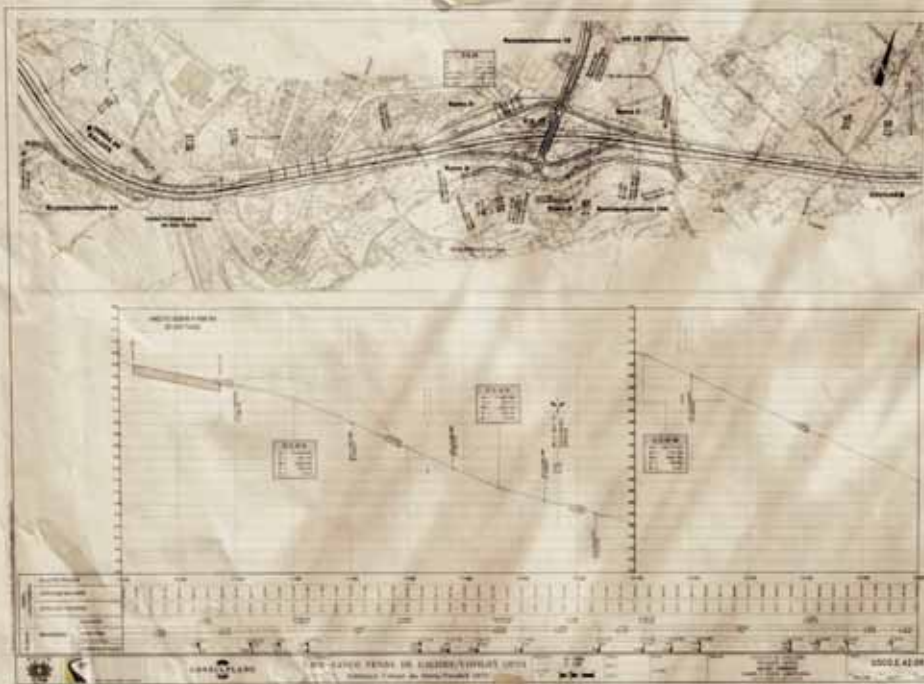
Roberto Orozco Martín, José Luis Pradas Díaz

21

Secciones fijas

Descripción de ensayos para mezclas bituminosas,
Normativa, Noticias, Calendario, Mirando al pasado,
Redes sociales, Lecturas recomendadas,
Afirmaciones asfálticas

41



1/4 de obra es obra nuestra

Quien está acostumbrado a acometer grandes proyectos sabe que confiar en Galp Energía significa tranquilidad al respecto de una parte de su obra. Desde los combustibles y el fuelóleo pasando por los betunes, Galp Energía garantiza un servicio y un acompañamiento técnico orientado al cliente y sin errores en los momentos críticos. Una seguridad que sólo alguien que está cerca del cliente puede ofrecer. Use nuestra energía y manos a la obra.

Tel.: 91 714 67 00 - Fax: 91 714 68 71 - E-mail: buzon.espana@galpenergia.com



Daños reparables e irreparables

Más allá de los argumentos técnicos, aduciremos que una conservación preventiva permite mantener en el tiempo unos estándares de calidad suficientes para garantizar la seguridad vial de los usuarios de la carretera. Más allá de las razones económicas que avalan y demuestran que una conservación programada y estable en el tiempo, es incluso más eficaz y menos costosa, en términos de inversión, que una conservación curativa. Hay otras consideraciones que no son menores, ligadas a las consecuencias sociales y de competitividad, derivadas de la aplicación de estrategias de conservación preventivas, o bien de estrategias curativas para las carreteras.

La actividad que desarrolla el sector de la pavimentación debe ser considerada una actividad industrial encuadrada dentro del sector de la construcción. El sector de la pavimentación es un sector fuertemente industrializado, lo que implica dotarse de plantas asfálticas de fabricación de mezcla bituminosa, depósitos de almacenamiento de betún y de combustible, cisternas de riego, fresadoras de pavimentos, equipos de extendido, maquinaria auxiliar, equipos de compactación, etcétera. En España, se estima que los bienes de equipo propios del sector de la pavimentación superan los 2.000 millones de euros.

Por otro lado, antes de la crisis, se estimaba que el sector de la pavimentación en España generaba más de 30.000 puestos de trabajo, como empleo directo, y otros 30.000 como empleo indirecto. De esta cifra global, más del 70% de los puestos de trabajo del sector corresponden a contratación fija. Es muy frecuente, en este sector, encontrar profesionales con más de 30 años de antigüedad y con más de 20-25 años dentro de la misma empresa. Es un sector donde el profesional adquiere y desarrolla su experiencia dentro de su empresa y en el que la empresa valora mucho la experiencia de sus profesionales. La experiencia y la formación del personal son fundamentales y, por ello, no es raro alcanzar esos tiempos tan dilatados dentro de la misma organización. Al sector le gusta decir que este es un "sector de oficio".

Descritos estos dos rasgos fundamentales, alta inversión en bienes de equipo para el desarrollo de la actividad y dila-

tadas carreras profesionales, por la importancia que tiene la experiencia acumulada y el "buen hacer" de su personal. ¿Cuáles son las consecuencias de la aplicación de una política de conservación preventiva o de una conservación curativa para el sector?

La respuesta puede venir derivada de la experiencia de los últimos seis años. Es muy evidente que, en estos últimos años, no ha existido una conservación preventiva de nuestras carreteras. Se podría decir que ha existido un abandono generalizado de los refuerzos de firmes, o bien se podría decir que las carreteras han sufrido seis años de una política curativa bajo mínimos. Estos datos no son discutibles, son constatables; España ha pasado de fabricar casi 50 millones de toneladas de mezcla bituminosa en 2007 a poco más de 13 millones en el año 2013. Más de un 70% de caída.

Asumimos que el año 2007 fue excepcional en Europa, donde se alcanzó el récord absoluto de producción, y también en España. Estos seis años de durísima crisis han obligado a "quitar la grasa", como tantas veces se ha dicho en los coloquios económicos, de los excesos acumulados, ya sea en dotación de bienes de equipo, como en el capítulo de personal de las empresas. Los ERES, ERTES, las jubilaciones anticipadas, los concursos de acreedores, la venta de equipos y muchas otras duras situaciones han estado en el día a día de la actividad. Al mismo tiempo que avanzaba el deterioro de las carreteras españolas y España alcanzaba la segunda posición de la Unión Europea en cuanto a la longitud de la red de carreteras.

Hay daños reparables y otros irreparables. Llega un momento en que el deterioro de las carreteras es exponencial y los costes de conservación o de rehabilitación se disparan. Pero no es sólo un problema de costes, mucho más importante y más irreparable que cualquier otra consideración es la pérdida del personal, de la experiencia acumulada. Hoy en día, más del 60% de esos 30.000 empleos directos se han perdido, así como de muchas empresas con más de 40 años de experiencia, y eso, eso es un daño posiblemente irreparable. La aplicación de políticas de conservación preventiva permiten dimensionar adecuadamente la dotación en bienes de equipo y en personal. Tal argumento es otra razón poderosa para defender la conservación preventiva.

Con PROAS
vuelve a estrenar
carretera.

Nuestra amplia gama de productos cuida y conserva el buen estado de las carreteras. Desde masillas sellantes hasta la gama ELASTER, última generación de betunes modificados con polímeros. Sea cual sea tu necesidad elige PROAS y estarás apostando por productos de última tecnología pensados para alargar la vida de la carretera.

Más información en www.proas.es

 **CEPSA**

Sobre el encuentro PPRS



Jean-Claude Roffé
Président de l'IBEF
Vice President de l'ERF
Membre du comité d'organisation
du PPRS Paris 2015

Los usuarios en el centro del debate... Este será el foco de interés durante el Primer Congreso Mundial sobre Conservación del Patrimonio Vial y Reciclado, que se celebrará del 23 al 25 de febrero de 2015 bajo el título PPRS Paris 2015 en el Palacio de Congresos de París (Francia).

Con el fin de continuar iniciativas llevadas a cabo tanto en España como en Inglaterra, este Congreso sobre la conservación del patrimonio vial, que trata tanto las carreteras como las vías urbanas, pretende iniciar un debate con los usuarios. Y es que, en efecto, son los usuarios los que tienen que soportar el coste del lento deterioro de nuestras redes viales, como resultado de la falta de financiación para su mantenimiento o mejora.

Numerosos estudios realizados tanto en Inglaterra y como en Estados Unidos han mostrado que este sobrecoste recae directamente sobre los usuarios, así como los obstáculos a la movilidad, el crecimiento del número de atascos y las consecuencias negativas para la seguridad vial.

¿Es preciso llegar a la clausura de nuestras carreteras y vías urbanas debido a la inseguridad vial, y de este modo bloquear la economía parcialmente, para que nos empeñemos a preocupar de cuidar nuestra red vial? De hecho, el mantenimiento y la conservación del patrimonio de las infraestructuras viales suponen un desafío de dimensión mundial. Como soporte de la economía, las infraestructuras

del transporte vial constituyen un valor patrimonial atractivo y una garantía de crecimiento. Conservarlas es invertir en el futuro. Reflexionar sobre este tema abarcará, igualmente, la búsqueda de las soluciones más adecuadas dentro de un contexto económico limitado.

La crisis actual no es una fatalidad; existen soluciones y experiencias positivas en otros países, y el programa del PPRS París 2015 gira alrededor de estos testimonios.

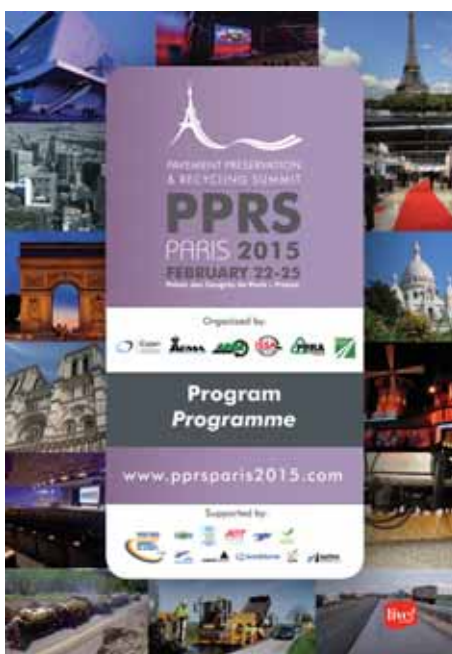
Con el fin de ofrecer sus experiencias durante este Congreso, representantes de usuarios de todo el mundo asistirán para aportar una contribución fructífera al debate.

Este evento, ideado por asociaciones profesionales americanas de la carretera, ha sido respaldado tanto por sus homólogos europeos como por asociaciones de usuarios.

Es hora de cambiar nuestra forma de pensar, de actuar, de financiar, de comunicar. Por lo tanto, les invito a participar en el Primer Congreso Mundial sobre Conservación del Patrimonio Vial y el Reciclado, del 23 al 25 de febrero de 2015, en el Palacio de Congresos de París.

Para su información, el evento será presidido por Jean-François Corté, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y secretario general de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR). Algunos de los ponentes que ya han confirmado su participación son:

- Mickael Creamer, presidente de TRAN, la Comisión de Transportes y Turismo del Parlamento Europeo, y diputado europeo por Alemania;
- Frederick G. 'Bud' Wright, director de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (por sus siglas en inglés, AASHTO),
- Óscar de Buen, presidente de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC) y antiguo secretario de Estado de Transportes de México,



Sobre el encuentro PPRS

- Greg Cohen, Presidente de la Asociación americana de usuarios de las carreteras,
- Christopher Chope, Presidente de Grupo multipartidista del parlamento británico de conservación de carreteras.

Entre los ponentes contaremos también con representantes del Banco Mundial, del Foro Internacional del Transporte (ITF) de la OCDE, de los ministerios de Transportes de Sudáfrica, Australia, Corea del Sur, España, Estados Unidos,

Gran Bretaña, Japón, Marruecos, México..., de organizaciones profesionales, así como una larga lista de autoridades ligadas al sector de los transportes, desde usuarios y fabricantes de automóviles, hasta directivos de empresas públicas y privadas relacionadas con las infraestructuras.

Teniendo en cuenta el relevante papel que desempeña Asefma dentro de las asociaciones profesionales europeas y su influencia en América Latina, sería un placer para nosotros poder contar con ustedes en el Congreso.

Un cordial saludo.

#11

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las mezclas asfálticas, una solución para el funcionamiento de la alta velocidad sobre vía en placa” (Proyecto BITUVIA)

#INGENIERÍA



20 – 25 Abril 2015

Paris-Nord Villepinte - Francia

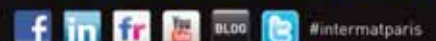
INTERMAT
Paris

Exposición Internacional de Materiales y Técnicas para las Industrias de la Construcción y de los Materiales

EXPERIENCIA
INNOVACIÓN
NETWORKING

PROMOSALONS ESPAÑA
Contacto Prensa: Anna Gonzalvo
prensa@promosalons.es
93.217.85.96
C/Gran de Gràcia 15 ppal 1, 08012 Barcelona

www.intermatconstruction.com



Ingeniar en tiempos de crisis



Anna París Madrona

Vocal de la revista

Asfalto y Pavimentación

La lectura del número 14 de la Revista Asfalto y Pavimentación me hace reflexionar sobre cómo ha cambiado en todos los aspectos el sector del asfalto en los últimos cinco años: ha disminuido el número de obras de refuerzo (por lo tanto, de fabricación de toneladas de mezcla), ha disminuido el número de plantas asfálticas en el mercado español y, finalmente, y como consecuencia más importante, ha disminuido el personal con el oficio de fabricación y puesta en obra de mezclas asfálticas. La pérdida de oficio se acusa en todos los niveles y perfiles profesionales (reglistas, fresadores, encargados de equipos de aglomerado, personal de laboratorio, ingenieros especializados en este tipo de obras, etc). Muchas de estas personas han buscado salida en otros sectores o unas mejores condiciones y, en muchos casos, un empleo en otros lugares del mundo.

Aunque he empezado por los aspectos más relevantes, me deben permitir que exponga un aspecto que, por dejarlo el último, no tiene una menor importancia: ¿Cómo deben enfocar las ingenierías y los ingenieros los diseños de los proyectos de rehabilitación de firmes y pavimentos en la época que nos toca vivir?

Hasta hace unos años, algunos pocos proyectos se orientaban hacia técnicas novedosas (casi siempre más respetuosas con el medio ambiente) y la gran mayoría se orientaban hacia las soluciones convencionales que no eran las mismas en cada zona de España. En España existen zonas en las que, por tradición y categoría de tráfico pesado, se emplean habitualmente las mezclas en frío (lechadas), mientras que, en otras zonas, estas técnicas no se emplean nunca y siempre se conserva con fresados y reposiciones de cinco centímetros de capa de rodadura. En otras zonas, por ejemplo, se

conserva echando periódicamente una capa discontinua sobre el aglomerado existente... y así hasta completar toda la geografía y sus particularidades, todas ellas derivadas de las buenas o malas experiencias anteriores de los directores de las obras y de las empresas del sector.

En la fase del diseño de un proyecto, lo primero que suele plantearse el proyectista es cuál será la mejor solución convencional, una vez definida la mejor y alguna más, las valora en términos monetarios y decide, habitualmente en función del criterio económico, la mejor solución y la más barata.

En la actualidad, este único planteamiento no es suficiente. En esta época se debe realizar una vuelta de tuerca más y pensar, además de la solución convencional mejor y más económica, si disponemos de una solución no tan convencional, pero que sea más barata y se comporte funcionalmente igual que una solución convencional.

Es el enfoque que han dado los profesores Bardesi y Del Val en su artículo "Consideraciones sobre el diseño de rehabilitaciones estructurales de firmes mediante técnicas de reciclado en el contexto de la Norma 6.3 IC" del número 14 de esta revista, en las que presentan técnicas no tan convencionales y siempre bajo el amparo de la Norma 6.3 IC.

Y aquí entran algunas técnicas como los reciclados: fríos, calientes, semi calientes, templados; de alta, media o baja tasa; con betún, emulsión, cemento o espuma de betún; los áridos siderúrgicos, siempre que cumplan con las prescripciones para áridos de los artículos 542 y 543 del PG3; las mezclas en frío... técnicas, aunque alguna de las cuales no se consideran muy novedosas, como es el caso de las lechadas o los reciclados (de los que disponemos una orden circular que los regula desde el año 2001 y muchas publicaciones, entre las que destacaría un interesante monográfico del año 1981). Ahora vivimos un momento óptimo para emplearlas.

No podemos desperdiciar los ahorros de betún y áridos de las mezclas recicladas. No podemos desperdiciar los ahorros del árido siderúrgico en las zonas de España donde no se dispone de árido duro de la calidad exigida en los pliegos (en cuanto a CPA y desgaste de los ángeles) y sí se dispone

Ingeniar en tiempos de crisis

en proximidad de áridos siderúrgicos de calidad. Y finalmente, no podemos desestimar las técnicas en frío frente a las técnicas en caliente en las carreteras para cuya categoría de tráfico pesado sea una ineficiencia no recurrir a ellas.

La obligación de un proyectista en la fase de diseño de la rehabilitación de un firme es pensar en la mejor solución: la que nos permita una reducción de los costes por kilómetro de vía con la misma durabilidad. Esto va a permitir incrementar el número de kilómetros conservados, beneficiando así al usuario de la carretera y al contribuyente.

En la coyuntura actual, son estos los planteamientos que debemos adoptar en el diseño de un proyecto, "ingeniar en tiempos de crisis", y esto pasa muchas veces por saber conjugar, en un mismo proyecto, el empleo de diversas técnicas no convencionales con el empleo de técnicas más convencionales y conocidas.

#12

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

Las mezclas asfálticas permiten conservar los firmes de modo eficiente

#CONFORT_Y_SEGURIDAD

¿Están obsoletos los sistemas de control de calidad de las mezclas asfálticas en caliente? Hacia nuevos paradigmas en este campo



Jacinto Luis García Santiago

Vocal de la revista
Asfalto y Pavimentación

Desde hace ya más de una década, se sabe que uno de los factores que más influyen en la mayor o menor durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente es la presencia, o no, de segregaciones térmicas durante su puesta en obra. Numerosos estudios y seguimientos de obras que han analizado este problema así lo han demostrado y entre ellos están los hechos en nuestro país, que se iniciaron en el año 2005 y continuaron, entre otros, en el proyecto de investigación Fénix.

Asimismo, hace también más de una década que se ha visto la idoneidad de las técnicas termográficas para la identificación y control de las segregaciones térmicas, difíciles o imposibles de detectar sin la ayuda de la visión infrarroja de la superficie.

Ello ha llevado a varias administraciones gestoras de carreteras y empresas relacionadas con equipamiento o puesta en obra de mezclas asfálticas, en otros países (Texas, en EEUU, y los países escandinavos en Europa), a impulsar diversos desarrollos tecnológicos orientados a superar las deficiencias del control de calidad habitual, basado en controles puntuales y que se ha revelado ineficaz para el control de las heterogeneidades térmicas en las capas extendidas, como prueban los numerosos fallos prematuros por esta causa que aparecen en obras que han superados los requisitos de calidad contractuales para su recepción.

El resultado final de esos desarrollos es un sistema de control continuo del estado térmico de la totalidad de la ca-

pa extendida, compuesto por un escáner de infrarrojos que visiona la superficie extendida justo a la salida de la extendedora y por un software que registra y procesa los datos, pudiéndose controlar si la temperatura de la mezcla se encuentra en el rango idóneo y la homogeneidad térmica de toda la superficie extendida. Ello permite conocer, en tiempo real, si hay presencia de segregaciones de temperatura y poder actuar, en su caso, sobre las causas que las originan, corrigiendo la metodología de puesta en obra.

Asimismo, el sistema facilita el control y cuantificación del grado de homogeneidad térmica de la capa, permitiendo establecer especificaciones de aceptación/rechazo basadas en umbrales admisibles de desviación de la temperatura de la capa extendida, ligadas al precio a abonar por la misma, como ya ha sido establecido, por ejemplo, en los países escandinavos, estableciendo una relación más justa entre la durabilidad previsible de la capa y el precio pagado por la misma.

El futuro del control de calidad de ejecución y recepción de las capas de mezclas asfálticas en caliente, tras la implantación hecha en los países pioneros citados, parece claro que estará orientado hacia el control total de la capa extendida, en dos aspectos relevantes: el de la homogeneidad térmica mediante escáner térmico de la capa recién extendida y el de la homogeneidad de compactación o del contenido de huecos de la capa terminada mediante georadar.

