

ASFALTO

y pavimentación

Número 17 · Volumen V · Segundo trimestre · 2015

número **17**



INTRAME

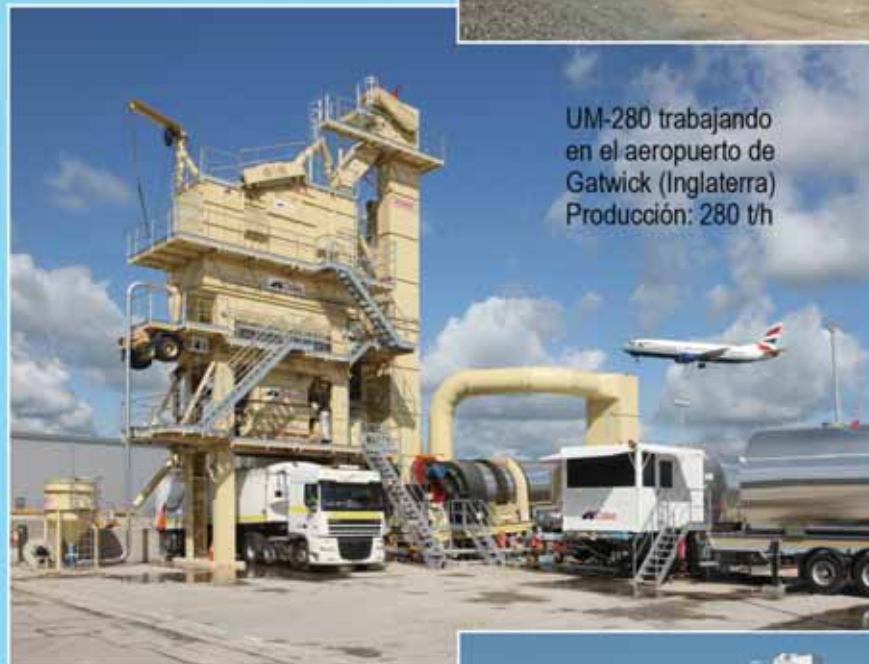
PLANTAS ASFÁLTICAS ▶ DEL TIPO ESTACIONARIO

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 17 · Volumen V
Segundo trimestre · 2015

ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

Director

Juan José Potti

Comité de Redacción

Alberto Bardesi, Andrés Costa,
Jesús Felipe, Jacinto Luis García
Santiago, Lucía Miranda, Jorge Ortiz,
Anna París, José Luis Peña,
Nuria Querol, Ángel Sampedro,
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 17 · Volumen V · Segundo trimestre · 2015

Editorial

Por la innovación, la conservación, la competitividad
y el empleo

05

Tribuna

José Luis Peña

07

Tribuna

Ángel Sampedro

09

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

11

Marisol Barral, José Antonio Navarro,
Aurelio Ruiz, Nuria Uguet

Diseño y dosificación de mezclas bituminosas. Metodología ALEAS

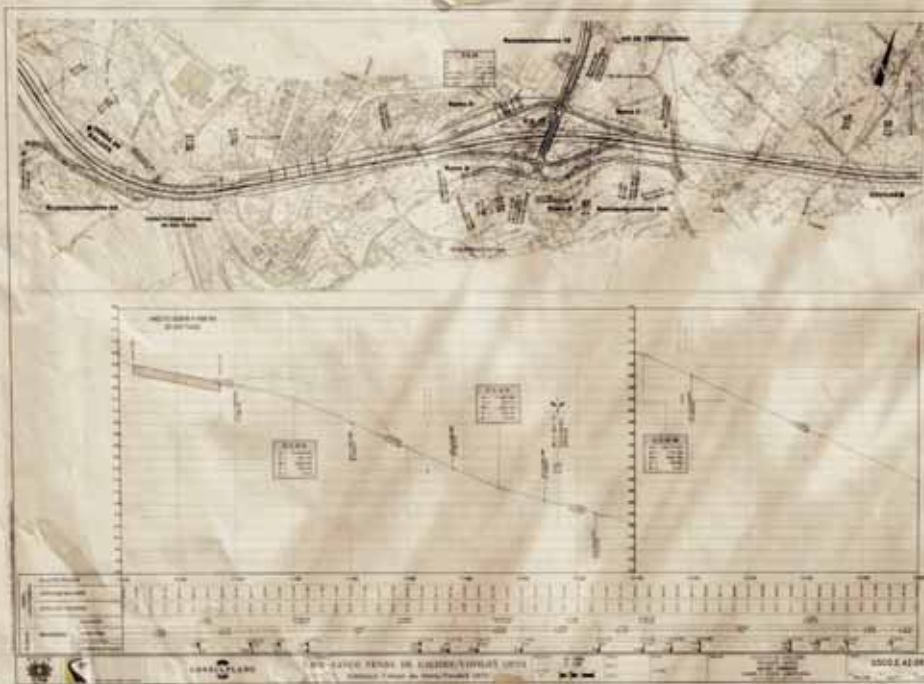
25

Jesús Felipe, Alberto Bardesi, Andrés Costa, Félix Pérez,
Juan José Potti, Julio del Pozo, Aurelio Ruiz

Secciones fijas

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

35



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



Por la innovación, la conservación, la competitividad y el empleo

Del mismo modo que, hace unos años, se debatía acerca de si estábamos entrando o no en una crisis económica, ahora también se discute si estamos saliendo o no de ella. Lo único que parece que nadie pone en duda es que hemos soportado durante muchos años, quizá demasiados, una crisis de enorme gravedad y grandes consecuencias. Dicho esto, no es el objetivo de este editorial posicionarse a favor de si hemos salido, estamos saliendo o seguimos en crisis. Esa discusión es más propia de los partidos políticos y de los mítines previos a las innumerables citas electorales de este año.

Precisamente, este número 17 de la revista *Asfalto y Pavimentación* sale en fechas coincidentes con la celebración del I Congreso Multisectorial de la Carretera, que se celebrará en Valladolid durante los días 11 y 12 de mayo. En plena campaña electoral en buena parte de las comunidades autónomas y de los ayuntamientos de España, la cita electoral del 24 de mayo.

El lema del I Congreso Multisectorial de la Carretera es "*Por la innovación, la conservación, la competitividad y el empleo*". Son cuatro razones poderosas para valorar la importancia de la carretera en nuestra actividad económica y en nuestras vidas.

Durante los años de la crisis económica hemos visto cómo subía la prima de riesgo y las enormes dificultades para conseguir créditos. Había poca financiación y era cara. Ahora las cosas son bastante diferentes en este apartado. Ya no abren los informativos con la última subida de la prima de riesgo, ni se habla del rescate. La prima de riesgo de España está en valores próximos a cien, e incluso los inversores han demostrado, hace unas semanas, que están dispuestos a pagar por prestar dinero al Tesoro español, algo que ya llevan tiempo haciendo cuando acuden a subastas de deuda pública de países centrales de la zona euro, como Alemania o Francia, o tradicionales refugios financieros, como Suiza.

Pero no es menos cierto que, aunque los datos de empleo muestran cifras mejores que hace unos años, seguimos en un porcentaje de parados ligeramente inferior al 24%. Esta sigue siendo la principal preocupación de la sociedad

española, el empleo. Las cinco regiones con mayor tasa de paro de la UE vuelven a ser españolas.

Con estas informaciones, se puede comprender e incluso alimentar la polémica. Especialmente en periodo electoral. Quizás el análisis más atinado lo hizo hace unas semanas Pedro de Silva, expresidente del Principado de Asturias, al escribir un breve texto, titulado "*el asfalto delator*", que recogieron los medios de comunicación y se encuentra fácilmente localizable en internet. Dice así: "La gente no se acaba de creer lo de la recuperación por diversas razones: apenas se crea empleo, no se recobran los salarios después de la cura de adelgazamiento y el consumo tiene todavía poco dinamismo. Pero supongo que cuentan también los signos externos, como el del asfalto. Por desdicha, en el periodo fuerte de la crisis no se priorizó el mantenimiento del stock de capital público, y donde esto se ve más es en el estado de las calles y carreteras, raídas, con blandones, grietas y baches. Con una cara así, ¿alguien puede creer que el enfermo está mejorando? El olvido de este tipo de cosas es característico de nuestra escasa cultura política y de lo poco que ha avanzado el estado del arte en ese dominio. Mientras Rajoy se desgañita gritando que hemos salido de la crisis, las carreteras están diciendo que no, y la gente echa más tiempo en la carretera que escuchando a Rajoy".

Con el crédito más barato, es ahora mucho más fácil financiar las obras de refuerzo de firmes que necesitan nuestras carreteras para conservarse adecuadamente y de paso, reducir de forma muy significativa la tasa de paro e incrementar la competitividad de nuestra economía. Ya ha llegado el momento de volver a una situación de normalidad inversora. Esa inversión en el refuerzo de los firmes traerá consecuencias inmediatas y positivas para "*la innovación, la conservación, la competitividad y el empleo*". Si hemos salido de la crisis, y queremos creer en ello, estamos deseando que el "*asfalto delator*" nos lo anuncie. Este sector y la sociedad española lo están esperando.

Productos
avalados por la
experiencia.
Cumplen con
los nuevos
requisitos de
Art.542 y 543
según la Orden
FOM/2523/2014

Biotechnología

Especialistas en productos químicos y mejoras tecnológicas para la industria asfáltica global, con dedicación exclusiva y asesoramiento personalizado.

Comprometidos con la química verde, ofrecemos desde 2012 en España (2007 en Europa), productos de base vegetal que sustituyen al Gasoil como tratamiento antiadherente en las aplicaciones asfálticas: riego de camiones, extendedoras, palas y rastrillos, silos de transferencia...

Innovadores productos que fomentan la **sostenibilidad medioambiental** y protegen la **salud de los trabajadores** (toxicológicamente aprobados).

- **BIO 3010:** Antiadherente y limpiador para mezclas bituminosas
- **BIO 3100:** Limpiador para mezclas bituminosas
- **BIO 5100:** Antiadherente para mezclas bituminosas

Propiedades

- Ésteres vegetales de nueva generación
- Libres de solventes y COV
- Utilización salubre y segura
- 100% Biodegradables
- Olor vegetal
- Mejoras en ISO 14001
- Ahorro económico desde la primera aplicación



Grupo
Campi y Jové, S.A.



El sector de la carretera y la I+D+i



José Luis Peña
Director General
de la Plataforma Tecnológica
Española de la Carretera

Es corriente ver y escuchar, en numerosos medios de comunicación, alusiones a la investigación y el desarrollo como un elemento fundamental para cambiar el modelo productivo en el que se basa la mayor parte de la economía española. Aun siendo cierto en términos globales, el llevar a cabo políticas eficaces que promuevan la innovación no es nada sencillo, como demuestra el hecho de que los modelos implantados en los países situados en puestos destacados en el uso de la I+D+i no sean fácilmente replicables. Además, a la hora de implantar medidas de promoción de la I+D+i, no todos los sectores industriales tienen comportamientos homogéneos, por lo que es necesario adaptarse a cada uno.

Centrándonos en el caso del sector de la carretera, vamos a ver algunas características que pueden determinar qué tipo de medidas se pueden utilizar para potenciar el uso de la innovación. La primera cuestión es conocer cuál es el nivel de inversión en I+D+i que se lleva a cabo en el sector. De acuerdo con el estudio llevado a cabo por la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC), en el periodo transcurrido entre 2010 y 2014 se han identificado más de 250 proyectos de investigación, que han supuesto una inversión de más de 215 millones de euros en dicho intervalo de tiempo. En términos porcentuales, calculado a partir de las inversiones realizadas en carreteras por las administraciones públicas (exceptuados los ayuntamientos), la inversión en I+D+i ha sido del 0,75%.

Estas cifras muestran un importante esfuerzo en I+D+i, pero necesitan ser mejoradas para llegar a los niveles del 3% que recomienda la Comisión Europea (España, en 2013, invirtió un 1,24% de su PIB en esta materia). También es cierto que no todos los sectores requieren un esfuerzo similar, y así, en el caso de las carreteras, las áreas relacionadas con la construcción empiezan a tener un menor peso relativo, mientras que se empieza a notar un desplazamiento del esfuerzo de I+D+i hacia áreas relacionadas, consideradas, hasta no hace mucho, como secundarias en el conjunto de la infraestructuras viarias, como son ITS, gestión del tráfico, movilidad urbana o la interacción de vehículos con la infraestructura. También merece destacarse el esfuerzo realizado en tecnologías relacionadas con la sostenibilidad y el medio ambiente.

Tratándose de un sector en el que prácticamente la totalidad de los clientes son administraciones públicas, en el informe Cotec 2014, en el capítulo de opiniones de expertos sobre la evolución del sistema español de innovación, al consultarles si consideran un problema que las compras públicas de las administraciones no utilizan su potencial para impulsar el desarrollo tecnológico, un 58% considera este problema como muy importante y un 30% como importante. Tan sólo un 12% lo valoró como poco importante.

Como conclusión, puede afirmarse que, si bien el sistema ciencia-innovación del mundo de la carretera necesita seguir aumentando el esfuerzo en I+D+i, los resultados más rápidos en la promoción de la innovación podrían conseguirse mediante una adecuada promoción e implantación de la compra pública innovadora, ya que permitiría valorizar un importante acervo de conocimiento y tecnología que en estos momentos no tiene una debida aplicación.

#18

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Los pavimentos asfálticos son reutilizables y uno de los mayores recursos renovables” (Editorial, número 14)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE



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.



Compra Pública para la Innovación



Angel Sampedro

Director Ingeniería Civil /
Caminos. Universidad
Alfonso X el Sabio (UAX)

Desde que, en julio de 2010, fuera aprobada la Estrategia Estatal de Innovación (e2i), las Administraciones Públicas Españolas tienen la obligación de implicarse, junto con el resto de agentes sociales y económicos, en el fomento de la innovación, cuyo instrumento principal es la Compra Pública Innovadora (CPI), aunque, en opinión del autor, y de otros profesionales, sería más adecuado denominarla Compra Pública para la Innovación, de ahí el título de esta tribuna.

La CPI es una actuación administrativa de fomento de la innovación, orientada a potenciar nuevos mercados innovadores desde el lado de la demanda, a través del instrumento de la contratación pública. El objeto es alcanzar los niveles de inversión en I+D+i que nos acerquen al promedio de los países de la Unión Europea. El objetivo inicial fue que, a partir del año 2013, la CPI supusiera el 3% de las inversiones de la Administración General del Estado, objetivo que no ha llegado a cumplirse, y no se tiene aún una perspectiva clara de cuándo podría llegar a alcanzarse. Es importante recordar que, por ejemplo, en el año 2012, el 13% del PIB fue licitación pública.

Actualmente, son la Dirección General de Innovación y Competitividad y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), ambos pertenecientes al Ministerio de Economía y Competitividad (Mineco), los que se han encargado del impulso y financiación de los casos de CPI que ya se han llevado a cabo, pero entre los cuales no podemos contar, a día de hoy, con ninguno dentro de un sector claramente innovador, como es el de la pavimentación asfáltica.

En esta revista podemos leer, en cada número, resultados de los proyectos de investigación y desarrollo que las empresas miembros de Asefma llevan a cabo de forma continua, reflejando un sector que avanza, constantemente, en

las características y prestaciones de las mezclas bituminosas, y que, además, depende fundamentalmente de la contratación pública.

La CPI abre una puerta a la innovación en materia de pavimentación que el sector debe aprovechar. En ello está trabajando, de forma muy activa, la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC), y ya están sobre las mesas de distintas Administraciones, posibles casos de Compra Pública para la Innovación, pendientes del impulso y apoyo necesario.

Podemos citar como innovaciones, dentro del sector de las mezclas bituminosas, las técnicas de reciclado de firmes, capas de rodadura de altas prestaciones, mezclas fabricadas a menor temperatura, mezclas de alto módulo, mezclas con mayor durabilidad, mezclas con prestaciones especiales (ruido, clima, productos agresivos), valorización de subproductos, etcétera.

Resulta chocante ver cómo en otros sectores, como por ejemplo, el de tecnología hospitalaria, este instrumento ya se ha implantado en muchos casos, todos ellos en marcha y sin tener registrado ningún fracaso, mientras que, como se decía antes, en un sector también claramente innovador, como es el de la pavimentación asfáltica, no podemos contar, todavía, con ningún caso en marcha.

No obstante, el autor quiere mostrarse optimista y, por su conocimiento del medio, puede asegurar que no pasará mucho tiempo antes de que empecemos a tener las primeras experiencias ya plasmadas en nuestras carreteras. Ya se tienen noticias de algún caso de próxima implantación.

Y para seguir reforzando ese optimismo, aunque la CPI puede encajarse, perfectamente, dentro de la Ley de Contratos del Sector Público vigente, la nueva Ley, cuyo Borrador se ha hecho público en el mes de abril, contempla, dentro de las posibles formas de adjudicación de los contratos con las Administraciones Públicas, el procedimiento de asociación para la innovación, según el cual, mediante un Acuerdo de Colaboración entre el órgano de contratación y una o varias empresas, pueden realizar actividades de investigación y desarrollo respecto a obras, servicios y productos innovadores y su ulterior adquisición, cuando las soluciones dispo-

nibles en el mercado no satisfagan las necesidades del órgano de contratación.

De esta forma, las Administraciones Públicas podrán contratar, de cara a obtener soluciones innovadoras, tanto la fase de investigación y desarrollo como la posterior de obras, servicios o suministros resultantes, fomentando así la innovación empresarial, comprando los productos y servicios innovadores que realmente satisfagan las necesidades del mercado.

Sirva como falso consuelo el hecho de que el problema de falta de acceso de la innovación al mercado en el campo de las infraestructuras de carreteras no es un caso aislado de España, como bien ha puesto de manifiesto la DG-MOVE de la Comisión Europea.

Por todo ello, el autor entiende que, en el caso de la Compra Pública para la Innovación en el sector de la pavimentación asfáltica, se nos están acabando las excusas. Las Administraciones titulares de redes de carreteras tienen una gran cantidad de problemas que resolver y nuevas prestaciones que exigir a los firmes, y las empresas del sector están plenamente capacitadas para desarrollar las soluciones necesarias e innovadoras.

La innovación tecnológica es un pilar fundamental de cualquier país desarrollado y a la que se tienen que dedicar en cuerpo y alma empresas, centros tecnológicos y universidades. La innovación en la gestión (en este caso, las formas de licitar) es otra asignatura pendiente y complementaria a la innovación tecnológica, por lo que ambas resultan imprescindibles para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

#19

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

Mezclas asfálticas con altas tasas de RAP tras varios años en servicio muestran características similares a las de mezclas sin RAP (Art. Mezclas bituminosas en servicio con altas tasas de reciclado; número 14)

#INGENIERÍA

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze. Comparación con equipos de alto rendimiento empleados en campo

Marisol Barral, mbarral@campezo.com - Campezo Obras y Servicios, S. A.
José Antonio Navarro, janavarro@gipuzkoa.net - Diputación Foral de Gipuzkoa
Aurelio Ruiz, aurelio.ruiz@intevia.es - Ciesm-Intevia
Nuria Uguet, nuria.uguet@eurovia-es.com - Eurovia Management España

Cuando se extiende una capa de rodadura, una de las características superficiales exigidas es la resistencia al deslizamiento, por su gran incidencia en la seguridad en la conducción. Las prescripciones españolas en relación con la resistencia al deslizamiento de las capas de rodadura vienen definidas por la calidad del árido empleado, la resistencia a la fragmentación y al pulimento acelerado del árido grueso. En esta comunicación se presentan los resultados de un estudio realizado por la Diputación Foral de Gipuzkoa con la colaboración de Campezo Obras y Servicios, Ciesm-Intevia y Probisa, dirigido a la comprobación de la validez del equipo Wehner Schulze (UNE EN 12697-49) para la predicción de la resistencia al deslizamiento. Para ello se consideraron varios tramos de carretera, sobre los que se extrajeron testigos que se ensayaron mediante el citado equipo. Los resultados se contrastaron con las medidas de resistencia al deslizamiento realizadas durante dos años de servicio. Las principales conclusiones del estudio son que el equipo Wehner Schulze reproduce la evolución de la resistencia al deslizamiento que se produce en carretera, pero que necesita una calibración entre el número de ciclos aplicado por el equipo y el tráfico. Se han observado también algunas discrepancias con los resultados de campo, que deberían investigarse en nuevos estudios.

Palabras clave: coeficiente de rozamiento, resistencia al deslizamiento, Wehner Schulze

When laying a surface layer, one of the surface characteristics required by the Specifications is skid resistance. Much importance is placed on this characteristic because of the significant impact it has on driving safety. Spanish regulations regarding skid resistance of the surface layers are defined by the quality of aggregate used in the manufacture of the mixture, and the resistance to fragmentation and polished stone value of the coarse aggregate. This paper shows the results of a study carried out by the Provincial Council of Gipuzkoa (Spain) in collaboration with Campezo Obras y Servicios, Ciesm-Intevia and Probisa, aimed at checking the validity of the Wehner Schulze machine for predicting skid resistance. In order to study this, several cores were extracted and tested from different road sections. These results were compared to skid resistance measurements carried out over two years of service on the same stretches. The main conclusions reached from the study are that the Wehner Schulze equipment is able to reproduce the same trends for skid resistance as those observed in roads, but it needs a calibration between the number of passes of the Wheel and the traffic on the road. There are also some discrepancies to be analyzed in further studies.

