

ASFALTO

y pavimentación

Número 8 · Volumen III · Primer trimestre · 2013

número
8



800 días

Récord de días sin licitar obras de Clave 32 (refuerzo de firmes) por parte del Ministerio de Fomento.

Más información en página 62

PLANTAS ASFÁLTICAS ▶ DEL TIPO ESTACIONARIO

Producciones de 80 a 400 t/h.

Equipos de reciclado en frío y en caliente como accesorios.



◀ PLANTAS ASFÁLTICAS ULTRA-MÓVILES

Producciones de 80 a 400 t/h.

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





Número 8 · Volumen III
Primer trimestre · 2013

ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

Director

Juan José Potti

Comité de Redacción

Alberto Bardesi, Andrés Costa,
Jesús Felipo, Lucía Miranda,
Jorge Ortiz, Anna París, Nuria Querol,
Baltasar Rubio, 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.asfaltopavimentacion.com
asfalto@asfaltopavimentacion.com

Suscripción anual (4 números)

España: 10 €
Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189

Depósito Legal: M21967-2011

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

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

Sumario

Número 8 · Volumen III · Primer trimestre · 2013

Editorial

El uso de las tasas

05

Tribuna

Elena de la Peña

07

Tribuna

Andrés Pérez de Lema

09

El comportamiento a fisuración térmica y por fatiga de las mezclas SMA

Ramón Botella, Felix Edmundo Pérez, Rodrigo Miró, Andres
Costa, Javier Loma, Rocío Cervantes, Lucía Miranda, M^a
Dolores Fenollosa, Esperanza Hidalgo, Baltasar Rubio,
Leonardo Enriquez, Fernando Sánchez, José Antonio
Hergueta, Santiago Lanchas, Ruy Núñez, Santiago Expósito,
Victoriano Fernandez, Juan José Potti

11

Emulsiones bituminosas poliédricas

Nuria Querol, Emeline Marty

19

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente

Francisco José Veá Folch, José Navas Gómez, Ramón Silvestre
Martínez, Esther Medel Colmenar, Alfredo García García

27

Secciones fijas

Descripción de ensayos para mezclas bituminosas, Normativa,
Calendario, Publicaciones, Mirando al pasado, Redes sociales,
Lecturas recomendadas, Observatorio del sector

39

Encuentros

Asamblea Anual de Asefma

53



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



El uso de las tasas

Ua saben, estamos en crisis: las administraciones públicas no consiguen ingresos suficientes, el déficit se dispara, las inversiones desaparecen y hay que recortar los gastos. Estamos en economía de guerra, o casi. Fiel a su papel tradicional en las cosas públicas, el sector de la carretera se pone en primera línea de batalla. Los gastadores del regimiento asfáltico, con su clásico uniforme negro, se aprestan a resistir como sea: se acabaron las obras nuevas, las rehabilitaciones, ni tan siquiera parece haber posibilidades de aplicar una política de mínimos en conservación de firmes. Lo poco que haya, dicen los generales, será para las unidades que más lucen, es decir, para las de aviación y ferrocarriles. Como era de esperar, aquellos que no tuvieron la precaución de deshacerse de sus brillantes entorchados inmobiliarios fueron inmediatamente localizados y cayeron bajo las balas de los hábiles *finanzotiradores* del enemigo. A estas alturas de los enfrentamientos ha caído medio regimiento, la mayor parte de hambre y frío, porque las soldadas y los suministros comprometidos se retrasan meses y meses. Reunidos los hábiles estrategas del Estado Mayor, surge una propuesta salvadora: cobrar por usar las carreteras. ¿Cómo dice? Sí, se trata de recaudar recursos con los que hacer frente a las necesidades de las carreteras. Y tiene toda la lógica. Como ha dicho algún avezado político dándole la vuelta a la tortilla, ¿por qué tienen que pagar la carretera los que no la usan? Sabia pregunta, con la que muchos estamos plenamente de acuerdo. Especialmente si se amplía a todos servicios públicos. Así pues, que los usuarios de la carretera la paguen. Y los de la educación, la sanidad..., porque la accesibilidad que proporciona el sistema viario es algo tan básico como estos otros servicios y, de hecho, sin la carretera no se podrían ni tan siquiera ofrecer a los ciudadanos. Es posible que algunos de esos usuarios, quizá un poco más informados, pudieran plantearse por qué, en realidad, tienen que pagar todavía más. Porque pagar ya están pagando el coste de las carreteras varias veces. El impuesto municipal sobre vehículos de tracción mecánica, los impuestos de matriculación, los impuestos a los diferentes hidrocarburos y el sempiterno IVA... Los pagan los propietarios de vehículos y

usuarios de la carretera. Así, entrando sólo en los impuestos a los hidrocarburos, siguiendo la información que ofrece la Asociación de Operadores de Petróleo en su página web, la carga impositiva de las gasolinás y gasóleos de automoción es, aproximadamente, de 0,7 y 0,6 €/l. Aplicando estos valores a las ventas durante el pasado 2012, resulta una recaudación, sólo por estos combustibles, de unos 20.000 millones de euros. Esto es, n-cientas veces el coste de las inversiones y gastos de las distintas administraciones en carreteras en 2012. Y si no nos referimos a este pasado y nefasto año, en años *normales* se recauda por este concepto unas cinco veces de media lo que se debería invertir/gastar en carreteras. Así pues, se trata de que los usuarios de la carretera paguen todavía más por lo que usan. Interesante, porque podría resolver los gravísimos problemas del sector, pero injusto, muy injusto.

Sin salirnos del inframundo del transporte, podríamos empezar por pedir que se empleen criterios similares en los modos de transporte alternativos. Así, por ejemplo, sería justo y deseable que los usuarios del AVE pagaran con sus billetes el coste del servicio que se les ofrece, en lugar de aplicar reducciones populistas a las tarifas. Probablemente, al día siguiente estarían vacíos sus vagones. Y las urnas, claro. Tampoco estaría mal que el queroseno que emplean los aviones comerciales tuviera un impuesto similar al de los combustibles de automoción. Sin embargo, no es así. Este combustible no está gravado con impuesto alguno, ni de carburantes, ni IVA, ni tan siquiera con el peculiar y solidario 'céntimo sanitario'. Curioso e injusto, muy injusto.