En España aún no son visibles movimientos para sumarse a esa tendencia y cabe preguntarse el por qué, en especial a la vista del estado de los firmes de nuestras carreteras y de la enorme reducción en las inversiones en su mantenimiento, que precisarían el mejor estándar posible en la puesta en obra de las nuevas mezclas y en control de calidad de la misma.

Ello implicaría poner los medios para lograr la máxima durabilidad posible de las nuevas mezclas bituminosas colocadas. Si bien, los medios técnicos de producción están disponibles hoy día en nuestro país e incorporados a las exigen-

¿Están obsoletos los sistemas de control de calidad de las mezclas asfálticas en caliente? Hacia nuevos paradigmas en este campo

cias normativas (basta darse un paseo por una carretera con ocasión de alguna actuación de rehabilitación o conservación para observar flagrantes incumplimientos de esos requisitos), los medios adicionales para iniciar la implantación hacia ese nuevo enfoque del control de calidad no deberían suponer especial dificultad, ya que:

- La tecnología de los escáneres térmicos y el software asociado está desarrollada y disponible comercialmente. Así, por ejemplo, uno de los sistemas citados, el PAVE-IR desarrollado en Texas, que inicialmente se basaba en sensores individuales de infrarrojos, en su evolución final basada en escáner de infrarrojos se ha presentado en el Smopyc de Zaragoza de este año, en su versión comercial.
- Se ha implantado ya por otras administraciones, desde hace años y en alguna de ellas, se ha incorporado como criterio de abono, en cuanto a bonificación/penalización, la homogeneidad térmica conseguida en los lotes de extendido. Se puede afirmar que su implantación, junto con la cuantificación objetiva de la calidad de puesta en obra ligada al abono a realizar por ella, estimularían el empleo de las mejores técnicas disponibles en orden a prevenir segregaciones en la capa (por ejemplo, con silos rehomogenizadores, obligatorios por otra parte, y potenciando el transporte para evitar paradas de extendido) y optimizar la compactación de la misma.

Por ello, cabe preguntarse o hacerse reflexiones como las siguientes:

- Cuando la técnica de control de calidad que permite controlar y asegurar la calidad de la puesta en obra existe, está disponible, no es costosa de adquisición ni de implantación

y hay experiencias de su aplicación en otros países, ¿Es razonable permanecer al margen, con nuestros sistemas de control de calidad que se van quedando obsoletos?

- Y cuando es tan difícil arañar alguna, escasa, dotación económica de los presupuestos de las administraciones públicas para invertir en construir y mantener los pavimentos asfálticos de nuestras infraestructuras viarias, ¿seguiremos con nuestros obsoletos sistemas de control de calidad, basados en muestreo puntual e incapaces de controlar la totalidad de la nueva capa de asfáltica y aceptando, en consecuencia, áreas defectuosas no detectadas con alto riesgo de fallo prematuro?
- Cuando es más acuciante, si cabe, la necesidad de maximizar la rentabilidad de esa inversión, extraída de los impuestos que paga el ciudadano y usuario de las mismas, y es imprescindible prevenir la aparición de daños o fallos prematuros, parece necesario avanzar hacia la adopción de nuevos procedimientos que, como los citados, están disponibles. ¿Es razonable permanecer al margen, con nuestros sistemas de control de calidad que se van quedando obsoletos y son incapaces de prevenir fallos de calidad ligados a las segregaciones?

Por ello, sería deseable que desde el sector del asfalto (empresas dedicadas a puesta en obra de mezclas, ingenierías de asistencia técnica de control y administraciones gestoras de infraestructuras) se iniciasen e impulsasen algunas iniciativas tendientes a probar esos nuevos sistemas de control de calidad con el objetivo de su futura implantación, por las evidentes mejoras que aportarían en la determinación tanto de la calidad real de lo ejecutado como, en consecuencia, de la idoneidad o necesidad de mejora, de los diversos sistemas productivos aplicables, según los requisitos de cada caso.

#13

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

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

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

Rodaduras urbanas sostenibles

En los últimos años, dentro de la corriente de creciente concienciación y endurecimiento de las diferentes normativas ambientales, se han ido valorando y tratando de corregir los impactos que provoca sobre el medio ambiente la fabricación y aplicación de mezclas bituminosas. El concepto de sostenibilidad ha llegado al campo de las mezclas bituminosas con tres componentes principales: la reducción de costes, la reducción de emisiones y la reducción del consumo de materias primas, preservando recursos para el futuro.

Las actividades de conservación y rehabilitación de los firmes de las carreteras y otras vías de baja velocidad, generan una cantidad creciente de residuos procedentes del fresado de las capas de mezclas bituminosas deterioradas. Este material, que tiene un coste elevado y unas propiedades excepcionales, debe reutilizarse en mezclas del mismo tipo y función para su óptimo aprovechamiento. Cada vez estamos más obligados a prever soluciones para los residuos generados en obras de este tipo y obtener mezclas a menor temperatura.

En esta comunicación se presenta el proyecto de investigación y desarrollo de mezclas que permitan obtener rodaduras templadas recicladas con nuevas formulaciones de emulsión aptas para vías urbanas, que contribuyan a la sostenibilidad del patrimonio vial urbano, sin descartar poder ser empleadas en otros tipos de vías, mediante la reutilización de materiales de alta calidad con bajo consumo de energía y baja generación de emisiones en su fabricación, mejorando la durabilidad de los firmes y la gestión y explotación de los recursos necesarios para construirlos.

Palabras clave: mezclas, reciclado, templadas, alta tasa, capas de rodadura, material a reciclar de mezclas bituminosas, sostenibilidad, rehabilitación, conservación, emulsión.

In the last few years, due to growing awareness and stricter environmental standards, impact on the environment of production and application of bituminous mixes is being evaluated and corrected. The concept of sustainability, when applied to bituminous mixes, consists of the following three main aspects: cost reduction, reduction of emissions and reduction of raw material consumption, in order to preserve natural resources for future generations.

Preservation and rehabilitation activities of road pavement and low speed tracks generate an increasing number of waste as a result of milling of deteriorated layers of bituminous mixes. This waste material, with an elevated cost and exceptional properties, should be reused in mixes of the same type and with the same function in order to facilitate optimum utilization. More and more there is a need to anticipate solutions to waste generated in this kind of projects and to obtain mixes at lower temperatures.

This paper describes an investigation and development project of mixes which offer the possibility to obtain half-warm recycled wearing courses with new emulsion formulations, suitable for urban roads, that contribute to sustainability of urban roads heritage, without excluding their use in any other road type, by reusing high quality materials of low energy consumption and low emissions during production, so improving both pavement durability, management and exploitation of the needed resources to produce them.

Keywords: mixes, recycling, half-warm, high rate, wearing courses, recyclable materials, sustainability, rehabilitation, preservation, emulsion

Francisco Guisado Mateo,
francisco.guisado@repsol.com
Emilio Moreno Martínez,
Centro Tecnológico de Repsol

Patricia Díaz Martín,
Antonio Ramírez Rodríguez,
Sacyr Construcción

Rodrigo Miró Recasens,
Ramón Botella Nieto, ramon.botella@upc.edu
Universidad Politécnica de Cataluña

1. Introducción

El impacto del sector de las mezclas bituminosas en caliente sobre el medioambiente no es, en absoluto, despreciable. Sin entrar a valorar los impactos producidos durante los procesos de fabricación de componentes (áridos y ligantes), y por los equipos utilizados en la fabricación y extendido, la producción de mezclas bituminosas en caliente (MBC) requiere un consumo energético importante y genera un cierto volumen de emisiones de gases de efecto invernadero.

En respuesta a estos dos grandes aspectos relativos a la sostenibilidad del patrimonio viario se plantea que, frente a una mezcla convencional fabricada a unas temperaturas entre 140° C y 170° C, con un consumo de materias primas, por tonelada de mezcla fabricada, de 0,95 t de árido y 0,05 t de ligante, se desarrolle una mezcla equivalente fabricada a 90-100° C, cuasi sin consumo de áridos, con la mitad de gasto de ligante y también del orden de la mitad en combustible en su fabricación.

Dada la carestía de los áridos, las cada vez más limitadas posibilidades de apertura de nuevas canteras, la lejanía a los centros de suministro de áridos y el movimiento mundial de políticas de ahorro energético, estas innovadoras mezclas recicladas templadas para capas de rodadura, con empleo hasta casi el total de los áridos y del ligante recuperados del pavimento, tiene las mejores perspectivas de solucionar los problemas indicados. En este documento se expone su estudio, caracterización y aplicación, desarrollándose la fase de seguimiento para poder definir y normalizar su empleo en una etapa posterior.

El destino de estas nuevas mezclas es su aplicación en la renovación del patrimonio viario urbano sin descartar otras vías, contexto en el que unas mezclas con un importante ahorro económico facilitarán que las administraciones loca-

les puedan optimizar mejor los recursos disponibles y atender adecuadamente su mantenimiento, además de que en este contexto, la reducción de emisiones, tanto de gases de efecto invernadero en su fabricación como de humos en su puesta en obra son más que necesarias.

El objetivo del proyecto fue la investigación y desarrollo de mezclas que permitan obtener rodaduras templadas recicladas urbanas. Para cumplir este objetivo se dividió el estudio en distintas fases. En una primera fase, se realizó un análisis y caracterización del fresado y áridos. Una vez estudiado el fresado, se procedió a realizar los estudios de desarrollo de emulsiones específicas para las distintas mezclas a estudiar y definidas estas emulsiones se realizaron los estudios de las mezclas y la obtención de las fórmulas de trabajo. Finalmente, la última fase contempla la verificación de estas mezclas, mediante pruebas de campo que se han realizado en noviembre de 2014.

La Figura 1 detalla la metodología seguida durante el estudio de investigación desarrollado.

2. Estudios de laboratorio

2.1 Obtención, selección, análisis y caracterización de muestras de fresado y áridos de nuevo aporte.

Se inició la búsqueda del fresado más adecuado para el tratamiento y tecnología que vamos a emplear en el desarrollo



Figura 1: metodología de trabajo.



Figura 2. Clasificación del MRMB en dos fracciones.

de las mezclas templadas recicladas con emulsión. El material a reciclar de mezclas bituminosas (MRMB) seleccionado procedió de la capa de rodadura de una calle de Madrid. Una vez seleccionado, se procedió a realizar su clasificación en dos fracciones distintas, una gruesa (5/25 mm) y otra fina (0/5 mm), en una instalación específicamente diseñada para ello propiedad de Sacyr Construcción, que permitió separar las fracciones superiores a 60 mm, pasar las comprendidas entre 25 y 60 mm por un molino disgregador, reducir a un 0/25mm y clasificar en las dos fracciones mencionadas anteriormente.

Este tratamiento es fundamental para obtener un control preciso y ponderal de cada fracción en la composición final de la mezcla, asegurando de este modo su regularidad y garantizar fabricar mezclas recicladas con altos porcentajes de MRMB.

Previamente se realizó un estudio del material reciclado de mezclas bituminosas, mediante una caracterización en laboratorio de las muestras obtenidas. Los ensayos realizados fueron:

- Granulometría de cada fracción de fresado, UNE EN 933-1.
- Recuperación del ligante envejecido, UNE EN 12697-3.
- Contenido en ligante de cada fracción, UNE EN 12697-1.
- Penetración del ligante recuperado, UNE EN 1426.
- Punto de reblandecimiento del ligante recuperado, UNE EN 1427.
- Otras caracterizaciones químicas y físicas del ligante y áridos recuperados.

Tabla 1. Análisis Fracciones MRMB.

	Fracción 5/25		Fracción 0/5	
UNE EN 933-1	Negro	Blanco	Negro	Blanco
TAMIZ UNE (mm)	% Pasa			
31,5	100,0	100,0	100,0	100,0
22,4	99,5	100,0	100,0	100,0
16	91,7	96,7	100,0	100,0
8	32,4	58,3	100,0	100,0
4	5,3	25,1	71,8	82,6
2	4,7	20,5	32,9	53,6
0,5	2,9	14,6	11,2	25,1
0,25	1,3	11,6	1,4	20,0
0,063	0,2	6,4	0,3	10,2
% Ligante s/a	3.65±0.5		6.17±0.04	

Rodaduras urbanas sostenibles

La caracterización física de los áridos recuperados del fresado fue el que se recoge en la Tabla 2.

Los áridos vírgenes empleados en los estudios de algunas de las mezclas bituminosas templadas recicladas correspondieron a las fracciones 12/18, 6/12 y 0/6 mm de origen silíceo (Madrid), arena de origen calizo (Madrid) y 6/12 Milonita de Almonacid (Toledo). Las conclusiones que se sacaron de esta fase de estudio fueron:

- El ligante procedente del fresado no estaba excesivamente envejecido.
- La composición de las dos fracciones generadas son adecuadas para ser empleada en mezclas 100% recicladas y para otras mezclas con menor tasa de reciclado. Poseen porcentajes de ligantes típicos para estas fracciones, destacando la riqueza que posee la fracción fina y un poco

más alta de lo normal la fracción gruesa, indicando que vienen de capas de rodadura de calles.

- Los áridos recuperados del fresado de mezclas bituminosas pueden ser adecuados para ser empleados para mezclas de capa de rodadura, en base a los resultados obtenidos de los ensayos efectuados a los mismos.
- Los áridos vírgenes son adecuados para ser empleados en las mezclas recicladas templadas que se van a estudiar.

2.2 Estudios de caracterización y desarrollo de emulsiones específicas

La siguiente actividad consistió en estudios de caracterización y desarrollo de emulsiones específicas para las distintas tipologías de mezclas a estudiar. El planteamiento empleado se resume en el esquema recogido en la Figura 3.

Tabla 2. Análisis físico Fracciones MRMB.

Coefficiente de desgaste de los ángeles	Según UNE-EN 1097-2
DLA	20
Determinación caras de fractura	Según UNE-EN 933-5
Trituradas, %	28,0
Totalmente trituradas, %	64,0
Redondeadas, %	7,7
Totalmente redondeadas, %	0,2
Determinación índice de lajas	Según UNE-EN 933-3
IL =	7,1
Densidad relativa y absorción árido grueso	Según UNE-EN 1097-6
Peso esp. aparente (g/cm ³)	2,630
Peso esp. s.s.s. (g/cm ³)	2,647
Peso esp. Real (g/cm ³)	2,676
Absorción %	0,65
Densidad relativa y absorción árido fino	Según UNE-EN 1097-6
Peso esp. aparente (g/cm ³)	2,604
Peso esp. s.s.s. (g/cm ³)	2,652
Peso esp. real (g/cm ³)	2,693
Absorción %	2,05
Determinación equivalente de arena	Según UNE-EN 933-8
E.A.	51%

Tabla 3. Análisis químico MRMB.

Recuperación del ligante para su caracterización (UNE EN 12697-3)			
Ensayo	Unidad	Norma	Valor
Penetración 25 °C	0,1 mm	UNE EN 1426	14
Pto. de reblandecimiento, A&B	°C	UNE EN 1427	71.8
Fraccionamiento ligante recuperado			
Asfaltenos (A)	%	ASTM D 2006	38.22
Polares (N)	%	ASTM D 2006	21.71
1ª acidafinas (A1)	%	ASTM D 2006	11.75
2ª acidafinas (A2)	%	ASTM D 2006	17.80
Saturados (P)	%	ASTM D 2006	10.06
Reactividad química (CRR)	0.4 > CRR < 1.5		1.20
Inestabilidad coloidal (Ic)	Ic < 1.0		0.94
Compatibilidad química C	C > 0.5		2.16



Figura 3. Caracterización y desarrollo de emulsiones específicas para las distintas tipologías de mezclas a estudiar.

Estos estudios indicados en esta fase sirvieron como base sólida para la formulación de las emulsiones a probar y emplear, y enfrentarnos con todas las nuevas mezclas planteadas en este proyecto.

Todas las pruebas de emulsificación fabricadas en planta piloto y el uso de las diferentes emulsiones en las mezclas propuestas nos ha permitido conocer qué composición puede

ser la más favorable para obtener propiedades mecánicas en las mezclas templadas recicladas que cumplan las especificaciones indicadas y referenciadas en el pliego de prescripciones técnicas PG 3 para mezclas en caliente. Todos los resultados con las diferentes mezclas originaron unas conclusiones que se expondrán más adelante.

Las formulaciones de las emulsiones para mezclas templadas a diseñar y su definición se basó en:

- Encontrar emulsiones que nos permitieran envueltas y trabajabilidad/manejabilidad adecuadas para su extensión y compactación a escala real. Por lo que fue importante definir bien el tipo de ligante residual de las emulsiones, en cuanto a características físicas, reológicas y químicas.
- Para mezclas con tasa total de reciclado, en principio, no fue necesario emulgentes que potenciasen la adhesividad con el fresado del MRMB, aunque si existiese pérdida de ésta debilidad en términos de resistencia a tracción indirecta por la acción del agua, es posible utilizar emulgentes que mejoren esta característica.

Rodaduras urbanas sostenibles

- Para mezclas con menor tasa de reciclado, por el tipo de áridos empleados en el proyecto, fue necesario emplear aditivos en el betún que mejorasen la adhesividad del ligante residual, además de poder potenciar esta característica con los emulgentes más idóneos.
- Las emulsiones modificadas y no modificadas se diseñaron con una concentración sobre el 67% de ligante residual final, observándose buenas envueltas, trabajabilidad y comportamientos.
- Son emulsiones tipo C67B3 o C67BP3, con rotura espontánea de la emulsión a las temperaturas de fabricación de las mezclas templadas (100 °C), y que el poco agua residual que queda ayude a la manejabilidad/compactabilidad de la mezcla.

2.3 Estudio de las mezclas y obtención de las fórmulas de trabajo

El sistema de compactación empleado y elegido para obtener las mezclas en el presente proyecto fue la Prensa Giratoria, según UNE EN 12697- 31, empleando: presión de contacto de 600 KPa, ángulo de giro 0,82°, velocidad de giro de 30 r.p.m., y moldes de 100 mm. Se considera el sistema más adecuado para obtener probetas a nivel de laboratorio para la tecnología de las mezclas templadas con emulsión y el que más se acerca a la realidad de lo que ocurre a escala real.

Las condiciones de fabricación empleadas y seleccionadas en las mezclas fueron:

- Temperatura del MRMB: 100 °C.
- Temperatura del árido nuevo aporte: 115-120 °C.
- Temperatura de la emulsión: 60 °C.
- Temperatura de mezcla: 90 – 100°C.
- Temperatura de compactación 70 - 80 °C.

Una vez desarrolladas las emulsiones específicas se comenzaron los trabajos de diseño de las mezclas recicladas templadas. Las mezclas programadas fueron a alta tasa (50%-80%) y a tasa total (>80%) para capas de rodadura, a continuación se exponen los resultados de algunas de las mezclas estudiadas:

- Mezclas Templadas Discontinuas tipo BBTM: fabricar una mezcla BBTM11B a tasa total, 100% de MRMB, a la que hemos denominado BBTM 11B RT100.

- Mezclas Templadas Continuas tipo AC: tres mezclas con diferentes tasas de reciclado, 100, 70 y 50 % de MRMB, correspondientes a granulometrías entre densas y semi-densas, tipo asphalt concrete, denominadas AC RT100, AC RT70 y AC RT50.

BBTM 11B RT100:

La mezcla BBTM 11B RT100 se consiguió fabricar a partir de la fracción gruesa del fresado obtenido, 5/25 mm, para obtener una curva granulométrica (en blanco) que encaja casi en el huso de una mezcla tipo BBTM 11B, excepto en el Filler y en la zona de los tamaños más gruesos. Este último detalle podría mejorarse si en la planta de tratamiento del fresado, el corte por encima hubiera sido menor a 25 mm.

A pesar de estos comentarios, los resultados obtenidos muestran una mezcla potencialmente muy interesante que cumple ampliamente los objetivos del proyecto y novedosa desde el punto de vista medioambiental, tecnológico y de eficacia pres-tacional. En función de los resultados obtenidos en la fase de diseño, se fijó un óptimo final de ligante y emulsión de 5.45% s/a y 2.5-2.6 % s/a, respectivamente. Para las mezclas discontinuas se diseñaron tres emulsiones modificadas (A1, A2 y A3), que variaban en el grado de penetración del ligante base de la emulsión y su modificación. Los resultados obtenidos en cuanto a propiedades mecánicas fundamentales se muestran en la Tabla 4.