Keywords: coefficient of friction, skid resistance, Wehner Schulze

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

1. Introducción

La resistencia al deslizamiento tiene una gran importancia para la seguridad de los usuarios de las carreteras y es uno de los criterios de aceptación y rechazo de la unidad terminada, establecido en los artículos 542 y 543 del PG-3 para la recepción de las obras. Por otra parte, la resistencia al deslizamiento se emplea también como indicador del estado del firme durante la explotación de la carretera para determinar el grado de seguridad que ofrece la rodadura y, en su caso, tomar medidas oportunas, además de constituir uno de los indicadores que se consideran en los contratos de conservación por niveles de servicio, actualmente vigentes.

La Diputación Foral de Gipuzkoa viene realizando estudios sobre la resistencia al deslizamiento de su red desde el año 2004. Los primeros resultados se presentaron en 2007, en el documento "Análisis del comportamiento de las mezclas bituminosas frente a la resistencia al deslizamiento", en el que se recogían las auscultaciones de este parámetro, medidas con una frecuencia trimestral, entre septiembre de 2004 y junio de 2006, sobre un total de treinta y nueve tramos de un kilómetro de longitud, aproximadamente.

En los estudios de la Diputación Foral de Gipuzkoa se pusieron de manifiesto las dificultades que surgen para la aplicación de la especificación actual de este parámetro en el PG-3, debido a las grandes variaciones estacionales que presenta en función de la época del año en la que se realiza la auscultación, así como por las oscilaciones año a año, es decir, al carácter estacional y flotante de esta característica [1]. Se vio, por tanto, que hay que modificar la manera en que se incluye en las especificaciones para poder tomar adecuadamente las decisiones sobre las actuaciones que hay que adoptar respecto a una capa de rodadura. Las modificaciones deben consistir en la definición de un procedimiento que elimine las posibles variaciones estacionales y anuales.

Como continuación del estudio realizado entre 2004 y 2006, la Diputación Foral de Gipuzkoa, a través de su Departamento de Movilidad e Infraestructuras Viarias, abrió un proyecto de investigación, basado en la auscultación, con una frecuencia trimestral, entre noviembre de 2011 y agosto de 2013, sobre un total de dieciséis tramos de un kilómetro de longitud, aproximadamente, empleando el mismo equipo tipo Griptest que se había empleado en el estudio anterior. El primer objetivo es establecer las relaciones

entre las características superficiales de las mezclas y las propiedades de los áridos para, en última instancia, proponer criterios y especificaciones que permitan analizar el diferente comportamiento frente a la resistencia al deslizamiento de distintos tipos de mezclas bituminosas empleadas en capa de rodadura. De aquí se deben poder definir, finalmente, unos valores mínimos que exigir para la resistencia al deslizamiento y un procedimiento que tenga en cuenta las variaciones estacionales.

Por otro lado, en el estudio de 2004 a 2006 se observó que el coeficiente de pulido acelerado de los áridos gruesos (PSV) no clasifica siempre los áridos según el comportamiento que se mide en carretera, es decir, que un árido con un coeficiente de pulido acelerado, PSV, mayor que otro puede comportarse luego peor en servicio. Además, resulta conocida la existencia de otros factores de diseño de las mezclas bituminosas, además del PSV del árido grueso y de la composición de la mezcla bituminosa, que pueden influir sobre la resistencia al deslizamiento de la capa de rodadura, como son el tamaño máximo del árido, el contenido y tipo de arena o árido fino, el polvo mineral y el tipo y contenido de ligante. Al no poderse caracterizar en laboratorio la influencia de los factores que intervienen en el proceso el contratista, no puede asegurar que, aun cumpliendo las exigencias respecto a los áridos, diseñando una composición de la mezcla adecuada, y posteriormente cumpliendo la medida de la macrotextura, se alcance finalmente la resistencia al deslizamiento exigida.

En consecuencia, sería de gran interés disponer de herramientas que permitan optimizar en laboratorio la dosificación de la mezcla bituminosa y que, además, puedan predecir la evolución del coeficiente de rozamiento durante la explotación para poder actuar a priori, antes de la puesta en obra y no con medidas correctoras posteriores a la entrada en servicio, como se hace actualmente.

A raíz de la aparición de la norma en proyecto EN 12697-49, en la que se describe una metodología para la determinación de la resistencia al deslizamiento de una mezcla bituminosa a nivel de laboratorio utilizando el equipo Wehner Schulze, y tras la visita que se realizó al laboratorio de investigación de Eurovia (Burdeos) para conocer el susodicho equipo, surgió la posibilidad de abrir una nueva línea de estudio sobre la resistencia al deslizamiento, en colaboración con Campezo Obras y Servicios, Ciesm-Intevia y Probisa, com-

parando la información obtenida a partir de la máquina de ensayo de laboratorio y los resultados de las auscultaciones realizadas en campo por la empresa Ciesm-Intevía, contratada por Diputación Foral de Gipuzkoa para dicho trabajo.

Esta comunicación presenta los resultados obtenidos del estudio comparativo realizado entre las mediciones obtenidas a nivel de laboratorio con el equipo Wehner Schulze y las mediciones de campo con equipos de alto rendimiento.

2. Planteamiento de la investigación

El planteamiento del estudio consiste en tomar testigos de los tramos a los que se ha hecho un seguimiento continuo para proceder a su ensayo mediante el equipo Wehner Schulze y comparar los resultados con los valores medidos mediante el equipo Griptester, para determinar la validez del Wehner Schulze para la predicción de la resistencia al deslizamiento bajo condiciones de servicio. Si se observase una relación razonable entre ambos resultados, se contaría con una herramienta poderosa para la estimación de la validez de áridos y fórmulas de trabajo de las mezclas bituminosas y de optimizar los diseños, teniendo en cuenta la resistencia al deslizamiento.

Para ello, se seleccionaron cinco tramos de los dieciséis utilizados en la investigación emprendida en 2011. Estos tramos tenían mezclas bituminosas discontinuas BBTM tipo A y B, que son las utilizadas normalmente como capas de rodadura en las carreteras del País Vasco. El conjunto de las mezclas tenía áridos gruesos de tres orígenes diferentes. Los tramos soportaban categorías de tráfico pesado tipo T 2 a T 00.

Una vez determinadas las curvas de evolución del coeficiente de rozamiento transversal (CRT) con el equipo Griptester como parámetro de la resistencia al deslizamiento, obtenidas a partir de las auscultaciones trimestrales en carretera, se realizó una campaña de extracción de testigos en los arcones de los tramos, con el fin de determinar la resistencia al deslizamiento a nivel de laboratorio, empleando el equipo Wehner Schulze.

Posteriormente, se han caracterizado las mezclas estudiadas (granulometría, contenido de ligante, etc.), así como los propios áridos utilizados (resistencia a la fragmentación y al desgaste, pulimento, etc.), con el fin de poder contrastar los resultados obtenidos con las características precisas de las mezclas.

Por último, se ha realizado un análisis de comparación y contraste entre las mediciones de la resistencia al deslizamiento y los resultados obtenidos en laboratorio con el equipo Wehner Schulze.

3. La resistencia al deslizamiento y su medida en el laboratorio

En la resistencia al deslizamiento intervienen varios mecanismos.

- Textura de la superficie

La textura de la carretera afecta a la interacción neumático-pavimento, y especialmente a la deformación del neumático y a la unión molecular de las superficies. Conviene aquí distinguir los tipos de rugosidades que presenta un pavimento y así hablar de megatextura, macrotextura y microtextura. Las dos últimas son las que están relacionadas con el pulimento de la capa superficial. Para distinguir cada una de ellas, se hace de acuerdo a las longitudes de onda y amplitudes que se resumen en la Tabla 1 [2].

La macrotextura la proporciona la disposición y proporción de los áridos y de los huecos. Los factores que aumentan la macrotextura son el tamaño máximo del árido y contenido de huecos, y es la responsable del drenaje del agua entre la interfaz neumático-carretera.

La microtextura depende en gran medida de la superficie de los áridos. Esta característica no es visible a simple vista. En general, los áridos presentan, inicialmente, una buena microtextura, pero debido al pulimento producido especialmente por el paso de vehículos pesados, esa característica suele ir empeorando. La aspereza de los áridos se requiere principalmente para que, en condiciones de humedad, ésta pueda romper la fina capa de agua

Tabla 1: Clasificación de la textura de la superficie en pavimentos.

Clase de textura	Longitud de onda (mm)	Amplitud (mm)
Macrotextura	0,5-50	0,1-20
Microtextura	<0,5	0,001-0,5

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

(<0,1 de profundidad) atrapada entre el neumático y la carretera, mejorando así el área efectiva de contacto.

- Fenómenos físicos

La variación de la resistencia al deslizamiento se debe, al menos, a cuatro fenómenos, que, a continuación, se enumeran y se comentan muy brevemente. Generalmente, los efectos citados no se dan de forma individual, sino que se pueden dar más de uno al mismo tiempo.

- Desgaste mecánico debido principalmente al pulido por la acción del tráfico

El pulido mecánico se debe principalmente a la fricción entre el neumático y la superficie de la carretera, la cual se acentúa por la presencia de polvo [3]. Los autores Tourenq y Fourmaintraux muestran que, dependiendo del tamaño de la partícula del polvo, pueden suceder dos mecanismos: el pulido "general", que tiende a redondear el árido, y el pulido "diferencial", que tiende a crear un perfilado de las caras de los áridos. La existencia del perfilado sólo es posible en las piedras poli-minerales, donde los minerales blandos, en los que la acción de pulido es significativa, definen valles y los minerales duros, que se ven afectados en menor medida que los minerales blandos, definen los picos. El pulido es mayor cuanto más tráfico pesado circule por la carretera.

- Decapado del ligante

Tras la construcción o rehabilitación de una carretera, la mezcla bituminosa extendida presenta una capa de be-

tún (cuyo grosor dependerá del tipo de mezcla, contenido y tipo de ligante en la mezcla), por lo que la microtextura de los áridos está enmascarada y la resistencia al deslizamiento en este primer momento no es muy elevada. El paso del tráfico elimina de forma progresiva el ligante superficial y comienza a incrementar la fricción neumático-pavimento. Generalmente, se asume que el ligante se ha eliminado de la superficie cuando se alcanza el máximo del coeficiente de rozamiento en las curvas de evolución. En este momento es cuando la microtextura debida al árido está expuesta al mecanismo de desgaste.

El tiempo que se tarda en eliminar el ligante de la capa de rodadura depende del tráfico, de las condiciones medioambientales y de las propiedades del ligante y de la mezcla. Por ello, no existe una regla única y se puede decir que suele variar entre seis meses a dos años después de la apertura al tráfico de la carretera [4,5].

- Variaciones estacionales

El efecto de las variaciones estacionales se puede ver a través de mediciones realizadas en distintos días, donde los valores más bajos de la resistencia al deslizamiento se logran al final del verano o en épocas secas, y el más elevado durante el invierno o en épocas húmedas [6, 7]. La variación es aproximadamente de tipo sinusoidal. Existen muchas explicaciones a este hecho, pero ninguna está soportada por resultados objetivos. La hipótesis más ampliamente extendida es que, en verano, las partículas de polvo se encuentran atrapadas entre el neumático y el pavimento, y esto actúa como abrasivo. Durante el invierno, las precipitaciones limpian la superficie de la carretera de las partículas finas y depositan partículas más gruesas, que ayudan a restaurar la textura [7,8].

- Efecto del envejecimiento

El envejecimiento se debe a las condiciones climatológicas (variaciones de temperatura, acción del oxígeno del aire, de la lluvia ácida) y puede mejorar la resistencia al deslizamiento. Se han observado incrementos del coeficiente de fricción en carreteras francesas de baja intensidad de tráfico [9].

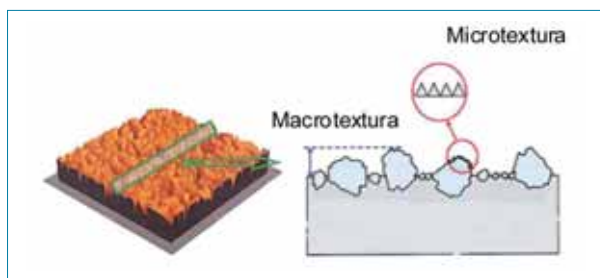


Figura 1. Imágenes de la microtextura y macrotextura de la superficie de un firme.

Por otro lado, la resistencia al deslizamiento de una mezcla bituminosa tiene una fase inicial desde la puesta en servicio hasta la pérdida de la película de betún que cubre los áridos de la superficie. Tras ella, una otra fase de disminución brusca y otra siguiente de estabilización, con variaciones estacionales, que decrece asintóticamente en función del tipo de mezcla, características del tráfico, condiciones ambientales, etcétera.

En las especificaciones españolas, la resistencia al deslizamiento de las capas de rodadura se controla en fase de diseño, mediante la determinación en laboratorio de la resistencia a la fragmentación y al pulimento acelerado del árido grueso, determinados a través de los respectivos coeficientes LA y PSV, respectivamente. Se actúa sobre estos parámetros seleccionando un árido que cumpla ambos requerimientos, aunque, recientemente, los Pliegos de Prescripciones han elevado las exigencias sobre estas características, de manera que, a veces, resulta difícil encontrar canteras próximas a las obras que puedan producir áridos de esa calidad para los tráficos más pesados.

Otro parámetro que se tiene en cuenta para controlar la resistencia al deslizamiento es la macrotextura superficial de la capa de rodadura, medida en la carretera mediante el ensayo del círculo de arena tras la terminación de la capa. Se considera que, cuanto mayor sea la macrotextura, hay más facilidad en la capa de rodadura para ofrecer una vía de salida al agua depositada en la superficie, ya que las condiciones críticas de resistencia al deslizamiento se dan en presencia de agua. Se puede actuar sobre la textura en fase de diseño mediante la composición de la mezcla y posteriormente en la puesta en obra mediante los procedimientos de compactación y terminación.

El primer método de simulación de la acción del pulido en laboratorio fue desarrollado en los años 50 por el TRL (Transport Research Laboratory). Como consecuencia, se redactó una Norma British Standard en 1960. Este método está incluido actualmente en la norma UNE-EN 1097-8, y tiene versiones en otras muchas normativas, como, por ejemplo, la ASTM D3319 de 1999. El método es únicamente válido para partículas de árido grueso, sin que se pueda tener en cuenta la composición de la mezcla bituminosa, ya que la forma curva de las muestras y su tamaño las hacen inviables para ensayar probetas de mezclas. Para resolver esta salvedad, se han realizado estudios de correlación con valores de campo de la resistencia al deslizamiento y se han desarrollado mo-

delos que relacionan el valor de PSV con las medidas de CRT en carretera, haciendo intervenir el tráfico y otros factores.

El ensayo y los modelos desarrollados han mostrado varios inconvenientes. El ensayo da un valor de resistencia al deslizamiento después de pulido, que se ha comprobado que no es el valor más bajo que se alcanza luego en carretera. Además, no siempre clasifica los áridos según su comportamiento en servicio. Se ha visto también que el cambio de régimen de los abrasivos puede hacer variar los resultados relativos entre distintos áridos. Los modelos de predicción también se han mostrado erráticos.

Estas circunstancias han hecho que se ponga en duda su validez para la estimación de la resistencia al deslizamiento de las mezclas bituminosas. Ha habido intentos de modificar el ensayo mediante cambios en el tiempo de pulido, incremento de la presión de la rueda durante el pulimento o desviación de la rueda con respecto al movimiento durante el pulido, sin que se haya llegado a conclusiones definitivas.



Figura 2: Equipo NCAT.

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

Por esta razón, se están contemplando otros equipos para pulir superficies de mezclas bituminosas. Hay varios equipos alternativos, pero los más extendidos son dos. Uno, desarrollado por el Nacional Center for Asphalt Technology (NCAT), que provoca el pulido de planchas de mezcla bituminosa mediante tres ruedas cargadas, y otro, desarrollado por los profesores Wehner y Schulze en la Universidad Técnica de Berlín en los años 70, en el que se utilizan unos rodillos de goma para esa función.

Este último equipo, recientemente mejorado y utilizado en varios países europeos, está mostrando resultados muy prometedores. Incluso las evaluaciones realizadas por el TRL, donde se originó el ensayo del PSV, señalan su promotor potencial para la estimación de la resistencia al deslizamiento.

4. Datos de los tramos de carretera analizados

A continuación, en la Tabla 2, se resumen los tramos en los que se ha centrado todo el estudio, y donde se han realizado la toma de muestras y las medidas de campo. Por cada tramo se extrajo un total de 3 testigos, en los puntos kilométricos indicados, dos testigos para el estudio del coeficiente de rozamiento a nivel de laboratorio y otro testigo para el análisis de las características de las mezclas.

Granulometrías de las mezclas bituminosas estudiadas

En las tablas 3 y 4 y figuras 3 y 4 se presentan las curvas granulométricas de las mezclas estudiadas en su correspondiente huso granulométrico.

Las granulometrías de las mezclas analizadas encajan, en general, en los husos respectivos. Como características más destacables, está el elevado contenido de árido grueso en la mezcla tipo A con árido siderúrgico y el elevado contenido de betún (teniendo en cuenta su peso específico) de la misma mezcla. Por otro lado, tanto las mezclas BBTM A como la B con ofita del tipo diabasa tienen contenidos de finos elevados.

Todas las mezclas bituminosas presentan el mismo tamaño máximo de árido de 16 mm. La diferencia que existe entre ellas se debe al tipo de mezcla BBTM B o BBTM A y la naturaleza de los áridos.

Características físicas de los áridos

Las características físicas de los tres tipos de áridos que componen las mezclas bituminosas estudiadas se presentan en la Tabla 5.

Se hace una distinción entre dos tipos de ofitas, ya que el término 'ofita' corresponde a una denominación local de roca, que se relaciona fundamentalmente con la textura y co-

Tabla 2: Datos de Identificación de cada tramo estudiado.

Carretera	Puntos kilométricos de la toma de muestra	Tipo de mezcla	Antigüedad	Tipo de árido	Categoría de tráfico
A-15 Construcción de la variante de la carretera GI-131 en Urnieta	p.k. 161,000 y 162,000	Tipo B	Diciembre de 2009	Ofita (Basalto)	T1 (IMD2011 = 22.283).
N-I Rehabilitación estructural del firme de la N-I entre los p.k. 438,610-442,300 y 444,020-445,340 en sentido Vitoria-Irun.	p.k. 439,600 y 440,600	Tipo B	Octubre de 2010	Ofita (Diabasa)	T00 (IMD2011 = 46.931).
N-I Rehabilitación estructural del firme de la N-I entre los p.k. 429,130-435,050	p.k. 431,000 y 430,000	Tipo A	Noviembre de 2011	Ofita (Diabasa)	T00 (IMD2011 = 37.551).
GI-627 Rehabilitación estructural del firme de la GI-627 entre los p.k. 30,000-36,900	p.k. 33,000 y 34,000	Tipo A	Abril de 2010	Ofita (Basalto)	T2A (IMD2011 = 9.225).
GI-627 Rehabilitación estructural del firme de la GI-627 entre los p.k. 42,360-46,100.	p.k. 43,000 y 44,000	Tipo A	Julio de 2009	Siderúrgico de horno eléctrico	T2A (IMD2011 = 13.568).

Tabla 3: Granulométricas y contenido de ligante de las Mezcla BBTM 11A con los diferentes tipos de áridos.

Tamaño partículas (mm)	% Pasa				
	Huso BBTM 11A		Tipo A Ofita (Diabasa)	Tipo A Ofita (Basalto)	Tipo A siderúrgico
16	100	100	100	100	100
11,2	100	90	99	94	99
8	82	62	80	71	74
4	38	28	35	38	26
2	35	25	28	28	24
0,5	22	12	17	15	18
0,063	9	7	9,1	7,5	7,2
% betún s/m	-	-	4.89	5.10	4.80

Tabla 4: Granulométricas de las Mezcla BBTM 11B con los diferentes tipos de áridos.

Tamaño de las partículas (mm)	% Pasa			
	Huso BBTM 11B		Tipo B Ofita (Basalto)	Tipo B Ofita (Diabasa)
16	100	100	100	100
11,2	100	90	95	98
8	80	60	68	74
4	27	17	31	32
2	25	15	23	26
0,5	16	8	13	16
0,063	6	4	6,5	8,2
% betún s/m	-	-	4.79	5.03

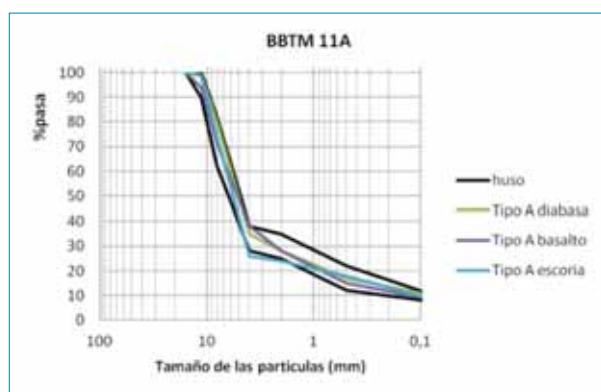


Figura 3. Curvas granulométricas de las mezclas bituminosas tipo BBTM 11A.