Aceptando de mala gana la necesidad del llamado Pago o Tasa por Uso de Infraestructuras (TUI), quedan por comentar algunos aspectos: cómo, cuánto, para qué... Empezando por el último, no parece confirmado que una eventual implantación de la TUI se realice de forma que lo recaudado en cada modo revierta en él de forma exclusiva y directa. Así pues, cabe que la TUI para los usuarios de la carretera termine usándose para seguir con el despropósito del AVE, llenando urnas, o para rescatar concesiones en quiebra, llenando cuentas y balances. Esto sería una burla a los usuarios de la carretera, esperemos que no ocurra.

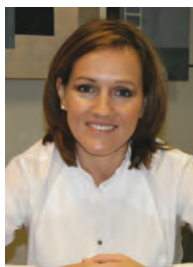
Respecto al cómo, parecen existir varias alternativas, casi todas ellas bastante creativas. No creativas por lo que tienen de innovación, que no es mucho, sino porque parecen estar destinadas a crear nuevas oportunidades de negocio alrededor de la carretera. Se proponen sistemas de videocontrol, seguimiento satelital, cobro telemático... en un limitado conjunto de vías, las de más tráfico y, por tanto, a un amplio pero limitado número de usuarios, lo que constituye un claro fallo de estas propuestas: su carácter no universal. En alguna de ellas se mencionan costes de los sistemas requeridos con cifras que, simplemente, asustan. Varios miles de millones para la implantación inicial y bastantes cientos de millones de euros por año para mantenimiento y gestión de los sistemas. ¡Caramba! Parece que recaudar la TUI sale más caro que el mantenimiento de los firmes sobre los que se aplica. Chirriante, al menos.

Respecto al cuánto, en algún interesante estudio realizado a este respecto se nos habla de que la TUI debería segmentarse en función del tipo de vehículos y de su eficiencia ambiental. Así, para los vehículos ligeros se proponen tarifas de 2 a 12 céntimos por kilómetro. ¿Qué significa eso? Pues podemos compararlo con lo que gasta en combustible un vehículo medio (6-7 l/100 km de gasóleo y un precio de 1,35-1,4 €/l), o sea, unos 0,08-0,1 €/km. Resumiendo, los sufridos usuarios a los que les pille el área TUI podrían ver hasta duplicado su coste variable más importante: el combustible. Aterrorador, simplemente.

Sin embargo, existe desde hace tiempo una alternativa de recaudación que se practica con reconocido éxito. Consiste simplemente en destinar una parte, bastaría el 20% de los impuestos a los hidrocarburos con la intención finalista de recaudar fondos para la gestión del patrimonio viario. Ofrece indudables ventajas. Es universal, porque todos los que usan, pagan. Es ambientalmente justa, porque castiga a los vehículos menos eficientes. No requiere inversiones de implantación ni de mantenimiento... En fin, suena hasta razonable. Desde luego, mucho más que el céntimo sanitario o el despliegue tipo 'gran hermano' que se nos ofrece.

Esperemos pues, que nuestros responsables políticos, por una vez, hagan buen uso de las tasas en esto de las tasas por uso.

El necesario golpe de timón



Elena de la Peña
Subdirectora General Técnica
Asociación Española
de la Carretera

En abril del año pasado, la Asociación Española de la Carretera presentaba los resultados del último trabajo de valoración del estado de conservación de las carreteras españolas; un ambicioso estudio que analiza 3.600 tramos de carreteras en la red del Estado y la de las Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, recogiendo multitud de datos sobre el estado del firme y del equipamiento viario (señalización vertical, marcas viales, elementos de balizamiento, sistemas de contención e iluminación).

Las conclusiones fueron demoledoras (el estado de conservación de los firmes obtuvo la peor nota en los últimos 25 años, el déficit en inversión en refuerzo de firmes y equipamiento se cifraba en 5.500 millones de euros, un 30% más que en el año 2005) y así se hicieron llegar a los responsables políticos de las Administraciones de Carreteras del país y a la opinión pública, a través de los medios de comunicación, que se hicieron eco de esta grave situación durante muchas semanas.

Pero la situación es, si cabe, más grave hoy. Si en los años 2007 y 2008 se destinaron, sólo en la Red de Carreteras del Estado, más de 500 millones de euros anuales al refuerzo de firmes, en 2009 la inversión se limitó a 28 millones de euros, que se convirtieron en 14 en 2010 y llevaron a una práctica desaparición de las inversiones en este capítulo en 2011 y 2012.

¿Puede el país y sus ciudadanos permitirse una inversión prácticamente inexistente durante cinco años en el refuerzo de sus firmes? Claramente no. No olvidemos que por las carreteras españolas circula un enorme tráfico de vehículos pesados, que son la base de una parte muy importante de la economía del país y que, inevitablemente, producen un deterioro en el firme, que afecta a todos los ciudadanos.

¿Hasta dónde hay que llegar para que se produzca un esperado golpe de timón en la política de refuerzo de firmes, que deje a un lado los planes de choque, para fomentar una inversión estable y progresiva, que permita superar el déficit actual de inversión?

Razones para ello no faltan; el sector no deja de demandarlo, pero el esperado cambio no llega a producirse. El año que acaba de comenzar y el contexto actual no hacen presagiar que el panorama vaya a mejorar. Quizá es un buen momento para recordarlas:

- **Por seguridad vial.** El estado de los firmes influye muy negativamente en la seguridad de la circulación: pérdida de adherencia, bajo rozamiento entre neumático y calzada, riesgo extra ante condiciones climáticas adversas, ... El descenso de accidentalidad en el tráfico del que la sociedad y el gobierno español están tan orgullosos, y que se ha conseguido con el esfuerzo de todos, podría estar en peligro como consecuencia de la disminución de las condiciones de seguridad de las carreteras.
- **Por comodidad y calidad de servicio de la circulación.** Probablemente hay pocas cosas que hagan sentir más incómodo a un conductor que una carretera con un firme en mal estado. La comodidad se podría sacrificar en tiempos de crisis, pero su influencia en la seguridad de la circulación, no.
- **Por equidad social.** La carretera es el único modo de transporte que permite que todos los habitantes de un país puedan acceder a los servicios básicos de sanidad, educación, cultura, etcétera. Pero una carretera en buen estado, no una carretera por la que circular entrañe riesgos adicionales por su mal estado.
- **Porque la red de carreteras supone un enorme patrimonio.** Aproximadamente 80.000 millones de euros, en el caso de la Red de Carreteras del Estado, y 88.000 millones de euros, de la red autonómica y de Diputaciones Forales, que se ha construido con el esfuerzo de todos;

Tribuna. El necesario golpe de timón

no conservarla adecuadamente significa perder progresivamente ese patrimonio.