De los resultados obtenidos cabe destacar que se dispone de emulsiones modificadas para diseñar mezclas discontinuas

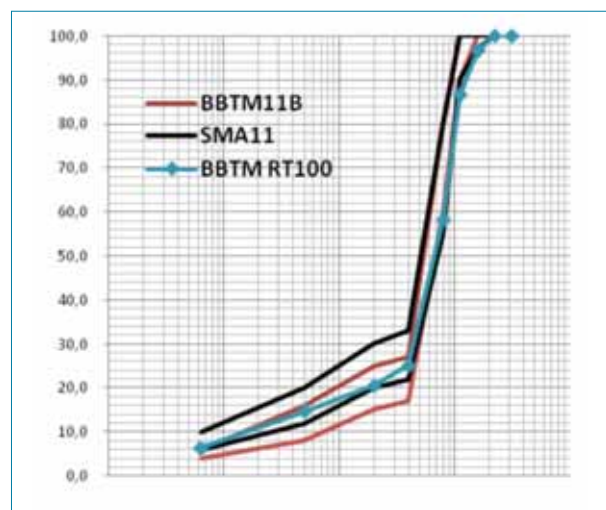


Figura 4. Curva granulométrica en blanco BBTM RT100.

Tabla 4. Resultados mecánicos mezcla BBTM RT 100% con las distintas emulsiones diseñadas.

Tipo emulsión	% B/a total	% Emulsión	Densidad, g/cm ³	% VM	Módulo, MPa	RTI h, MPa	RTI s, MPa	% RC	WTS, mm/10 ³ ciclos
BBTM 11B RT100. A 1	5.45	2.60	2.098	13.7	3696	1.48	1.67	88.6	0.089
BBTM 11B RT100. A 2	5.45	2.55	2.100	13.6	3342	1.45	1.61	90.1	0.091
BBTM 11B RT100. A 3	5.45	2.55	2.101	13.5	2757	1.36	1.49	91.3	0.100

con tasas altas de reciclado y además con una característica importante, que son trabajables/manejables. Ofrecen una compactibilidad muy buena, dado que necesitamos un valor de energía de compactación baja (sobre 65 ciclos), ofreciendo propiedades volumétricas sobre 13-14% de huecos mezcla.

Se obtuvieron propiedades mecánicas bastante buenas, destacando fundamentalmente los valores de pendiente de deformación en pista, con valores $\leq 0,1$ mm/10³ ciclos, resistencias conservadas a la acción del agua $\geq 90\%$, con unos contenidos de ligante por encima del mínimo exigido en el pliego de prescripciones PG3 para mezclas discontinuas en caliente tipo B. En cuanto a módulos de rigidez son valores algo elevados para el tipo de mezcla que son y valores de cohesión en términos de resistencia atracción muy buenos.

AC RT100, AC RT70 y AC RT50

En cuanto a las mezclas tipo AC (Asphalt Concrete), se presentan los resultados de las tres mezclas con diferentes ta-

Tabla 5. Composición mezclas AC RT.

Materiales/Mezcla	ACRT100	ACRT70	ACRT50
RAP 0/5 mm	68	22,4	16
RAP 5/25 mm	32	47,6	34
% Ligante viejo s/a	4,5	3,1	2,2
6/12 Silíceo	-	22	32
0/6 Calizo	-	8	10

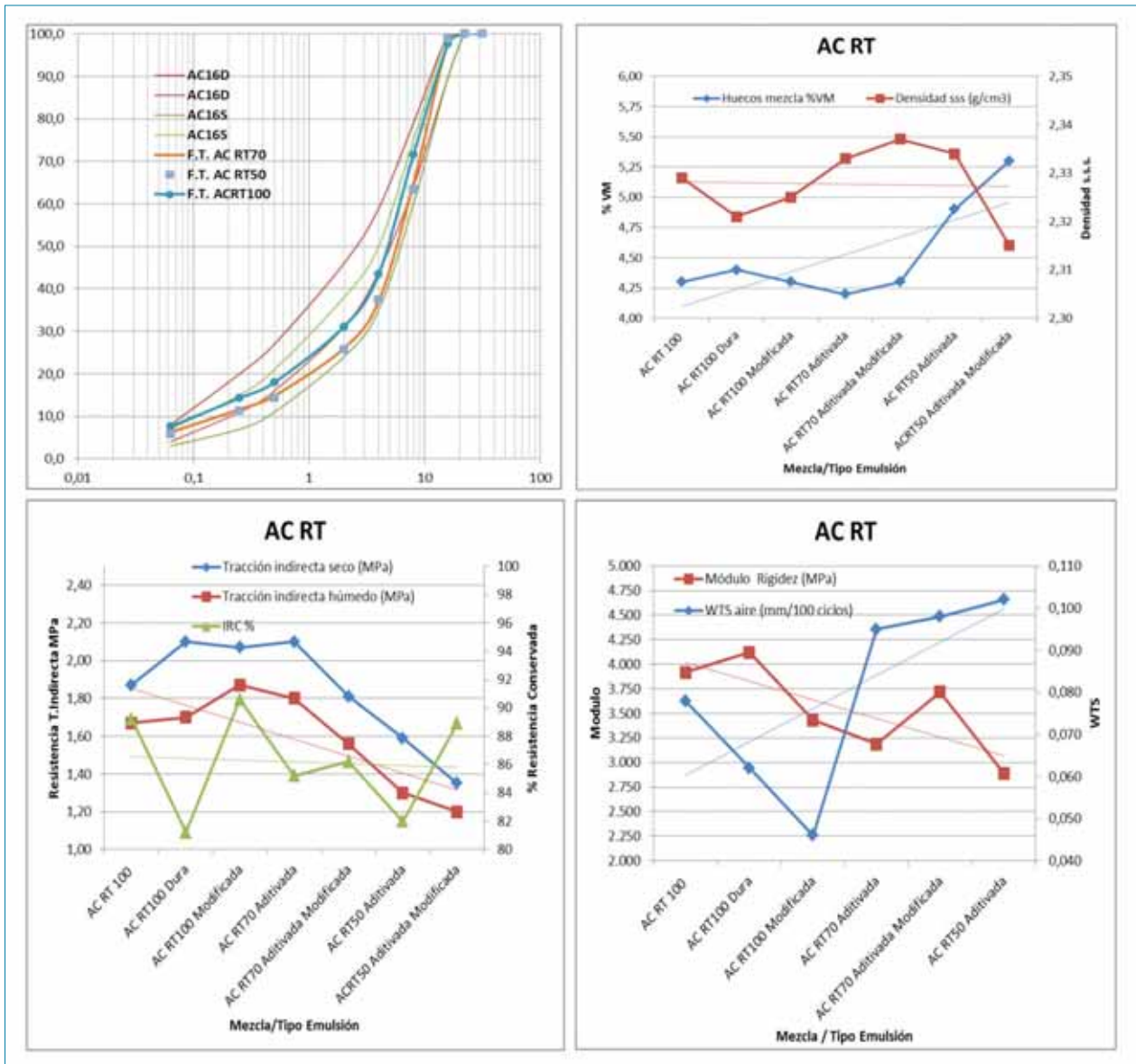
sas de reciclado 100, 70 y 50 %, denominadas AC RT100 AC RT70 y AC RT50 . La composición de los materiales de las dos mezclas fue la que figura en la Tabla 5.

Se emplearon tres emulsiones diferentes para las mezclas a tasa total, blanda, dura y modificada, y dos emulsiones para las mezclas de alta tasa, correspondiente a una convencional aditivada y otra modificada (Tabla 6).

En las figuras 5, 6, 7 y 8 se exponen gráficamente los resultados empíricos-fundamentales obtenidos.

Tabla 6. Resultados volumétricos y mecánicos mezclas AC RT.

Resultados / mezclas	AC RT 100 blanda	AC RT100 dura	AC RT100 modificada	AC RT70 aditivada	AC RT70 aditivada modificada	AC RT50 aditivada	AC RT50 aditivada modificada
Tracción indirecta seco (MPa)	1,87	2,10	2,07	2,10	1,81	1,59	1,35
Tracción indirecta húmedo (MPa)	1,67	1,70	1,87	1,80	1,56	1,30	1,20
IRC %	89,2	81,2	90,6	85,2	86,2	82,0	88,9
WTS aire (mm/100 ciclos)	0,078	0,062	0,046	0,095	0,100	0,102	0,074
Módulo rigidez (MPa)	3918	4120	3432	3186	3716	2889	2881
% Ligante final, s/a	6,0	6,2	6,3	6,0	6,0	5,5	5,5
Huecos mezcla, %VM	4,3	4,4	4,3	4,2	4,3	4,9	5,3
Densidad s.s.s (g/cm ³)	2,33	2,32	2,33	2,33	2,34	2,33	2,32



Figuras 5, 6, 7 y 8. Curvas granulométricas y resultados mecánicos de las mezclas AC.

En las mezclas tipo AC con tasa total de reciclado, podemos conseguir porcentajes altos de ligante final en la mezcla, sobre el 6% s/a, valor que podemos aumentar si jugamos con emulsiones con ligante residuales más duros o modificados, alcanzando valores sobre 6,2-6,3% s/a. Esto nos indica que el ligante viejo tiene un peso importante dentro de las mezclas de tasa total, reflexionando que a las temperaturas de mezclado y compactación empleadas no existe una alta difusión inicial de ligante nuevo sobre el viejo. Los porcentajes de emulsión nueva a aportar van del 2,5 al 2,75% s/a, en función de la concentración de las emul-

siones. Destacar la buena compactabilidad que muestran estas mezclas, con energías de compactación relativamente bajas (menores que MBC, entre 44 y 65 ciclos) y manejabilidades buenas, incluso con la emulsión modificada, disminuyendo algo con la emulsión dura. En cuanto a propiedades mecánicas destacar los valores de deformación en pista, por debajo siempre de 0,1 mm/1000 ciclos, los cuales mejoran cuando se emplean emulsiones duras o modificadas, además hay que tener en cuenta que las proporciones que se generan de las dos fracciones del todo uno del MRMB, permiten obtener una curva granulométrica que en

teoría favorece este ensayo, además se podrá jugar con estas proporciones en futuros fresados si es necesario favorecer esta característica u otras. Los valores de sensibilidad al agua han sido bastante buenos, salvo con la emulsión dura, pero siempre por encima del 80%. Si nos fijamos en las especificaciones del PG3 para mezclas en caliente para esta característica y capa de rodadura, fija un valor del 85%, así que con las emulsiones blanda y modificada este valor se cumple ampliamente. Indicar que existe la posibilidad de emplear en la formulación de la emulsión con el ligante más duro, emulgentes que favorezcan más esta característica y así obtener mejores valores de sensibilidad al agua. Los valores de resistencias a tracción indirecta son muy buenos, asemejándose a valores típicos de mezclas en caliente, indicando buenas cohesiones internas. Los valores de rigidez están entre 3500-4000 MPa, no indicando una rigidez excesiva si se comparan con valores típicos de mezclas en caliente de granulometría parecida, además hay que tener en cuenta que reciclamos el 100% de MRMB compensado con valores altos de ligante final en las mezclas.

Para las mezclas con alta tasa de reciclado, somos capaces de mantener los porcentajes finales de ligante del 6% s/a para las que contienen tasas del 70%, siendo necesario disminuir a contenidos del 5,5% s/a para las mezclas que tienen un 50% de material a reciclar, ya que a partir de este valor de tasa de recuperación el ligante de nuevo aporte tiene un peso más representativo en la nueva mezcla, aumentando los valores de deformación en pista.

Las mezclas con tasas del 70% se asemejan bastante a las de tasa total, los áridos de nuevo aporte no han resalta-do ninguna característica de las ensayadas, observándose la necesidad de aumentar la energía de compactación (sobre 90 ciclos), menor rigidez en la mezcla en términos de modulo, algo de mayor pendiente de deformación en pista pero con deformaciones finales semejantes a las del 100% y aumento del rejuvenecimiento del ligante final ya que aportamos más ligante nuevo. En cuanto a las mezclas con un 50% de MRMB, se observa un ligero aumento del contenido de huecos, siendo necesario aumentar la energía de compactación (sobre los 135 ciclos) por la mayor presencia de áridos vírgenes, menor módulo de rigidez, con valores de pendiente deformación similares a las otras mezclas y algo menos de cohesión en términos de resistencia a tracción indirecta.

2.4 Ensayos de fisuración y durabilidad

En la caracterización de estas mezclas se emplearon dos ensayos puestos a punto por el Laboratorio de Caminos de la UPC que permiten evaluar las propiedades mecánicas de estas mezclas y, sobre todo, su ductilidad y resistencia a fisuración, tanto bajo cargas monotónicas, ensayo Fénix, como bajo cargas cíclicas, ensayo EBADE [8]. Estos ensayos se realizaron a diferentes temperaturas con el fin de evaluar también la susceptibilidad de las mezclas fabricadas.

En cuanto al ensayo Fénix, una de las principales ventajas de la prueba es que simula el mecanismo de fisuración de las mezclas bituminosas mediante su principal modo de propagación de fisura cuando éstas son sometidas a esfuerzos térmicos y a las sollicitaciones de tráfico.

En la Tabla 7 se exponen los parámetros obtenidos del ensayo Fénix de las mezclas AC con tasas de reciclado del 100 y 70%:

Estas diferencias entre mezclas, así como el efecto de la temperatura, puede ser apreciado también en las siguientes figuras (figura 9, 10, 11, 12), en las que se han representado en función de la temperatura de ensayo el Índice de Rigidez a Tracción (IRT), la resistencia a tracción, la energía total de fractura (Gf) y el Índice de Tenacidad de las mezclas (IT). También se han presentado a modo de referencia, los resultados correspondientes a dos mezclas tipo AC fabricadas en caliente con betunes de penetración 50/70. Los resultados no muestran diferencias de tendencias en cuanto a IRT y resistencia a tracción, los valores de las mezclas recicladas templadas son similares a los obtenidos con mezclas convencionales fabricadas en caliente.

Donde sí se aprecian diferencias es en la variación de las energías de fractura e índices de tenacidad (figuras 13 y 14). Las mezclas en caliente presentan un descenso acusado de la energía al pasar de 5 a 20°C mientras que ese cambio es mucho menor, o no se produce, en las mezclas fabricadas templadas con emulsión. El índice de tenacidad resulta mayor a 20°C para las mezclas templadas que para las fabricadas en caliente. Esto supone que las mezclas recicladas templadas a 20°C presentan el mismo módulo y resistencia que las convencionales pero con mayor energía de fractura y tenacidad. A temperaturas bajas las mezclas recicladas templadas, presentan características similares a las fabricadas en caliente con un betún 50/70.

Tabla 7. Resultados Ensayo Fénix, mezclas AC RT.

Emulsión	Temperatura (°C)	IRT (KN/mm)	GF(J/m²)	IT (J/mm*1E-6)
Dura 100% RAP	20	8	622	369
	5	15	649	142
	-5	15	440	55
	-15	15	302	24
Blanda 100% RAP	20	8	555	416
	5	15	649	123
	-5	15	360	19
	-15	17	252	14
Modificada 100% RAP	20	8	588	435
	5	15	762	192
	-5	15	602	121
	-15	18	251	11
Aditivada 70% RAP	20	7	624	598
	5	15	651	89
	-5	17	406	52
	-15	17	350	24

Los parámetros obtenidos del ensayo Fénix de la mezcla tipo Discontinua BBTM RT100 fueron los que se presentan en la Tabla 8.

Se obtuvieron al igual que para las mezclas AC las curvas de rotura para la mezcla BBTM RT100 con dos emulsiones (más dura y más blanda) a diferentes temperaturas. Estas gráficas muestran, al igual que en el caso de las mezclas AC, el aumento de rigidez de las mezclas al bajar la temperatura, este cambio se aprecia sobre todo al bajar de 20 a 5°C la temperatura. También se aprecia un comportamiento ligeramente más dúctil en el caso de la mezcla fabricada con la emulsión modificada A3.

Para observar mejor estas diferencias cualitativas de comportamiento se han representado (figuras 15, 16, 17, 18, 19 y 20) la variación del índice de rigidez a tracción, la resistencia a fisuración, la energía de fractura y el índice de tenacidad con la temperatura. En estas figuras se ha incluido también los resultados de dos mezclas de granulometría discontinua fabricadas en caliente, una tipo BBTM y otra tipo SMA, ambas con un betún modificado tipo PMB 45/80-65.

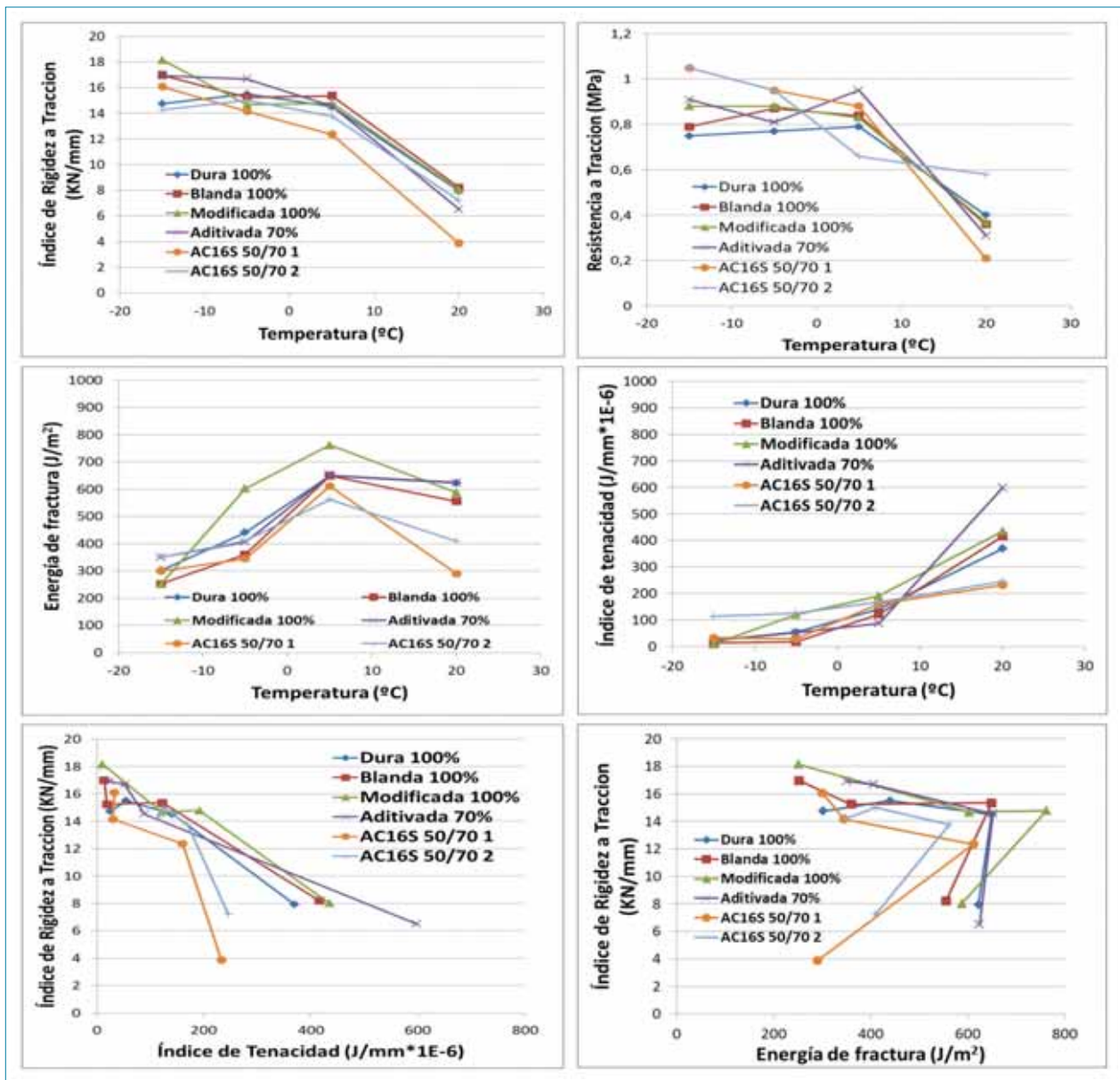
Las mezclas recicladas templadas mostraron una respuesta intermedia entre las dos mezclas en caliente tomadas como

referencia. Se apreciaron también diferencias entre las mezclas recicladas templadas, la fabricada con la emulsión modificada A3 (más blanda) resulta más tenaz y dúctil. Para la misma temperatura de ensayo el índice de rigidez de la mezcla con la emulsión modificada A3 es similar a la fabricada con la emulsión modificada A1 (más dura), pero su energía de fractura e índice de tenacidad es mayor (ver figuras 21 y 22).

En cuanto al ensayo EBADE, consiste en un ensayo cíclico de tracción-compresión a deformación controlada a una frecuencia de 10 Hz, durante el ensayo se va aumentando el nivel de deformaciones impuesto con lo que se consigue caracterizar el comportamiento de los materiales bituminosos bajo cargas cíclicas de diferentes amplitudes de deformación. Cada nivel de deformación es mantenido durante 5.000 ciclos.