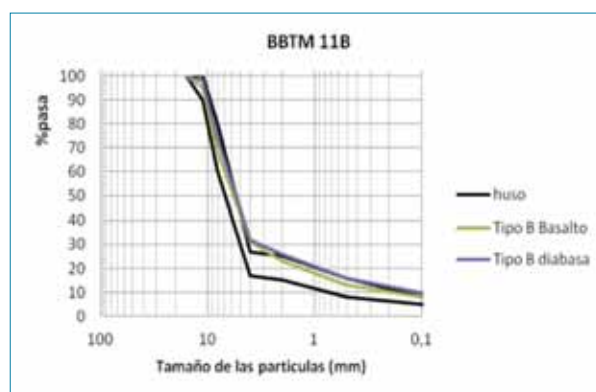


Figura 4. Curvas granulométricas de las mezclas bituminosas tipo BBTM 11B.

Tabla 5: Características físicas de los distintos áridos.

Tipo de árido	Tamaño máx. (mm)	Densidad (Mg/m³)	PSV	LA	MDE
Ofita (Basalto)	16	2.76	53	15	25
Ofita (Diabasa)	16	2.93	52	11	14
Siderúrgico	16	3.30	54	16	7

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

Tabla 6: Contenido de carbonato cálcico en la fracción fina 0.063/2 mm.

Tipo de mezcla	Contenido de carbonatos
Tipo B Ofita (Basalto)	38.8
Tipo B Ofita (Diabasa)	54.5
Tipo A Ofita (Diabasa)	63.8
Tipo A Ofita (Basalto)	53.3
Tipo A siderúrgico	59.1

lor, y no está reconocido en la normativa europea. Las ofitas son generalmente diabasas, que se definen como rocas ígneas subvolcánicas de tipo dolerítico, formada por piroxenos, plagioclasas calco-sódicas y en ocasiones cuarzo. Pero también se conocen como ofitas algunos basaltos que son rocas ígneas extrusivas que se forman a partir de lavas y piroclastos en la superficie de la tierra, de color muy oscuro, y que puede presentar cristales de piroxeno y olivino. Los basaltos, de origen más superficial, tienen características mecánicas distintas a las diabasas y presentan mayores alteraciones.

El denominado árido siderúrgico es una escoria negra de acería de horno eléctrico tratada como árido para carreteras.

Se observa que los áridos de mayor densidad son los áridos siderúrgicos, seguidas de las diabasas y, por último, los basaltos. El PSV es similar en todos los áridos analizados, y está comprendido entre 52 y 54. El ensayo Microdeval indica que las ofitas de tipo basalto presentan algún tipo de alteración.

Contenido de finos calizos

Se ha analizado el contenido de carbonatos de la fracción fina 0.063/2 mm, según la norma UNE 103200 de cada una de las mezclas para determinar el tipo de finos utilizado, calizos u ofíticos, por si pudiesen tener influencia en la resistencia al deslizamiento, de lo que se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 6.

Se observa que todas las mezclas, salvo una, tienen más del 50% de finos calizos y únicamente en una de ellas (Tipo B ofita-basalto) predominan los ofíticos. En el caso del árido siderúrgico, la proporción en peso del 59,1% de carbonatos significa que, teniendo en cuenta el peso específico de cada árido, había un volumen de finos calizos muy elevado.

5. Mediciones del coeficiente de rozamiento a nivel de laboratorio

Descripción de la máquina Wehner Schulze (EN 12697-49)

La máquina Wehner Schulze (WS) es el único equipo de ensayo normalizado a día de hoy en Europa que permite el pulimento acelerado de una mezcla bituminosa en el laboratorio. Además, se trata de un equipo muy versátil, ya que se pueden ensayar tanto mezclas bituminosas fabricadas en laboratorio como testigos e incluso áridos. Por tanto, permite estudiar y evaluar el comportamiento frente al pulimento de diferentes mezclas bituminosas (o áridos) antes de su puesta en obra y predecir la evolución de la adherencia con el tiempo, teniendo en cuenta las características de los materiales constituyentes.

En España todavía no existe ningún equipo de este tipo. Por ello, el estudio que aquí se presenta se ha realizado en el centro de investigación que Eurovia-Probisa tiene en Burdeos, Francia (CRM).

En la Figura 5 se muestra una foto de la máquina WS.

La máquina permite realizar el pulimento y la medida del coeficiente de fricción con el mismo dispositivo. Consta de dos cabezales, uno con el que se realiza el pulimento y otro con el que se realiza la medida del coeficiente de rozamiento.

El pulido se realiza mediante tres conos de caucho revestidos de una capa de goma estriada acoplados a una cabeza que hace movimientos planetarios sobre la superficie de la probeta. La acción de pulimento es reforzada por la aportación de manera continua de una mezcla de abrasivo y agua. El abrasivo es filler de cuarzo. Las características del sistema de pulido son las siguientes:

- Frecuencia rotacional: 8,3 Hz (500 r.p.m.) equivale a una velocidad lineal de 17 km/h.
- Presión de contacto entre los conos y la superficie de la muestra de aproximadamente 0,4 N/mm² (para coches ligeros, la presión del neumático es aproximadamente 0.2 N/mm²).
- Tasa de deslizamiento entre el 0,5% y 1% (similar entre el neumático y la carretera).

La medición del coeficiente de rozamiento se realiza mediante un dispositivo compuesto por un disco sobre el que se



Figura 5: Máquina de la Wehner Schulze.

acoplan 3 pequeños patines o zapatas en ángulos de 120° (área 4 cm^2 , ver Figura 5).

Para determinar el coeficiente de rozamiento, el disco se posiciona a unos pocos milímetros de la superficie de la probeta y se pone en rotación a una velocidad circular de aproximadamente 100 km/h . Cuando alcanza esta velocidad, se proyecta agua sobre la probeta para evitar su calentamiento por fricción, y es entonces cuando el cabezal se apoya sobre la misma, con una presión de contacto entre la goma y la muestra de $0,2 \text{ N/m}^2$, se para el motor y se deja que el rozamiento entre los patines de goma y la probeta produzca una deceleración hasta la parada total del disco. Se registra la curva de frenado (coeficiente de fricción frente a la velocidad) y el valor del coeficiente de rozamiento a 60 km/h , que se denomina coeficiente de Wehner Schulze, μ_{WS} .

Las muestras que se ensayaron fueron, como se ha indicado anteriormente, testigos de diferentes tipos de mezclas bituminosas extraídas de la carretera. Se extrajeron dos testigos de 250 mm de diámetro por cada tipo de mezcla y tramo y se cortaron posteriormente en el laboratorio a un espesor de 4 cm .

La superficie pulida es un anillo de aproximadamente 16 cm de diámetro y 6 cm de ancho (Figura 6).

La máquina se puede programar para que pare después de una serie de rotaciones. En cada parada, se proyecta agua

sobre la superficie de la muestra a 500 rpm , con el objeto de lavar la superficie. Después del pulido y lavado se traslada manualmente a la zona donde está el cabezal de medida de la fricción o coeficiente de rozamiento.

A continuación se describe el protocolo seguido en este trabajo para la determinación de las curvas de evolución del coeficiente de fricción:

- Para representar bien el inicio de la curva, entre 0 y 20.000 ciclos, se realizan medidas de coeficiente de rozamiento a los siguientes ciclos de pulido: 0, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000 y 15.000.
- A continuación se realizan medidas de coeficiente de rozamiento en intervalos mayores: 20.000, 50.000, 90.000 y 180.000.



Figura 6: Muestra de un testigo antes de su pulido (izquierda) y después de su pulido (derecha).

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

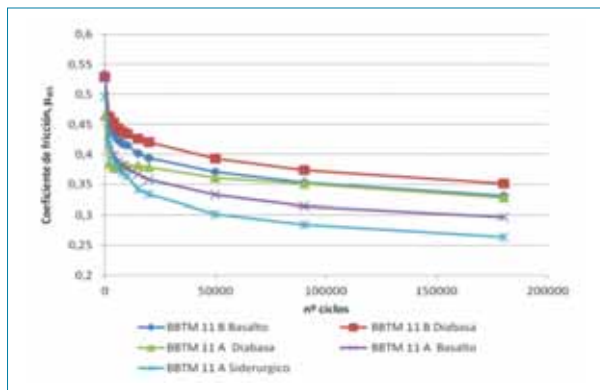


Figura 7: Curvas promedio de evolución del coeficiente de rozamiento a nivel de laboratorio.

En la Figura 7 se presentan las curvas promedio de evolución del coeficiente de fricción de Wehner Schulze, μ_{WS} , en función del número de ciclos utilizados para el pulimento de la probeta.

Las curvas de la Figura 7 definen la evolución del coeficiente de rozamiento de cada mezcla bituminosa estudiada y el coeficiente de fricción medido para los distintos ciclos de pulido. Las curvas representan los resultados medios de dos probetas. Las dispersiones estuvieron comprendidas entre 0,04 y 0,06 puntos, excepto en el caso de las escorias para el que fueron prácticamente coincidentes.

Con el objetivo de poder estimar el resultado de la resistencia al deslizamiento en medidas en carretera, es necesario convertir los ciclos de pulido con la WS a número de vehículos pesados. Para ello, Tang [9] propone la siguiente relación (ver ecuación 1) entre la duración del pulimento, o lo que es lo mismo, el número de ciclos (N) en la máquina WS y el número acumulado de vehículos pesados (T).

$$N = 0,024 \times T \text{ (ec. 1)}$$

Por lo tanto, a partir de la ecuación 1 se puede determinar el tráfico requerido para causar el mismo pulimento que con la máquina WS, dividiendo el número de ciclos por 0,024. Así, por ejemplo, 180.000 ciclos representan 7,5 millones de vehículos pesados.

El siguiente paso sería convertir la evolución de la resistencia al deslizamiento con el tráfico basado en la máquina WS en resistencia al deslizamiento medida con equipos de campo como por ejemplo el SCRIM. Huschek [10] propone la siguiente relación entre los valores CRT determinados a la velocidad de 80 km/h usando el SCRIM alemán y el coeficiente de fricción (μ_{WS}) obtenido con la WS.

$$CRT (80 \text{ km/h}) = (0,96 \mu_{WS} + 0,06) \times 100 \text{ (ec. 2)}$$

Finalmente, se puede obtener el CRT a 50 km/h mediante la expresión contenida en la Norma de UK HD28/04:

$$\begin{aligned} \text{NCRT} (50 \text{ km/h})/100 &= \\ &= CRT (80 \text{ km/h}) + (80 \times 2,18 \times 10^{-3} - 0,109) \text{ (ec.3)} \end{aligned}$$

Las transformaciones correspondientes dan lugar a la Tabla 7 de resultados.

6. Medida de la resistencia al deslizamiento en carretera

Para determinar la resistencia al deslizamiento en campo de un firme existe una gran variedad de equipos de medida, basados todos ellos en diferentes principios de funcionamiento. En España, la Dirección General de Carreteras del Ministe-

Tabla 7: CRT estimado en función de los vehículos pesados acumulados.

Tramo	Vehículos pesados equivalentes acumulados (x10 ⁶)										
	0	0,08	0,16	0,30	0,33	0,40	0,60	0,80	2,00	4,00	8,00
A-15 Basalto	63,8	55,4	54,2	53,2	52,6	52,4	51,1	50,4	48,2	46,4	44,3
N-I Diabasa	63,3	57,0	56,1	55,2	54,6	54,2	53,5	52,9	50,3	48,4	46,2
N-I Diabasa	57,1	49,4	48,8	48,7	49,2	49,1	49,2	48,9	47,1	46,2	44,0
GI 627 Basalto	63,2	52,7	50,8	49,8	49,1	48,6	47,8	47,0	44,5	42,7	41,0
GI 627 Siderúrgico	60,2	52,7	50,1	49,1	48,0	47,4	45,3	44,6	41,5	39,9	37,9

rio de Fomento exige, en su Pliego de Prescripciones Técnicas para carreteras (PG-3), que la resistencia al deslizamiento se mida mediante un equipo de rozamiento transversal tipo SCRIM, pero existen otras alternativas también normalizadas, entre las cuales destaca el equipo denominado Griptester. Este equipo, también de alto rendimiento, está normalizado mediante norma UNE CEN/TS 15901-7 y es de utilización generalizada, tanto en Europa como en EEUU. Hay estudios de correlación con el SCRIM de fiabilidad contrastada, lo que permite trasladar directamente los resultados y esto ha permitido que un cierto número de empresas se hayan dotado de él, y a su vez, distintas administraciones diferentes a la estatal, como es el caso de la Diputación Foral de Gipuzkoa, lo emplean en la auscultación de sus carreteras.

A continuación se representan, en las figuras 8 y 9, las curvas de evolución del valor medio de la resistencia al deslizamiento para los cinco tipos de mezclas analizadas y para todas las campañas realizadas entre el mes de noviembre de 2011 y agosto de 2013.

Puede verse que, para cada uno de los tramos, hay fuertes variaciones estacionales. Así, por ejemplo, tomando los resultados del año 2012 y representando los valores máximos y mínimos de ese año, se tiene que:

Los valores más elevados de este año 2012 se produjeron siempre en noviembre y los más reducidos en agosto.

En estas condiciones, no es posible definir claramente un valor de resistencia al deslizamiento que se pueda comparar

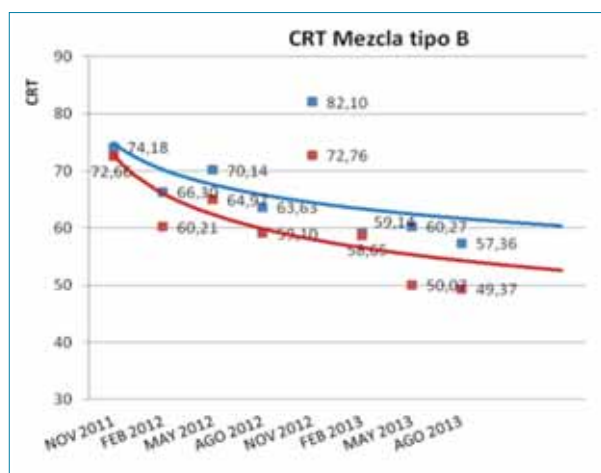


Figura 8: Curvas de evolución del coeficiente de rozamiento a nivel de campo para las mezclas tipo BBTM B: basalto (curva azul), diabasa (curva roja).

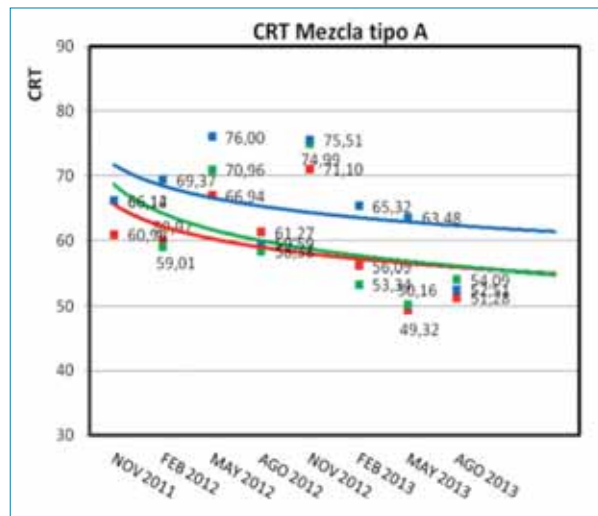


Figura 9: Curvas de evolución del coeficiente de rozamiento a nivel de campo para las mezclas tipo BBTM A: diabasa (curva roja), siderúrgico (curva verde), basalto (curva azul)

Tabla 8: Variaciones estacionales del CRT para el año 2012.

Tramo	CRT Máx.	CRT Mín.	Variación
BBTM B			
A-15 Basalto	82	63	19
N-I Diabasa	73	59	14
BBTM A			
N-I Diabasa	71	61	10
GI 627 Basalto	75	59	16
GI 627 Siderúrgico	75	58	17

con el equipo del laboratorio. Se decidió tomar como valores de referencia los más reducidos, medidos en agosto. Se tienen así las siguientes resistencias al deslizamiento mínimas que se dan en la Tabla 9, cuando se realizó la medida en verano de 2013 y 2012:

Macrotextura de las mezclas bituminosas

La macrotextura media se resume en la Tabla 10, en la que se presentan, para cada tipo de mezcla, los valores medios obtenidos mediante equipo láser calibrado de acuerdo a la Norma NLT -335.

Todas las texturas son superiores a 1,0.

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

Tabla 9: Resistencias al deslizamiento mínimas.

Tramo	CRT MIN			
	2012		2013	
	Media	Desviación	Media	Desviación
BBTM B				
A-15 Basalto	63	3,3	57	5,1
N-I Diabasa	59	3,7	49	4,6
BBTM A				
N-I Diabasa	61	4,3	51	2,9
GI 627 Basalto	59	3,0	52	3,4
GI 627 Siderúrgico	58	4,9	54	5,0

Tabla 10: Macrotextura obtenida en los diferentes pavimentos.

Tipo de rodadura	Textura (valor medio)
BBTM 11A (Basalto)	1,36
BBTM 11A (Diabasa)	1,32
BBTM 11A (Siderúrgico)	1,26
BBTM 11 B (Diabasa)	1,14
BBTM 11B (Basalto)	1,07

7. Análisis de resultados

Se observa que la máquina Wehner Schulze obtiene curvas de evolución que coinciden con las teóricas de la resistencia al deslizamiento en carretera, salvo en lo que se refiere a la fase inicial de pérdida de ligante, que no aparece en los resultados, aunque hay referencias de otros estudios en los que sí se encuentra esta fase.

En el ensayo aparece una caída inicial elevada, seguida de una fase de reducción ligera pero continua, como es usual en carretera. Las líneas de evolución de esta última fase parecen paralelas, salvo en el caso de la ofita Diabasa en la mezcla tipo A.

Tiene también interés que las mezclas que aparecen con mayor resistencia al deslizamiento son las BBTM 11B. Esto puede ser debido a una mayor presencia de huecos y macrotextura respecto a las BBTM 11A que hacen que la adherencia neumático-pavimento sea mayor.

Respecto a la naturaleza del árido, se aprecia que la mezcla que presenta más adherencia es la fabricada con árido tipo diabasa, seguido de la elaborada con árido basalto y, finalmente, la que presenta menores coeficientes de rozamiento es la que se fabrica con árido siderúrgico.

La clasificación de áridos dada por este equipo no se corresponde con los valores de coeficiente de pulimento acelerado (PSV) obtenido de los áridos de cada una de las canteras $PSV_{diabasa} < PSV_{Basalto} < PSV_{Siderúrgico}$, que asignaba al árido siderúrgico el mayor valor de PSV.

La mezcla que contiene una menor proporción de árido fino calizo, tipo B Basalto, tiene un elevado coeficiente de rozamiento en laboratorio, y la que tiene mayor proporción en volumen de árido fino calizo tiene un coeficiente de rozamiento bajo, aunque estas conclusiones sobre el contenido de áridos finos calizos hay que verlas con una cierta precaución.

En la Tabla 11 se muestran los resultados de resistencia al deslizamiento mínimas, junto con el número de vehículos pesados acumulados en verano de 2012 y 2013.

En relación con las medidas efectuadas en carretera, y atendiendo a los valores de CRT más reducidos, que son los obtenidos en verano de 2013, se observan coeficientes de resistencia al deslizamiento entre 49 y 57. Sobre las mezclas bituminosas caracterizadas habían pasado distintos volúmenes de tráfico pesado, por lo que, en la comparación de resultados, conviene tener en cuenta esta circunstancia.

Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en el equipo WS, una vez realizada la transformación a da-

Tabla 11: CRT mínimo.

Tramo	2012		2013	
	CRT Mín.	VP Acum. (x 10 ⁶)	CRT Mín.	VP Acum. (x 10 ⁶)
BBTM B				
A-15 Basalto	63	2,8	57	3,8
N-I Diabasa	59	3,1	49	4,7
BBTM A				
N-I Diabasa	61	1,2	51	2,7
GI 627 Basalto	59	0,7	52	0,9
GI 627 Siderúrgico	58	0,5	54	0,7

Tabla 12: Comparación de resultados en carretera con WS.

Tipo de rodadura	CRT según WS	CRT medido en campo
BBTM 11A (Basalto)	47	57
BBTM 11A (Diabasa)	47	49
BBTM 11A (Siderúrgico)	46,5	51
BBTM 11 B (Diabasa)	46	54
BBTM 11B (Basalto)	45	52

tos de CRT a 50 km/h, según las ecuaciones 3 y 2. Teniendo en cuenta los datos correspondientes a agosto de 2013, se tienen los resultados que refleja la Tabla 12.

Se observa que los valores finales de resistencia al deslizamiento dados por el equipo WS son inferiores a los medidos en carretera y a los que se obtienen usualmente en carreteras con este tipo de mezclas y áridos, lo que indica que el efecto de pulido está muy acelerado y que hay que revisar la relación contenida en la bibliografía entre el número de ciclos y el tráfico acumulado.