- **Por rentabilidad económica.** Porque no invertir 1€ hoy en conservación supone un aumento de las necesidades de inversión en el futuro, que se estiman en 5 € a los tres años y en 25 € a partir del quinto año. El efecto multiplicador es demoledor para cualquier economía.
- **Por competitividad de nuestras empresas.** Un firme en mal estado obliga inevitablemente a reducir la velocidad de circulación por debajo de lo permitido en una vía, hecho que repercute negativamente en la competitividad de transporte, que están ligadas a una parte muy importante de las empresas, industrias y actividades económicas de nuestro país.
- **Por el impacto que supone en el sector.** Esta situación pone en grave riesgo a las empresas fabricantes de mezclas asfálticas, sector con una gran experiencia y prestigio, que es necesario para el buen funcionamiento del transporte por carretera, clave de la actividad económica de un país. Si la situación no cambia, se perderán empresas y empleos.
- **Por motivos medioambientales.** Un firme en mal estado provoca un mayor consumo de combustible y un aumento de las emisiones de los vehículos, por impedir circular en el óptimo de velocidad constante que pueden permitir las vías.

Son tiempos difíciles, tiempos de recortes, tiempos de ajustes... pero, ¿a qué precio? Es preciso revisar las prioridades en materia de infraestructuras y, dado que no es el momento de acometer grandes inversiones en nuevas infraestructuras, garantizar el funcionamiento adecuado de las que ya tenemos. Razones no nos faltan. Seguiremos recordándolo a las Administraciones y a la opinión pública.

¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?



Andrés Pérez de Lema
Editor de la revista
Asfalto y Pavimentación

“Yo he visto cosas que vosotros no creeríais... atacar naves en llamas más allá de Orión, he visto rayos C brillar en la oscuridad cerca de la puerta Tannhäuser. Todos esos momentos se perderán en el tiempo como lágrimas en la lluvia. Es hora de morir”.

La resignación y perplejidad que nos invade es sólo comparable a la que sentía Rutger Hauer en el papel de replicante albino en la famosa película Blade Runner.

“Yo he visto vender en España más hormigoneras sobre camión cada año que en tres superpotencias juntas, como Alemania, Francia y Reino Unido. Terminar aeropuertos sin aviones, imitando los diseños geométricos y abstractos pictogramas, que permanecieron inalterados durante más de mil años, gracias a la extraordinaria cultura Nazca que se desarrolló al sur de Perú”.

Al mundo del asfalto nos han invitado a salir del Iglú. Desposeídos desde hace más de cinco años de un mínimo de presupuesto que mantenga nuestro patrimonio, nos vemos como esquimales sin dientes, que no pueden masticar la dura carne de foca ni curtir las pieles de oso con la propia boca.

Con la ilustración que aportamos del bache, queremos certificar que la pertinaz crisis que asola las ventas de nuestros equipos para la realización y mantenimiento de carre-

06
2013

Para ellos son algo más que baches

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO →

JUNIO 2013

Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas **asefma**

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

Tribuna. ¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?

ras (cerca de un 97,5% de caída), no viene dada por la falta de utilidad de nuestra red viaria (el 95% de todo lo que se mueve en nuestro país se hace por carretera), ni mucho menos por el lamentable estado del pavimento.

Para explicar el gran bache que nuestros gobernantes nos ofrecen como red viaria, hemos de compararnos con nuestros iguales (en porcentaje de paro, se entiende).

20	Afganistán	35%
21	Macedonia	31,4%
22	Malí	30%
23	Libia	30%
24	Mauritania	30%
25	Camerún	30
26	Samoa Americana	29,8%
27	Granada	25%
28	Sudáfrica	24,9%
29	West Bank	23,5%
30	Serbia	23,4%
31	Dominica	23%
32	Guinea Ecuatorial	22,3%
33	Micronesia	22%
34	España	21,7%
35	Gabón	21%
36	Cabo Verde	21%
37	Nigeria	21%

El cuadro adjunto hacía referencia a aquella época en la que soportábamos un paro del 21,7%.

La tasa de paro en la Encuesta de Población Activa (EPA) alcanzará el 27,2% a lo largo de 2013. Es decir, que estaremos a mitad de camino entre Nigeria y Afganistán.

Ni nuestras infraestructuras ni nuestros gobernantes pueden rayar a menos altura que nuestros nuevos amigos de referencia. Los que nos dedicamos al mundo de la carretera somos los nuevos "Ni-Nis", ni construimos, ni mantenemos (más de 800 días sin licitar obras en clave 32).

Lo que no me termina de cuadrar es que, de los pocos recursos, que nos quedan, no se destine nada a respetar a aquellos que permiten ese 95% de transporte de personas y mercancías y se destine íntegramente a financiar un "cohetes" por raíles que, por supuesto, no se pueden permitir los países de nuestro entorno de paro, ni tampoco las primeras potencias mundiales. Los más de 2.000 kilómetros

(sólo de mantenimiento se chupan 200.000 euros por kilómetro al año). El resultado final para España es el siguiente: 9.000 pasajeros por kilómetro de AVE en el trayecto Madrid-Barcelona (14.000 en el caso de Madrid-Sevilla). La media internacional de usuarios, por cada mil metros de vía rápida, queda del siguiente modo: 51.000 pasajeros entre Colonia y Fráncfort; 59.000 entre París y Lyon; 235.000 entre Osaka y Tokio.

Los ciudadanos más ricos y endeudados del planeta, los EEUU, renunciaron al proyecto de unir dos áreas metropolitanas (Los Ángeles y San Francisco) de más de 18 millones de almas. Nosotros, fieles a nuestra tradición de "sostenella y no enmendalla", no retrocedemos nuestro glorioso avance, hasta alcanzar incluso las últimas posiciones de la despoblada Extremadura.

En mi infinita ignorancia, no sé cuanto costará arreglar el bache de la foto, pero, cueste lo que cueste, no lo arreglen. Utilicen nuestro dinero en algo práctico, como, por ejemplo, los utilísimos misiles balísticos norcoreanos de largo alcance o las necesarias líneas de AVE Valencia-Mallorca o Algeciras-Las Palmas... no sé, por decir algo.