Los parámetros obtenidos del ensayo EBADE de las mezclas AC fueron los que aparecen en la Tabla 9.

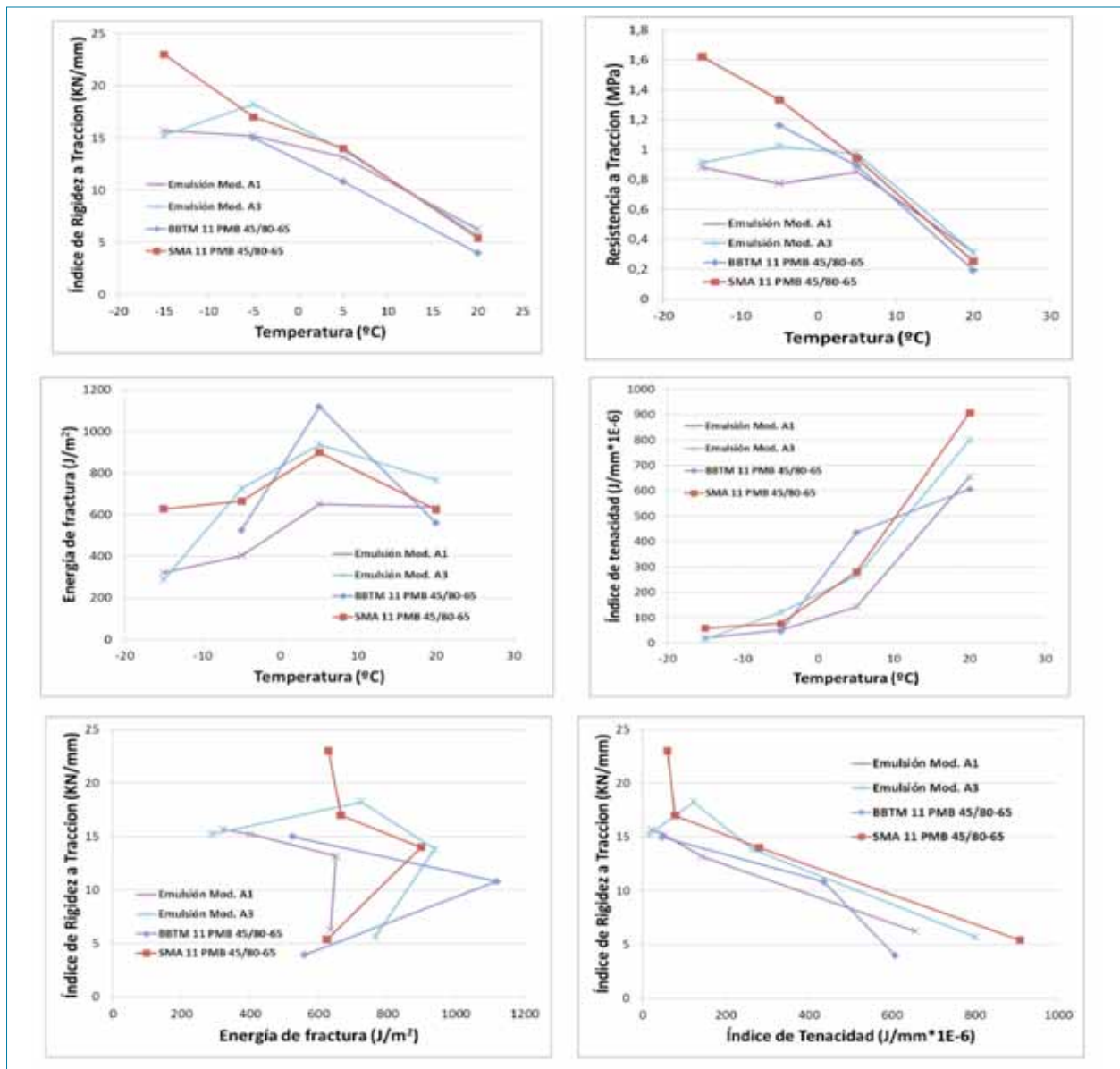
A continuación se representan los diferentes parámetros obtenidos en el ensayo EBADE, módulo inicial y deformación de fallo o rotura frente a la temperatura de ensayo (figuras 21, 22 y 23). Los módulos de las mezclas ensayadas tienen una variación similar con la temperatura y únicamente se apre-



Figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

Tabla 8. Resultados Ensayo FÉNIX, mezclas discontinuas recicladas.

Emulsión	Temperatura (°C)	IRT (KN/mm)	GF(J/m²)	IT (J/mm*1E-6)
Emulsión A1	20	6	635	655
	5	13	651	143
	-5	15	402	51
	-15	16	321	20
Emulsión A3	20	6	766	800
	5	14	938	265
	-5	18	724	122
	-15	15	288	16



Figuras 15, 16, 17, 18, 19 y 20.

cia una mayor deformación de rotura a 5 y 20°C de las mezclas fabricadas con el 70% de RAP y con emulsión modificada.

Se ha incluido en estas figuras la respuesta de una mezcla AC16S fabricada en caliente con un 5.0% de betún 50/70 sobre la masa de la mezcla. Se aprecia que la mezcla reciclada templada presenta una mayor ductilidad a 20°C y un menor módulo a bajas temperaturas. Esto puede observarse más claramente en la figura 16, donde se ha representado la relación módulo-deformación de fallo.

Y finalmente se exponen los parámetros obtenidos del ensayo EBADE de la mezcla BBTM RT100 (Tabla 10).

Los resultados de los ensayos EBADE han mostrado una gran similitud de comportamiento de ambas mezclas a 20°C, mientras que a +5°C y -5°C se ha observado como la emulsión modificada A1 ha experimentado una mayor rigidización, aumentando su módulo y disminuyendo su deformación de fallo en una mayor cantidad que la emulsión modificada A3 más blanda (figuras 24, 25 y 26). Las conclusiones obtenidas a resaltar de los ensayos de fisuración y durabilidad son las siguientes:

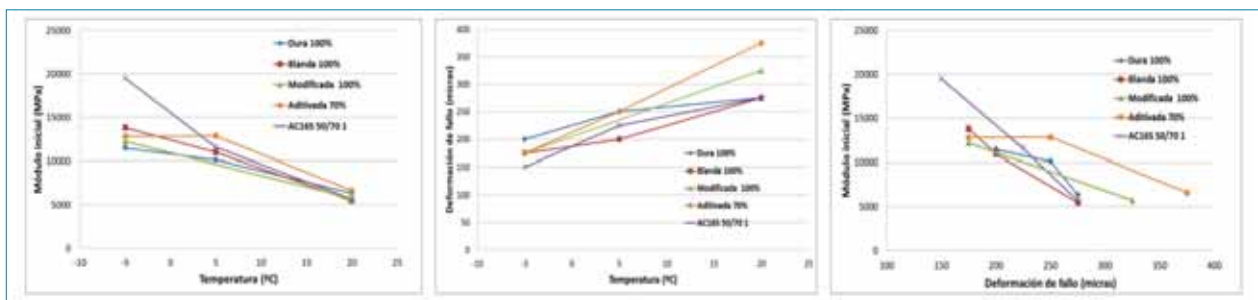
- Ambos ensayos han puesto de manifiesto que la respuesta de las mezclas templadas es similar al de las mezclas

Tabla 9. Resultados Ensayo EBADE, mezclas AC RT.

Mezcla	Temperatura (°C)	Módulo Inicial (MPa)	Deformación de fallo (1E-6)
AC RT100 DURA	20	6347	275
	5	10128	250
	-5	11471	200
AC RT100 BLANDA	20	5483	275
	5	10991	200
	-5	13801	175
AC RT100 MODIFICADA	20	5741	325
	5	--	--
	-5	12203	175
AC RT70 ADITIVADA	20	6607	375
	5	12856	250
	-5	12796	175

Tabla 10. Resultados Ensayo EBADE, mezclas discontinuas recicladas.

Mezcla	Temperatura (°C)	Módulo Inicial (MPa)	Deformación de fallo (1E-6)
BBTM 11B RT100 Emulsión Mod. A1	20	5680	350
	5	9488	225
	-5	13025	150
BBTM 11B RT100 Emulsión Mod. A3	20	6253	325
	5	--	--
	-5	10380	250

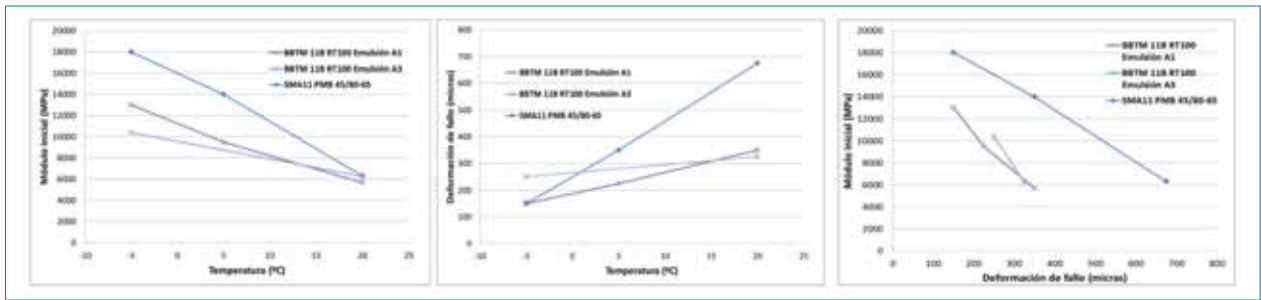


Figuras 24, 25 y 26.

convencionales, presentando una rigidez y resistencia mecánica del mismo orden en el rango de temperaturas analizado, pero mostrando igual o mayor índice de tenacidad y deformación de rotura, lo que indicaría una respuesta más dúctil para similar rigidez.

- Tanto las mezclas templadas como las calientes presentan una fuerte susceptibilidad a la temperatura. Al pasar la

temperatura de -15 a 20°C se produce una fuerte caída del módulo dinámico de la mezcla tipo AC de cerca de 13.000 MPa a poco más de 5.000 MPa, presentando tanto las mezclas templadas como las mezclas fabricadas en caliente similar variación. La ductilidad de estas mezclas también varía con la temperatura, pero en este caso la variación de la ductilidad es mayor en la mezcla tem-



Figuras 27, 28 y 29.

plada, que presenta similar índice de tenacidad a -15 y -5°C (menor de $100 \text{ J/mm}^2 \cdot 10^{-6}$) y puede llegar al doble a 20°C ($250 \text{ J/mm}^2 \cdot 10^{-6}$ para las AC en caliente y hasta $600 \text{ J/mm}^2 \cdot 10^{-6}$ para las templadas)

- Las mezclas tipo BBTM templadas también presentan un módulo semejante a las calientes en el rango de temperaturas estudiado y se comportan de forma más dúctil a 20°C, variando su índice de tenacidad 600 y $800 \text{ J/mm}^2 \cdot 10^{-6}$.
- También existen diferencias entre los tipos de emulsiones y formulaciones empleadas. Es el caso de las mezclas tipo AC fabricadas con la emulsión modificada presenta una respuesta más dúctil y tenaz. Lo mismo ocurre con la emulsión A1 modificada en el caso de las mezclas tipo BBTM.

3. Conclusiones finales

Las principales conclusiones extraídas de este trabajo son las siguientes:

- Es fundamental la clasificación del material a reciclar en mínimo dos fracciones para poder controlar mejor la homogeneidad del material y su composición en las nuevas mezclas recicladas templadas.
- Se han logrado diseñar emulsiones modificadas para mezclas templadas discontinuas tipo BBTM11B con altas tasas de reciclado con buen comportamiento a nivel de trabajabilidad y compactabilidad. Para mezclas tipo Asphalt Concrete se han reforzado las formulaciones de las emulsiones con ligantes convencionales, además de desarrollar formulaciones de emulsiones modificadas que mejoren las características mecánicas de las mezclas estudiadas con tasa total y alta tasa.

- Se ha logrado diseñar a nivel de laboratorio mezclas recicladas templadas discontinuas BBTM RT100 y mezclas recicladas templadas continuas tipo AC RT100 a RT50, con unas propiedades mecánicas muy correctas y una buena compactabilidad, frente a mezclas convencionales en calientes.
- Los ensayos de durabilidad y fisuración realizados han puesto de manifiesto:
 - a) la respuesta de las mezclas recicladas templadas es similar al de las mezclas convencionales en caliente, presentando una rigidez y resistencia mecánica del mismo orden en el rango de temperaturas analizado, pero mostrando igual o mayor índice de tenacidad y deformación de rotura, lo que indicaría una respuesta más dúctil para similar rigidez.
 - b) Las diferencias entre mezclas templadas han sido muy pequeñas, en algunos casos menores a la dispersión del ensayo.
 - c) En cuanto a las emulsiones, las modificadas son las que han mostrado un comportamiento ligeramente superior al resto.
- Esta investigación ha demostrado la viabilidad de unas mezclas más competitivas y ambientalmente más sostenibles que las mezclas convencionales en caliente como son las mezclas templadas recicladas urbanas a tasa total para capas de rodadura.
- La tecnología de mezclas templadas nos abre la posibilidad de poder reciclar mezclas hasta alta tasa, obteniéndose resultados en cuanto a propiedades mecánicas muy similares a las mezclas en caliente, favoreciendo las disminución de emisiones, de temperaturas de fabricación y compactación y de consumo de materiales, además de mejorar la seguridad en el trabajo.

4. Pruebas de campo

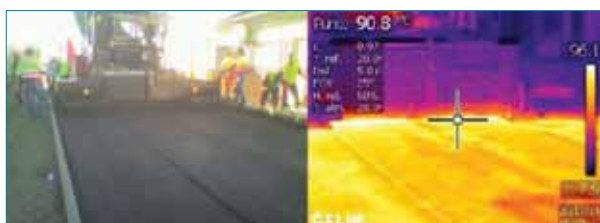
A fecha de redacción de este documento se realizó el tramo de ensayo en una calle urbana, donde se extendieron dos mezclas tipo AC RT100 y RT70, empleando las temperaturas que a continuación se muestran en las fotos termográficas.



Temperaturas de fabricación.



Temperaturas llegada camiones al tramo.



Extendido de las mezclas.



Temperaturas de compactación.

5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación recibida para la realización de este estudio que forma parte del proyecto de

I+D "Rodaduras Urbanas Sostenibles", referencia IPT-2012-0316-370000, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad dentro de la Convocatoria INNPACTO 2012.

6. Referencias bibliográficas

1. Fabricación y Puesta en Obra de un reciclado Templado con Emulsión bituminosa .- J.A. Soto & A. García Prieto -PROAS
2. RGRA- nº 866.- Recyclagesemi-chaud » en centrale à l'émulsion de bitume J.A.
3. RGRA- nº 866.-Le recyclage à trèsforttaux (> 50 %) des enrobéschauds et des enrobéstièdespour une constructionroutière durable.- F. Olard, C. Le Noan, D. Bonneau, S. Dupriet, Y. Monnier
4. Planta multifunción FAMAT 250-Mezclas asfálticas a baja temperatura- V Jornada Asefma 2010.
5. Rehabilitación sostenible de Pavimentos: Innovaciones en tecnología y desarrollos de mezclas para el aprovechamiento total de materiales con bajo consumo de energía.- VI Congreso Ingeniería Civil- Valencia 2011
6. Reciclado Total templado de Mezclas Bituminosas. Una propuesta de para su diseño, caracterización y producción. J.T. Asefma- Mayo 2011.
7. Reciclados templados de tasa total. Aplicación, experiencias reales y resultados. Asefma 2013 y CILA 2013. J. L. Santiago, F. Guisado, F. J. L. Ochoa.
8. Pérez, F. E.; Miró, R.; Martínez, A.; Botella, R. y Valdés, G. Estado de la resistencia a la fisuración de las mezclas bituminosas. Ensayos Fénix y EBADE. Asfalto y pavimentación, 2011, 1, 39-51.
9. Normas: UNE EN 933-1, 933-3, 933-5, 933-8, 1097-6, 1097-2, 12697-1, 12697-3, 12697-5, 12697-6, 12697-8, 12697-12, 12697-22, 12697-26, 12697-31, 12697-33, 1426 y 1427.
10. Norma ASTM D 2006 Fraccionamiento ligante recuperado.



Abrimos paso a nuevas ideas

¿Una carretera que descontamina el aire que respiramos?
¿Residuos domésticos reciclados en áridos para la carretera?
¿Pavimentos que en su fabricación ahorran energía y reducen la emisión de gases? ¿Pavimentos que absorben el ruido del tráfico? Hasta hace poco, estas ideas eran pura ficción. Actualmente ya tienen nombre: Noxer®, Tempera®, Viaphone®..... y se utilizan diariamente con éxito. Para imaginar carreteras de mañana, creemos en las nuevas ideas, incluso en las más sorprendentes, por eso innovamos.



Mezcla reciclada semicaliente de tasa media

Durante los últimos años se está experimentando un creciente interés en el desarrollo de técnicas de pavimentación que permitan una reducción de emisiones durante su fabricación y aplicación. Fruto de este interés por parte de los agentes que intervienen en la construcción y conservación de carreteras, se están llevando a cabo experiencias que tienen como objetivo la reducción de las temperaturas habituales de fabricación y extendido, y significando a su vez una reducción importante del consumo energético.

Como valor añadido a la reducción de emisiones y la reducción del consumo de energía, nuestro sector también muestra soluciones para la reutilización de material procedente de la demolición ó fresado de capas de mezcla bituminosa, obtenido en actuaciones de rehabilitación.

A lo largo del artículo se hace una descripción de la experiencia llevada a cabo para la fabricación de una mezcla semicaliente formada por árido virgen y una tasa media de material fresado procedente de mezcla bituminosa, en una planta de fabricación de MBC típica y sin efectuar modificaciones mecánicas en la misma.

Con el desarrollo de esta técnica se consigue una reducción de la temperatura de fabricación en torno a los 25-35 °C respecto a una mezcla fabricada en caliente tradicional, reduciendo el consumo energético y obteniendo como consecuencia inmediata su aplicación a menor temperatura, lo que conlleva un menor impacto ambiental y en la seguridad de los trabajadores.

Palabras clave: mezcla bituminosa; mezcla semicaliente; reciclado; temperatura; emisiones; medioambiente

In the past few years, there has been an increasing interest in developing pavement techniques with lower emissions while being produced and applied. As a result of the dedication by those who work in roads construction and maintenance, experiments are being carried out in order to reduce normal temperatures of production and spreading, at the same time implying an important reduction of energy consumption.

As an added value to reduction of emissions and of energy consumption, our industry also offers solutions to reuse materials resulting from demolition or milling of layers of bituminous mixes, because of rehabilitation projects.

This paper describes the process of producing a warm mix composed of virgin aggregate and an average rate of milling material from bituminous mix, in a typical HMA manufacturing plant that has not undergone any mechanical modification whatsoever.

This technique offers the possibility to reduce manufacturing temperature in about 25-35 °C regarding traditional hot mix, with a reduction of energy and consumption. The immediate consequence is the possibility of applying it at lower temperatures, which implies less impact both on the environment and on workers' safety.

Keywords: bituminous mix; warm mix; recycling; temperature; emissions; environment

Roberto Orozco Martín, rorozco@tecnofirmes.es
Tecnofirmes

José Luis Pradas Díaz, joseluis.pradas@repsol.com
Repsol Lubricantes y Especialidades, S.A.

1. Introducción

Fruto de la colaboración entre las empresas Tecnofirmes y Repsol, se está llevando a cabo el desarrollo de ligantes especiales para la fabricación de mezclas semicalientes que contienen material procedente del material recuperado de mezclas bituminosas envejecidas, en plantas convencionales de MBC.

En el proyecto denominado "Mezcla Reciclada Semicaliente de Tasa Media" se recoge el desarrollo de una mezcla bituminosa compuesta por áridos vírgenes y una proporción de material fresado (RAP), con objeto de fabricarla a menor temperatura que una mezcla bituminosa en caliente. En definitiva, el objeto del estudio es desarrollar mezclas técnicamente viables que contengan al menos una tasa media de material fresado almacenado en planta –temperatura ambiente y humedad natural propia- y que sea fabricada empleando la técnica semicaliente y sin necesidad de llevar a cabo modificaciones mecánicas importantes en la planta de fabricación.