Por otro lado, la clasificación relativa de las mezclas bituminosas entre los dos sistemas no coincide. La mezcla tipo BBTM 11 A Basalto da los resultados más elevados en CRT y WS, pero la que da un resultado inferior en CRT, BBTM 11 A Diabasa no es la de resultado inferior en WS.

Tampoco hay coincidencia entre el orden de resultados obtenido en carretera y el que se da con el ensayo de Coeficiente de Pulimento Acelerado (PSV).

Los orígenes de las diferencias pueden ser los siguientes:

- Las dispersiones de los resultados en carretera y laboratorio. Se puede observar que, si se consideran las desviaciones mediante un análisis de los intervalos de confianza de cada uno, es difícil obtener una clasificación clara de los tramos. Lo mismo puede decirse de los resultados de laboratorio.
- Las transformaciones de resultados realizadas mediante fórmulas propuestas por otros investigadores.

Dado el interés de este equipo para la estimación de la resistencia al deslizamiento y los buenos resultados obtenidos en otros países, especialmente en Alemania, se debería avanzar en el estudio de su validez en futuras investigaciones.

8. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos de la resistencia al deslizamiento, en este estudio comparativo realizado entre medidas obtenidas a nivel de laboratorio con el equipo WS y las mediciones de campo con el Griptester, se extraen las siguientes conclusiones.

- El equipo de laboratorio WS reproduce adecuadamente las curvas de evolución de la resistencia al rozamiento con respecto a las que se obtienen en carretera; es decir, en este estudio, se han observado dos etapas, una primera caída inicial brusca, seguida de una etapa de reducción del coeficiente de fricción ligera pero continua, como es usual, en carretera.
- En líneas generales se observa que los valores finales de resistencia al deslizamiento dados por la WS son inferiores

Análisis de la medida en laboratorio de la resistencia al deslizamiento de mezclas bituminosas con el equipo Wehner Schulze

a los medidos en carretera y a los que se obtienen usualmente en carretera con este tipo de mezclas y áridos, lo que indica que el efecto de pulido está acelerado y hay que revisar la relación contenida en bibliografía entre el número de ciclos y el tráfico acumulado.

- En cuanto a la clasificación por la naturaleza de los áridos, el ensayo de coeficiente de pulimento acelerado da una clasificación que no coincide con la clasificación dada por la WS ni por las medidas de campo.
- En relación a los tipos de mezclas BBTM estudiadas, el análisis, según la WS, nos indica que las mezclas BBTM tipo B presentan una mayor resistencia al deslizamiento que las de tipo A. Sin embargo, las mediciones de campo no son coincidentes.

En definitiva, el equipo de laboratorio WS es, sin duda, un equipo de gran interés para los contratistas y administraciones, por la información que es capaz de aportarnos en la etapa de diseño de la mezcla bituminosa, pero es necesario seguir investigando con el equipo para avanzar en el estudio de su validez, ya que en otros países, como Alemania y Francia, se están obteniendo buenos resultados.

9. Bibliografía

1. Highways Agency, HD 28/04, Skid Resistance, Design Manual for Roads and Bridges, Volume 7, Section 3, Part 1 (2004)
2. ISO 13473-1, Characterization of Pavement Texture by Use of Surface Profiles- Part-1: determination of Mean Profile Depth (1997).
3. C. Tourenq, D. Fourmaintraux, Road surface roughness and the properties of aggregates, Bulletin de Liaison des Laboratorios des Ponts et Chaussées 51, 61-69 (1971).
4. J. Bellanger, The performance and skid resistance of road surfaces, Bulletin de Liaison des Laboratorios des Ponts et Chaussées 185, 129-137 (1993).
5. J. Bellanger, G. Delalande, P. Dupont, Y. Ganga, Aggregate skid resistance trial sections: one-year results, Revue Générale des Routes et Aérodrômes, 717 40-43 (1994).
6. J.A. Navarro, S. Luzuriaga, J. Arnaiz, A. Ruiz Las capas de rodadura Bituminosa y la resistencia al deslizamiento. Carreteras, 180, 37-51, (2011)
7. J.J. Henry, W.E. Meyer, Prediction of aggregate and pavement polishing. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 29, 365-368 (1984)
8. J. Donbavand, D. Cook, Procedures for correcting seasonal variations, Proceedings of the conference "surface friction", 1-4 May 2005.
9. Minh Tan D., Zhenzhing T., Malal K. François de L. pavement polishing-Development of a dedicated laboratory test and its correlation with road results. Wear, 263 36-42, (2007).
10. Tang Z. PhD Thesis, LCPC, "Influence of polishing due to traffic on the evolution of pavement skid resistance" France, 2007
11. Huschek, S., "Experience with resistance prediction based on traffic simulation" Proceedings of the 5th International Symposium of Pavement Surface Characteristics, 6-10 June, Toronto, Canada 2004

#20

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

**“El coste de mantenimiento de las estructuras viarias con firmes asfálticos se reduce al reutilizar el RAP en mezclas recicladas”
(Art. 10 grandes respuestas sobre reciclado; número 3)**

#HECHOS_ECONÓMICOS

Diseño y dosificación de mezclas bituminosas. Metodología ALEAS

Jesús Felipo, jfelipo@pavasal.com
Pavasal

Alberto Bardesi, abardesi@repsol.com
Repsol

Andrés Costa, acosta@ohl.es
Asfaltos y Construcciones ELSAN, S. A.

Félix Pérez, edmundoperez@upc.edu
Universidad Politécnica de Cataluña

Juan José Potti, jjpotti@asefma.com.es
ASEFMA

Julio del Pozo, juliodelpozo@telefonica.net
Sorigué

Aurelio Ruiz, aurelio.ruiz@ciesm-intevia.es
CIESM-Intevia

ALEAS (Asociación de laboratorios de entidades asociadas a ASEFMA) fue creada con el objetivo de aprovechar el potencial tecnológico de las organizaciones que componen ASEFMA para avanzar en la mejora e innovación de las tecnologías relacionadas con las mezclas bituminosas y, más concretamente, con los aspectos relativos a las materias primas y producto terminado. Desde su fundación, ALEAS ha desarrollado diferentes trabajos técnicos que han dado como resultado publicaciones en congresos y en revistas del sector. Entre ellos destacan los trabajos relativos a la metodología de compactación giratoria o al ensayo de resistencia a la deformación permanente. En la actualidad, uno de los trabajos que se está realizando en el seno de ALEAS es intentar proponer una metodología para el diseño y dosificación de las mezclas bituminosas. Siendo conscientes de la magnitud de la tarea, el desafío surge del deseo de resolver una serie de situaciones que se han planteado en los últimos tiempos.

Palabras clave: mezclas bituminosas, diseño, dosificación, ALEAS, ensayos

ALEAS (Association of laboratories of entities associated to Asefma) was founded with the aim of exploiting the technological potential of organizations which make up Asefma in order to progress on improvement and innovation of technologies related to bituminous mixes and, more specifically, to aspects concerning raw materials and finished products. Since it was founded, ALEAS has carried out various technical projects resulting in publications at congresses and in magazines of the sector. Amongst these, the most important were those related to the gyratory compaction method or the test of resistance to permanent deformation. Currently, one of the projects that are being carried out within ALEAS focuses on proposing a methodology regarding design and dosage of bituminous mixes. In spite of the magnitude of the task, this challenge arises from the wish to resolve a series of recent situations.

Keywords: bituminous mixes, design, dosage, ALEAS

1. Introducción

Existen, al menos, tres razones importantes para desarrollar una nueva metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas en España:

- desaparición del criterio Marshall,
- necesidad de desarrollar una metodología de diseño para cubrir los nuevos tipos de mezclas, definidos en la serie de normas 13108, así como intentar cubrir las nuevas metodologías de fabricación de mezclas bituminosas, y

- considerar los nuevos métodos de ensayo, derivados de la serie de normas EN 12697, para caracterizar las mezclas bituminosas.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se va a describir a continuación el trabajo realizado hasta el momento, que ha dado como resultado un primer borrador para describir la “Metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas de ALEAS”, que se encuentra en fase de revisión.

2. Aspectos generales

Tal y como se ha esbozado más arriba, se puede decir que existen razones objetivas para abordar esta tarea en estos momentos. La primera razón sería la desaparición, en la práctica, del ensayo de referencia más característico para el diseño de mezclas bituminosas en España que ha sido el ensayo Marshall. Este hecho se produce debido a los cambios normativos derivados de la aplicación de las series de normas europeas EN 13108 y EN 12697, donde dicho ensayo ha quedado como una referencia para mezclas empleadas en aeropuertos, pero no es una característica especificada en las mezclas bituminosas para carreteras.

Por otro lado, en el año 2008 quedaron aprobadas las normas de la serie EN 13108, que definen de una manera clara los diferentes tipos de mezcla bituminosa existentes en Europa. La metodología de diseño de mezclas puede ser diferente para cada tipo, aunque podrían ser situadas en un marco conceptual común. Como se puede observar, este cambio



Figura 1: Nuevos métodos de compactación en laboratorio.

fundamental es otra de las razones que ha llevado finalmente a la propuesta de metodología de diseño.

Si los cambios derivados por la ampliación de los tipos de mezclas bituminosas son una razón importante para tratar de desarrollar una metodología que considere todos los tipos de mezclas existentes en la actualidad, no lo son menos las consecuencias de la aparición de los ensayos de caracterización de las mezclas, establecidos en la serie de normas EN 12697. En el año 2008 se aprobaron 43 métodos de ensayos para la caracterización de las mezclas bituminosas y hoy ya se dispone de más de 50 ensayos.

La incorporación de la nueva normativa ha hecho necesaria una adecuación de los equipamientos en los laboratorios y cambios importantes en las metodologías de ensayo respecto a las antiguas normas NLT. Más allá de una serie de dificultades, tales como la adaptación de la normativa, la fijación de los valores límite para las propiedades de las mezclas determinadas con estos nuevos métodos, la falta de homogeneidad en los resultados, existencia de diversos equipos para la obtención de un mismo parámetro, etc, es evidente que estos nuevos métodos de ensayo permiten y obligan a considerar nuevos parámetros que pueden ayudar a caracterizar mezclas.

En definitiva, como se ha podido constatar, existen razones muy importantes, que han llevado a tomar la determinación de plantear esta metodología, esperando que pueda ser de ayuda para el sector.

Cuando se plantea la necesidad de establecer una metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas, la primera cuestión que hay que responder es cuál es el objetivo u objetivos de este diseño.

Desde un punto de vista general, y como primera aproximación, se puede decir que el objetivo fundamental de una metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas es obtener productos que sean capaces de cubrir las necesidades que se plantean en su empleo, cumpliendo los requisitos que son exigibles en servicio. Dichas necesidades pueden ser divididas, de forma muy genérica, en “necesidades estructurales” y “necesidades funcionales”, sin olvidar que el diseño de la mezcla debe tener en cuenta también las necesidades intrínsecas a la aplicación y puesta en obra.

El titular de la carretera debe asegurar que se cubren dichas necesidades. Por ello, habitualmente, los titulares de las vías han generado una serie de especificaciones y normati-

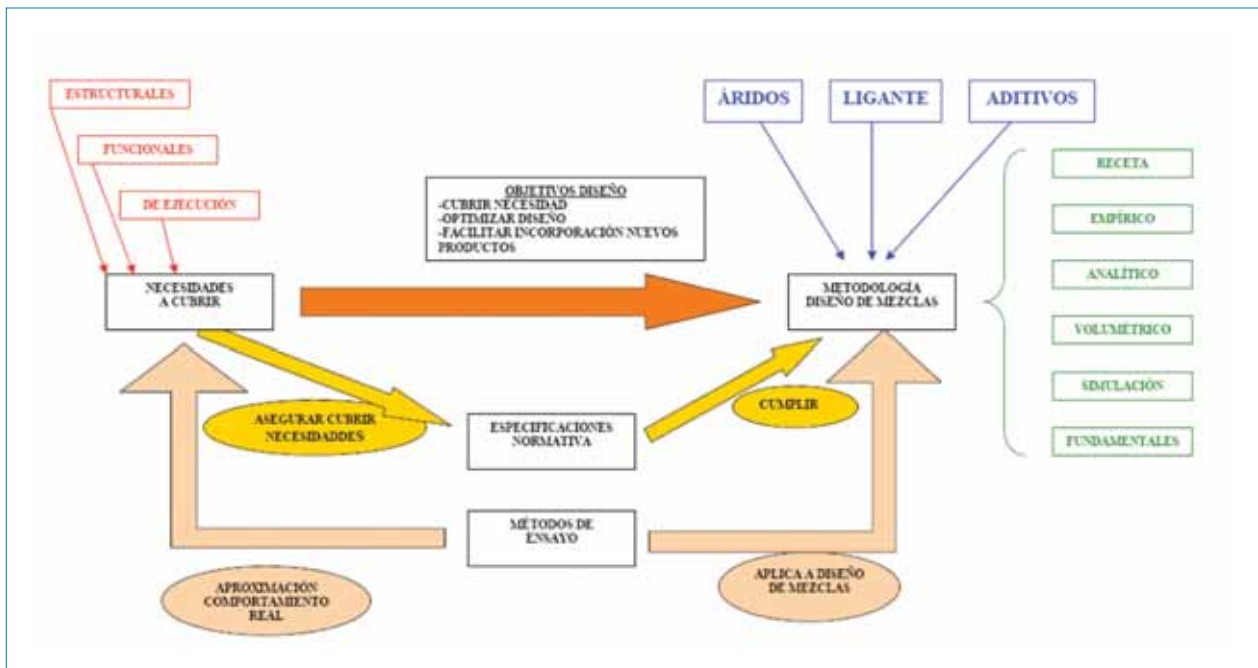


Figura 2: Marco general del diseño de mezclas.

vas de obligado cumplimiento para el suministrador que deben asegurar que el producto cumple las necesidades requeridas. Así, habitualmente, el diseño se ha orientado a fabricar mezclas bituminosas que cumplan estos requisitos establecidos en la normativa.

Los requisitos que deben cumplir las mezclas bituminosas están en función de una serie de factores, que denominamos “factores de diseño”, entre los que pueden destacar el tipo de tráfico, la posición en el firme, el tipo de firme... Dichos requisitos están también relacionados con las características o propiedades de las mezclas bituminosas. Así pues, es posible relacionar cuáles son las características que deben poseer las mezclas bituminosas que se van a emplear, en función de los factores de diseño de una forma cualitativa, intentando establecer posteriormente los valores límite de cada una de las características y propiedades analizadas.

Una vez definidas las necesidades y los requisitos que hay que cumplir, existen diferentes formas de alcanzar el objetivo propuesto, con diversas soluciones y variedad de productos bituminosos que se pueden aplicar, con una gran diversidad de metodologías de fabricación y puesta en obra. Es aquí donde surge una cuestión que no se debe olvidar, y es que todas las especificaciones se marcan tras la realización de una serie de ensayos normalizados sobre los mate-

riales a estudiar que se aplican tanto al diseño de los productos como al posterior control de calidad. Es posible que, para medir una misma propiedad, sea necesario emplear diferentes métodos de ensayo en función del tipo de producto y/o de la tecnología empleada.

Otra cuestión que se debe considerar es que, para adaptar el diseño de la mezcla bituminosa a los requerimientos, las herramientas que se poseen son las variaciones que se pueden realizar en las características y proporciones de los elementos fundamentales que conforman la mezcla, que, de forma muy genérica, son áridos, polvo mineral, ligante y, en algunos casos, aditivos.

Considerando los aspectos comentados, se plantea una metodología de diseño y dosificación de mezclas cuyos objetivos generales son los siguientes:

- Las mezclas obtenidas, diseñadas y dosificadas con esta metodología, deben cubrir los requerimientos que se exigen una vez colocadas en obra.
- La metodología debe tener en cuenta la posible optimización de las propiedades de la mezcla, en función de las necesidades o requerimientos que se deban satisfacer, considerando los diferentes criterios que puedan influir en el diseño, como son los criterios técnicos, económicos

y ambientales, los cuales deben ser ponderados para intentar obtener la mejor solución posible.

- La metodología debe facilitar la comparación entre diversas mezclas, de forma que las innovaciones en los productos puedan ser consideradas para su aplicación si ofrecen ventajas y cubren mejor las necesidades.

3. Metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas

3.1 Introducción

La utilización de una mezcla bituminosa, en la construcción de cualquiera de las capas de un firme de carretera o cualquier superficie pavimentada, es un proceso continuo en el tiempo, formado por una serie de etapas, todas ellas igual de importantes para el éxito final, considerando como tal el comportamiento del firme, bajo la acción del tráfico, como mínimo de acuerdo con las exigencias y prestaciones prescritas para la vida útil proyectada para el firme. El proceso completo está formado por las etapas siguientes:

- Diseño a nivel de proyecto del tipo de firme, de las capas que lo forman y de los tipos de mezclas y de los materiales que se utilizarán en cada capa.
- Diseño y dosificación a nivel de laboratorio de la mezcla bituminosa proyectada.
- Fabricación de la mezcla bituminosa (incluyendo el control de calidad en el proceso de fabricación y del producto fabricado).
- Preparación de la superficie a pavimentar.
- Transporte, extendido y compactación de la mezcla fabricada en la obra, en la capa y en el espesor definido. Control de calidad del proceso.
- Comprobación de las características finales conseguidas en la capa construida. Control de calidad.

Todas y cada una de estas etapas son importantes, y en cada una debe prestarse especial cuidado para conseguir que las características finales de la capa construida (espesor, densidad, adherencia entre capas, regularidad superficial y, en el caso de la capa de rodadura, textura y resistencia al deslizamiento) se correspondan con las características exigidas para la mezcla y para la capa diseñada en el proyecto.

La fase de diseño y dosificación de la mezcla bituminosa está dentro de la primera etapa y se sitúa inmediatamente después de la elección de la mezcla que se ha realizado en la fase de proyecto. En algunos casos, y dentro de la fase de proyecto, también se definen algunos materiales básicos, o al menos sus propiedades fundamentales, por lo que se debe valorar si es posible, de manera técnica y económica conseguir estos materiales.

En ocasiones, el proyecto sólo define unas condiciones generales para el tipo de mezcla que se va a utilizar y es necesario elegir las mezclas bituminosas específicas que se diseñarán. En este caso, y en función de las prestaciones y características definidas en el proyecto (tipo de capa, espesor de la misma, condiciones climatológicas de la zona, categoría de tráfico pesado a soportar...), se diseñará la mezcla.

De manera esquemática, el proceso de diseño de una mezcla bituminosa podemos dividirlo en las fases siguientes:

- Estudio de las condiciones de trabajo de la mezcla: tipo de infraestructura donde va a estar situada, categoría y características del tráfico que va a soportar, situación dentro del firme de la capa que se está estudiando, espesor, características de las demás capas del firme, climatología, geometría del trazado, considerando también si la actuación es una obra de nueva construcción o la rehabilitación de un firme.
- Determinación de las propiedades fundamentales que deberá cumplir la mezcla bituminosa a diseñar.
- Elección del tipo de mezcla más adecuado en función de todas las condiciones y propiedades anteriormente enumeradas e introduciendo un nuevo factor de valoración, muy importante, que es el criterio económico. En este apartado se deberán tener en cuenta las especificaciones existentes, las recomendaciones de las prescripciones técnicas del proyecto y la experiencia del diseñador en casos similares.
- Una vez elegido el tipo de mezcla bituminosa, se deberán definir algunas de sus características más importantes, como son tamaño máximo del árido, huso granulométrico del mismo, características mínimas exigibles a los áridos a utilizar, características del ligante, porcentaje, si es posible, a utilizar de material fresado en la nueva mezcla, contenido de huecos de la mezcla, y cualquier otra característica que se considere importante por las condi-

ciones y propiedades que deberá cumplir la mezcla que se está diseñando.

- Posteriormente se seleccionarán los materiales constituyentes más adecuados, que cumplan con los requisitos exigidos y que estén disponibles en la zona de influencia donde se va a utilizar (si es posible), fundamentalmente por motivos económicos. En la selección de los materiales constituyentes se incluye la elección de los áridos, del polvo mineral, de los aditivos (si fuesen necesarios), así como también la elección del ligante más adecuado para la mezcla bituminosa elegida y para las prestaciones y condiciones de trabajo específicas.
- Finalmente, una vez seleccionados los materiales constituyentes que se consideren más adecuados, se realiza la dosificación de la mezcla, determinando el contenido óptimo de ligante con procedimientos que pueden variar en función del tipo de mezcla y el criterio de cada país.

3.2 Métodos de diseño

Existen diversos criterios y métodos para el diseño y dosificación de una mezcla bituminosa en los diferentes países, utilizando en cada caso aquel método que consideran más adecuado para sus características y en función de su experiencia. En general, los distintos métodos de dosificación se pueden agrupar en cinco grandes tipos que son los siguientes:

- Métodos volumétricos, que buscan definir unos huecos en mezcla estimados como óptimos y unos huecos en áridos que permitan obtener los anteriores.
- Métodos basados en ensayos mecánicos, que buscan optimizar las resistencias de la mezcla bituminosa a algún tipo de deterioros (deformaciones plásticas, desintegración, etc.)
- Métodos basados en la superficie específica, que buscan dotar a la mezcla de una película de betún con un espesor adecuado.
- Métodos basados en la densidad máxima en los que se introduce el ligante necesario para conseguirla.
- Métodos del tipo “receta”, basados en repetir una dosificación de componentes con la que se tiene experiencia previa.