El comportamiento a fisuración térmica y por fatiga de las mezclas SMA

Ramón Botella, ramón.botella@upc.edu
Felix Edmundo Pérez,
edmundo.perez@upc.edu
Rodrigo Miró, r.miro@upc.edu

Universidad Politécnica de Cataluña

Andres Costa, acosta@ohl.es
Javier Loma, jloma@ohl.es
Rocío Cervantes, rcervantes@elsan.es

Asfaltos y Construcciones Elsan

Lucía Miranda,
luciamirandaperez@gmail.com
M^a Dolores Fenollosa,
mdfenollosa@los-serranos.com
Esperanza Hidalgo,
ehidalgo@infraestructuras.eiffage.es

Eiffage Infraestructuras

Baltasar Rubio,
Baltasar.Rubio@cedex.es
Leonardo Enriquez,
Leonardo.Enriquez@cedex.es

CEDEX

Fernando Sánchez,
fsanchezd@euroconsult.es
José Antonio Hergueta,
jhergueta@euroconsult.es

Euroconsult

Santiago Lanchas,
Santiago.Lanchas@jrsiberica.com
Ruy Núñez, Ruy.Nunez@jrsiberica.com

Rettenmaier

Santiago Expósito,
Santiago.Exposito@uclm.es
Victoriano Fernandez,
Victoriano.Fernandez@uclm.es

Universidad Castilla La Mancha

Juan José Potti, jjpotti@asefma.com.es

EUCAT

Uno de los problemas que frecuentemente aparecen en nuestras carreteras es la fisuración de sus capas asfálticas, debido a la aplicación repetida de las cargas del tráfico (fallo por fatiga) y a las tensiones térmicas por bajas temperaturas. Para evitar este tipo de fallo, se está llevando a cabo en España, dentro de un proyecto de investigación financiado por el CDTI, en el que participan las empresas Eiffage, Elsan, Euroconsult, Rettenmaier Iberica y Mantenimiento y Construcción de equipos de Auscultación, junto con las OPIs: CEDEX, Eucat y las Universidades Politécnica de Cataluña y de Castilla la Mancha, un estudio sobre el uso de mezclas tipo SMA, recogidas en la norma UNE EN 13108-5, para evitar este tipo de fallo, y las ventajas que aportaría su utilización. Estas mezclas presentan un buen comportamiento respecto a las deformaciones plásticas, y un elevado contenido de ligante que mejora su durabilidad y resistencia a la fisuración. En este artículo se presenta la aportación que supone el uso de estas mezclas frente a las convencionales respecto al fallo por fisuraciones térmicas y de fatiga, a partir de la determinación de su energía de fractura y leyes de fatiga mediante los ensayos Fénix, EBADE y de flexotracción en 4 puntos.

Palabras clave: Fisuración, mezclas SMA

One of the problems often appearing in Spanish roads is cracking of asphalt layers caused by repeated traffic loads (fatigue failure) and thermopressure due to low temperatures. In order to avoid this type of failure, in the context of a research project financed by CDTI (Spanish Centre for the Development of Industrial Technology) with participation of the following companies: Eiffage, Elsan, Euroconsult, Rettenmaier Ibérica and Mantenimiento y Construcción de Equipos de Auscultación, together with Spanish Public Research Entities as CEDEX, Eucat and the Polytechnic Universities of Catalonia and Castile-La Mancha, a study is being carried out on the use of SMA mixes (eco-friendly sustainable mixes), certified in standard UNE EN 13108-5, to avoid this kind of failure, and the benefits of their application. These mixes offer good behavior as to plastic deformations, and a high binder content improving its durability and resistance to cracking. This article deals with the important contribution of these mixes compared to the conventional ones as far as thermal cracking and fatigue failure is concerned, based on the determination of its fracture energy and fatigue standards by the Fénix tests, EBADE and four points flexural strenght.

Keywords: Cracking, SMA mixes

El comportamiento a fisuración térmica y por fatiga de las mezclas SMA

1. Introducción

Uno de los fallos más frecuentes y característicos de los pavimentos bituminosos es la fisuración y agrietamiento de las capas de mezcla bituminosa. Esta fisuración es debida principalmente a la repetición de las cargas de tráfico y a las tensiones térmicas que aparecen en las mezclas a bajas temperaturas. Ahora bien, la respuesta de las mezclas bituminosas ante estos mecanismos de deterioro suele variar en función de la tipología de la mezcla y del tipo y contenido de ligante empleado en su fabricación. Para evitar este tipo de fallos, suele recurrirse a granulometrías que proporcionan un alto contenido de huecos, que deberán quedar rellenos por un alto contenido de betún, a poder ser modificado. Este es el caso de las mezclas SMA (Stone Mastic Asphalt), que están recogidas en la normativa europea (UNE-EN 13108-5), por ser mezclas habituales en los países del centro y norte de Europa, con climas más fríos que en España, y cuyo uso ahora se está analizando en nuestro país por su excelente respuesta ante los mecanismos antes señalados y, también, frente a las deformaciones plásticas (Brown et al., 1993 y 1997). Son mezclas cuya granulometría se caracteriza por un fuerte ángulo de rozamiento interno, debido a su alto contenido de partículas gruesas y pocos finos, lo que da lugar a numerosos puntos de contacto entre las partículas gruesas, proporcionando a la mezcla un sólido y estable esqueleto mineral. Este tipo de granulometría da lugar también a un elevado porcentaje de huecos, que al quedar rellenos por el mástico bituminoso, confieren a la mezcla una elevada ductilidad y resistencia a la fisuración.

Con objeto de conocer mejor el comportamiento de estas mezclas, adaptar su respuesta y comportamiento a las condiciones climatológicas y tráfico de España y ampliar y optimizar su campo de aplicación, varias empresas y centros de investigación están llevando a cabo un proyecto de investigación, financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), del Ministerio de Economía y Competitividad. Uno de los aspectos de las mezclas SMA que se está analizando en este proyecto es precisamente la variación de la ductilidad y de su resistencia a la fisuración por fatiga con la temperatura.

Para evaluar este efecto, se han empleado tres tipos de ensayos: ensayo Fénix (Pérez-Jiménez et al., 2010), ensayo de fatiga de cuatro puntos (UNE-EN 12697-24) y ensayo EBADE (Pérez-Jiménez et al., 2011). Con estos ensayos, se

han comparado las respuestas de dos mezclas tipo SMA respecto al comportamiento de mezclas tipo semidensa, que se han tomado de referencia.