En la actualidad se lleva a cabo la fabricación de mezclas bituminosas en caliente con aportación de una proporción determinada de material fresado. El Artículo 542 del PG-3 determina el máximo permitido de esta fracción en 10 %, aunque dependiendo de otros factores se conocen experiencias de hasta un 50-60% contando con plantas de fabricación modificadas y adaptadas para la dosificación, calentamiento y tratamiento de este material. El ligante empleado para la fabricación de estas mezclas en caliente que contienen un % de RAP es un betún que permite la fabricación de la mezcla a una temperatura menor respecto a una convencional, y que por su composición, interactúa con el ligante envejecido, ofreciendo un ligante final con composición similar al original y una mezcla con las prestaciones de una mezcla en caliente convencional.

La experiencia que nos ocupa significa algo innovador, pues se trata de fabricar una mezcla con una tasa media de

material recuperado de mezclas bituminosas empleando temperaturas de mezcla semicaliente, esto es, entre 20 y 35 °C menos en la operación de mezclado, obteniendo una mezcla con prestaciones similares a la mezcla en caliente original.

El desarrollo de esta técnica incluye la adecuación de fórmulas de trabajo con los materiales disponibles en la planta de fabricación de mezcla, el control continuo del material fresado tratado en planta, el desarrollo de betunes adaptados a las necesidades de la mezcla semicaliente, la adecuación de la sistemática de fabricación y pruebas a escala real para toma de datos finales.

Las ventajas, tanto económicas como medioambientales que ofrece esta técnica son las siguientes:

- Disminución de empleo de áridos vírgenes.
- Aprovechamiento del material fresado de vertedero.
- Ahorro en costes de transporte, tanto para árido virgen como para la eliminación de fresado.
- Menor cantidad de betún a aportar a la mezcla.
- Menor consumo energético en planta al disminuir temperaturas de tratamiento.
- Menores emisiones al medioambiente.
- Mayor calidad y seguridad en las condiciones de trabajo del personal de planta de fabricación y obra.

2. Metodología del estudio

Diseño de la mezcla

Se lleva a cabo el diseño de la mezcla semicaliente, fundamentada en la Fórmula de Trabajo óptima, que toma como referencia la Fórmula de Trabajo determinada para la técnica de mezcla bituminosa en caliente. Para el desarrollo del estudio en laboratorio se ha tomado como referencia una mezcla convencional tipo AC22 bin 35/50 S. Contando con las variables y puntos a tener en cuenta para el estudio de la mezcla y su posterior fabricación en laboratorio y planta, se han estudiado varios ligantes con el objetivo de obtener finalmente una mezcla semicaliente con una tasa de RAP de 25 %. Los factores clave a tener en cuenta para obtener una mezcla óptima son:

- Tasa de material fresado en mezcla.
- Humedad del material fresado.

- Temperatura de árido virgen en mezclador.
- Tiempos de preamasado y amasado (mezcla en blanco y en negro).
- Tipo de ligante a emplear según estas variables.

El material fresado acopiado en planta de fabricación y los áridos vírgenes empleados para la fabricación de las mezclas son analizados. Los áridos vírgenes se presentan en fracciones que van desde tamaños 0/4 de la arena caliza hasta grava 18/25 y arena porfídica 0/6.

Material fresado

El material fresado procedente de mezclas bituminosas se encuentra acopiado en planta. Para su empleo se procede a cortarlo mediante una tolva primaria, que ofrece en fabricación material inferior a 22 mm. El material fresado que se emplea en la fase de diseño de la mezcla presenta las siguientes características y granulometría:

Humedad	1%
Contenido en ligante	4,18% s/m

Tamiz UNE	% pasa de los áridos extraídos
22	100
16	98
8	80
4	59
2	41
0,5	20
0,25	14
0,125	10
0,063	6,9

El ligante del fresado extraído arroja los siguientes resultados tras su análisis:

Penetración	5·10 ⁻¹ mm
T° reblandecimiento	85,2° C

Árido virgen

Los áridos vírgenes acopiados en planta presentan granulometrías típicas de los cortes correspondientes a fracciones de grava 18 mm / 25 mm; 12 mm / 18 mm; gravilla 6 mm / 12 mm y arenas 0/4 y 0/6 mm.

Criterio de temperatura de mezcla y compactación

Las temperaturas de mezcla y compactación las define el ligante en función de su viscosidad. Para trabajar con mezcla semicaliente se determina fijar las temperaturas adecuadas a las siguientes viscosidades:

- 185 cP para el mezclado
- 300 cP para la compactación de la mezcla

Que tienen en cuenta los valores habituales de una temperatura del ligante correspondiente a 150-190 cSt de viscosidad en mezcla y una temperatura del ligante correspondiente a 250-310 cSt de viscosidad en compactación.

Mezcla en caliente AC22 bin S de referencia

Con objeto de obtener una Fórmula de Trabajo que fije los valores de referencia a obtener en la futura mezcla reciclada semicaliente, se elabora la composición granulométrica para huso AC 22 con los áridos vírgenes (arena 0/4 caliza, arena 0/6 porfídica, gravilla 6/12 y gravas 12/18 y 18/25 calizas). El 100% del filler es de recuperación de las dos arenas.

Se estudia esta mezcla con el 100% de los áridos vírgenes, sin adición de fresado, para conocer ciertas características de la mezcla en su óptimo de ligante: rigidez, estabilidad de proyecto, deformación de proyecto, huecos en mezcla, huecos en árido. Dosificación en frío para AC22 bin 35/50 S:

Fracción del árido	% en masa
18/25 calizo	18%
12/18 calizo	14%
6/12 calizo	23%
0/4 calizo	27%
0/6 pórfido	18%

Mezcla reciclada semicaliente de tasa media

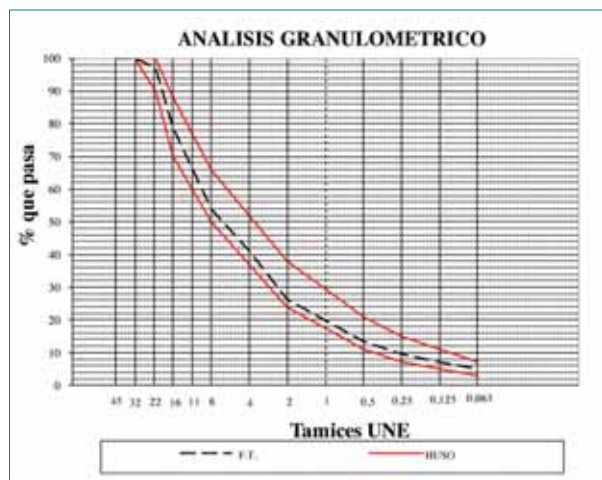


Figura 1.

Mezcla AC22R25 bin S con betún BT 35/50 N° 1

Tomando como punto de inicio las características y datos extraídos del estudio de la Fórmula de Trabajo inicial fijada en caliente, pasamos a estudiar la mezcla de referencia con la técnica semicaliente. Siguiendo las indicaciones recogidas en el Artículo 22 de PG-4, a la denominación que hemos empleado hasta ahora de la mezcla en caliente, se añade la letra R seguida de dos cifras que indican la proporción de material bituminoso reciclado empleado en la mezcla.

Se ha redosificado la composición anterior, teniendo en cuenta el contenido de fresado y buscando una granulometría final de la mezcla lo más cercana posible a la mezcla sin fresado con el fin de establecer una buena comparación con la referencia inicial. Finalmente se dosifica la composición de árido para la mezcla AC22R25 bin BBT 35/50 N° 1 S (Figura 2).

Se determina el contenido óptimo de ligante en un 3,25% de betún BBT 35/50 N°1 s/a, y obteniendo la mezcla las características que refleja la Tabla 1.

Secuencia de temperaturas de la mezcla

Las temperaturas empleadas para la elaboración de probetas en mezclado y posterior compactación se reflejan en la tabla siguiente:

Áridos vírgenes	150 °C
Fresado	Ambiente
Sonda mezcla blanco	135-140 °C
Betún	140 °C
Sonda mezcla negro	140 °C
Compactación	130 °C

Tabla 1.

Ensayos	AC22R25 bin BBT 35/50 N°1 S al 3,25% s/a
Densidad aparente UNE-EN 12697-6 (B)	2416 kg/m ³
Huecos/áridos UNE-EN 12697-8	14,6%
Huecos/mezcla UNE-EN 12697-8	5,1%
Estabilidad Proyecto NLT-159	16,0
Deformación de Proyecto NLT-159	2,3
Relación Estabilidad/deformación	6,9 kN/mm
Rigidez UNE-EN 12697-26 (C), 20° C	5110 MPa
ITS húmedas	1357 kPa
ITS secas	1679 kPa
ITSR, UNE-En 12697-12	81%
RD	1,9 mm
WTS, UNE-EN 12697-22	0,042 mm/10 ³ ciclos



Figura 2: Detalle de la mezcla semicaliente reciclada preparada en laboratorio.

Mezcla AC22R25 bin S con betún BBT 35/50 N°2

Se tomará como óptimo de la mezcla el contenido de ligante de la mezcla con el anterior BBT: 3,25 % s/a. La dosificación y granulometría de la mezcla es la misma del caso anterior.

Secuencia de temperaturas de la mezcla

Las temperaturas empleadas para la elaboración de probetas en mezclado y posterior compactación se reflejan a continuación:

Áridos vírgenes	140° C
Fresado	Ambiente
Sonda mezcla blanco	125-130° C
Betún	160° C
Sonda mezcla negro	130-135° C
Compactación	120° C



Figura 3. Probetas de mezcla semicaliente reciclada.

Tabla 2.

Ensayos	AC22R25 bin BBT 35/50 N° 2 S al 3,25% s/a
Densidad aparente UNE-EN 12697-6 (B)	2422 kg/m ³
Huecos/áridos UNE-EN 12697-8	14,4%
Huecos/mezcla UNE-EN 12697-8	4,8%
Estabilidad Proyecto NLT-159	10,7
Deformación de Proyecto NLT-159	3,7
Relación Estabilidad/deformación	2,9 kN/mm
Rigidez UNE-EN 12697-26 (C), 20°C	5887 MPa
ITS húmedas	1365 kPa
ITS secas	2049 kPa
ITSR, UNE-En 12697-12	67%
RD	2,0 mm
WTS, UNE-EN 12697-22	0,048 mm/10 ³ ciclos

Mezcla reciclada semicaliente de tasa media



Figura 4. Instalaciones de la planta de fabricación.

Trabajo en la planta de fabricación

Como siguiente hito a cumplir como parte de este proyecto, se procede a la realización de pruebas de fabricación a escala real en planta de fabricación, aplicando los parámetros y conclusiones extraídas del estudio realizado sobre los materiales y mezclas a aplicar.

Para la realización de las pruebas de fabricación es necesario tener en cuenta una serie de aspectos que van a marcar la posibilidad o no de llevar a cabo con éxito las etapas necesarias para obtener una mezcla semicaliente empleando material procedente del fresado de capas de mezcla bituminosa. Las operaciones que es necesario tener en cuenta se resumen en:

- Control de la humedad y temperatura del RAP que se está empleando.
- Control exhaustivo del porcentaje de RAP que estamos empleando en composición.

- Adaptación de los distintos tiempos de amasada a las temperaturas requeridas y envuelta completa del material tratado (áridos + RAP). Estos tiempos de amasada se refieren a amasada en blanco y con betún.
- Temperatura que es necesario conseguir en los áridos en tolvas en caliente y temperaturas que vamos a manejar para conseguir la homogeneidad en las distintas amasadas.
- Evaluación de la homogeneidad térmica en la masa final fabricada.

La central de fabricación de la mezcla la constituye una planta de MBC Sim Amman de 280 tn/h de producción nominal. Esta instalación está preparada para la fabricación de mezclas bituminosas convencionales en caliente ó semicalientes, esto es, cuenta con los medios de control que permiten adaptar las temperaturas de los materiales constituyentes en un rango de trabajo adecuado.

Formando parte de la instalación encontramos una unidad de selección de material fresado, que efectúa su trabajo cribando este material, de modo que se obtenga un componente con tamaño máximo de 22 mm, ideal para la posterior composición con áridos. La aportación del material fresado a la planta de fabricación se realiza mediante un equipo mecánico que se ocupa de llevar el material hasta la zona de descarga próxima al mezclador, pesar la cantidad programada de material por amasada y aportar a mezclador. Este equipo incluye un sistema de ventilación que asegura la extracción de la mayor parte de humedad que pueda producirse durante la operación de mezclado.

La planta cuenta con los medios necesarios para el control de los tiempos de aportación de materiales, envuelta en blanco y con betún y con un control de temperaturas en los puntos clave, de modo que se pueda comprobar la secuencia de fabricación desde el inicio de la aportación de los áridos y del fresado hasta la salida de la mezcla por las compuertas del mezclador. La capacidad de este sistema de aportación de fresado nos indicará el rendimiento idóneo de la planta durante la fabricación de la mezcla semicaliente.

Condiciones de partida y pruebas en planta

Características del fresado empleado: El material fresado procedente de mezclas bituminosas envejecidas es un material seleccionado, con tamaño máximo nominal de 25 mm y una humedad media de 3,5%. El acopio de material fresado seleccionado

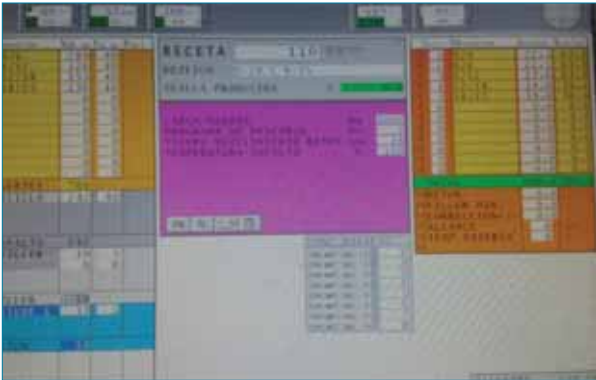


Figura 5. Instalaciones de la planta de fabricación.

se encuentra, en las fechas y horas de las pruebas preliminares, a una temperatura mínima de 2° C y máxima de 7° C.

Condiciones de los betunes: Los betunes empleados en pruebas se encuentran almacenados a una temperatura de 160° C en tanques de planta. Pruebas de amasadas en blanco: Se establece un contenido de 25% de fresado en composición. Con este porcentaje, se varían las condiciones de temperatura para lograr homogeneidad térmica y una temperatura final de mezcla en blanco adecuada a los propósitos perseguidos.

En la tabla siguiente se exponen, a modo de resumen, algunos ejemplos representativos de las pruebas realizadas en la planta de fabricación:

Amasadas en blanco (curva compuesta)			
Fresado; %	25	25	25
Tª áridos	200	200	170
Tª salida	127	135	110
Homogeneidad térmica	Media	Baja	Media
Tiempo amasada	11+ 30		

Se prueban y determinan los diferentes parámetros a aplicar para obtener la homogeneidad térmica deseada:

Fresado	25%
Áridos	170° C sonda tolva arenas
Tiempo amasada	12 s
Sonda patrón	110° C
Tª superficial	100° C



Figura 6. Pruebas de fabricación en blanco y control de temperatura.

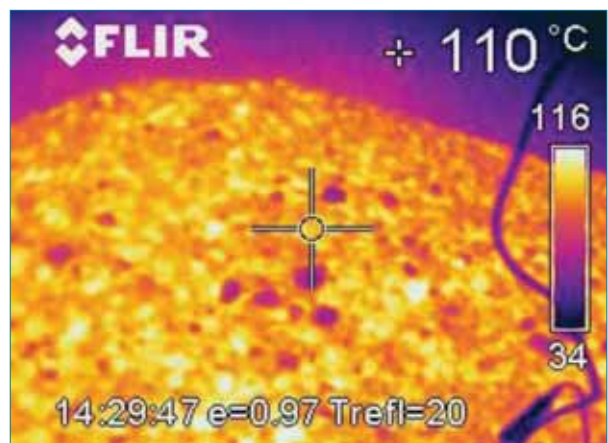


Figura 7. Termografía de pruebas de fabricación.

Mezcla reciclada semicaliente de tasa media

Fabricación						
Fresado; %	25	25	25	25	25	25
LIGANTE	BBTT 35/50 N° 1			BBT 35/50 N° 2		
Tª áridos	170	170	170	170	175	200
Tª salida	118	120	115	120	120	132
Homogeneidad térmica	Media	Media	Alta	Media	Alta	Alta
Tiempo de amasada	25+30	5+20	25+30	25+30	25+30	25+30

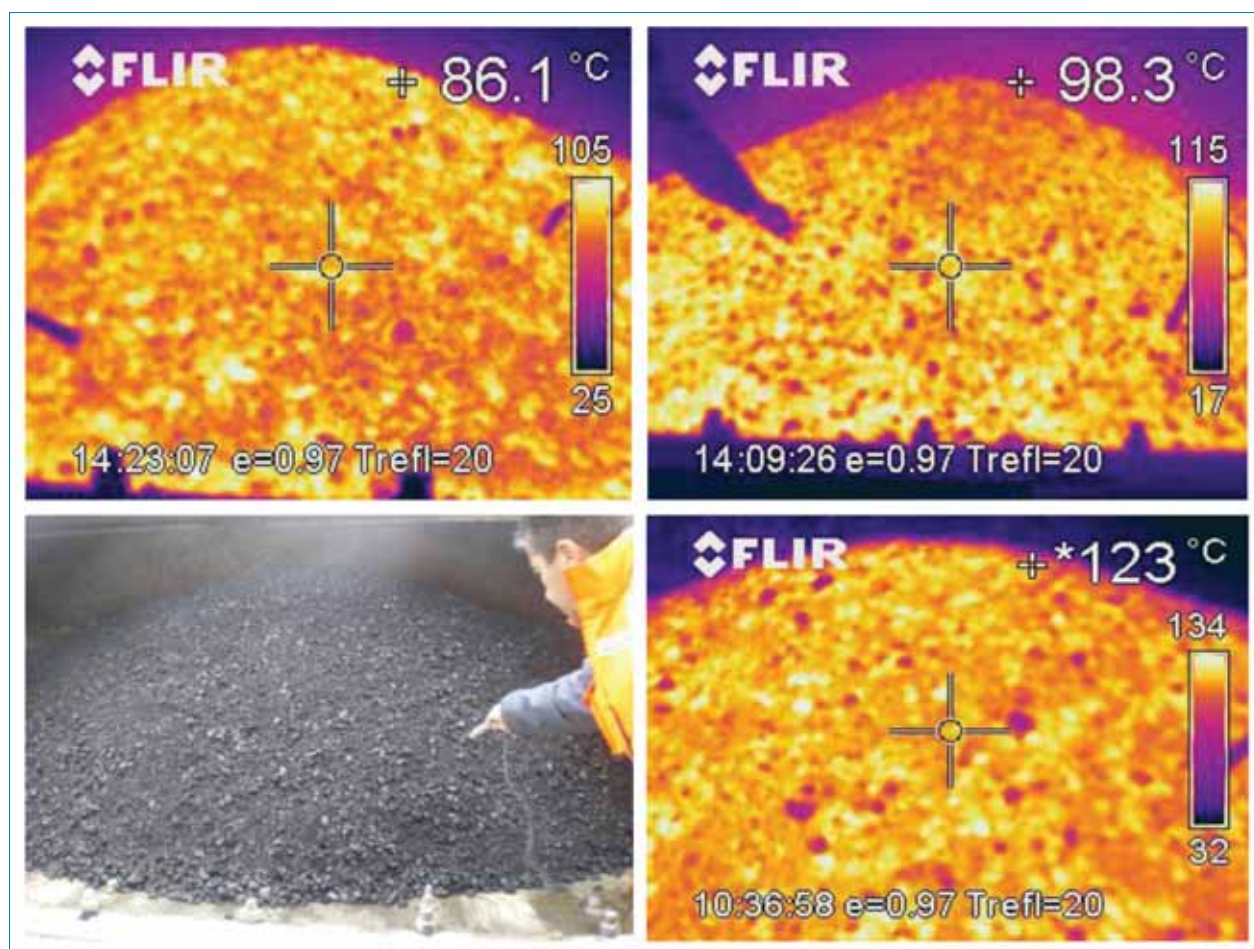


Figura 8. Termografía de pruebas de fabricación.

Tras verificar varias posibilidades de fabricación y distribución de tiempos en amasadas en blanco, se procede a realizar pruebas de fabricación y extendido en tramo de prueba, pudiéndose comprobar la importancia de los tiempos adoptados en la secuencia de entrada de los materiales durante la fabricación.

Fabricación y aplicación de la mezcla reciclada semicaliente

Con los datos obtenidos en pruebas de fabricación en planta y una vez prefijados los parámetros a tener en cuenta, se lleva a cabo la fabricación de la mezcla. Para la fabricación de



Figura 9. Control de temperaturas de mezcla y ausencia de emisiones de humos.