Es habitual que el método empleado en los diferentes países sea una combinación de dos o más métodos de los antes mencionados. En general, la mayoría de los países utilizan los

procedimientos volumétricos o basados en la superficie específica, los cuales no son de una gran precisión, por lo que se suelen completar con ensayos mecánicos de caracterización de las mezclas, que suelen ser diferentes en función del tipo de mezcla que se quiera diseñar.

3.3 Descripción de la metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas de ALEAS

A continuación se van a describir los trabajos que se están realizando, así como las líneas generales en las que se basa la metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas propuesta por ALEAS, que se encuentra en fase de revisión, de forma esquemática. Se van a enumerar los pasos que se plantean para poder diseñar y dosificar una mezcla bituminosa, incluyendo en cada uno de ellos comentarios que hacen referencia a las diferentes posibilidades que pueden surgir en la aplicación de la metodología propuesta.

Con objeto de realizar una descripción sencilla y facilitar su posible aplicación, se incluye un esquema gráfico donde se pueden ver los pasos a seguir, haciendo referencia en cada uno ellos a documentación que ha sido elaborada o está en proceso de elaboración como apoyo para la aplicación de la metodología.

El proceso descrito parte de la identificación de los factores de diseño que aplican en cada caso, para intentar asegurar que en el diseño de las mezclas bituminosas se van a tener en cuenta las propiedades que tienen repercusión en el resultado final de las propuestas planteadas.

A continuación se definen de forma esquemática los principales pasos que se han establecido en la metodología.

Paso 1: identificar los factores de diseño

Los factores de diseño se seleccionan de entre los considerados en una tabla, que se ha denominado “Propiedades de la mezcla en función de los factores de diseño”, donde se relacionan los factores de diseño fundamentales (tipo de firme, tráfico y posición en el firme), con las que se han considerado las propiedades relevantes de la mezcla.

En la tabla se valora la relevancia de cada una de las propiedades, en función del tipo de firme, del tráfico y de la posición en la capa, desde irrelevante a fundamental, con diferentes grados de importancia. Así se indica qué propiedades hay que tener más en cuenta, en función de los factores de diseño.

Diseño y dosificación de mezclas bituminosas. Metodología ALEAS

Además de los aspectos considerados en el cuadro anterior, existe también una serie de aspectos específicos, que en algunas aplicaciones pueden hacer que unas determinadas propiedades deban ser tenidas más en cuenta. Entre estos aspectos podemos destacar algunos, como las pendientes pronunciadas y prolongadas, zonas con vertidos, zonas con actuaciones para asegurar la vialidad invernal, zonas donde existen cargas puntuales (explanadas para contenedores), esfuerzos tangenciales elevados (glorietas)...

Una vez establecidos los diferentes factores para un determinado trabajo, será necesario definir qué propiedades van a ser las dominantes en cada caso para poder iniciar el proceso de diseño. Parece claro que, en función de la importan-

cia que pueda tener cada uno de los factores anteriormente planteados, el tipo de mezcla a emplear puede y debe ser diferente, diseñándose para el caso en cuestión.

Paso 2: identificar propiedades relevantes de la mezcla

Una vez seleccionados los factores de diseño en la tabla descrita en el apartado anterior, se identificarán las propiedades relevantes de la mezcla, considerando para el diseño aquellas que se consideran más importantes.

En este punto, también hay que identificar todas aquellas propiedades que puedan venir afectadas por requisitos específicos del contrato, que puedan ser requeridas por el

Tabla 1: Propiedades de la mezcla en función de los factores de diseño.

PROPIEDADES DE LA MEZCLA	TIPOS DE FIRME - TRÁFICO - POSICIÓN EN EL FIRME																		
	FLEXIBLE (<15 cm)					SEMIFLEXIBLE (>15 cm)					SEMIRRÍGIDO								
	LIGERO		MEDIO			MEDIO			PESADO		LIGERO		MEDIO			PESADO			
	Rodadura	Intermedia	Rodadura	Intermedia	Base	Rodadura	Intermedia	Base	Rodadura	Intermedia	Base	Rodadura	Intermedia	Base (1)	Rodadura	Intermedia	Base (1)		
Modulo de rigidez	1	2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	2	2	2	N.A.	2	2	N.A.
Adaptabilidad al soporte	2	4	2	3	3	1	2	3	1	2	2	0	0	0	0	N.A.	0	0	N.A.
Resistencia a fatiga	1	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	N.A.	0	0	N.A.
Resistencia a deformaciones plásticas (2)	1	1	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	N.A.	4	4	N.A.
Resistencia a la acción de agua (3)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	N.A.	4	4	N.A.
Resistencia a esfuerzos tangenciales	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	N.A.	
Resistencia a la desintegración	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	N.A.	
Resistencia a fisuración a bajas temperaturas	2	1	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	2	1	N.A.	2	1	N.A.
Resistencia a la fisuración por envejecimiento	3	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	3	0	N.A.	3	0	N.A.
Resistencia a fisuración mecánica (top-down)	0	0	1	1	0	2	2	1	3	3	2	0	0	1	1	N.A.	1	1	N.A.
Resistencia a la fisuración por reflexión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	N.A.	4	4	N.A.
Resistencia al escurrimiento (sólo con BBTM)	2	N.A.	2	N.A.	N.A.	2	N.A.	N.A.	2	N.A.	N.A.	2	N.A.	2	N.A.	N.A.	2	N.A.	N.A.
Impermeabilidad (5)	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	N.A.	3	2	N.A.
Drenabilidad superficial	3	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	3	0	N.A.	3	0	N.A.
Trabajabilidad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	N.A.	2	2	N.A.
Macroirrugosidad (rodadura)	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	0	N.A.	4	0	N.A.
Microrrugosidad (rodadura)	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	0	N.A.	4	0	N.A.
Propiedades acústicas	3	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	3	0	N.A.	3	0	N.A.
Propiedades ópticas	3	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	3	0	N.A.	3	0	N.A.

Indiferente	0
Marginal	1
A considerar	2
Importante	3
Fundamental	4
No aplica	N.A.

LIGERO: T4	<50
MEDIO: T3-T2	50-800
PESADO: T1 o sup	>800

(1) En los firmes semirrígidos la función estructural de capa de base corresponde a los materiales tratados con cemento. Cuando la distribución del espesor de mezcla bituminosa sea en 3 ó 4 capas, a todas las que no sean rodadura se les aplicará los criterios de intermedia

(2) La importancia aumentará/disminuirá en función de zona térmica y de la velocidad del tráfico pesado

(3) Cuando la capa de rodadura sea una mezcla PA o una BBTM B se aplicará a la intermedia el criterio de la capa de rodadura

(4) La importancia aumentará/disminuirá en función de las temperaturas mínimas anuales

(5) Cuando la rodadura sea una mezcla PA o BBTM, se tomará para la intermedia el criterio de la rodadura

pliego o que simplemente se consideran importantes por parte del cliente.

También hay que considerar la posibilidad que se exija una optimización de determinadas propiedades, proceso de optimización que se podrá establecer en los siguientes pasos de la metodología.

Paso 3: definir el tipo de mezcla a emplear

Teniendo especificadas las propiedades a requerir a la mezcla bituminosa a diseñar, el siguiente paso es seleccionar el tipo de mezcla a emplear. Llegados a este punto puede ser que la mezcla venga definida ya en proyecto y no sea un grado de libertad (es el caso más habitual), o que quede abierta su elección. En cualquiera de los dos casos, el proceso debe seguir con la elección de la mezcla más adecuada que nos permita cumplir los requisitos que se le exigen.

Para ayudar en la selección del tipo de mezcla, en el caso que sea posible la elección, se han elaborado dos documentos que tratan sobre los tipos de mezclas bituminosas el primero, siendo objeto del segundo describir las funciones y características de las capas del firme. Ambos documentos pueden ser de gran ayuda para la elección del tipo de mezcla a emplear en cada caso.

Paso 4: identificar las propiedades relevantes de los materiales constituyentes

Una vez identificadas las propiedades relevantes de la mezcla, se identificarán cuales son las propiedades de los materiales constituyentes (áridos, ligantes, polvo mineral y aditivos) que se relacionan con dichas propiedades de las mezclas. Para facilitar dicha labor se ha elaborado una tabla, donde se relacionan las propiedades de los materiales constituyentes con las de las mezclas. Esta identificación facilitará posteriormente la selección de los materiales constituyentes más adecuados.

Paso 5: definir los parámetros volumétricos objetivo

Uno de los criterios de diseño que se va a emplear en esta metodología es el volumétrico, por lo que el primer paso será establecer cuales son los parámetros volumétricos a los que se debe aproximar la mezcla (% huecos en mezcla, % huecos en áridos, dotaciones de ligante máximas y mínimas, husos

granulométricos...) Estos parámetros deben estar definidos considerando, lógicamente, qué parámetros de la mezcla final se deben maximizar, cuáles resultan irrelevantes y cuáles deben ser minimizados. En función de lo anterior los parámetros volumétricos objetivo serán unos u otros.

Paso 6: selección de los materiales constituyentes

Una vez conocidas las propiedades de la mezcla que se quieren obtener, cuáles son las propiedades de los materiales constituyentes que afectan más directamente en estas propiedades y cómo les influye, así como también las características volumétricas objetivo, se realiza la selección de los diferentes materiales a emplear.

En este paso se deben considerar todos los áridos disponibles, así como también los diferentes tipos de polvo mineral y de ligantes para poder realizar la mejor selección posible, y que se puedan alcanzar los valores objetivos planteados, tanto en la vertiente volumétrica como en las características mecánicas exigibles a la mezcla.

Un factor muy importante para la realización del diseño es la temperatura a la que deberán fabricarse las probetas de estudio en cada caso, ya que en función del ligante seleccionado se deberá fijar la temperatura, tanto de mezcla como de compactación.

Paso 7: obtención de la dotación inicial de ligante

Tras la selección de la granulometría objetivo, la cual se presupone que podrá cumplir los parámetros volumétricos, se realizará un estudio para diferentes contenidos de ligante, donde se comprobará el cumplimiento de dichos parámetros.

El rango de dotación de ligante empleado debe ser suficientemente amplio para poder analizar la evolución de los diferentes parámetros adecuadamente. Si en el rango de ligante estudiado no es posible alcanzar los valores de los parámetros volumétricos objetivo, se modificará la curva granulométrica y se volverá a iniciar el proceso de forma iterativa, hasta encontrar la dosificación que cumpla con dichos valores.

Una vez obtenidos los resultados, se seleccionará la dotación de ligante más adecuada, en función de los parámetros seleccionados y de las propiedades que haya que maximizar. Esta es la dotación de ligante que se empleará para la realización de los ensayos mecánicos.

Diseño y dosificación de mezclas bituminosas. Metodología ALEAS

Se incorporará al documento una tabla que relaciona cada una de las propiedades de las mezclas bituminosas con el ensayo que se ha considerado más adecuado para medir dicha propiedad, de entre los disponibles.

Es posible que, para medir una misma propiedad, existan diferentes métodos de ensayo; en este caso se ha dado prioridad a los métodos normalizados por las normas UNE (Familia UNE-EN 12697), aunque en la tabla también se incluyen otros métodos de ensayo.

Paso 8: realización de ensayos mecánicos

A continuación se define el nivel de caracterización que se desea establecer para el diseño de la mezcla. Así, se han establecido tres niveles:

- Nivel "0". Sólo se consideran parámetros volumétricos de la mezcla. En caso de seleccionar este nivel, se daría por finalizado el diseño de la mezcla una vez seleccionada la dotación de ligante de entre las que cumplen los parámetros volumétricos especificados.

- Nivel "1". En este caso se realizarán los ensayos mecánicos de las propiedades relevantes de la mezcla que se han identificado en el PASO 2. Se comprobará que la mezcla cumple los requisitos para la dosificación seleccionada, incluyendo también un estudio de sensibilidad de dichos parámetros a las variaciones de dotación de ligante que puedan afectar negativamente a la propiedad en estudio. En el caso de cumplimiento de todos los requisitos, el proceso se dará por finalizado. Si no se cumplen los requisitos, se reiniciará el proceso definiendo unos nuevos parámetros volumétricos.
- Nivel "2". En este nivel se realizarán los mismos ensayos que en el anterior, incluyendo además los ensayos para medir las características que pudieran ser peculiares para el empleo previsto (resistencia a disolventes, resistencia al hielo...) Este nivel es también el adecuado para realizar la optimización de determinadas características mecánicas que se consideren más importantes para el uso previsto. Dicha optimización se podrá realizar mediante la ejecución de los ensayos mecánicos a diferentes dotaciones de ligante. Es habitual que, al intentar maximizar una

Tabla 2: Relación entre las propiedades de la mezcla y las de los materiales constituyentes.

PROPIEDADES DE LA MEZCLA	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES																														
	Árido									Ligante																					
	Grueso			Fino			P.M.	Conjunto			Consistencia			Otros																	
	Angulosidad	Coefficiente de forma	Resistencia a la fragmentación	Resistencia al pulimento	Limpeza	Angulosidad	Resistencia a la fragmentación	Actividad Plástica	Forma Angularidad	Actividad Plástica	Alterabilidad Fisicoquímica	Absorción	Granulometría. Tipo más adecuado	Índice granulométrico. Tolerancia	Tamaño máximo del árido	Temp. media de servicio	Temp. alta de servicio	Temp. baja de servicio	Temp. máx. de aplicación	Susceptibilidad térmica	Ductilidad	Envejecimiento a corto plazo	Envejecimiento a largo plazo	Recuperación elástica.	Coherencia interna	Adhesividad asfalto-ligante	Contenido de ligante en mezcla	Relación ponderal filler/bitumen	Huecos en masa	Huecos en áridos	Huecos rellenos
Módulo de rigidez	3	2	2	0	3	3	1	2	3	2	2	2	1	1	1	2	0	0	0	1	0	1	2	0	1	2	2	2	2	3	
Adaptabilidad al soporte	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Resistencia a fatiga	3	1	3	0	3	2	1	3	2	2	2	3	3	2	1	2	1	1	0	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	
Resistencia a deformaciones plásticas	3	2	2	0	2	3	1	3	2	3	1	3	1	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	3	3	
Resistencia a la acción de agua	1	2	2	0	3	1	1	2	1	3	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	2	2	1	2	
Resistencia a esfuerzos tangenciales	3	3	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	0	2	0	2	1	2	2	1	2	1	2	2	
Resistencia a la desintegración	2	1	2	0	3	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	2	1	1	2	2	
Resistencia a fijación a bajas temperaturas	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2	
Resistencia a la fijación por envejecimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	2	2	2	
Resistencia a fijación mecánica (top-down)	1	1	1	0	2	3	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Resistencia a la fijación por reflexión	1	1	1	0	1	2	0	3	2	0	2	2	2	2	1	2	0	1	0	1	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	
Resistencia al escaramiento	2	1	0	0	0	2	0	1	2	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	2	2	
Permeabilidad-impermeabilidad	1	1	2	0	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Drenabilidad superficial	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
Trabajabilidad	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	1	0	0	
Macrorrugosidad (rodadura)	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	
Microrrugosidad (rodadura)	3	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	
Propiedades acústicas	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Propiedades ópticas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Valoración de la relevancia

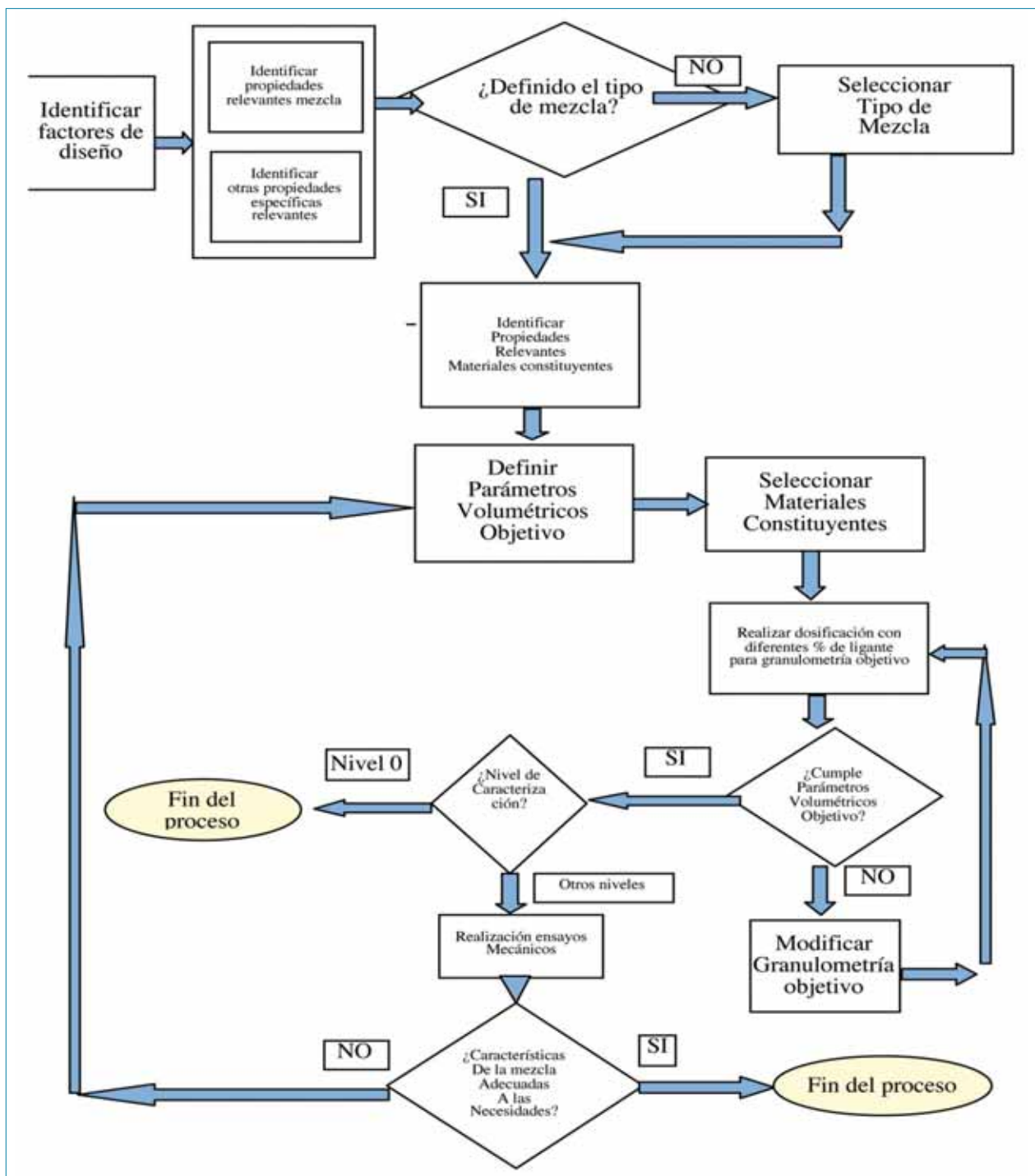
Indiferente	0
Marginal	1
A considerar	2
Importante	3
Fundamental	4

determinada propiedad, otras se vean afectadas de forma sustancial, por lo que el proceso debe ser realizado de forma iterativa, comprobando para cada dosificación los valores obtenidos también en el resto de parámetros. En el caso de no alcanzarse los resultados previstos, se reiniciará el proceso, definiendo unos nuevos parámetros vo-

lumétricos. Si se alcanzan los resultados, el proceso se dará por concluido.

A continuación se adjunta un esquema del desarrollo de la metodología descrita anteriormente. En dicho esquema puede seguirse cada uno de los pasos mencionados.

Figura 3: Esquema metodológica ALEAS de diseño de mezclas bituminosas.



Destacar que se están elaborando diferentes documentos que apoyan técnicamente cada uno de los pasos a realizar en el proceso de diseño y dosificación de las mezclas bituminosas propuesto por ALEAS.

Como se ha mencionado anteriormente, esta propuesta de metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas se encuentra en fase de revisión.

4. Resumen

Se ha presentado en este artículo un breve resumen del trabajo realizado hasta el momento, donde queda definida una metodología de diseño de mezclas bituminosas que, partiendo de las necesidades y requisitos existentes, permite optimizar los parámetros más importantes de las propiedades de las mezclas bituminosas en cada caso, siendo aplicable a diferentes tipos de mezcla y a mezclas fabricadas con diferentes métodos.

La metodología de diseño de mezclas bituminosas de ALEAS, que está en fase borrador, va acompañada de diferentes documentos básicos que ayudan al diseñador a tomar decisiones en el proceso de diseño y dosificación, buscando obtener productos que sean específicos para cada aplicación, optimizando el resultado.