El ensayo Fénix se ha empleado fundamentalmente para evaluar el cambio de rigidez y ductilidad que experimenta la mezcla con la temperatura (20, 5, -5 y -15 °C) bajo cargas monotónicas. Es un ensayo en que se va aumentando de forma constante la deformación de la mezcla (ensayo monotónico) hasta su fractura. Este ensayo se ha aplicado para evaluar el comportamiento de la mezcla bajo tensiones térmicas, donde la deformación a que está sometida la mezcla va aumentando también de forma monotónica al descender la temperatura. Aunque la velocidad de ensayo aplicado 1 mm/min es mayor que la se produciría en el firme por tensiones térmicas, se trata de un ensayo que nos permite comparar la respuesta de unas mezclas frente a otras y, como se verá más adelante, a bajas temperaturas la respuesta de las mezclas es casi elástica y el efecto de la velocidad ya no tiene tanta importancia.

La resistencia de las mezclas tipo SMA a la fisuración bajo cargas cíclicas (fisuración por fatiga) se ha evaluado en primer lugar aplicando el ensayo convencional recogido en la normativa europea, de flexotracción a cuatro puntos. Este ensayo se ha realizado sólo a 20 °C y en él se ha comparado la respuesta de esta mezcla frente a otro tipo de mezclas convencionales. Este ensayo permite caracterizar la respuesta de las mezclas a fatiga para distintos niveles de deformación impuesta, ley de fatiga, pero resulta muy laborioso de hacer y requiere un tiempo demasiado largo de ensayo. Por ello, para tener una mayor información sobre la respuesta a fatiga de este tipo de mezclas y poder llevar a cabo este estudio a diferentes temperaturas (20, 5, -5 y -15 °C), en un periodo más corto de tiempo se ha recurrido al uso del ensayo EBADE, que es un ensayo cíclico de fatiga pero en el que se realiza un barrido de deformaciones. En este ensayo se determinan dos parámetros básicos que permiten evaluar la respuesta de las mezclas bajo cargas cíclicas: su módulo inicial antes de iniciar el proceso de deterioro y la deformación que provoca su fallo bajo pocas aplicaciones de carga (< 20.000).

2. Ensayo Fénix

El ensayo Fénix es un ensayo de tracción directa aplicado sobre una probeta semicilíndrica. El control del ensayo se

realiza por desplazamiento, fijando una velocidad de 1 mm/min. Las muestras pueden proceder de probetas cilíndricas tipo Marshall o de testigo extraídos del pavimento. En el presente estudio todas las muestras procedían de probetas tipo Marshall compactadas por impacto a 50 golpes por cara. En la cara plana se induce una pequeña entalla (alrededor de 6 mm de profundidad) y se adhieren unas placas metálicas mediante una resina epoxy. Estas placas metálicas, a su vez se ensamblan a la prensa de ensayo por medio de unos pasadores cilíndricos, que permiten que las placas puedan rotar ligeramente respecto al punto de sujeción, a medida que avanza el ensayo.

Los parámetros más importantes obtenidos en este ensayo son la energía de fractura (GF) y el índice de rigidez a tracción (IRT). El primero proporciona una medida de la ductilidad y la resistencia a la fisuración del material, mientras que el segundo está directamente relacionado con el módulo de rigidez. En las siguientes ecuaciones, se muestra el cálculo de ambos parámetros.

$$G_F = \frac{W_F}{A_F}$$

donde W_F es el trabajo de fractura y A_F el área transversal de la probeta.

$$IRT = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_{\max}}{\Delta_m}$$

donde F_{\max} es la carga máxima alcanzada en el ensayo en kN y Δ_m es el desplazamiento hasta el 50% de la carga máxima post-pico en mm.

3. Ensayo Ebade

El ensayo EBADE (Ensayo de Barrido de Deformaciones) [6] es un ensayo cíclico uniaxial de tracción-compresión sobre una probeta prismática. El control del ensayo se realiza por deformación, gracias a los extensómetros colocados a los lados de la probeta. El ensayo está compuesto por bloques o escalones de 5.000 ciclos, durante los cuales la amplitud de deformación se mantiene constante. La amplitud de deformación va aumentando de escalón en escalón un valor fijo.

En el primer escalón, la amplitud de deformación es $2.5E-5$, y aumenta cada 5.000 ciclos en el mismo valor. Así, en el segundo escalón se aplica una amplitud de deformación de $5.0E-5$, $7.25E-5$ en el tercero, $1E-4$ en el cuarto y así sucesivamente, hasta que se produce el fallo total de la probeta.

La probeta de ensayo se puede obtener de muestras cilíndricas o de muestras tipo placa. En el presente estudio, todas las muestras fueron talladas a partir de probetas tipo Marshall compactadas por impacto a 50 golpes por cara. La geometría de la probeta es prismática, de $6 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$, aproximadamente. Se realiza una entalla en dos de las caras opuestas de la probeta de cerca de 6 mm de profundidad, para favorecer la rotura por la sección media de la probeta.

Para el análisis de los resultados, se tiene en cuenta la evolución del módulo complejo y la densidad de energía disipada con el número de ciclos. La densidad de energía disipada es directamente proporcional al área del bucle tensión-de-



Figura 1. Ensayo Fénix.

El comportamiento a fisuración térmica y por fatiga de las mezclas SMA

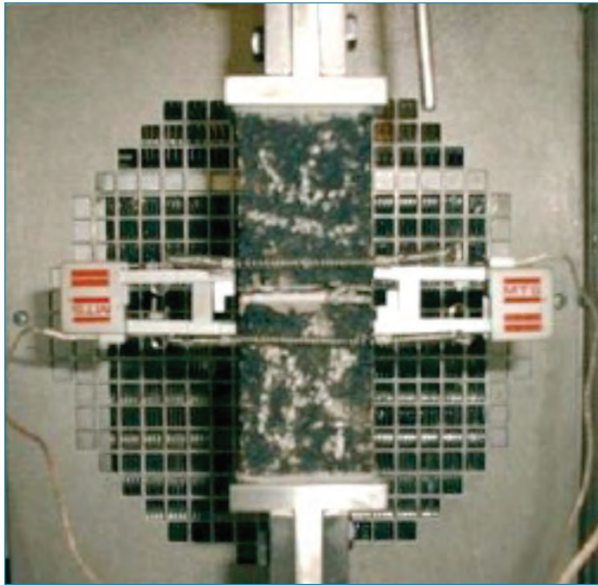


Figura 2: Ensayo EBADE.

formación registrado en cada ciclo. El fallo de la probeta se define en términos de este parámetro, definiendo una deformación de fallo como aquella en la cual la densidad de energía disipada disminuye por debajo del 50% del valor máximo alcanzado durante el ensayo.