Figura 10. Ausencia de emisiones en aplicación; Carrer Josep Carner; Ayto. de Tarragona.

cualquier mezcla semicaliente reciclada es muy importante dejar bien definidos los tiempos de cada fase de la fabricación, haciendo especial hincapié en el tiempo de envuelta con el material fresado, de modo que la transferencia de temperatura árido-fresado sea eficaz.

En las fabricaciones se han empleado dos betunes de baja temperatura diseñados especialmente para su empleo con este tipo de mezclas. La tasa de material fresado fijada para introducir en mezcla es del 25%, constituyendo el 75% restante de la mezcla árido virgen.

Se ha comprobado que la fabricación de mezcla semicaliente aportando un 25% de material fresado es posible empleando una planta de MBC, empleando betunes especialmente estudiados que permiten disminuir la temperatura de mezcla 20-30° C respecto a otra mezcla similar fabricada en caliente, esto es, para mezclas de referencia que contienen un 15% de material fresado se emplean los áridos originales

calentados a 200-210° C, mientras que con una tasa de material fresado del 25% hemos podido trabajar a 175-180° C de áridos vírgenes.

En la Tabla 3 se exponen las tablas de datos extraídos de los ensayos realizados sobre las mezclas fabricadas, empleando los dos betunes referenciados. Se toma como referencia y comparativa los datos correspondientes a la mezcla estudiada en laboratorio preliminarmente. Tabla que recoge los resultados obtenidos sobre probetas de mezcla empleando BBT N° 1. Datos y gráfica extraídos del ensayo de resistencia a la fatiga según norma UNE_EN 12697-24 Anexo D:

A1	-5,1
A0	36,7
R2	0,796
Microdeformaciones a un millón de ciclos, ε ₆	91

Mezcla reciclada semicaliente de tasa media

Tabla 3.

AC22R25 BBT Nº 1 35/50 S		
	Planta	Laboratorio
Densidad aparente UNE-EN 12697-6 (B)	2389 kg/m ³	2416 kg/m ³
Huecos/áridos UNE-EN 12697-8	15,9%	14,6%
Huecos/mezcla UNE-EN 12697-8	5,6%	5,1%
Estabilidad Proyecto NLT-159	14,1	16,0
Deformación de Proyecto NLT-159	2,3	2,3
Rigidez UNE-EN 12697-26 (C), 20°C	5109 MPa	5110 MPa
Densidad media probetas	2365 kg/m ³	2394 kg/m ³
ITS húmedas	1737 kPa	1357 kPa
ITS secas	2159 kPa	1679 kPa
ITSR, UNE-EN 12697-12	80%	81%
RD	2,0 mm	1,9 mm
WTS, UNE-EN 12697-22	0,057 mm/103ciclos	0,042 mm/103ciclos

Tabla 4.

AC22R25 BBT Nº 2 35/50 S		
	Planta	Laboratorio
Densidad aparente UNE-EN 12697-6 (B)	2.408 kg/m ³	2.422 kg/m ³
Huecos/áridos UNE-EN 12697-8	15,0%	14,4%
Huecos/mezcla UNE-EN 12697-8	5,3%	4,8%
Estabilidad Proyecto NLT-159	15,2	10,7
Deformación de Proyecto NLT-159	3,9	3,7
Rigidez UNE-EN 12697-26 (C), 20°C	7.319 MPa	5.887 MPa
Densidad media probetas	2.375 kg/m ³	2.394 kg/m ³
ITS húmedas	1.590 kPa	1.688 kPa
ITS secas	1.946 kPa	2.049 kPa
ITSR, UNE-EN 12697-12	82%	82%
RD	2,2 mm	2,0 mm
WTS, UNE-EN 12697-22	0,070 mm/10 ³ ciclos	0,048 mm/10 ³ ciclos

En la Tabla 4 quedan recogidos los resultados obtenidos sobre probetas de mezcla empleando BBT Nº 2.

A continuación presentamos datos y gráfica extraídos del ensayo de resistencia a la fatiga según Norma UNE-EN 12697-24 Anexo D.

A1	-5,8
A0	39,2
R2	0,890
Microdeformaciones a un millón de ciclos, ϵ_6	82

Conclusiones

- El objeto de esta actuación es el desarrollo y puesta en obra de una mezcla semicaliente con una tasa media de material fresado (25%), y fabricada en una planta de MBC convencional.
- En ensayos de laboratorio se han adaptado las condiciones de contenidos de ligante, temperaturas y tiempos de envuelta para lograr una mezcla semejante a la mezcla AC22 BIN 35/50 S de referencia.
- Se han diseñado betunes especialmente adaptados a la mezcla reciclada requerida y a las condiciones de trabajo existentes.
- Los ensayos de laboratorio realizados con la mezcla semicaliente reciclada de tasa media, arrojan unos resultados semejantes y aceptables frente a los ensayos obtenidos con la mezcla en caliente de referencia.
- En pruebas de adaptación de los condicionantes y fabricación se demuestra que empleando la mezcla compuesta y probando los dos ligantes estudiados, los resultados reflejan de un modo homogéneo los datos iniciales obtenidos en laboratorio.
- En ensayos realizados sobre muestras tomadas en tramo de obra, el Módulo de Rigidez de las mezclas semicalientes está dentro del mismo orden de resultados de la mezcla elaborada con áridos vírgenes.
- En ensayo de resistencia a fatiga, según Norma UNE-EN 12697-24 Anexo D, se detecta un buen comportamiento, levemente inferior al obtenido con la mezcla convencional, probablemente debido a la presencia de la cuarta parte de material fresado en la mezcla.
- Contando con una planta convencional de fabricación de mezcla en caliente dotada de sistema estándar de adición de material fresado a temperatura y humedad

ambientales, se ha demostrado la posibilidad de fabricar mezclas recicladas semicalientes con garantías de obtener resultados semejantes a los que posee una mezcla en caliente.

- Para el éxito de la técnica es imprescindible el control exhaustivo de las condiciones de almacenamiento del material fresado, en cuanto a humedad, temperatura y contenido de finos y polvo mineral.
- Los betunes empleados para la fabricación de mezclas bituminosas semicalientes recicladas están en pleno desarrollo, incluyéndose en el mismo los betunes de baja temperatura modificados con polímero.
- Con el desarrollo de esta técnica se persigue la disminución del consumo energético, las emisiones en fabricación y aplicación y el consumo de áridos vírgenes... y a la vez, el aumento de la seguridad en el trabajo del personal que interviene en las operaciones.

Referencias

- Artículo 22 – Reciclado en Central en Caliente de Capas Bituminosas. O.C. 8/2001 de PG-4.
- Artículo 542 – Mezclas Bituminosas en Caliente tipo Hormigón Bituminoso. PG-3.
- Novedades Tecnológicas en Mezclas Bituminosas. Ciudad Real; 2010. Francisco José Lucas Ochoa. Jefe de Asistencia Técnica y Desarrollo de Asfaltos; Repsol Lubricantes y Especialidades.
- Betunes para mezclas de Baja Temperatura de Fabricación y Extendido. Valladolid; 2011. Mercedes Ayala Canales, Francisco José Barceló Martínez. Centro Tecnológico Repsol; Francisco José Lucas Ochoa. Jefe de Asistencia Técnica y Desarrollo de Asfaltos Repsol Lubricantes y Especialidades.

#14

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las mezclas asfálticas son 100% reciclables en nuevas mezclas”
(EAPA)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

¿A quién va dirigido ASEFMA?

ASEFMA es una asociación de empresas dedicadas a la fabricación y aplicación de mezclas asfálticas para la pavimentación viaria.

También encuadra, como miembros adheridos, a los suministradores de betún y maquinaria relacionada con cualquiera de los procesos de elaboración y puesta en obra, así como empresas de control e investigación y a cuantas entidades tienen vinculación con las fases de proyecto, construcciones y conservación de carreteras, vías urbanas, pistas de aeropuertos y cualquier otra actividad en la que las mezclas asfálticas estén presentes.

ASEFMA fue constituida en marzo de 1974 y, aunque suspendió sus actividades en junio de 1996, fue reactivada de nuevo en mayo de 2004.

Los órganos de gobierno de ASEFMA, compuestos en su totalidad por representantes de algunas de las más de setenta empresas que la integran, son la Asamblea General y la Junta Directiva.

El mercado español de mezclas asfálticas es atendido por más de 400 plantas, que tienen una capacidad de producción de 100 millones de toneladas/año.

Los fines esenciales de ASEFMA, orientados a conseguir la máxima satisfacción de los usuarios y la preservación del medio ambiente, son:

- Promocionar los pavimentos asfálticos, divulgando sus ventajas técnicas y de uso.
- Fomentar la investigación y la implantación de nuevas tecnologías.
- Colaborar en la redacción de normas de fabricación, aplicación y control de calidad.
- Elaborar estudios de mercado.
- Mantener relaciones internacionales con centros de investigación, otras asociaciones, congresos...
- Representar los intereses de los asociados.
- Colaborar con estamentos públicos o privados en temas de interés mutuo.
- Mediar en cuestiones que puedan suscitarse entre miembros.



FERIA DE ZARAGOZA

Autovía A-2, Km 311
50012 ZARAGOZA
Tel.: +34 976 764 765
Fax: +34 976 300 924
info@feriazaragoza.es

MÁQUINAS
DE CARRETERAS

 **asefma**

X JORNADAS NACIONALES



asefma

II Salón de Máquinas de Carreteras y Obras

Zaragoza, 1 y 2 de Julio

Horario: de 10:00 a 18:00 horas

2015



LAS X JORNADAS NACIONALES ASEFMA 2015 y la EXPOSICIÓN DE MAQUINARIA serán los eventos más importantes de nuestro mercado.

El punto de encuentro donde el profesional obtendrá todas las respuestas a sus necesidades de información y formación.

Con la asistencia garantizada de la totalidad de la industria, los congresistas y visitantes actualizarán sus conocimientos en las tecnologías más modernas para obtener una mayor eficiencia en la producción.

Abierto el plazo de inscripción y reserva de espacios

Teléfono Feria: +34 976 764 765 / Directo: 629 877 460

www.saloncarreteras.es / carreteras@feriazaragoza.es



FERIA DE ZARAGOZA

**MÁQUINAS
DE CARRETERAS y OBRAS**

I CONGRESO MULTISECTORIAL DE LA CARRETERA

“POR LA INNOVACIÓN, LA CONSERVACIÓN, LA COMPETITIVIDAD Y EL EMPLEO”

Ponente General: **D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría**

Valladolid
15 y 16 de abril de 2015
Palacio de Congresos
“Miguel Delibes”

Organizan:



UNE-EN 12697-19:2013.

Permeabilidad de probetas

En esta sección se describen métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.

Javier Loma, jloma@ohl.es

Asfaltos y Construcciones ELSAN

1. Objeto y principio del ensayo

Determinación de la permeabilidad vertical y horizontal de probetas cilíndricas de mezclas bituminosas con huecos interconectados.

El ensayo consiste en aplicar sobre una probeta de mezcla, una columna de agua con una altura constante permitiendo que, durante un periodo de tiempo controlado, el agua pase a través de la probeta bien en dirección vertical o en dirección horizontal. A partir del valor del caudal se calcula el valor de la permeabilidad.

2. Método operativo

El ensayo se puede realizar con testigos extraídos de la carretera, probetas extraídas de placas fabricadas en laboratorio y/o con probetas elaboradas en laboratorio con dispositivos de compactación que proporcione un espesor no menor de dos veces el tamaño máximo nominal de los áridos.

El diámetro de las probetas de ensayo puede ser 100 o 150 milímetros, siendo el de 150 milímetros el indicado para probetas de mezclas bituminosas con tamaño máximo nominal de árido igual o superior a 22 milímetros. El espesor de la probeta debe ser superior al 25 % del diámetro y mayor de dos veces del tamaño máximo nominal del árido, determinado por dimensiones según la norma UNE-EN 12697-29.

El ensayo se debe efectuar a una temperatura ambiente entre 15 y 25 °C.

- **Permeabilidad vertical.** Se introduce la probeta en el manguito y ambos dentro de un tubo, donde se fija me-

diante inflado con una presión de 50 kPa. Este conjunto se coloca sobre una chapa perforada en un recipiente lleno de agua (la superficie superior de la probeta queda al mismo nivel que el agua del recipiente). Se satura la probeta con agua y se llena el tubo superior donde se aloja la probeta manteniendo el caudal constante necesario para conservar una altura de agua prefijada (300 ± 1 mm.). Se mantiene el flujo de agua a través de la probeta en sentido vertical durante un tiempo (al menos 1 minuto), pesando la cantidad de agua.

- **Permeabilidad horizontal.** Se fija un tubo a la probeta con silicona sobre la circunferencia superior y se impermeabiliza la parte inferior con parafina para evitar que el agua pase a través de la misma en sentido vertical, y se fija con el manguito de caucho. En conjunto se introduce en un recipiente ajustando la altura para que la superficie superior de la probeta quede al mismo nivel que el agua del recipiente. Se satura la probeta con agua y se llena el tubo superior donde se aloja la probeta manteniendo el caudal constante. Se mantiene el flujo de agua a través de la probeta en sentido horizontal durante un tiempo (al menos un minuto), pesando la cantidad de agua.

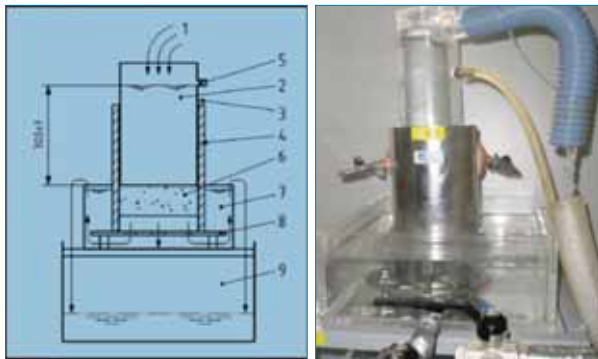
Para ambos casos, horizontal y vertical, se determina el caudal de agua que pasa a través de la probeta y se calcula la permeabilidad. Los cálculos son los que figuran en la Tabla 1.

3. Equipamiento

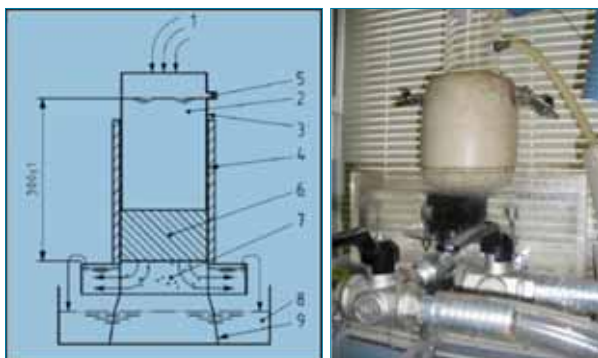
El equipo principal del ensayo para la medida de la permeabilidad horizontal y vertical está compuesto de varios elementos que se articulan dependiendo del tipo de parámetro a medir (horizontal o vertical), y que son: recipiente colector, tubos para el paso del agua, válvulas de salida, manguito de caucho, placa perforada y soporte.

Tabla 1.

Caudal vertical (m³/s)	Permeabilidad vertical (m/s)
$Q_v = \frac{(m_2 - m_1)}{t} \times 10^{-6}$	$K_v = \frac{4 \times Q_v \times l}{h \times \pi D^2}$
<p>Q_v es el caudal vertical a través de la probeta en metros cúbicos por segundo (m³/s)</p> <p>m_1 es la masa del recipiente secundario vacío, en gramos $\pm 0,5$ g (g)</p> <p>m_2 es la masa del recipiente secundario lleno, en gramos $\pm 0,5$ g (g)</p> <p>t es el tiempo de recogida de agua, en segundos (s)</p>	<p>K_v es la permeabilidad vertical, en metros por segundo (m/s)</p> <p>Q_v es el caudal vertical a través de la probeta en metros cúbicos por segundo (m³/s)</p> <p>l es el espesor de la probeta, en metros (m)</p> <p>h es la altura real de la columna de agua, en metros (m)</p> <p>D es el diámetro de la probeta, en metros (m)</p>
Caudal horizontal (m³/s)	Permeabilidad horizontal (m/s)
$Q_h = \frac{(m_2 - m_1)}{t} \times 10^{-6}$	$K_h = \frac{Q_h \times l}{(H + P + 0,5 l) \times (\pi \times D \times l)} = \frac{Q_h \times l}{(300 + 0,5 l) \times (\pi \times D \times l)}$
<p>Q_h es el caudal horizontal a través de la probeta en metros cúbicos por segundo (m³/s)</p> <p>m_1 es la masa del recipiente secundario vacío, en gramos $\pm 0,5$ g (g)</p> <p>m_2 es la masa del recipiente secundario lleno, en gramos $\pm 0,5$ g (g)</p> <p>t es el tiempo de recogida de agua, en segundos (s)</p>	<p>K_h es la permeabilidad horizontal, en metros por segundo (m/s)</p> <p>Q_h es el caudal horizontal a través de la probeta en metros cúbicos por segundo (m³/s)</p> <p>l es el espesor de la probeta, en metros (m)</p> <p>$(H + P + \frac{1}{2} l)$ es la altura real de la columna de agua, en metros (m)</p>



Permeámetro vertical.



Permeámetro horizontal.

Además de este equipo, se precisa una balanza con resolución de 0,5 g y un cronómetro.

4. Puntos críticos

No hay suficiente experiencia en España con este ensayo para asociar los resultados obtenidos en el ensayo con la capacidad real de una mezcla para evacuar el agua. Tampoco existen suficientes trabajos para establecer una correlación entre huecos-permeabilidad así como los valores obtenidos con el permeámetro en obra (UNE-EN 12697-40: Drenabilidad in situ).

5. Comentarios

Este ensayo nos permite determinar los huecos interconectados en una probeta o testigo de mezcla bituminosa, aportando información en el laboratorio, ya sea en la fase de diseño o durante el control de producción, de la capacidad de evacuación de agua de una mezcla bituminosa con un contenido de huecos elevado.

La interconexión de los huecos internos de la mezcla tiene influencia en la capacidad fonoabsorbente de la misma.

A partir de los valores de permeabilidad y huecos medidos sobre una misma probeta se pueden establecer correlaciones entre ambos parámetros.

6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-8. Determinación del contenido de huecos de las probetas de mezclas bituminosas.
UNE-EN 12697-19. Permeabilidad de probetas.
- UNE-EN 12697-29. Determinación de las dimensiones de las probetas bituminosas.
- UNE-EN 12697-30. Preparación de probetas mediante el compactador de impactos.
- UNE-EN 12697-31. Preparación de probetas con el compactador giratorio.
- UNE-EN 12697-40. Drenabilidad in situ.

El parámetro más importante exigido a las mezclas bituminosas porosas es el porcentaje de huecos en mezcla, sin llegar a determinar la interconexión que existe entre los mismos, aspecto que condiciona su correcto funcionamiento en el pavimento.

#15

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“El valor patrimonial de las infraestructuras viarias debe ser el criterio referente para su conservación” Juan José Potti

#HECHOS_ECONÓMICOS

Gran Selección de Aditivos para mezclas bituminosas



Pasión fría

Mar salada

Tè

Fruto silvestre

Aroma Mediterráneo



Additives Selection

Bella delicia



Campi y Jové
Asfáltica-CRT

c/ Venezuela, 103 • 08019 BARCELONA • Tel. +34 934 769 220 • carreteras@cyjsa.com • www.cyjsa.com
BILBO • CARTHAGE • CASABLANCA • CÓRDOBA • ISTAMBUL • LISBOA • LUANDA • MADRID • PORTO • VALENCIA

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

En esta sección se listarán, con periodicidad trimestral, la actualización de la legislación y otras disposiciones así como las normas UNE EN y los proyectos de normas, que se vayan publicando para diferentes materiales y comportamiento relacionados con las mezclas bituminosas. En esta entrega se recoge el listado de normas que se encuentran como proyecto de norma así como las publicadas en el periodo desde el 3 de octubre hasta el 17 de diciembre de 2014.