También permite, a través de los diferentes niveles de diseño, establecer el volumen y el tipo de los ensayos a realizar sobre el producto en la fase de dosificación, que vendrá relacionado con la mayor o menor exigencia solicitada a las mezclas y al firme. Incluir otros ensayos en el proceso e incluso tener la posibilidad de optimizar el diseño en función de las necesidades específicas de cada proyecto hace de esta metodología una herramienta versátil aplicable a tipos de mezclas muy diferentes, considerando su aplicación final.

Finalmente, y en el caso de tener la posibilidad de seleccionar el tipo de mezcla a emplear, la metodología permite comparar resultados de diferentes tipos de mezcla en función de las necesidades existentes, empleando y seleccionando los productos que maximicen aquellas propiedades que sean más necesarias en cada caso.

5. Agradecimientos

Agradecer a ALEAS y a todas las entidades pertenecientes a dicha asociación la posibilidad que han ofrecido al grupo de poder trabajar en este documento.

También agradecer especialmente a Javier Loma, Marisol Barral, M^a Elena Hidalgo, Manuel Montero, Emilio Moreno, José Luis Peña y José Simón su colaboración, interés y esfuerzo desinteresado, en los diferentes grupos de trabajo establecidos para llevar adelante este trabajo.

6. Bibliografía

- Serie Normas UNE EN 13108
- Serie Normas UNE EN 12697
- Improved Mix Design, Evaluation, and Materials Management Practices for Hot Mix Asphalt with High Reclaimed Asphalt Pavement Content (NCHRP report 752)
- Mix Design Practices for Warm-Mix Asphalt (NCHRP report 691)
- A Manual for Design of Hot-Mix Asphalt with Commentary (NCHRP report 673)
- LPC Bituminous Mixtures design Guide CR 39A December 2007, under the supervision of J.L. Delorme, C. de la Roche, L. Wendling

#21

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las mezclas bituminosas templadas son idóneas para una mayor tasa de reutilización de RAP” (Mezclas templadas con reutilización total del RAP con tasa alta y tasa total; número 14)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

UNE-EN 12697-35:2006+A1.

Mezclado en laboratorio

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

Esta norma de ensayo describe las operaciones de mezclado en laboratorio de una mezcla bituminosa en caliente para la posterior fabricación de probetas, indicando las temperaturas de referencia en función del grado (penetración) del ligante utilizado.

2. Método operativo

- **Preparación de los materiales.** Los áridos se preparan por separado, recomponiendo la curva de áridos por tamices y pesando las distintas fracciones de materiales, áridos y filler, colocándolos en la estufa durante un mínimo de 8 horas a la temperatura de mezclado +5 °C. Los aditivos, si los lleva, se pesan por separado y se preparan para la mezcla (el procedimiento de incorporación debe ser definido por el proveedor del producto). El reciclado, si lo lleva, deberá estar separado por fracciones y su adición se puede realizar en caliente a la temperatura de mezclado +5 °C durante 2,5 ± 0,5 horas o calentado previamente a 110 °C durante 2,5 ± 0,5 horas. El ligante se adiciona a la temperatura de mezclado ±5 °C, previamente acondicionado durante un tiempo entre 3 y 5 horas.
- **Selección de la temperatura de mezclado.** Para las mezclas a fabricar con los ligantes descritos en la EN12591, la temperatura de mezclado debe ser la indicada en la Tabla 1. Para mezclas a fabricar con betunes modificados, esta temperatura será la correspondiente a la viscosidad requerida y debe ser indicada por el fabricante de betunes. Para mezclas con material reciclado, se debe calcular la penetración final del ligante (mezcla) y escoger la

temperatura de mezclado de la tabla que se adjunta. La temperatura máxima en la fabricación será la temperatura de mezclado +20° C.

Antes de efectuar el mezclado se acondiciona el equipamiento a emplear (cubeta, paletas, etc), hasta alcanzar la temperatura de mezclado +5° C.

- **Proceso de mezclado.** Se comienza el proceso vertiendo los áridos y el betún. A los 10 segundos se adiciona el filler y se continua con el mezclado hasta la completa cubrición de los áridos. Los aditivos se introducen al tiempo que el ligante, aunque es recomendable que el proveedor señale el momento de su incorporación al mezclador así como los tiempos de mezclado adicionales. En la Tabla 2 se indican los tiempos máximos a seguir según el material empleado.

3. Equipamiento

La mayor parte de los equipos que se precisan suelen encontrarse en todos los laboratorios, como son una estufa ventilada, una balanza, un termómetro y una placa de calentamiento.

Tabla 1. Temperaturas de referencia para ligantes con diferente grado de penetración.

Penetración del betún	Temperatura de referencia (°C)
20/30	180
30/45	175
35/50	165
40/60	155
50/70	150
70/100	145
100/150	140

En esta tabla se han omitido las temperaturas para másticos bituminosos y penetraciones superiores a 150.



Figura 1. Equipo empleado para el mezclado de los diferentes materiales que componen una mezcla bituminosa.

Además se requiere un equipo especial para efectuar el mezclado, equipado con un dispositivo de calentamiento (termostato) y control mecánico de la velocidad.

4. Puntos críticos

El PG-3, en los puntos 542.5.1.1 y 543.5.1.1, hace referencia a la viscosidad únicamente del ligante para definir las temperaturas de mezclado sin tener en cuenta la riqueza del mástico (relación filler-betún).

El material reciclado, en la preparación de la mezcla cuando no se introduce en caliente, debería incorporarse a temperatura ambiente y no tras acondicionarse a una temperatura de 110 °C, de la misma forma que ocurre en las plantas.

La secuencia de mezclado depende de las características de los materiales empleados, ligante, aditivos y material reciclado, por lo que se debe verificar en la fabricación de la mezcla el proceso más adecuado.

5. Comentarios

El mezclado en el laboratorio podría realizarse con un sistema de medida del torque ya que esto permitiría establecer la viscosidad de la mezcla con cada material y por lo tanto la temperatura más adecuada.

Esta metodología deberá ser ajustada para efectuar el proceso de mezclado en el caso de mezclas bituminosas a menor temperatura.

6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-35. Mezclado en laboratorio.
- UNE-EN 12697-13. Medida de la temperatura.

Las operaciones de mezclado en el laboratorio proporcionan información sobre las temperaturas de referencia y el proceso de fabricación de las mezclas bituminosas en las plantas asfálticas.

La temperatura de mezclado depende de la penetración y del tipo de ligante, así como de la riqueza del mástico (aunque la norma no hace referencia es un parámetro importante), sirviendo como referencia para la determinación de la temperatura de puesta en obra y compactación.

Tabla 2. Tiempos de mezclado.

Tipo de mezcla	Ligante	MBR	Mezclado mecánico	Mezclado manual
Mástico bituminoso y áridos	Grado de penetración	No incluido	4 min.	5 min.
		Incluido	5 min.	Según sea apropiado
	Modificado	Incluido o no incluido	5 min.	Según sea apropiado
Distinta del mástico bituminoso y áridos	Grado de penetración	No incluido	3 min.	5 min.
		Incluido	5 min.	Según sea apropiado
	Modificado	Incluido o no incluido	5 min.	Según sea apropiado

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 28 de febrero hasta el 24 de abril de 2015.

Sección Normativa

NORMAS DE ÁRIDOS

Proyecto norma	Título
PNE-EN 933-8:2012/FprA1	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena
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 12592:2015	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la solubilidad	UNE-EN 12592:2007
UNE-EN 12594:2015	Betunes y ligantes bituminosos. Preparación de las muestras de ensayo	UNE-EN 12594:2007
UNE-EN 12595:2015	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad cinemática	UNE-EN 12595:2007
UNE-EN 12607-1:2015	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RTFOT (película fina rotatoria)	UNE-EN 12607-1:2007

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-prEN 12593	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de fragilidad Fraass
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 13075-1	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 1: Determinación del índice de rotura de las emulsiones bituminosas catiónicas. Método de la carga mineral

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS (CONTINUACIÓN)

Proyecto norma	Título
PNE-prEN 13075-2	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 2: Determinación del tiempo de mezclado con finos de las emulsiones bituminosas catiónicas
PNE-prEN 13587	Betunes y ligantes bituminoso. Determinación de las propiedades de tracción de los ligantes bituminosos por el método del ensayo de tracción
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 bituminosas. Determinación de la fluencia-recuperación de un ligante después de someterlo a múltiples esfuerzos repetidos. Ensayo MSCR
PNE-prEN 16849	Betunes y ligantes bituminosas. Determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas. Método por evaporación en termobalanza

NORMAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS

Proyecto norma	Título
PNE-FprEN 12697-2	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
PNE-FprEN 12697-4	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Columna de fraccionamiento
PNE-prEN 12697-8	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas
PNE-prEN 12697-13	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 13: Medición de la temperatura
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. 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. 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-FprCEN/TS 12697-51	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 51: Ensayo de resistencia superficial al corte
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

NORMAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS (CONTINUACIÓN)

Proyecto norma	Título
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
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 destacar las siguientes actualizaciones:

- Aprobación de normas de ensayo de betunes para la determinación de sus características
- Incorporación de normas para su revisión de métodos de ensayo para la caracterización de emulsiones bituminosas. Destacar, por su importancia en la identificación de la nomenclatura de emulsiones, la revisión de las normas de índice de rotura
- Incorporación de nuevas normas de mezclas bituminosas para su revisión. Destacar que en el título se está eliminando la denominación “para mezclas bituminosas en caliente”

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

Legislación y otras disposiciones (actualizada a 27 de abril de 2015)

PROGRAMA CIEN

El Programa Estratégico CIEN financia grandes proyectos de investigación industrial y de desarrollo experimental, desarrollados en colaboración efectiva por agrupaciones empresariales y orientados a la realización de una investigación planificada en áreas estratégicas de futuro y con potencial proyección internacional.

Los proyectos podrán tener como objetivo la realización de actividades de investigación industrial en las que se adquieran conocimientos y técnicas que puedan resultar de utilidad para la creación de nuevos productos, procesos o servicios, o contribuir a mejorar considerablemente los productos, procesos o servicios existentes, siempre que incorporen desarrollos específicos relevantes.

Tipo de proyecto: proyecto de investigación industrial y desarrollo experimental realizado por empresas en consorcio.

Las definiciones de investigación industrial y desarrollo experimental son las recogidas en la normativa comunitaria aplicable.

Beneficiarios: Serán consorcios empresariales, formalizados mediante un acuerdo privado de colaboración. Todas las empresas integrantes del consorcio tendrán la consideración de beneficiarias.

Cada consorcio debe estar constituido por un mínimo de tres y un máximo de ocho empresas; al menos dos de ellas deberán ser autónomas, y al menos una de ellas tendrá consideración de PYME [1].

Cada consorcio identificará la empresa que ejercerá de "coordinadora de proyecto", que deberá ser una empresa grande o mediana. La coordinadora del proyecto será la interlocutora del CDTI desde la solicitud de la ayuda hasta la aprobación, en su caso, por el Consejo de Administración del Centro; todo ello sin perjuicio de que el CDTI, durante esta fase, pueda ponerse en contacto directo con cualquiera de las empresas que conformen la agrupación.

No podrán ser beneficiarios de la financiación del Programa CIEN:

- Las empresas sujetas a una orden de recuperación pendiente tras una decisión previa de la Comisión Europea que haya declarado una ayuda ilegal e incompatible con el mercado interior.
- Las empresas en crisis [2].
- Las empresas que hayan solicitado la declaración de concurso voluntario de acreedores o hayan sido declaradas en concurso.
- Las empresas que no se encuentren al corriente en el cumplimiento de las obligaciones tributarias y frente a la Seguridad Social impuestas por la normativa vigente.
- Las empresas que no estén al corriente de pago de sus obligaciones de reembolso de cualesquiera otras ayudas concedidas anteriormente por el CDTI.

Participación relevante de organismos de investigación: Los proyectos deben contar con una participación relevante de organismos de investigación desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo.

En este sentido, se exige que al menos el 15% del total del presupuesto del proyecto aprobado por el Consejo de Administración del CDTI se subcontrate con organismos de investigación; uno de los cuales, al menos, será de titularidad pública.

A estos efectos se consideran organismos de investigación los centros públicos de investigación, las universidades públicas y privadas, los centros tecnológicos y centros de apoyo a la innovación tecnológica que figuren inscritos en el registro de centros creado por el RD 2093/2008, de 19 de diciembre, los parques científicos asociados a universidades u organismos públicos de investigación que cuenten con personal de investigación propio y las instalaciones científico-tecnológicas singulares.

Duración de los proyectos: la duración mínima será de 36 meses y la máxima de 48 meses.

Presupuesto del proyecto: el presupuesto mínimo financiable es de 7.000.000 euros y el presupuesto máximo de 20.000.000 euros.

El presupuesto mínimo financiable por cada empresa será de 350.000 euros. En el caso de las pequeñas y micro empresas el presupuesto mínimo financiable será de 260.000 euros.

La participación de las empresas en el consorcio debe ser equilibrada, de modo que ninguna de las empresas autónomas participantes ni ningún grupo de empresas vinculadas o asociadas puede superar el 70% del presupuesto financiable del proyecto.

Noticias del sector

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

El futuro de la pavimentación asfáltica a debate

Dentro de las actividades de la III Semana de la Ingeniería de Caminos, que organiza el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, tuvo lugar, el pasado 10 de marzo, la jornada 'Conservación en carreteras. Visión 2020 en la pavimentación', centrada en la situación actual y retos futuros de la pavimentación asfáltica.

La jornada fue inaugurada por Pablo Cavero, consejero de Transportes de la Comunidad de Madrid (CAM). Juan José Potti, presidente ejecutivo de Asefma, abrió la primera sesión, con una intervención en torno a la situación actual de las mezclas bituminosas en el mundo, en Europa y en España. De la conservación de las carreteras a nivel local y las acciones inmediatas en materia de conservación de carreteras en la región de Madrid habló Iván Maestre, director general de Carreteras de la CAM, antes del coloquio que se organizó para debatir las preguntas recibidas a través de Twitter con el hashtag #SemanaIngenieriaMad.

A continuación, el ingeniero Jacinto Luis G. Santiago analizó las características funcionales de los pavimentos asfálticos, de gran importancia a la hora de valorar las prestaciones de seguridad y comodidad para la circulación de los vehículos sobre el firme (textura, coeficiente de rozamiento, longitudinal y transversal, etc). Antes del segundo coloquio, Andrés Costa (Elsan OHL) desarrolló la conferencia 'Una mirada hacia el futuro de las mezclas bituminosas', en la que explicó cómo las mezclas a bajas temperaturas han estado en boca de los expertos con motivo de la problemática medioambiental y la concienciación de los fabricantes de mezclas asfálticas comprometidos con esta causa global.

En el tercer bloque, Eduardo Fernández Bustillo (Eiffage Infraestructuras) desgranó la 'Fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas a baja temperatura'. El Protocolo de Kyoto marcó un punto de inflexión a partir del que se ha investigado y avanzado para ofrecer mezclas con las

mismas características mecánicas para las fabricadas a menor temperatura. Cerró la sesión José Luis Peña, director de la Plataforma Tecnológica de la Carretera (PTC), que presentó los 'Proyectos de I+D+i recientes acerca de mezclas bituminosas asfálticas en pavimentación'. Junto a él estuvo Miguel Núñez (CAM). Al final de ambas intervenciones, se clausuró la jornada.

V Jornada de Ensayos sobre mezclas asfálticas

La V Jornada de Ensayos sobre Mezclas Asfálticas tuvo lugar en Madrid el pasado día 2 de marzo. La jornada arrancó con unas palabras del presidente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma), Juan José Potti, tras las cuales comenzó la primera de las cuatro sesiones, a cargo de José Luis Peña, coordinador de la Jornada. Junto a 'La revisión del PG-3 y su influencia en los métodos de ensayos' de mezclas bituminosas y asfálticas, el resto de sesiones repasaron aspectos de interés general y se presentó el trabajo que desarrolla ALEAS.

Los procesos de fotocatalisis, que ya han sido puestos en práctica en grandes ciudades, como Madrid, Barcelona o Valencia, fueron presentados por David Almazán. La aplicación de este método a las mezclas bituminosas y asfálticas tiene un efecto descontaminante y de protección del medio ambiente con el que todo el sector mantiene un firme compromiso. El cierre a esta segunda sesión lo puso Ramón Botella, que explicó en qué consiste el ensayo EBA-DE, puesto en marcha para estimar la fatiga a la que están sometidas las mezclas bituminosas.

Durante la tercera sesión, 'Métodos de ensayo II', los expertos Miguel del Sol, José Manuel Berenguer y Gema García explicaron de qué manera los cambios térmicos afectan en forma de fatiga al desgaste de las mezclas bituminosas. Las condiciones climáticas son también un fac-

tor clave en el proceso de producción y de conservación, por lo que han de tenerse en cuenta los procesos de hielo-deshielo o de congelación-descongelación. Para finalizar, Jacinto Luis García Santiago presentó las Nuevas tendencias en Control de Calidad de la puesta en obra de MBC'.

El evento, organizado por la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma), pudo seguirse vía online tanto en directo como en diferido a través de la plataforma Itafec. Asimismo el debate se abrió a Twitter con el hashtag #VJornadaEnsayos. En los últimos 15 minutos de cada sesión se dio voz a las preguntas para iniciar una charla-coloquio que resolvió las dudas y planteamientos compartidos por todos los seguidores de aquella etiqueta.

IX Simposio de EAPA en Estambul (Turquía)

Estambul será la sede del IX Simposio de la EAPA, que se celebrará los días 3, 4 y 5 de junio en la ciudad turca, bajo el lema "Novedades y soluciones en el sector del pavimento asfáltico europeo". En este encuentro se expondrán las últimas novedades y noticias concernientes al sector del asfalto. Y, en segundo lugar, se establecerá un espacio para el debate y el intercambio de ideas y networking.

El simposio arrancará con un encuentro para los miembros de la EAPA, que dará paso, a la mañana siguiente, jueves 4 de junio, a una jornada en la que tendrán lugar las presentaciones. En la sesión de apertura, tras las primeras palabras del presidente de la EAPA, intervendrá Juan José Potti, Presidente de Asefma, para poner de relieve la importancia de la comunicación social media para trasladar a la sociedad el trabajo del sector asfáltico y cómo éste afecta en la vida de los ciudadanos. No en vano, las redes sociales constituyen una herramienta de transmisión de información imprescindible para acercar la carretera a la sociedad.

Para cerrar la primera sesión del Simposio, el director de la EAPA, Carsten Karcher, señalará las principales ventajas del asfalto. También tendrá un protagonismo destacado la exposición de las mezclas mixtas como solución para la industria del sector, de la mano de Egbert Beuving, secretario general de EAPA. Tampoco faltarán referencias a casos de éxito de estas variantes de mezclas o cómo incentivar su uso y fabricación.

La Tercera Sesión se centrará en las novedades presentadas desde la EAPA, tanto los avances en investigación de pavimentos asfálticos hasta el presente y el futuro del compromiso medioambiental de las producciones asfálticas. Y en esta línea, se marcarán las tendencias y novedades de la industria del asfalto, bajo el punto de vista de la organización. En este punto, tendrán cabida desde el mantenimiento hasta el interesante y muchas veces desconocido proceso del reciclaje de las mezclas asfálticas, sin pasar por alto las variantes emulsiones bituminosas de solución mixta.

ASEFMA explicará cómo emplear Social Media

Una de las prioridades que se ha marcado la EAPA para el año 2015 es incrementar y mejorar la comunicación de los trabajos que se hacen en carretera. Con motivo de la publicación de la 34 newsletter, correspondiente al mes de marzo, la EAPA destaca la necesidad de transmitir a la sociedad europea la importancia de la conservación de las carreteras. Las ventajas y los últimos avances tecnológicos deben llegar a todos los ciudadanos mediante una comunicación eficiente. Con este objetivo, el presidente de Asefma, Juan José Potti, expondrá, en la apertura del IX Simposio de la EAPA, la experiencia social media de Asefma en redes sociales como vehículo transmisor de los trabajos realizados en la carretera, los últimos avances tecnológicos, el compromiso con la sostenibilidad y la indiscutible necesidad de la conservación e inversión en el sector del asfalto.

Junto a él también expondrá su parecer Ismail Ertug, miembro del Parlamento Europeo y vicepresidente de la Comisión de Transportes y Turismo. Además del socialdemócrata alemán, la EAPA presentará a los asistentes y a la sociedad europea las ventajas del asfalto en boca de Carsten Karcher.

Apuesta por la inversión en el Congreso Euroasphalt-Eurobitume

La Asociación Europea de Asfalto y Pavimento (EAPA) y Eurobitume coorganizan, del 1 al 3 de junio de 2016, en Praga, la sexta edición del Eurasphalt y Eurobitume Congress en el Palacio de Congreso de la capital checa. En esta

ocasión, el foco de atención se centrará en las nuevas necesidades y una apuesta por la inversión, coincidiendo con la salida de la crisis económica. Así lo señala su lema, 'Invirtiendo en nuestro mayor activo'.

Por tanto, la próxima edición del E&E Congress 2016 destacará la necesidad de conservar y mantener las carreteras europeas como uno de los principales activos de las infraestructuras públicas, así como profundizará en el papel principal que éstas juegan para el sector del transporte. Precisamente, haciendo que este activo sea más eficiente conseguiremos avanzar como sociedad e incentivar el crecimiento económico, según la carta en la que ambas instituciones organizadoras se dirigen a sus socios.