4. Materiales de ensayo

Para la realización de este estudio, se emplearon dos mezclas tipo SMA. En las siguientes tablas se muestran las características de ambas.

Tabla 1: Características de la mezcla SMA 11.

Mezcla	SMA 11
Ligante	BM3-C
Árido Grueso	Ofita
Contenido Betún/Áridos (%)	6,0
Componentes % en mezcla	
0/4 Caliza	17,64%
5/8 Ofita	28,30%
8/12 Ofita	40,57%
Filler carbonato cálcico	7,83%
Betún	5,66%
Celulosa Viatop	0,3

Tabla 2: Características de la mezcla SMA 16.

Mezcla	SMA 16
Ligante	BC-35/50
Contenido Betún/Áridos (%)	5,7
Componentes % en mezcla	
Gravilla caliza 5/20 mm	66%
Arena caliza 0/5 mm	25,5%
Filler de aportación calizo	2,8%

Las diferencias más destacadas entre ambas mezclas fueron el tipo de ligante, tipo de árido grueso y la adición de fibras de celulosa a una de las mezclas.

5. Resultados Ensayo Fénix

La realización de los ensayos Fénix a diferentes temperaturas (20, 5, -5 y -15 °C) muestra el aumento de rigidez y la pérdida de ductilidad de las mezclas SMA con la temperatura. También muestra el efecto que tiene el tipo de betún empleado en su fabricación, así como la diferencia de comportamiento de estas mezclas respecto a las mezclas semidensas convencionales.

En las Figuras 3 y 4 se han representado los resultados obtenidos al ensayar las mezclas SMA con el betún BC 35/50 y con un betún BM3C. En ambos casos, se observa cómo la curva de rotura que es tendida al principio se convierten en más picuda, con una carga de rotura más alta y una deformación de rotura (la correspondiente a la carga máxima) más baja. También se observa que la variación del comportamiento de la mezcla SMA con el betún BC 35/50 tiene lugar principalmente entre 20 y 5 °C, también experimenta un cambio, aunque menor, entre 5 y -5 °C y apenas varía entre -5 y -15 °C.

La mezcla fabricada con el betún modificado BM3C presenta también esta fuerte variación de comportamiento con la temperatura, aunque presenta una mayor diferencia de comportamiento entre 5 y -15 °C que la fabricada con el betún mejorado con polvo de neumático. Esta mezcla presenta también una mayor energía de fractura, área bajo la curva, para las cuatro temperaturas ensayadas, así como una mayor deformación de rotura, lo que muestra el efecto de los betunes modificados en el comportamiento de estas mezclas.

En la Figura 5 se puede ver la energía de fractura respecto al índice de rigidez a tracción IRT para las dos mezclas SMA

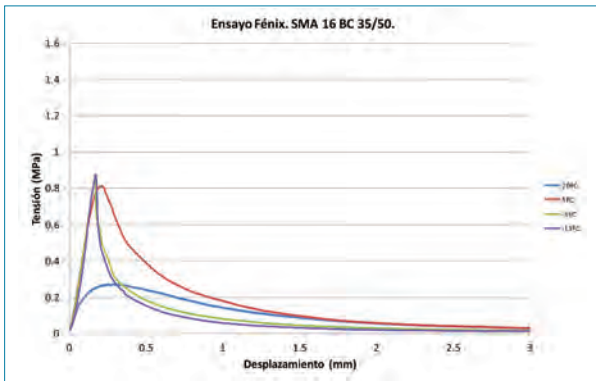


Figura 3: Curvas tensión-desplazamiento obtenidas en los ensayos Fénix para la mezcla SMA 16

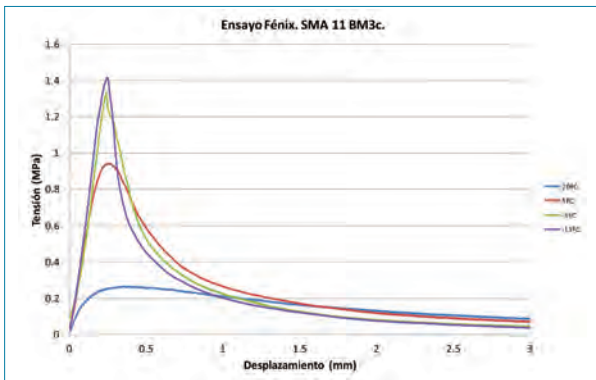


Figura 4: Curvas tensión-desplazamiento obtenidas en los ensayos Fénix para la mezcla SMA 11.

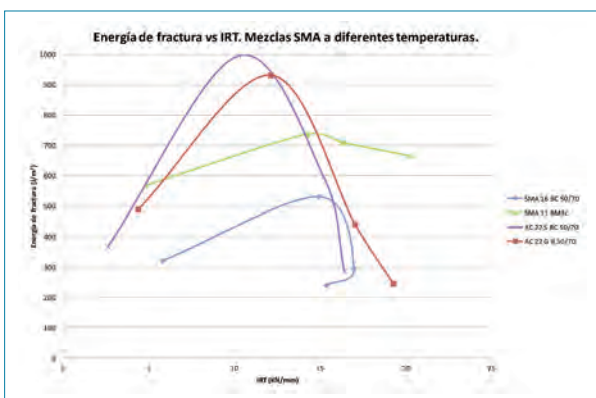


Figura 5: Energía de fractura vs IRT obtenidas en el ensayo Fénix de las mezclas SMA.

ensayadas y dos mezclas de granulometría tipo S fabricadas con un BC 50/70 y un betún B 50/70. Se observa que todas ellas tienen un máximo de la energía de fractura para la temperatura de 5 °C, donde se aprecia también que las mezclas tipo semidenso presentan una mayor energía de fractura. Para las temperaturas más bajas, la respuesta de todas las mez-

clas tiende a ser más parecido, salvo la mezcla SMA fabricada con el betún BM3C. Esta mezcla sigue manteniendo una mayor energía de fractura a temperaturas bajas, mientras que el resto de las mezclas experimentan una fuerte caída en su energía de rotura, presentando todos valores muy similares y con muy poca diferencia entre -5 y -15 °C.