Sección Normativa

NORMAS DE ÁRIDOS

Proyecto norma	Título
PNE-EN 1097-10	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 10: Determinación de la altura de succión de agua
PNE-EN 1367-7	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 7: Determinación de la resistencia a ciclos de hielo y deshielo de los áridos ligeros
PNE-EN 1367-8	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 8: Determinación de la resistencia a la desintegración de los áridos ligeros
PNE-prEN 13055	Áridos ligeros para hormigones, mortero, inyecciones, mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS

Norma	Título	Anula
UNE-EN 12597:2014	Betunes y ligantes bituminosos. Terminología	UNE-EN 12597:2001
UNE-EN 13924-2:2014	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 2: Ligantes bituminosos multigrado	Nueva edición

Proyecto norma	Título
PNE-prEN 1426	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la penetración con aguja
PNE-prEN 1427	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de reblandecimiento
PNE-EN 12592	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la solubilidad
PNE-prEN 12593	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de fragilidad Fraass
PNE-EN 12594	Betunes y ligantes bituminosos. Preparación de las muestras de ensayo
PNE-EN 12595	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad cinemática
PNE-prEN 12596	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica por viscosímetro capilar al vacío
PNE-prEN 12606-1	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del contenido de parafinas. Parte 1: Método por destilación
PNE-prEN 12607-1	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RTFOT (película fina rotatoria)
PNE-EN 12607-2	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 2: Método TFOT (película fina)
PNE-EN 12607-3	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 3: Método RFT (rotavapor)
PNE-prEN 13587	Betunes y ligantes bituminoso. Determinación de las propiedades de tracción de los ligantes bituminosos por el método del ensayo de tracción

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS (CONTINUACIÓN)

Proyecto norma	Título
PNE-prEN 13588	Betunes y ligantes bituminoso. Determinación de la cohesión de los ligantes bituminosos mediante el ensayo del péndulo
PNE-prEN 13589	Betunes y ligantes bituminoso. Determinación de las propiedades de tracción de los betunes modificados por el método de fuerza-ductilidad
PNE-prEN 13924-1	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 1: Ligantes bituminosos de grado duro
PNE-FprCEN/TS 16346	Ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento de ruptura y la adhesividad inmediata de las emulsiones bituminosas catiónicas con un árido de 2/4 mm
PNE-prEN 16659	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la fluencia-recuperación de un ligante después de someterlo a múltiples esfuerzos repetidos. Ensayo MSCR

NORMAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS

Norma	Título	Anula
UNE-EN 12697-43:2014	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 43: Resistencia a los combustibles	UNE-EN 12697-43:2006
Proyecto norma	Título	
PNE-prEN 12697-2	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas	
PNE-prEN 12697-4	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 4: Columna de fraccionamiento	
PNE-prEN 12697-8	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas	
PNE-prEN 12697-22	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura	
PNE-prEN 12697-25	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 25: Ensayo de compresión	
PNE-prEN 12697-27	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 27: Toma de muestras	
PNE-prEN 12697-31	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 31: Preparación de la muestra mediante compactador giratorio	
PNE-prEN 12697-32	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 32: Compactación en laboratorio de mezclas bituminosas mediante compactador vibratorio	
PNE-prEN 12697-33	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placas	
PNE-prEN 12697-35	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 35: Mezclado en laboratorio	
PNE-prEN 12697-48	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 48: Ensayo de adherencia entre capas	
PNE-prEN 13108-1	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 1: Hormigón bituminoso	
PNE-prEN 13108-2	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 2: Mezclas bituminosas para capas delgadas	
PNE-prEN 13108-3	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 3: Mezclas bituminosas tipo SA	
PNE-prEN 13108-4	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4: Mezclas bituminosas tipo HRA	
PNE-prEN 13108-5	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA	
PNE-prEN 13108-6	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6: Másticos bituminosos	
PNE-prEN 13108-7	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezcla bituminosa drenante	
PNE-prEN 13108-8	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 8: Mezcla bituminosa reciclada	
PNE-prEN 13108-9	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 9: Mezclas bituminosas tipo AUTL	
PNE-prEN 13108-20	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayo de tipo	
PNE-prEN 13108-21	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica	

NORMAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS (CONTINUACIÓN)

Proyecto norma	Título
PNE-prEN 13285	Mezclas de áridos sin ligante. Especificaciones
PNE-prEN 14187-1	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 1: Determinación de la tasa de polimerización
PNE-prEN 14187-2	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del tiempo de pegajosidad
PNE-prEN 14187-3	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 3: Determinación de las propiedades autonivelantes
PNE-prEN 14187-4	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la variación de masa y volumen después de la inmersión en carburante de ensayo y en productos químicos líquidos
PNE-prEN 14187-5	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la resistencia a la hidrólisis
PNE-prEN 14187-6	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de las propiedades de adherencia y cohesión después de la inmersión en combustibles de ensayo y en productos químicos líquidos
PNE-prEN 14187-7	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 7: Determinación de la resistencia a la llama
PNE-prEN 14187-8	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación de la resistencia a la llama
PNE-prEN 14187-9	Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 9: Ensayo de funcionamiento de productos de sellado
PNE-prEN 14188-2	Productos para sellado de juntas. Parte 2: Especificaciones para productos de sellado aplicados en frío
PNE-prEN 16333	Lechadas bituminosas. Especificaciones para aeropuertos
PNE 41250-1 (*)	Métodos de ensayo para la medida de deflexiones en firmes. Parte 1: Viga Benkelman
PNE 41250-2 (*)	Métodos de ensayo para la medida de deflexiones en firmes. Parte 2: Deflectógrafo Lacroix
PNE 41250-3 (*)	Métodos de ensayo para la medida de deflexiones en firmes. Parte 3: Deflectómetro de impacto
PNE 41250-4 (*)	Métodos de ensayo para la medida de deflexiones en firmes. Parte 4: Curviámetro

(*) Normas que se encuentran ya aprobadas pero pendientes de traducción en España

COMENTARIO

- En esta entrega destaca la aparición de normas en proyecto de betunes y ligantes bituminosos. También indicar la referencia de normas relacionadas con productos para el sellado de juntas

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

Legislación y otras disposiciones (actualizada a 12 de diciembre de 2014)

NOTA DE SERVICIO 7/2014.BASE DE PRECIOS DE REFERENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

Tomando como punto de partida el Cuadro de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras establecido en la Nota de Servicio 4/2012, la Subdirección General de Estudios y Proyectos ha considerado necesario desarrollar y actualizar los precios recogidos en dicho Cuadro de Precios mediante la descomposición de las diferentes unidades de obra. De esta manera se ha creado la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras, que sustituye al citado Cuadro de Precios. Se ha realizado una revisión de las unidades de obra consideradas inicialmente, de manera que se adapten mejor a las necesidades de la mayor parte de los proyectos de la Dirección General de Carreteras.

Tal como se indica en la "Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento", "... los precios unitarios de las unidades de obra utilizadas en los proyectos corresponderán, como máximo, a /os recogidos en el Cuadro de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras". De acuerdo con esto, los precios fijados en la Base de Precios se establecen como precios máximos, pudiéndose utilizar precios inferiores de manera justificada.

CONVOCATORIA DE AYUDAS: PROYECTOS BILATERALES DE I+D+I ENTRE ESPAÑA Y MÉXICO / VI CONVOCATORIA (26.11.2014)

CDTI (España) y CONACYT (México) lanzan una llamada conjunta para seleccionar y financiar propuestas de proyectos de I+D en colaboración entre empresas de ambos países. La de este año es la sexta edición consecutiva de estas llamadas conjuntas que se lanzan dentro del marco del Acuerdo General firmado por ambas entidades para promover y financiar actividades de cooperación en temas de tecnología e innovación.

Se ha abierto una nueva convocatoria para la financiación de los participantes españoles a través de CDTI y mexicanos a través del CONACYT.

Características de los proyectos a presentar

El proyecto debe estar orientado al desarrollo de un producto, proceso o servicio innovador con perspectivas de mercado. Debe contar con participantes de ambos países: Por parte de España tiene que participar al menos una empresa que, opcionalmente, puede ir en colaboración con otros organismos. Por parte de México el requisito mínimo es que existan dos entidades, una empresa y otra entidad (Institución de Enseñanza Superior o Centro de Investigación mexicano). La propuesta debe estar equilibrada entre las partes y los resultados deben suponer un beneficio para las mismas.

Plazos de presentación: hasta el 13 de Febrero de 2015 a las 24:00 h. de Madrid. En este período se tendrán que presentar paralelamente tanto en CDTI, socios españoles, como en CONACYT, socios mexicanos, las correspondientes solicitudes para el proyecto en colaboración, cumpliendo los requisitos y documentación solicitados por cada entidad.

Duración de los proyectos: Máximo de 2 años.

Procedimiento de presentación de propuestas

Las empresas españolas deben presentar su solicitud al CDTI, a través de la página web de CDTI (<https://sede.cdti.gob.es/AreaPrivada/Expedientes/accesosistema.aspx>) presentando una solicitud de proyecto IBEROEKA. La documentación a adjuntar como parte de la solicitud telemática será la de un proyecto Iberoeka: Información Preliminar/Memoria IBEROEKA (que incluya cronograma), Perfil IBEROEKA (ha de ser el mismo que se presente en la solicitud de los socios mexicanos al CONACYT y en formato word) y Acuerdo de Consorcio (borrador).

Los participantes de México deben realizar su solicitud al CONACYT cumpliendo las condiciones de la convocatoria abierta actualmente.

GROWING A LOW CARBON, RESOURCE EFFICIENT ECONOMY WITH A SUSTAINABLE SUPPLY OF RAW MATERIALS

Opening Date	10-12-2014		
Publication date	11-12-2013	Deadline Date	21-04-2015 17:00:00 (Brussels local time)
		Stage 2	08-09-2015 17:00:00 (Brussels local time)
Total Call Budget	€50,000,000	Main Pillar	Societal Challenges
Status	Open	OJ reference	OJ C361 of 11 December 2013
Topic:	Improving the air quality and reducing the carbon footprint of European cities		SC5-04-2015

<http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/calls/h2020-sc5-2015-two-stage.html>

Scope: Development of technological options and strategies to fight against air pollution in urban environments and against climate change ensuring the involvement of the main pollution-generation sectors. Proposals should include the development and application of tools in support of integrated air quality and climate change governance in EU Member States, with the aim of designing and implementing adequate abatement strategies and practices. The specific circumstances of the different regions and cities of Europe and the complex systems dynamics of societal and technological changes required for a transition to air pollution free/low carbon society should be taken into account. Proposals should foster the integration of advanced tools for the assessment, monitoring, modelling – including source apportionment – with innovative technological options and strategies to improve air quality and reduce the carbon footprint of urban areas. Furthermore, awareness-raising actions and policy support activities should be included. Proposals should include the participation of SMEs, as far as possible.

The Commission considers that proposals requesting a contribution from the EU of between EUR 6 and 8 million would allow this specific challenge to be addressed appropriately. Nonetheless, this does not preclude submission and selection of proposals requesting other amounts.

ASEFMA abre la convocatoria del II Premio Mejores Prácticas Ambientales (MPA) del sector de la pavimentación

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), mediante su Comité técnico, lanza la segunda edición del Premio a las “Mejores Prácticas Ambientales” (MPA) del sector de la pavimentación y abre el plazo para la presentación de propuestas innovadoras y amigables con el medio sobre mezclas bituminosas.

Pueden concurrir proyectos de investigación y prácticas implantadas durante los últimos dos años que, enmarcadas en el sector del asfalto, presenten mejoras ambientales contrastadas. Las propuestas deben enviarse a asefma@asefma.com.es en formato presentación (PowerPoint o pdf) o como recurso audiovisual antes del 30 de marzo de 2015.

El jurado, formado por los miembros del Comité Técnico de ASEFMA, seleccionará las mejores prácticas en materia de innovación y sostenibilidad medioambiental que se están desarrollando en mezclas asfálticas atendiendo a los criterios de originalidad, innovación, repercusión en el sector y mejoras ambientales evaluadas.

Las tres mejores propuestas se harán públicas durante la primera quincena de abril. La entrega del premio tendrá lugar durante la X Jornada Nacional de ASEFMA.

El Premio a las “Mejores Prácticas Ambientales” (MPA) en pavimentación promueve los desarrollos en mezclas asfálticas que significan avances técnicos, económicos y sostenibles. Responde a la creciente sensibilidad medioambiental de las entidades fabricantes de asfalto y aquellas vinculadas a su producción, transporte y aplicación.

La Plataforma Tecnológica de la Carretera se reúne con la DGC para iniciar un proceso de Compra Pública Innovadora

El director general de Carreteras, Jorge Urrecho, ha convocado al presidente de la Plataforma Tecnológica de la Carretera (PTC), Juan José Potti, para que las entidades que ambos representan colaboren en un Proceso de Compra Pú-

blica Innovadora (CPI). A dicho encuentro también acudieron representantes de la empresa estatal INECO: el director de Negocio Intermodal Casimiro Iglesias y la experta medioambiental Gemma Caballero.

El objetivo de la reunión ha sido la demanda de colaboración a la PTC en la difusión, búsqueda de soluciones técnicas innovadoras y desarrollo del proceso de Compra Pública Innovadora aplicado a los “problemas de niebla en la A-8 en la zona de Mondoñedo”. La fase de licitación podría comenzar en febrero de 2015.

La Plataforma Tecnológica de la Carretera considera esta iniciativa de máximo interés en la medida que “puede ser el primer paso para otro tipo de actuaciones similares por parte de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento o de otras administraciones”. Potti ya se ha reunido también con el director general de la PTC, José Luis Peña, para poner en marcha el equipo de trabajo que participará en esta propuesta.

El Ministerio de Fomento había iniciado a principios de noviembre una ronda de reuniones con expertos para desarrollar y aplicar medidas innovadoras que dieran respuesta a los problemas meteorológicos que concentra el tramo de la A-8 a la altura del alto de O Fiuoco. La Dirección General de Carreteras ya ha tomado medidas para mejorar las condiciones de visibilidad y prevé la dotación de nuevos Sistemas Inteligentes de Transporte (equipamientos ITS) para aumentar la seguridad vial en periodos de niebla intensa.

“Las carreteras, para ser cómodas y seguras, necesitan inversión”

La Asociación Española de la Carretera (AEC) ha comparecido ante la Comisión sobre Seguridad Vial y Movilidad Sostenible del Congreso de los Diputados, a petición del Grupo Parlamentario Popular. La subdirectora general técnica de la AEC, Elena de la Peña, ha intervenido en nombre del presidente de la entidad, Francisco Lazcano, exponiendo las seis líneas prioritarias de trabajo que está desarrollando la AEC, a saber:

- mejora de seguridad en vías convencionales,
- racionalización de los límites de velocidad,

- reducción de accidentes por salida de vía y sus consecuencias,
- fomento de la movilidad sostenible (uso de bicicletas en zona urbana),
- adaptación de infraestructuras a la realidad sociodemográfica española (envejecimiento poblacional),
- incremento de inversiones en mantenimiento y conservación de carreteras.

La representante de la Asociación Española de la Carretera ha insistido en la necesidad de optimizar los recursos existentes y priorizar las acciones atendiendo a los parámetros actuales de movilidad. “La carretera es el modo de transporte elegido por el 90% de los viajeros y por ella circula el 87% de las mercancías que se mueven en el país”, ha subrayado. Además, “es el eje de cualquier planteamiento de transporte intermodal”.

También ha querido puntualizar que “la carretera genera más de 20.000 millones de euros de recaudación fiscal, supone el 6% del PIB nacional y genera un millón de puestos de trabajo directos y otro más de indirectos”.

Respecto a la necesidad de invertir en conservación viaria, Elena de la Peña ha aseverado que “las carreteras, para ser cómodas y seguras, necesitan inversión”. En este sentido, la subdirectora general técnica recordó la necesidad de “invertir el 2% del valor patrimonial de la red de carreteras” lo que significa una inversión en carreteras estatales de 1.600 millones de euros, frente al presupuesto actual que es de la mitad. El descenso continuado de la inversión en conservación de infraestructuras de transporte terrestre ha dejado “un déficit estimado en conservación viaria de 6.200 millones de euros en la red de carreteras estatales y autonómicas”, afirmó la representante de la Asociación Española de la Carretera (AEC).

ASEFMA celebra la incorporación de requisitos para limitar bajas temerarias en licitaciones públicas

Las licitaciones por subasta pueden ser objeto de bajas temerarias, recuerdan los fabricantes de asfalto españoles. A ellas concurren propuestas cuyo coste de realización es

muy superior al presentado a licitación. Estas ofertas son económicamente inviables, constituyen un obstáculo al desarrollo del sector y perjudican el progreso técnico.

Es por ello que ASEFMA celebra que los pliegos de los concursos para conservación de carreteras incorporen requisitos para limitar la posibilidad de presentar ofertas con fuertes bajas sobre el valor de licitación. Desde este año todas las ofertas económicas situadas cinco puntos por debajo de la baja media (aproximadamente el 20%) son consideradas como temerarias. La reforma de las ofertas a la baja también modifica el número de años sobre los que una empresa puede acreditar su experiencia y solvencia: se ha elevado a diez en el caso de obras de construcción y a cinco en los contratos de suministros.

Las bajas temerarias conducen además al “camino pernicioso de los modificados”, recordó el secretario general de infraestructuras del Ministerio de Fomento, Manuel Niño, durante la última Asamblea General de ASEFMA. Las ofertas de licitación con bajas temerarias abren la puerta a los modificados: la consideración de circunstancias sobrevenidas que encarecen la obra y aumentan tanto presupuesto como tiempo de ejecución. Las medidas tomadas por el Ministerio para limitar las ofertas temerarias están en línea con la política de desindexación del Gobierno que quiere evitar la revisión de los precios de obras.

La producción europea de asfalto cae un 18%, según EAPA

La producción de mezclas asfálticas en España continúa su tendencia descendente desde 2007 y los 13,24 millones de toneladas producidas durante 2013 marcan el peor registro de la serie. Con estas cifras, el país ibérico ha pasado de ser el segundo país europeo productor de asfalto (2008) a ocupar hoy la séptima posición por detrás de Turquía (46,2 millones de toneladas), Alemania (41,0), Francia (35,4), Italia (22,3), Reino Unido (19,2) y Polonia (18,2).

La producción global de mezclas bituminosas en Europa ha sido de 277,3 millones de toneladas, lo que significa una caída del 18% respecto a 2008. Durante el mismo período España ha registrado un desplome del 70%, convirtiéndose así en el país europeo con mayor caída relativa y absoluta.

Respecto al número de empresas de la industria del asfalto activas en 2013, en el territorio europeo han operado más de diez mil compañías, de las cuales: 494 dedicadas sólo a la producción, más de 7.800 sólo al extendido y 1.948 que realizan ambas actividades. En el caso de España, el total de empresas activas al cierre del último ejercicio económico han sido 361 distribuidas como sigue: siete exclusivamente para producción, 220 en extendido y 134 en producción y extendido.

Las conclusiones parciales para España muestran un sector fragilizado, cuyos resultados productivos -consecuencia de los sucesivos recortes- están incidiendo directamente en la economía nacional. Por otro lado, la producción actual de asfalto en el país poseedor de la mayor red europea de carreteras (más de 650.000 kilómetros en total) no cubre las necesidades de sus infraestructuras viarias.

I Premio internacional “Dr. Jorge O. Agnusdei” en investigación viaria

La cúpula del Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto (CILA) hace pública la convocatoria al Primer Premio internacional “Dr. Jorge Agnusdei” en investigación viaria y abre el plazo para la presentación de comunicaciones.

Pueden concurrir en el I Premio “Dr. Jorge Agnusdei” todos los autores de trabajos de investigación participantes del XVIII CILA, a excepción de aquellos que además sean miembros del Jurado. Los trabajos elegibles deben ser inéditos, no ser objeto de patente, ni versar sobre modificación, complementación o verificación de trabajo anterior.

La candidatura se realizará mediante manifestación expresa que acompañe al envío de la comunicación técnica al Comité técnico, cuyo plazo finaliza el 1 de julio de 2015.

El jurado seleccionará el mejor trabajo presentado en el XVIII CILA atendiendo a los criterios de aportación al desarrollo de tecnologías viarias, originalidad de la investigación, claridad en los objetivos planteados, enfoque de la problemática que resolver, rigurosidad de métodos utilizados y perspectivas de transferencia al sector viario.

El anuncio del trabajo galardonado y la entrega del premio tendrá lugar durante el acto de clausura del XVIII CILA. El autor de la investigación ganadora del I Premio “Jorge O. Agnusdei” obtendrá pasaje, estadía e inscripción gratuita en el siguiente CILA. En el caso de obras colectivas, el premio recaerá sobre el primer autor y dos de los coautores obtendrán, además, inscripción gratuita en el próximo XIX Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto previsto para 2017.