Por este motivo, desde la organización, y de cara al E&E 2016 Congress, creen que es importante incidir en la importancia del mantenimiento de las carreteras europeas y el rol decisivo que juegan en este aspecto la investigación y el desarrollo para asegurar el éxito de todos los planes de conservación. La organización señala que tampoco podemos olvidar la experiencia y resultados alcanzados hasta la fecha para prolongar la vida útil de nuestras carreteras y conocer las necesidades de la sociedad a través de la inversión en la experimentación con nuevos productos y todas las opciones de mantenimiento del sector viario.

Yendo de la mano las industrias del asfalto y las mezclas bituminosas junto a la comunidad científica, han demostrado los resultados alcanzados en materia de tiempo y recursos para desarrollar, por ejemplo, nuevos productos o soluciones tecnológicas para el trabajo en carretera.

Todos estos factores encontrarán en la edición de 2016 una excelente plataforma para mostrar a los asistentes los avances alcanzados en materia de tecnología y de innovación en productos para la conservación viaria. Como ya ocurrió en la cita de Estambul de 2012, en esta ocasión, la organización ofrecerá a los exhibidores la oportunidad perfecta para llegar a toda su audiencia, así como pondrán en contacto a expositores, patrocinadores, funcionarios e investigadores. Estos han invertido mucho tiempo y recursos para avanzar en el mantenimiento adecuado del pavimento.

En las anteriores cinco ocasiones, más de 50 países participaron en el E&E Congress congregando a más de un millar de asistentes. Eurobitume y EAPA esperan superar estas cifras en 2016 e invitan a todos los interesados a participar en la cita de Praga.

Nueva edición del Programa CIEN para el desarrollo de grandes programas I+D+i

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) anuncia una nueva edición del programa CIEN para el desarrollo de grandes proyectos de I+D+i público-privados, consorciados, con un presupuesto mayor de siete millones de euros y una duración mínima de 36 meses.

La convocatoria permanecerá abierta un mes y el procedimiento será el siguiente: los proyectos, una vez aprobados, serán financiados con préstamos de hasta el 75% del valor de presupuesto con un interés fijo al Euribor y con un tramo no retornable del 30% de la aportación pública.

Los proyectos que se presentan anualmente a las ediciones de CIEN están orientados a la realización de investigaciones planificadas en áreas estratégicas de futuro y con potencial proyección internacional.

Las circunstancias actuales favorecen que la industria relacionada con el sector viario impulse proyectos en I+D+i que, por otra parte, han formado parte de los últimos grandes eventos. Es el caso de la V Jornada de Ensayos sobre mezclas asfálticas o la celebración de Innovacarretera 2015. De hecho, el I Congreso Mundial sobre Conservación y reciclado de pavimentos destacó la necesidad de poner la investigación, el desarrollo y la innovación al servicio de la conservación de pavimentos de carreteras. Todos los proyectos relacionados con esta iniciativa tendrán cabida en el programa CIEN.

La PTC lanza el Avance de Programa de Innovacarretera 2015

La PTC publica el Avance de Programa de la 3ª edición de Innovacarretera 2015, que tendrá lugar en Zaragoza el próximo 1 de julio. Dentro del Avance de Programa, destacan las siguientes ponencias:

- Financiación de la Compra Pública Innovadora, a cargo de Luis Cueto, subdirector general de Fomento de la Innovación Empresarial, de la Dirección General de Innovación y Competitividad (Mineco).

Noticias del sector

- Aspectos legales de la Compra Pública Innovadora, a cargo de José María Gimeno, catedrático de Derecho Administrativo de la Universidad de Zaragoza, presidente del Tribunal Administrativo de Contratos Públicos de Aragón y director del Observatorio de Contratos Públicos.
- Licitación de Compra Pública Innovadora. Consideraciones prácticas, a cargo de Jorge Baztarrica, director general de Atommm.
- Un caso de éxito de CPI en el sector de las carreteras, a cargo de Roberto García, gerente de Dynicon Sistemas.

Además, durante la celebración de Innovacarretera 2015, se entregarán los II Premios PTC a la Innovación, en las categorías de Mejor Proyecto de I+D+i, Mejor Tesis Doctoral y Mejor Aplicación para Dispositivo Móvil.

Convocatoria 2015 de FEDER Innterconecta Pluri-Regional

El pasado día 24 de abril, el Boletín Oficial del Estado recogía la convocatoria de FEDER Innterconecta pluri-regional para el año 2015. El plazo de presentación de propuestas es del 30 de abril al 30 de junio de 2015, a las 12.00 horas (horario peninsular). Esta convocatoria apoyará proyectos de desarrollo experimental en la modalidad de proyectos en cooperación entre empresas.

Solo se financiarán proyectos desarrollados en el ámbito geográfico de Andalucía, Asturias, Canarias, Castilla La Mancha, Extremadura, Galicia, Murcia, Ceuta y Melilla.

Podrán ser beneficiarios de las subvenciones las agrupaciones de personas jurídicas definidas en el artículo 5.2 de la Orden de bases reguladoras, que puedan llevar a cabo los proyectos objeto de ayuda. Las agrupaciones deberán estar constituidas únicamente por empresas, como mínimo, dos, autónomas entre sí, de las cuales al menos una de ellas ha de ser grande o mediana y otra ha de ser pyme. El número máximo de empresas integrantes de la agrupación será de seis. Ninguna de las empresas autónomas de la agrupación, ni ningún grupo de empresas vinculadas o asociadas podrá superar el 70% del presupuesto financiable.

Los proyectos deberán ser plurianuales y parte del proyecto deberá realizarse en el año 2015. Los proyectos tendrán una duración de dos o tres años naturales, de forma que deberán finalizar el 31 de diciembre de 2016 o el 31 de diciembre de 2017.

El presupuesto mínimo financiable es de 1.000.000 euros y el máximo, de 4.000.000 euros. La ayuda tendrá la forma de subvención a fondo perdido. La cuantía individualizada de las ayudas se determinará en función del coste financiable real del proyecto, las características del beneficiario y las disponibilidades presupuestarias, respetando los límites de intensidad de ayuda establecidos en el artículo 40 de la Orden de bases reguladoras. Concretamente, para las pequeñas empresas, la intensidad de ayuda máxima será del 60%; para las medianas empresas, del 50% para las medianas empresas, y para las grandes empresas, del 40%.

#22

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Innovaciones como las de las mezclas semicalientes reducen el consumo de energía y emisiones” (Mezcla reciclada semicaliente de tasa media; número 15)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

Jornada Nacional de Asefma

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) ha acordado con Feria de Zaragoza la puesta en marcha de la segunda edición del Salón de Máquinas de Carreteras y Obras durante los próximos días 1 y 2 de julio, en el marco de la X Jornada Nacional de Asefma.

Las empresas del sector tendrán la oportunidad de exponer su oferta de productos y servicios para el sector de la construcción de carreteras ante un público de calidad, responsable de la toma de decisiones de compra de maquinaria.

El Salón, único en España que se dedica en exclusiva a la maquinaria para construcción de carreteras, constituye el punto de encuentro ideal entre la oferta y la demanda, con la exposición de los equipos más novedosos de las principales marcas del mercado.

La oportunidad de esta convocatoria resulta mayor en un momento en que las Administraciones Públicas comienzan a licitar y ejecutar operaciones de conservación de carreteras, debido al progresivo deterioro que nuestro patrimonio viario ha sufrido en los últimos años. Para paliar estos efectos, se requiere una inversión de 6.200 millones de euros, de acuerdo con estimaciones de la Asociación Española de la Carretera (AEC). Tras una etapa de brusco reajuste, la obra pública espera volver a convertirse en segmento estratégico fundamental para animar al sector de la construcción y, con ello, contribuir a la definitiva recuperación económica de nuestro país tras más de siete años de crisis.

Así parece indicarlo el hecho de que, tras varios años marcados por la contracción, el presupuesto del Grupo Fomento para 2015 prevé invertir 9.570 millones de euros. En materia de carreteras, la inversión total asciende a 2.091 millones de euros, de los que 1.156 millones se destinarán a construcción de nueva infraestructura y 935 millones a actividades de conservación.

Cita profesional obligada

La exposición comercial es complemento ideal a la X Jornada Nacional de Asefma. A este encuentro asistirán cientos de congresistas, que representan la práctica totalidad de los técnicos del sector, directivos y representantes de las empresas fabricantes y aplicadoras de mezcla bituminosa, con capacidad de compra en nuestro mercado. En los últimos tiempos,

Asefma ha venido realizando una firme apuesta por las redes sociales y las nuevas tecnologías, con lo que el impacto y resonancia de sus encuentros ha ganado en repercusión. De la mano de la plataforma Itafec, el encuentro será retransmitido por streaming, lo que permitirá acercar el encuentro a profesionales de otras latitudes, principalmente Latinoamérica.

El programa de Jornadas Técnicas, de próxima aparición en: www.asefma.es, contará, como es habitual, con la presencia de los profesionales nacionales e internacionales más cualificados en este ámbito, que analizarán la situación del sector.

Asefma, un apoyo privilegiado

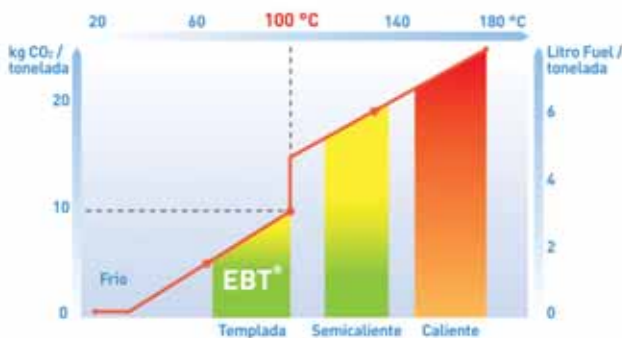
La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) es una asociación de empresas dedicadas a la fabricación y aplicación de mezclas asfálticas para la pavimentación viaria. También encuadra, como miembros adheridos, a los suministradores de betún y maquinaria relacionada con cualquiera 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.

La celebración de la X Jornada Nacional de Asefma viene a constituir, por todo lo que este organismo representa dentro del sector, un magnífico respaldo para impulsar la celebración del Segundo Salón de Máquinas de Carreteras y Obras.

Inversión en el momento oportuno

Los Presupuestos Generales del Estado proporcionan un soplo de aire fresco al Grupo Fomento, al que se ha otorgado una dotación de 9.570 millones de euros para inversiones. Se destinarán a carreteras 2.091 millones de euros, de los que 1.156 millones se destinarán a construcción de nueva infraestructura y 935 millones a actividades de conservación.

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

World of Asphalt 2015

El número de asistentes a la convocatoria de World of Asphalt y AGG1 2015 ha pulverizado todos los récords. La superficie de exposición ha sido la mayor de su historia.

El Congreso y Exposición World of Asphalt 2015 tuvo lugar de forma paralela y complementaria al Programa Formativo AGG1 Academy & Expo, entre los pasados días 17 y 19 de marzo, en la ciudad de Baltimore (Maryland, EEUU), a instancias de la Asociación Nacional de Pavimento Asfáltico (NAPA), la Asociación de Fabricantes de Maquinaria (AEM) y la Asociación Nacional de Piedra (NSSGA).

En el encuentro se han dado cita empresarios, técnicos y académicos de distintos países para ponerse al día en las últimas tecnologías, maquinaria y productos del sector. Entre las conclusiones más significativas que se extrajeron figura el hecho de que se incrementa el trabajo conjunto de la industria del asfalto, con una asistencia de más de 7.600 profesionales; los participantes procedían de más de 50 países diferentes. Las innovaciones de producto también desempeñaron un papel protagonista en el evento, con un extraordinario incremento tanto de la superficie expositiva (135.000 m²) como del número de expositores (450), que exhibieron sus productos y tecnologías más innovadores. La industria del asfalto presta cada vez más interés a la formación: más de 10.000 inscripciones al amplio programa de actividades educativas que se desplegó durante esta cita.

El evento ofreció valor añadido a través de la inclusión, entre las entidades colaboradoras, del Departamento de Comercio del país norteamericano, que, con su Programa Internacional de Búsqueda de Compradores, contribuyó a atraer visitantes de todo el mundo.

"El entusiasmo y apoyo despertados por la nueva convocatoria de World of Asphalt dentro del sector han sido extraordinarios; es muy importante para nosotros el conseguir reunir a todos los agentes del sector para intercambiar conocimientos y puntos de vista, y esto es lo que sucedió en Baltimore", señala Rick Feltes, de Lafarge Norteamérica y presidente de NSSGA y AGG1 Academy & Expo en 2015, como representante de la Asociación Nacional de Piedra, Arena y Grava (NSSGA) estadounidense. *"Las personas y las empresas que allí estuvieron han podido comprender la importancia y valor de la educación y el trabajo en común,*

centrados en el intercambio de "conocimientos técnicos, últimas novedades en equipación y productos para incrementar la competitividad y al servicio de la sostenibilidad; y sin duda, los asistentes a estos eventos serán los triunfadores del futuro", continuó.

"El evento ha sido un éxito; la interacción y la energía inherentes a la superficie de exposición se vio reforzada por una magnífica conexión entre las empresas expositoras y sus clientes", ha valorado Chair Rick Moore, representante de la Asociación Nacional de Pavimentos Asfálticos (NAPA). Asimismo, enfatizó la oportunidad que han aprovechado los asistentes para "hacer negocios, aprender y evaluar los nuevos equipamientos", ya que a lo largo de los tres días de World of Asphalt también se han presentado los últimos avances en I+D+i. El otro punto fuerte han sido las 110 sesiones educativas centradas en buenas prácticas de la industria del asfalto, soluciones y benchmarking en diferentes itinerarios formativos, que se celebraron en diferentes momentos del Worlf of Asphalt.

Educación de calidad

Los asistentes pudieron participar en más de 110 sesiones informativas, orientadas a conseguir las mejores prácticas, soluciones y evaluación comparativa dentro de esta industria. Los asistentes pudieron discutir acerca de los diferentes aspectos que afectan al futuro de la industria, como los niveles de crecimiento económico o los fondos para carreteras.

En torno a 30 asociaciones de todo el mundo formaron parte como patrocinadores del evento. La presencia de la Asociación de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) en el World of Asphalt facilitó la participación de sus asociados en el evento con distintos privilegios, como la posibilidad de difundir información de manera gratuita desde el stand de la asociación en el Centro de Convenciones.

Al cierre de esta cita se cedió el testigo a la ciudad de Nashville (Tennessee), que acogerá el World of Asphalt 2016, del 22 al 24 de marzo.

FABRICANTE Y DISTRIBUIDOR DE EQUIPOS PARA INGENIERÍA CIVIL

ARRB



- SOLUCIONES INTEGRALES PARA PAVIMENTOS: PERFIL LONGITUDINAL, TRANSVERSAL, MACROTEXTURA, RUGOSIDAD (IRI), ETC.

ASFT



- LIDER MUNDIAL
- MEDIDA CONTINUA DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN CARRETERAS
- CORRELACIÓN CON EL PÉNDULO BRITÁNICO Y CON EL SCRIM EN TRES VELOCIDADES: 30-60-90 KM/H

TRIAxIAL AUTOMÁTICO

- PARA SUELOS, ELECTRÓNICO CON 4 SISTEMAS DE PRESIÓN Y CON PRENSA



EDÓMETRO

- ADQUISICIÓN DE DATOS



CORTE DIRECTO

- ADQUISICIÓN DE DATOS



ANALIZADOR

- ANALIZADOR ASFÁLTICO INFRATEST EN 26971-1



PRENSA

- PRENSA AUTOMÁTICA MULTIENSAYO C.B.R. / MARSHALL / DURIEZ / ETC.



COMPACTADORAS

- COMPACTADOR SUELOS PN - PM .CBR EN 103500 EN 103501 EN 103502



- COMPACTADORA MARSHALL EN 12697-30 EN 12697-10



PRENSAS

- PRENSA DINÁMICA COOPER EN 12697-24 EN 12697-25



PÉNDULO

- EN 1097-8/00 EN 1342 EN 13036-4 EN 1436



Mecánica Científica S.A. Fabricante de equipos para ensayos de:

- ARIDOS • SUELOS • CEMENTOS • AUSCULTACION DE FIRMES / VIAS • ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
- ROCAS • HORMIGONES • LIGANTES • MEZCLAS BITUMINOSAS

¡LIDER EN CALIDAD!

Calendario de eventos

AÑO 2015

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
15-17 de junio EATA	6 th Conference of the European Asphalt Technology Association (EATA)	Estocolmo (Suecia) www.eata2015.org
1-2 de julio ASEFMA	X Jornada Nacional de ASEFMA Vías locales y urbanas en el siglo XXI. Criterios de conservación	Zaragoza (España) www.asefma.es
12-15 de julio TRB	11 th International Conference on Low-Volume Roads	Pittsburgh, Pensilvania (EEUU) www.trb.org
9-13 de agosto TRB	9 th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology	Dalian (China) www.icmpa9.org
16-19 de agosto CAPSA	CAPSA'15 - 11 th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa	Sun City (Sudáfrica) www.capsa2015.co.za
25-28 de agosto AMAAC	9 ^o Congreso Mexicano del Asfalto	Cancún (México) www.amaac.org.mx
13-16 de septiembre AAPA	16 th AAPA International Flexible Pavements Conference	Gold Coast (Australia) www.aapa.asn.au
15-18 de septiembre IRF	1 st IRF Europe & Central Asia Regional Congress	Estambul (Turquía) http://eca.irfnews.org/
24-25 de septiembre AIA-IMAA-IGV	2015 AIA-Symposium	París (Francia) www.mastic-asphalt.eu
4-7 de octubre Consulpav	Rubberized Asphalt Rubber 2015	Las Vegas, Nevada (EEUU) www.consulpav.com/rar2015/
7-9 de octubre RILEM	8 th International RILEM Symposium	Ancona (Italia) www.rilem-sib2015.it
13-15 de octubre Pavement Preservation & Recycling Association	PPRA - 2015 Fall Meeting	Niagara Falls, Ontario (Canadá) www.aema.org
21-24 de octubre CONEXPO	CONEXPO Latin America	Santiago de Chile (Chile) www.conexpolatinamerica.com
2-6 de noviembre AIPCR	XXV Congreso Mundial de la Carretera	Seúl (Corea del Sur) www.atc-piarc.com
16-20 de noviembre Comisión Permanente del Asfalto	XXVII Congreso Ibero-latinoamericano del Asfalto	Bariloche (Argentina) www.cpasfalto.org/eventos.htm

AÑO 2016

10-14 de enero TRB	TRB 95 th Annual Meeting	Washington DC (EEUU) www.trb.org
19-22 de enero ISSA	Slurry Seal Workshop	Las Vegas, Nevada (EEUU) www.slurry.org
23-26 de febrero AEMA-ISSA-ARRA	AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting	Bonita Springs, Florida (EEUU) www.aema.org
13-16 de marzo AAPT	91 AAPT Annual Meeting	Indianapolis, Indianapolis (EEUU) www.asphalttechnology.org
22-24 de marzo World of Asphalt Show Management	World of Asphalt 2016	Nashville, Tennessee (EEUU) www.worldofasphalt.com
1-3 de junio EAPA - Eurobitume	6 th Euroasphalt&Eurobitume Congress	Praga (Chequia) www.eapa.org/events

1988 - 2013
25 AÑOS

VIATOP®

El "Pellet".

Liderando las SMA desde 1988



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



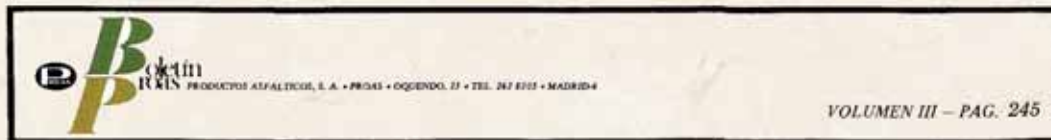
Fibras diseñadas
por la naturaleza

Una compañía del grupo JRS

C/ Venezuela, 103, 4ª planta., 08019 Barcelona
Tel: 933 262 880 • Fax: 933 262 897
www.jrsiberica.com • info@jrsiberica.com

Mirando al pasado

Documento publicado en septiembre-octubre de 1977.



VOLUMEN III - PAG. 245



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

En nuestro anterior comentario de actualidad nos referíamos ampliamente a dos temas: la escasa actividad observada en lo que va de año en la construcción y conservación de carreteras y lo antieconómico que resulta el no dedicar a este último concepto, es decir, la conservación, las cantidades necesarias para que se mantenga a un nivel satisfactorio. Son temas a los que últimamente nos referimos con mucha frecuencia y a los que, desgraciadamente, parece habremos de seguir refiriéndonos, dados los problemas que la realidad nos presenta día a día y que son los que, en definitiva deben inspirar una sección denominada "Comentario de Actualidad".