6. Resultados ensayo de fatiga a flexotracción en cuatro puntos

Los ensayos de fatiga a flexotracción a 20 °C ponen de manifiesto la diferencia de comportamiento de estas mezclas respecto a las mezclas convencionales. Presentan, en general, un menor módulo dinámico y una mayor deformación de rotura. Esto hace que cuando se representan las leyes de fatiga en las mezclas SMA con mezclas convencionales, Figura 6, estas quedan por debajo. Además, hay que tener en cuenta que las mezclas tipo SMA se ha hecho el ensayo a una frecuencia de 30 HZ, establecido en este trabajo para este tipo de mezclas, y no a 10 Hz que es la frecuencia aplicada hasta ahora en el ensayo de las mezclas tipo AC22S, lo que incrementa su módulo y rebaja la deformación de fallo.

Por sí solas, estas leyes de fatiga no permiten establecer qué mezcla o formulación tiene mejor comportamiento en el firme respecto a la fisuración de fatiga, pues si por una parte son más dúctiles y para fisurarlas tenemos que llegar a un mayor nivel de deformación, al tener un menor módulo la deformación a que están sometidas en el firme, para el mismo espesor de capa y carga aplicada, será también mayor. El ensayo EBADE realizado a continuación sí nos va a permitir comparar la respuesta de las mezclas al obtener la relación entre el módulo y la deformación de rotura para las distintas mezclas ensayadas.

7. Resultados Ensayo EbaDe

El ensayo EBADE nos proporciona cómo va evolucionando el módulo de la mezcla con el nivel de deformación aplicada y con el número de ciclos. Cada 5.000 ciclos, hay un aumento del nivel de deformación aplicada. También se ha dibujado la evolución de la energía disipada, área dentro del bucle que dibuja el vector tensión-deformación en cada ciclo. En estos ensayos, se observa que el módulo se mantiene o baja al incrementar el escalón de carga. Se mantiene a bajas tempe-

El comportamiento a fisuración térmica y por fatiga de las mezclas SMA

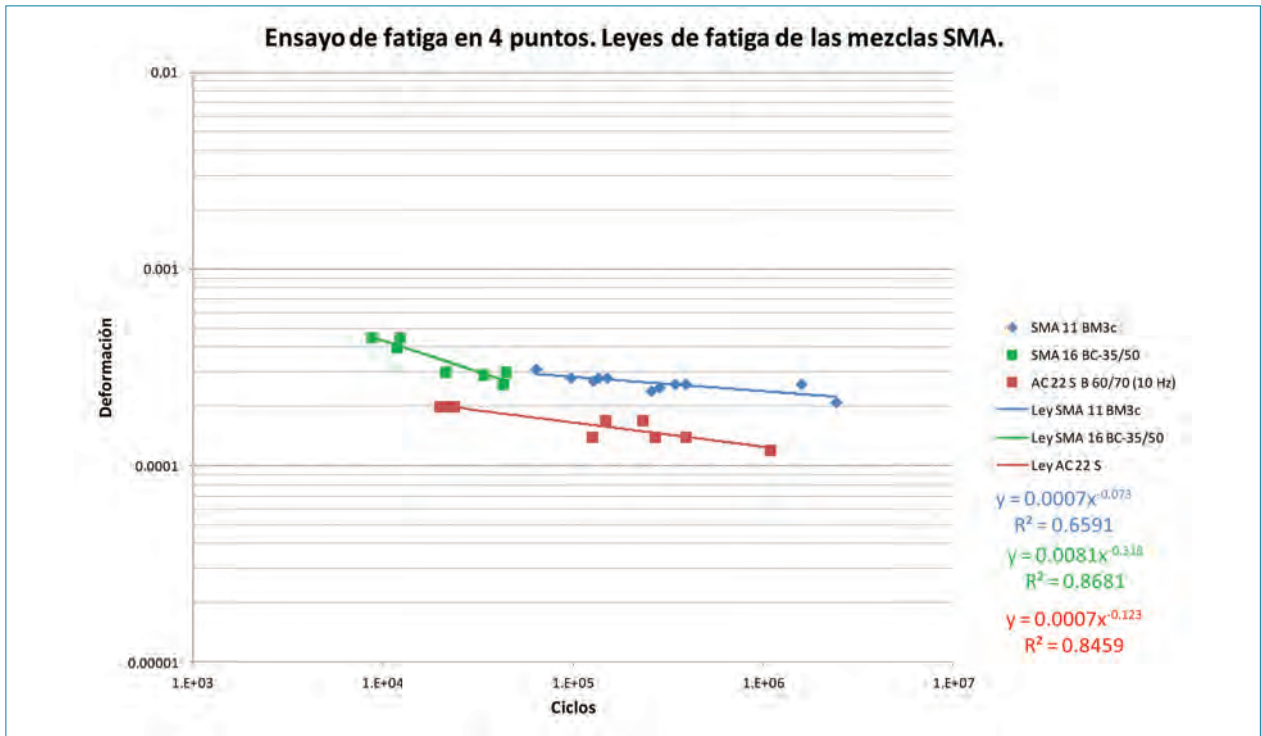


Figura 6: Leyes de fatiga de las mezclas SMA obtenidas a 20°C y 30 Hz.

raturas y baja cuando el ensayo se realiza a altas temperaturas, Figuras 7 y 8. Por el contrario, la energía disipada aumenta en cada escalón de deformación, más a las temperaturas altas, hasta llegar a un nivel máximo en el que comienza a decrecer, Figuras 9 y 10. Dentro de cada uno de los 5.000 ciclos en que se mantiene el nivel de deformación, ambas variables, módulo y energía, decrecen.

En este ensayo de fatiga, se ha establecido un fallo en el escalón de deformación en que la energía disipada decrece

por debajo del 50% de la máxima. En este escalón de deformación se ve que el deterioro de la mezcla se produce de una forma muy rápida y que su módulo y la carga aplicada en el ensayo se han reducido notablemente.