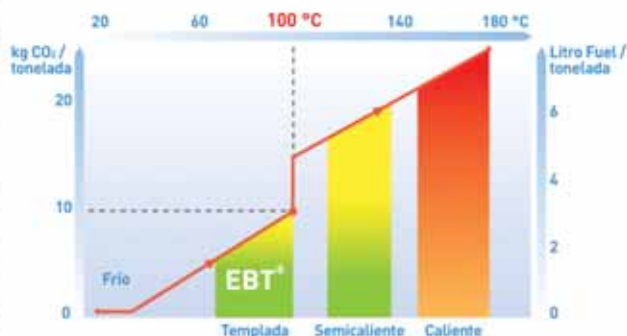
#16

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“La reutilización total de mezclas asfálticas es posible con la técnica de reciclado templado con emulsión a tasa del 100%”

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

Con las Mezclas Templadas con Betún,
el código de la circulación ha cambiado.



Mezclas Templadas con Betún, una nueva generación de mezclas asfálticas

Para un futuro más responsable, Eiffage Infraestructuras ha desarrollado las mezclas templadas con betún. Fabricada a menos de 100 °C y aplicada hasta 75 °C, esta mezcla templada a baja temperatura posee cualidades excepcionales :

- un consumo de energía dos veces inferior al de una mezcla convencional,
- una disminución del 50% de las emisiones de gas de efecto invernadero,
- un confort de aplicación inigualable.

Premio Mundial AIPCR 2007
del desarrollo sostenible

www.infraestructuras.eiffage.es

EIFFAGE
INFRAESTRUCTURAS

RUS
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

TRIALSA
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

PANASFALTO
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

LOS SERRANOS

Calendario de eventos

AÑO 2015

11-15 de enero TRB	94 th TRB Annual Meeting Rcunard@NAS.edu	Washington DC (EEUU) www.trb.org/
19-22 de enero ISSA	2015 Slurry Systems Workshop	Las Vegas, Nevada (EEUU) http://slurry.org/upcoming-meetings/ssws2015/
28-29 de enero Conference Connection Group	1 st Africa Bitumen/Asphalt Forum 2015 info@cconnection.org	Nairobi (Kenia) www.cconnection.org
10-11 de febrero ARBIT	Symposium ARBIT	Leipzig (Alemania) www.arbit.de/service/kalender
17-19 de febrero IRF	IRF Roadside & Work Zone Safety esalinas@IRFnews.org	Lima (Perú) www.irfnews.org
22-25 de febrero IBEF	6 th World Emulsion Congress & 1st Pavement Preservation & Recycling Summit	París (Francia) www.ibef-net/
3-5 de marzo NCAT	2015 Pavement Test Track Conference www.eng.auburn.edu/research/centers/ncat/newsroom/2015conference.html	Auburn, Alabama (EEUU)
8-11 de marzo AAPT	90 AAPT Annual Meeting aaptinfo@gmail.com	Portland, Oregon (EEUU) www.asphalttechnology.org/
17-19 de marzo World Asphalt	World of Asphalt 2015 international@worldofasphalt.com	Baltimore, Maryland (EEUU) www.worldofasphalt.com
15-16 de abril ACEX - AEC - ATC - ASEFMA	Congreso Multisectorial de la Carretera	Valladolid (España) www.asefma.es
20-25 de abril COMEXPOSIUM	INTERMAT	París (Francia) www.paris-en.intermatconstruction.com
5-6 de mayo FGSV	Asphaltstraßentagung	Hamburgo (Alemania) www.fgsv.de
4 de junio EAPA	9 th EAPA Symposium	Estambul (Turquía) www.eapa.org/events.php
7-10 de junio TRB	ASCE (American Society of Civil Engineers) 2015 Airfield and Highway Pavements Conference	Miami, Florida (EEUU) www.trb.org/calendar
10-12 de junio Universidades de Tesalónica, Ulster y Mississippi	6 th International Conference 'Bituminous Mixtures and Pavements'	Tesalónica (Grecia) http://iconfbmp.civil.auth.gr
1-2 de julio ASEFMA	X Jornada Nacional de ASEFMA Airfield and Highway Pavements Conference	Zaragoza (España) www.asefma.es
12-15 de julio TRB	11 th International Conference on Low-Volume Roads	Pittsburgh, Pensilvania (EEUU) www.trb.org
4-7 de octubre Consulpav	Rubberized Asphalt Rubber 2015 catia.dantas@consulpav.com	Las Vegas, Nevada (EEUU) www.consulpav.com/rar2015/
7-9 de octubre RILEM	8 th International RILEM Symposium	Ancona (Italia) www.rilem-sib2015.it
Noviembre Comisión Permanente del Asfalto	XXVII Congreso Ibero-latinoamericano del Asfalto	Bariloche (Argentina) www.cpasfalto.org/eventos.htm
2-6 de noviembre AIPCR	XXV Congreso Mundial de la Carretera info@atc-piarc.com	Seúl (Corea del Sur) www.atc-piarc.com

AÑO 2016

1-3 de junio EAPA - Eurobitume	6 th Euroasphalt&Eurobitume Congress	Praga (Chequia) www.eapa.org/events
-----------------------------------	---	--

COLORFALT

El pigmento en gránulo líder en Europa



RETTENMAIER IBÉRICA
S.L. Y CIA. S. COM.



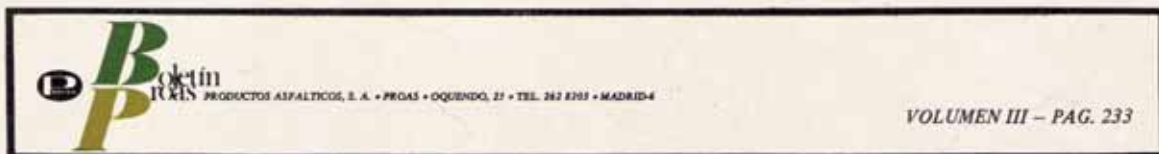
Fibras diseñadas
por la naturaleza
Una compañía del grupo JRS

C/ Travesera de Gracia, 56, 2º2ª
08006 Barcelona
Tel: 933 262 880 • Fax: 933 262 897
www.jrsiberica.com • info@jrsiberica.com

www.sma-viatop.com

Mirando al pasado

Documento publicado en marzo-abril de 1977.



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

Parece ser que las dificultades económicas que se preveían para este año, como consecuencia de mantenerse el presupuesto para construcción y conservación de carreteras casi exactamente en las mismas cifras del año 1976 a pesar del considerable incremento de los costos, no van a producirse, ya que, como parte de las medidas económicas del Gobierno, se van a reforzar considerablemente los fondos destinados a construcción y -sobre todo- a conservación de carreteras.

Es esta circunstancia afortunada que evitará quizás la ruina de numerosas empresas medianas y pequeñas dedicadas exclusivamente a las obras de construcción y conservación de carreteras y para las que una reducción en el volumen de actividad, dentro del marco de las actuales dificultades de toda índole, podría ser definitivamente fatal.

También parece lógico que los fondos suplementarios se dediquen fundamentalmente a obras de conservación ya que, en general, podría decirse que la red de carreteras españolas es suficiente, aunque, como es lógico, susceptible de mejoras, y en época de dificultades económicas que no hagan aconsejable el pensar en nuevas inversiones parece decisión muy inteligente concretar los fondos de que se disponga en mantener en condiciones de viabilidad satisfactorias aquello de que ya disponemos, en lugar de realizar cosas nuevas mientras lo construido en años anteriores se deteriora, a veces irreparablemente.

El año en que estamos ha sido en sus primeros meses excepcionalmente lluvioso y las carreteras lo han acusado de forma bien evidente. Es bien sabido que la lluvia es el mayor enemigo de los pavimentos y siempre los años de lluvias abundantes han exigido un complemento presupuestario para "daños por temporales". Un dato más que contribuye a justificar el que los suplementos presupuestarios del año 1977 se dediquen especialmente a conservación.

Creemos desde luego que el concepto de conservación debe entenderse en este caso en su sentido más amplio y no simplemente en el de tapar los baches que hayan podido producirse, actividad necesaria, desde luego, pero a veces menos importante que el extender una nueva capa de aglomerado sobre un tramo de carretera que, por las circunstancias que sea, no tienen ya capacidad portante suficiente para el tráfico que debe soportar. Este tramo de carretera, aunque no presenta baches, resultará gravemente dañado en un plazo muy breve si no recibe el refuerzo que necesita.

Decíamos en el anterior "Comentario de Actualidad" que, a nivel de la red de carreteras de un país, economizar en gastos de conservación podría ser tan peligroso como, a nivel personal, economizar en medicinas. Quizás habría que ampliar esta afirmación ya que la economía mal entendida o contraproducente puede darse no sólo en los gastos de conservación sino en los de construcción. Así nos lo sugiere la observación de algunos tramos de carretera recientemente construídos y que presentan deficiencias importantes claramente atribuibles a una insuficiencia de su estructura resistente.

Lecturas recomendadas

Informe NCHRP 779: "Field Performance of Warm Mix Asphalt Technologies ". 2014. TRB

Bajo la coordinación del NCAT, en este informe se recopilan los datos procedentes de 14 tramos de ensayos en los que se han utilizado en paralelo mezclas bituminosas en caliente y semicalientes. Los tramos estudiados tienen entre 2 y 5 años de antigüedad. No se han encontrado diferencias significativas entre ambas técnicas de pavimentación.

http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_779.pdf



Informe TRL PPR710: "Laboratory studies investigating the use of blended PSV aggregates ". TRL. 2014

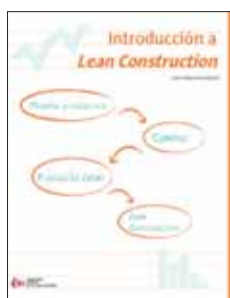
El estudio analiza el efecto de mezclar áridos con diferentes PSV así como el empleo de RAP para capas de rodadura en cantidades hasta el 10%. Como herramienta de análisis de ha empleado el método de ensayo Wehner Schulze.

<http://trl.co.uk/reports-publications/trl-reports/report/?reportid=6987>

Informe AP-T283-14: "High Modulus High Fatigue Resistance Asphalt (EME2) Technology Transfer". Austroads noviembre 2014

El informe recoge el primer año de experiencias obtenidas al aplicar la tecnología de mezclas bituminosas de alto módulo diseñadas se acuerdo a la metodología francesa (EME2). Las aplicaciones han sido para carreteras de alto tráfico buscando la reducción de espesores del pavimento.

<https://www.onlinepublications.austroads.com.au/items/AP-T283-14>



Informe "Introducción a Lean Construction". Fundación Laboral de la construcción. Marzo 2014

Esta publicación explica los principales elementos del modelo productivo lean Construction, que empezó a utilizarse en el ámbito de la construcción de automóviles y cuyas aplicaciones han llegado al sector de la construcción

[file:///C:/Users/Jos%C3%A9Luis/Downloads/Introducci%C3%B3n%20al%20Lean%20Construction%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jos%C3%A9Luis/Downloads/Introducci%C3%B3n%20al%20Lean%20Construction%20(1).pdf)

Debates en torno al asfalto y la pavimentación

Desde que el 22 de julio del 2011 se creara ASFALTO&PAVIMENTACION, ha sido mucha la actividad generada en este grupo de LinkedIn, generado básicamente con una finalidad clara: servir de foro de discusión de temas relacionados con el asfalto y la pavimentación.

Actualmente el grupo consta de 698 miembros, que discuten sobre temáticas muy diversas, desde publicaciones de estudios realizados en otros países, guías de ayuda para la aplicación de diversas técnicas, encuestas sobre diferentes temas, publicación de los nuevos números de la revista, aviso de nuevos congresos de interés del sector o incluso ofertas de trabajo. Todo este movimiento ha generado mucho eco y un ejemplo de ello es la página web de Ingeniería de Carreteras.

Ingeniería de Carreteras es una página web de Facebook, creada en mayo de 2011, con el objeto de servir como punto de encuentro del sector en esta red social, y que, posteriormente, se extiende a Twitter, a través de @inge_carreteras.

Esta página, que hoy cuenta con 6.852 seguidores en Facebook y 1.822 en Twitter, ha sido desarrollada por el De-

partamento de Ingeniería de Carreteras de la E. P. S. de la Universidad Alfonso X El Sabio (UAX), dirigido por Ángel Sampedro Rodríguez, y se ha posicionado como el foro independiente de referencia, donde profesores, alumnos y amigos de la carretera están informados acerca del sector viario en el mundo.

Sus seguidores se encuentran repartidos por todo el mundo y, muy especialmente, en todo el ámbito ibero-latinoamericano. Sus perfiles son muy variados: estudiantes, profesores y académicos, profesionales, empresas, y otras entidades y usuarios relacionados con el sector de la carretera, en su triple vertiente: infraestructura, vehículo y usuario.

Uno de los contenidos técnicos más apreciados por los seguidores de esta página son los números de la Revista ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN, de tal forma que el último número



Ilustración 1: Portada de la página en Facebook.



Ilustración 2: Vista de la publicación del número 14 de la revista Asfalto y Pavimentación.

de la revista, el Monográfico sobre reutilización de mezclas bituminosas (nº 14), ha sido una de las publicaciones con mayor alcance en la historia de Ingeniería de Carreteras.

El enlace fue publicado el 25 de octubre y, desde entonces, ha sido visto por 2.284 personas, le han dado “me gusta” 94 personas, y ha sido compartida 13 veces. Unas cifras que pueden considerarse extraordinarias, teniendo en cuenta el sector y la red social.

Este alcance puede considerarse un auténtico hito, mérito de todas partes. Por un lado, la página, auténtico punto de encuentro, como ya se ha dicho, del sector viario. Por otro lado, sus usuarios, realmente interesados en los contenidos relativos a la innovación y sostenibilidad de la ingeniería de carreteras. Y, por último, y no por ello, menos importante, la revista, cuyo elevado nivel técnico en el campo de las mezclas asfálticas la ha hecho especialmente atractiva.

En las redes sociales, y más en concreto, en páginas y foros de marcado carácter técnico, la calidad de los contenidos es el elemento fundamental que determina su alcance. Y, en este caso, la revista ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN se ha destacado como una publicación técnica de enorme interés para los técnicos de todas las partes del mundo, y, muy especialmente, en el mundo de habla hispana.

<https://www.facebook.com/pages/INGENIERÍA-DE-CARRETERAS/214902348537944>



Síguenos en LinkedIn en el grupo **ASFALTO&PAVIMENTACION**

#17

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“La reciclabilidad de las mezclas asfálticas permite su reutilización, ahorrando energía y materias primas”

#HECHOS_ECONÓMICOS

Observatorio del sector

Desde esta sección se irán incluyendo indicadores que permitan obtener una radiografía del sector de la carretera, considerando datos de tipo económico. En esta ocasión reproducimos las estadísticas de EAPA sobre producción en los diferentes países que conforman la asociación.

TOTAL PRODUCTION OF HOT AND WARM MIX ASPHALT IN 2008 - 2013

(in million tonnes)

Country	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Austria	9,5	9,0	8,2	8,0	7,2	7,0
Belgium	4,9	4,7	4,8	5,9	5,6	5,3
Croatia	4,2	3,2	2,7	2,6	2,5	2,8
Czech Republic	7,3	7,0	6,2	5,8	5,6	5,4
Denmark	3,1	2,7	3,2	4,0	3,6	3,7
Estonia	1,5	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2
Finland	6,0	5,2	4,9	3,0	4,5	4,3
France	41,8	40,1	38,8	39,7	35,3	35,4
Germany	51,0	55,0	45,0	50	41	41,0
Great Britain	25,0	20,5	21,5	22,4	18,5	19,2
Greece	8,1	8,7	5,2	2,3	1,6	2,7
Hungary	2,5	1,6	3,4	2,3	2,5	2,7
Iceland	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Ireland	2,8	3,3	2,3	1,8	1,9	1,8
Italy	36,5	34,9	29,0	28	23,2	22,3
Latvia	0,6*	0,6*	0,6*	0,6*	0,6*	0,6*
Lithuania	2,2	1,5	1,6	1,6	1,3	1,3*
Luxembourg	0,6*	0,6	0,7	0,65	0,61	0,7
Netherlands	9,3	9,8	9,5	9,6	9,2	9,7
Norway	5,7	6,5	5,9	6,7	6,3	6,4
Poland	15,0	18,0	18,0	26,5	21,1	18,2
Portugal	9,0*	9,0*	6,7	6,4	6,4*	6,4*
Romania	3,3	3,6	3,2	3,6	3,2	4,1
Slovakia	2,2*	2,2	1,9	2,2	1,9	1,6
Slovenia	2,6	2,3	1,8	1,3	1,1	1,2
Spain	42,3	39,0	34,4	29,3	19,5	13,2
Sweden	8,7	8,1	7,9	8,1	7,7	7,6
Switzerland	5,3	5,4	5,3	5,4	4,8	4,8
Turkey	26,6	23,1	35,3	43,3	38,4	46,2
Europe	338,0	317,3	309,3	324,3	276,4	277,3
Australia	9,5	9,5*	7,52		8,84	
New Zealand					1,0	1,0
Japan	49,6	49,6	44,7	45,6	47,3	49,9
Ontario - Canada	13,2*	13,2*	14	13,5	13,0	
U.S.A.	440	324	326	332	326,9	318,1
South Africa				5,7	5,7	5,5
South Korea		35,6	20,7		23,2	26,2

SURFACE COURSES WITH ASPHALT CONCRETE EN 13108-1

Country	% of total annual hot and warm mix asphalt production in 2013	In '13 applied area in million m ²
Austria	23,6	
Belgium	32,1	No data
Croatia	51,4	19,0
Czech Republic	51,9	20,0
Denmark	30,7	15,3
Estonia	58,8	
Finland	72,8	
Germany	19,0	No data
Greece	83,0	18,1
Hungary	64,6	17,6
Iceland	94,3	1,3
Italy	41,0	
Lithuania		
Luxembourg	25,0	3,1
Netherlands	16,0	
Norway	64,0	0,8
Poland	27,1	
Romania	12,4	4,3
Slovakia	56,6	10,4
Slovenia	50,6	5,3
Spain	47,7	42,1
Sweden	25,0	30,0
Switzerland	14,0	3,9
Turkey	95,0	
Japan	No data	20,9

APPLICATION IN SURFACE-, BINDER- AND BASE COURSES IN % OF TOTAL ANNUAL HMA PRODUCTION

Country	Surface course	Binder course	Base course
Austria	25	10	65
Belgium	50		50
Croatia	54	3	41
Czech Republic	60	18	22
Denmark	42	9	49
Estonia	67	7	26
Finland	91	0	9
Germany	30	19	51
Greece	87	10	3
Hungary	68	18	14
Iceland	95	5	
Italy	50	30	20
Lithuania			
Luxembourg	50	45	5
Netherlands	35	12	53
Norway	80	10	10
Poland	33	32	35
Romania	20	35	45
Slovakia	61	23	16
Slovenia	53	13	34
Spain	61	24	15
Sweden	55	15	30
Switzerland	23	24	53
Turkey	42	33	25
Japan	80	12	8
South Africa	No data	Not used	No data

SURFACE COURSES WITH BBTM EN 13108-2

Country	% of total annual hot and warm mix asphalt production in 2013	In '13 applied area in million m ²
Belgium	2,4	1,73
Croatia	0,9	0,60
Czech Republic	0,5	0,50
Greece	4,0	1,90
Hungary	0,1	0,00
Poland	0,3	
Romania	4,8	1,64
Spain	4,0	6,90
Switzerland	4,0	1,30
Japan	No data	0,50

SURFACE COURSES WITH SOFT ASPHALT EN 13108-3

Country	% of total annual hot and warm mix asphalt production in 2013	In '13 applied area in million m ²
Finland	6,4	
Lithuania		
Norway	8,0	0,1
Sweden	5,0	10,0

SURFACE COURSES WITH HOT ROLLED ASPHALT EN 13108-4

Country	% of total annual hot and warm mix asphalt production in 2013	In '13 applied area in million m ²
European countries	No data	
Japan	No data	0,01



LA BASE DE LA INNOVACION

17 a 19 de marzo de 2015 • Baltimore, Maryland

- Más de 300 expositores exhibirán nuevos productos para mejorar su productividad
- El programa educativo más interesante de la industria con temas como "Gente, Plantas, y Pavimentación"
- Contactos profesionales con más de 6.000 visitantes para aumentar su red profesional

Inscríbase con anticipación y ahorre: www.worldofasphalt.com



Realizada paralelamente con

AGGI 2015
AGGREGATES ACADEMY & EXPO

Co-propietario y productor
de World of Asphalt



ASSOCIATION OF
EQUIPMENT MANUFACTURERS

Co-propietarios de World of Asphalt





Innovar está en nuestros genes

En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia. Por eso, en el Centro de Tecnología Repsol, dedicamos todo nuestro esfuerzo a la investigación y desarrollo de asfaltos que hacen nuestras carreteras más seguras, eficientes y sostenibles.



REPSOL

Inventemos el futuro

Repsol Lubricantes y Especialidades, S.A.
Más información en repsol.com