En el período transcurrido desde la redacción de aquel "Comentario" no se han producido cambios apreciables en el campo de las obras de carreteras. Siguen sin ponerse en marcha obras importantes, sigue desarrollándose una actividad de conservación relativamente lánguida, y lo único que crece son los comentarios adversos de quienes circulan por nuestras carreteras y encuentran cada vez más síntomas de deterioro y descenso de calidad. Ya perdida prácticamente por completo la esperanza de que en este año se produzca algún tipo de reactivación en este terreno, hemos empezado a interesarnos por lo que será el año 1978 en cuanto a carreteras se refiere, ya que, lógicamente, en estos momentos se estarán preparando los planes de actuación y los proyectos para lo que ha de ser la temporada de construcción de carreteras del año próximo, y las noticias que por ahora hemos podido recoger siguen siendo negativas. Parece que se prevé para el año 1978 una inversión en conservación y construcción de carreteras apreciablemente inferior a la de 1977, expresada en pesetas corrientes, lo que quiere decir que, expresada en pesetas de 1977, la reducción en el volumen de actividad previsible será muy considerable de no introducirse modificaciones apreciables en los planes preliminares de los que hemos tenido noticias. Del único sector del que podría esperarse alivio en esta situación, que es el de la construcción de autopistas por parte de las empresas concesionarias, poco puede esperarse, ya que la actividad en este sector —que ha disminuído fuertemente en el año 1977 respecto a 1976— seguirá previsiblemente disminuyendo en 1978, de forma que la única esperanza razonable que queda a quienes trabajan en estos sectores es que la Dirección General de Carreteras consiga hacer ver al Ministerio de Hacienda la necesidad ineludible de mantener el gasto en construcción y conservación de nuestra red de carreteras y autopistas a un nivel real igual, por lo menos, al del año en que nos encontramos, lo que exigirá, desde luego, que la inversión entre carreteras y autopistas, en pesetas corrientes, tenga un apreciable incremento respecto a la de 1977.

De no conseguirse esto, las consecuencias, en forma de quiebras de empresas y de paro del personal que habitualmente es absorbido por trabajos de este tipo, pueden ser importantes y muy lamentables. Sería por otra parte deseable que la decisión se tomara a partir del momento actual y claramente, de forma que, tanto la administración de carreteras como las empresas, pudieran realizar una previsión bien estudiada para el año 1978, en lugar de tener que improvisar casi continuamente, como forzosamente ocurriría si la corrección no se realiza a partir del presupuesto inicial del año, sino mediante adiciones sucesivas en forma de consignaciones o presupuestos extraordinarios.

#23

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Reciclar RAP es necesario, pero no es suficiente. Debe reutilizarse en mezclas bituminosas” (Editorial número 14)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

II Salón de Máquinas de Carreteras y Obras

Feria de Zaragoza, 1 y 2 de Julio

Horario: de 10:00 a 18:00 horas

2015

www.saloncarreteras.es



Coincide con:

X JORNADAS NACIONALES



asefma

Con LA 3ª EDICIÓN INNOVACARRETERA 2015, la COMPRA PÚBLICA INNOVADORA y los PREMIOS a la INNOVACIÓN de la PTC



Organizan:



Colaboran:



acex

ANEFA ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS FABRICANTES DE ANEFA

MÁQUINAS DE CARRETERAS

ASEAMAC
Asociación Española de Alquiladores de Maquinaria

ANMOPYC
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN, OBRAS PÚBLICAS Y MINERÍA

www.saloncarreteras.es

Lecturas recomendadas

Informe FHWA-HIF-15-002 Towards Sustainable Pavement Systems: A Reference Document. Enero 2015. 580 pp

La Federal Highway Administration (FHWA) ha publicado un extenso informe en el que se abordan diversas estrategias para aumentar la sostenibilidad de las infraestructuras de carreteras, evaluando las posibilidades de los diversos materiales que se pueden utilizar en la construcción y utilizando el Análisis de Ciclo de Vida y el Análisis de Coste del Ciclo de Vida como herramientas de evaluación.
<http://www.fhwa.dot.gov/pavement/sustainability/hif15002/hif15002.pdf>



Informe: " IDEA Innovations Deserving Exploratory Analysis Programs. An Annual Progress Report of the NCHRP IDEA Program ". Enero 2015. TRB

El programa NCHRP-IDEA se encarga de recopilar propuestas que incentiven la innovación en el sector de las autopistas y del transporte intermodal de superficie. Este programa está abierto a todo tipo de empresas e instituciones y se articula mediante un Comité de Expertos que selecciona las mejores propuestas a las que se les presta apoyo mediante asesoramiento para llevar la propuesta a la práctica.
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/IDEA/nchrp_idea_Annual2015.pdf

Informe: "AP-T290-15 A Common Data Output Specification for Texture, Cracking, Strength and Skid Resistance". Austroads. Marzo 2015

Este trabajo recoge la información remitida por las agencias de Austroads en relación a las características superficiales y estructurales de los pavimentos proponiéndose métodos armonizados de ensayo, recopilación y tratamiento de la información.
<https://www.onlinepublications.austroads.com.au/items/AP-T290-15>



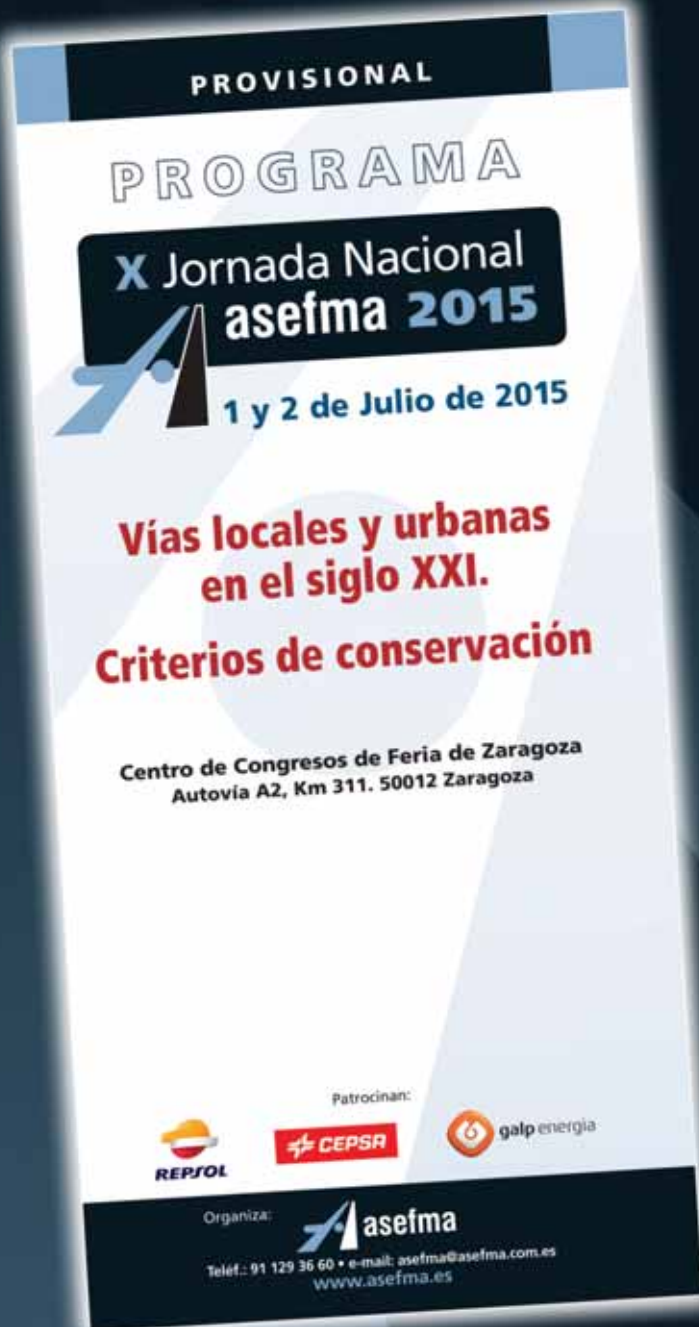
Informe: "Optimal Timing of Preventive Maintenance for Addressing Environmental Aging in Hot-Mix Asphalt Pavements". Asphalt Institute. Diciembre 2014

El objetivo principal de esta investigación fue ayudar a los usuarios a determinar el momento adecuado para el mantenimiento preventivo mediante la identificación de cómo el envejecimiento causado por medio ambiente afecta a las propiedades de las mezclas asfálticas (ligante y/o mezcla) del pavimento y cómo la aplicación de tratamientos de conservación del pavimento tiene un impacto en el proceso de envejecimiento. Se estudiaron dos secciones de ensayo: (1) una en la Low Road de MnROAD, para estudiar el envejecimiento a través de la aplicación de tratamientos con una periodicidad anual y durante un período de cinco años; y (2) un pavimento de 10 años de edad en la carretera TH 56, en el sur de Minnesota, aplicando anualmente sellados durante un período de cuatro años.
<http://www.trb.org/main/blurbs/171866.aspx>



Zaragoza, 1 y 2 de Julio de 2015

X Jornada Nacional asefma 2015



Vías locales y urbanas en el siglo XXI. Criterios de conservación

INSCRIPCIONES

La inscripción debe formalizarse en:
asefma@asefma.com.es

tras haber realizado el ingreso en la Cuenta Corriente:
Bankinter 0128 0013 29 0100041983

Inscripción on-line a través de:
www.itafec.com

Síguenos en Twitter  [#XJornadaAsefma](https://twitter.com/XJornadaAsefma)



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES
DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

Avda. General Perón, 26
28020 Madrid
www.asefma.es

T.: +34 911 293 660
F.: +34 911 293 566
E.: asefma@asefma.com.es

Debates en torno al sector

Durante este primer trimestre del año la actividad del sector del asfalto en las redes sociales se ha centrado en el gran número de jornadas y congresos del sector, en la denuncia del deterioro viario, en la promoción de la investigación en pavimentación y en las distintas iniciativas para fomentar la sostenibilidad.

El primer gran evento en redes sociales fue la Asamblea General Ordinaria de ASEFMA (@asefma_es), celebrada el 21 de enero, contando con la presencia del Ministerio de Fomento (@fomentogob) y de la Asociación Española de la Carretera (@aecarretera), en la que se abordó la situación actual del sector viario, además de las previsiones económicas y productivas para 2015.

Los mensajes y la situación del sector tuvieron un gran impacto en las redes y medios de comunicación: @agenciaefe, @europapress, @elmundoes, @elconfidencial, @expansion-com, @elEconomistaes, etc.

Este año ha comenzado de forma especialmente activa en las redes la Federación Europea de Carreteras (@ERFbrussels), denunciando el mal estado de las redes viarias y abogando por la adecuada gestión de infraestructuras de carreteras, considerando la idoneidad de crear una Agencia Europea de las Carreteras para impulsar un enfoque estratégico sobre mantenimiento viario y la necesidad de adop-

tar nuevas medidas para solventar las limitaciones financieras actuales en materia de carreteras.

En febrero, París acogió el Congreso Mundial sobre Conservación y Reciclado de Pavimentos (#PPRSParis2015), que fue seguido, vía streaming y con una participación en redes sociales muy importante, desde América Central y México.

Además, en España, @inge_carreteras habilitó un auditorio en la Universidad Alfonso X el Sabio (@universidad_uax) para poder seguir el evento en directo.

En dicho congreso, @jjpotti explicó en qué consisten las estrategias de comunicación desarrolladas por @asefma_es y el éxito de sus eventos, todos retransmitidos vía streaming y con eco en redes sociales.

Y la mejor muestra fue el debate seguido en Twitter para #PPRSParis2015 durante toda la primera jornada, cuyo alcance puede verse en la siguiente ilustración.

En el mes de marzo, @asefma_es organizó la V Jornada de Ensayos de Mezclas Bituminosas (#VJornadaEnsayos), que



Figura 1.



Figura 2.

también tuvo un gran impacto en Twitter, tal como puede apreciarse en la siguiente ilustración.

Por último, uno de los temas que mayor impacto ha tenido en las redes ha sido la nueva Orden FOM/2523/2014 que actualiza artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) relativos a “materiales básicos, firmes y pavimentos” y a “señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos”.

En este tema han participado los tuiteros más activos del sector: @jjpotti, @delValMA, @curro_lucas, @BardasaGen, @Jacintoluisgs, @joluperd, @ViaDelft, @angelsampi, @mmeetingroad, @daniel_andaluz, @Soto228Pepe...

#24

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Los desarrollos en aditivos y betunes rejuvenecedores aumentan las tasas de reutilización de RAP” (Art. Empleo de rejuvenecedores en reciclado de mezclas bituminosas, número 14)

#INGENIERÍA

Observatorio del sector

En esta sección se incluyen indicadores que permitan obtener una radiografía del sector de la carretera, considerando datos de tipo económico. En esta ocasión, mientras en nuestro país no deja de hablarse de transparencia, reproducimos los datos del informe Alarm Survey, elaborado por la organización británica Asphalt Industry Alliance, que recoge aspectos de interés (gasto en carreteras por administraciones, número de baches, costes medios de reparación, frecuencia de actuación...)

Alan Mackenzie, presidente de Asphalt Industry Alliance, celebra el incremento anunciado por el Gobierno en la inversión en carreteras desde abril del presente año. Esta noticia indica que por fin se está acometiendo el problema del deterioro de la red de carreteras. Mackenzie destaca que los presupuestos para el mantenimiento local podrían acercarse a niveles de 2010. Un número creciente de autoridades locales participa en el Programa de Eficiencia de Mantenimiento de Carreteras (HMEP), una iniciativa para alentar al sector a

trabajar juntos y compartir las mejores prácticas para lograr mejores carreteras. La industria del asfalto está muy involucrada en este programa.

El informe de este año muestra que la brecha entre los fondos que los departamentos locales de carreteras dicen que necesitan para mantener sus infraestructuras en condiciones adecuadas y el importe satisfecho se ha reducido significativamente. Un creciente número de las autoridades locales (hasta el 60% en Inglaterra) han implementado planes de gestión

Tabla 1. Datos principales del Informe Alarm Survey 2014.

	Inglaterra (excluido Londres)	Londres	Gales
Porcentaje de autoridades que han respondido	75%	75%	68%
Déficit en el presupuesto anual de carreteras	587 millones £	64 millones £	62,7 millones £
Media de déficit en el presupuesto anual por autoridad	5,1 millones £	2 millones £	2,85 millones £
Porcentaje del presupuesto para mantenimiento reactivo	24%	34%	35%
Retraso estimado en el mantenimiento ¹	12 años	14 años	12 años
Estimación del coste de puesta al día por autoridad	90 millones £	36 millones £	20 millones £
Porcentaje de autoridades que reportan sobrecostes	65%	29%	80%
Media de sobrecostes por autoridad	1,6 millones £	905.000 £	337.000 £
Frecuencia de actuación a nivel superficial	68 años	32 años	68 años
Número de baches cubiertos durante el pasado año	1.747.425	115.264	148.060
Media de baches cubiertos por autoridad el pasado año	15.195	3.602	6.730
Coste medio por relleno de baches	52 £	70 £	52 £
Gasto total por relleno de baches durante el pasado año	90,9 millones £	8,1 millones £	7,7 millones £
Cifra de compensación a usuarios de carreteras	11,1 millones £	4,4 millones £	1,1 millones £
Media de costes anuales por autoridad	88.000 £	76.000 £	112.000 £
Media de zanjas abiertas por servicio público el pasado año por autoridad	13.690	7.890	4.980

¹ Based on current budgets. Data in the ALARM Survey is supplied by 74% of the local authorities in England and Wales responsible for roads. Responses were received during January and February 2014.

Secciones fijas

de activos de autopistas, lo que significa un reconocimiento de la necesidad de mejorar la financiación. Muchos de los que respondieron a la encuesta manifiestan una mayor concentración de esfuerzos para mejorar las condiciones de las carreteras. El Gobierno Central también ha tomado conciencia del mal estado de muchas carreteras, además de incrementar la dotación para paliar los daños en el pavimento causados por las lluvias incesantes durante el pasado invierno. Esto se plasma en un monto adicional de 200 millones de libras para reparación de baches. El próximo reto pasa por lograr que se invierta antes de que ocurra el daño. Y es que, cuando se procura hacer el trabajo de manera eficiente, bajo la máxima 'invertir ahora para ahorrar más tarde', los recursos destinados a lo largo del ciclo de la carretera se ven drásticamente reducidos. La relación de planes de mantenimiento de carreteras programados en todo el país viene a reforzar esta afirmación.

El presidente de Asphalt Industry Alliance subraya el realismo que proporciona la financiación a largo plazo para los programas mejor planificados y más eficientes. El sector ha invertido más recursos en 2015 para mejorar la eficiencia. Por ello, es fundamental que los departamentos de carreteras reciban los fondos necesarios para aplicar una buena gestión de activos y mejorar la red de carreteras locales.

Presupuestos de mantenimiento vial

Los presupuestos de mantenimiento total de carreteras en Inglaterra y Gales se mantuvieron en niveles similares a los del ejercicio anterior, en torno a 2.800 millones de libras.

Las severas condiciones climáticas impuestas por el invierno se convierten cada vez más en una constante a la hora de

calcular los gastos imprevistos presupuestados por las autoridades locales para mantener sus carreteras en condiciones razonables. Con vistas al largo plazo, se advierte que los programas de mantenimiento de carreteras desarrollados cada año por las autoridades locales dificultan una planificación eficiente de los trabajos de mantenimiento, particularmente el concepto de mantenimiento preventivo, que es hasta 20 veces menos costoso que el trabajo reactivo consistente en parches y reparación de baches.

Condiciones viarias

Este año se ha producido una pequeña reducción en el porcentaje de carreteras que las autoridades locales reportaron como en mal estado, aunque las cifras de Inglaterra y Londres se sitúan aún muy cerca del 20%. Se consideran en 'mal estado' aquellas carreteras que tienen menos de cinco años de vida restante. La falta de mantenimiento preventivo, combinada con un aumento de las precipitaciones en los últimos años, ha incrementado la preocupación por el estado de las estructuras viales. Mientras que, a ojos de personas inexpertas, algunas superficies viarias no han dado ninguna razón para tal preocupación, existen evidencias, en muchos lugares de todo el país, de daños en las capas subyacentes de las carreteras locales. Este tipo de daño es considerablemente más caro de reparar y requiere un cierre de la carretera por obras de mayor envergadura.

Las autoridades de Inglaterra reportan que el 48% de su red se encuentra en buenas condiciones, es decir, que tienen más de 15 años de vida residual, mientras que en Londres el porcentaje es del 44% y en Gales, del 54%.

#25

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

**“En el reciclado de mezclas asfálticas se recuperan las propiedades del ligante envejecido del RAP con aditivos rejuvenecedores”
(Art. Empleo de rejuvenecedores en reciclado de mezclas bituminosas, número 14)**

#INGENIERÍA

HA NACIDO NOVAFIR

Nueva publicación
sobre firmes y pavimentos



Novafir es una nueva serie de volúmenes recopilatorios de artículos científicos, estados del arte, artículos de divulgación y casos prácticos aplicados tanto a explanadas como a pavimentos bituminosos y de hormigón.

YA A LA VENTA EL PRIMER NÚMERO - www.cinter.es

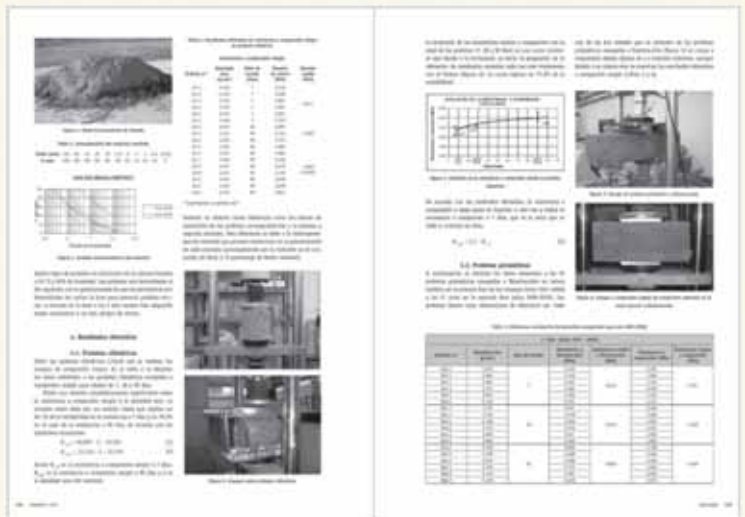
Una edición de David Hernando,
con Manuel G. Romana y Miguel Ángel
del Val como editores adjuntos.

NOVAFIR

Nace como una nueva serie de volúmenes recopilatorios de artículos sobre firmes y pavimentos que recogen aspectos novedosos sobre los materiales, los deterioros, el dimensionamiento, la fabricación, la conservación y la tecnología de pavimentación, y de artículos que, a pesar de no desarrollar aspectos novedosos, llevan a cabo un análisis de la información existente que sirve como base para avanzar en el conocimiento.

EL NÚMERO UNO

Este primer volumen incluye 19 artículos clasificados en 9 capítulos: explanadas, mezclas bituminosas en caliente, mezclas bituminosas con polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso, mezclas bituminosas fabricadas a baja temperatura, pavimentos de hormigón, firmes especiales, puesta en obra, auscultación y reciclado de firmes.



Editado por CINTER
con la colaboración de ASEFMA





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