Al analizar la evolución de los módulos con la temperatura y ciclos de carga se observa que estos aumentan significativamente con la temperatura pasando de los 6.000-8.000 MPa, betún BM3-C y betún BC 35/50 a 20 °C, a los 22.000-25.000 MPa a 15 °C. También se observa, como se

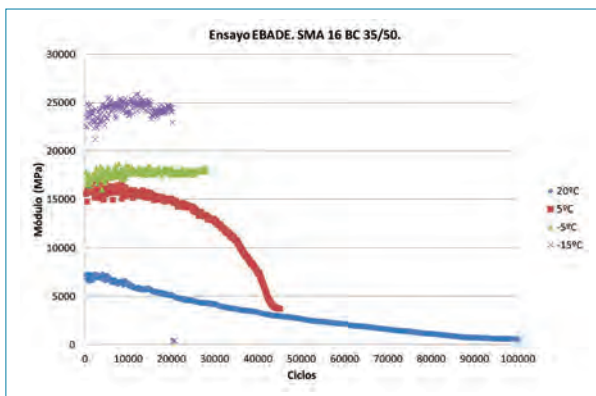


Figura 7: Evolución del módulo complejo con el número de ciclos para la mezcla SMA 16.

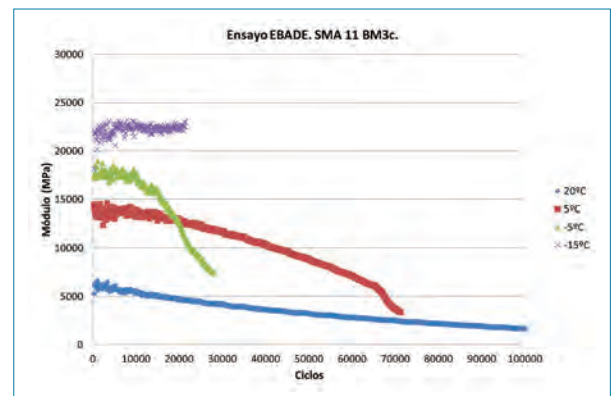


Figura 8: Evolución del módulo complejo con el número de ciclos para la mezcla SMA 11.

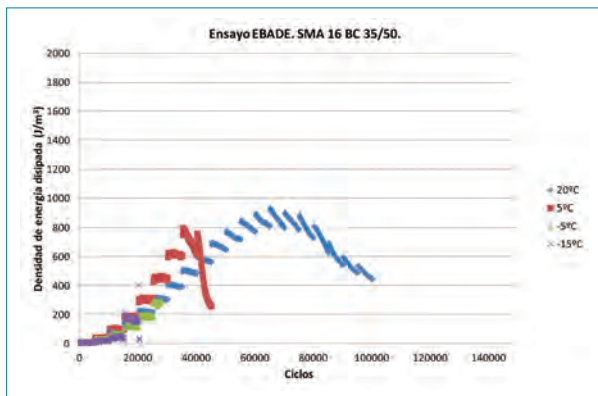


Figura 9: Evolución de la densidad de energía disipada con el número de ciclos para la mezcla SMA 16.

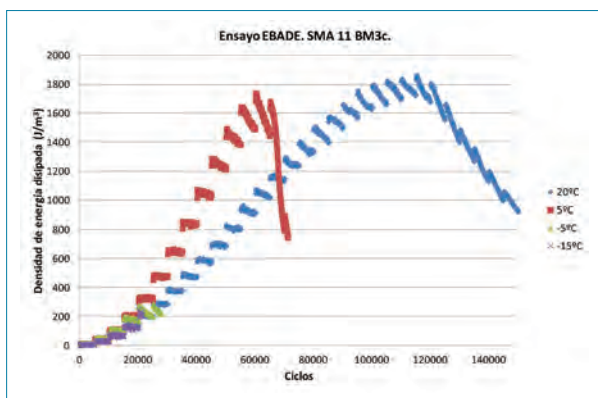


Figura 10: Evolución de la densidad de energía disipada con el número de ciclos para la mezcla SMA 11.

ha mencionado anteriormente, que el módulo se mantiene a bajas temperaturas prácticamente constante con el nivel de deformación y con el número de ciclos, lo que indicaría un comportamiento elástico-lineal de la mezcla.

Sin embargo, a las temperaturas altas, el módulo de la mezcla varía con el nivel de deformaciones y el número de ciclos sin que, a veces, se produzca deterioro de la mezcla, lo que indicaría un comportamiento visco-elástico no lineal, o tixotropía, del material ensayado.

Si se analiza ahora la evolución de la energía disipada, se aprecia claramente el efecto del ligante en el comportamiento de la mezcla. La mezcla fabricada con el betún modificado presenta unos mayores niveles de energía disipada y su rotura se produce a unos mayores niveles de deformación a altas temperaturas (5 y 20 °C). Sin embargo, a bajas temperaturas, las mezclas presentan un comportamiento más similar, con niveles de energía disipada bajos (comportamiento elástico) y deformación de rotura baja (fragilidad y pérdida de tenacidad).

8. Conclusiones

De los trabajos realizados se extraen las siguientes conclusiones:

- El comportamiento de las mezclas tipo SMA a temperaturas superiores a 5 °C es claramente mejor al de las mezclas convencionales. En particular, la mezcla SMA 11, fabricada con el ligante modificado con polímero y fibras, ha obtenido mejores resultados que la mezcla SMA 16, fabricada con un ligante mejorado con polvo de neumático.
- A temperaturas inferiores a los 0 °C, las mezclas SMA muestran comportamientos similares entre ellas y, a su vez, al de las mezclas convencionales.
- Las leyes de fatiga obtenidas para las mezclas SMA muestran su comportamiento más dúctil respecto a las mezclas convencionales de tipo semidensos, soportando un mayor número de ciclos de carga para una misma deformación impuesta.
- Los ensayos Fénix y EBADE facilitan la rápida evaluación de la resistencia a la fisuración térmica y de fatiga de las mezclas bituminosas en un amplio rango de temperaturas.

9. Referencias

- Brown, E.R. y H. Manglorkar. 1993. Evaluation of laboratory properties of SMA mixtures. Research Report, Work Sponsored by NAPA and the NAPA Education Foundation, NCAT Report No. 93-5.
- Brown, E.R., Rajib B., Mallick, J. E. Haddock y J. Bukowski. 1997. Performance of stone matrix asphalt (SMA) mixtures in the United States. Federal Highway Administration, NCAT Report No. 97-1.
- Pérez Jiménez, F. E.; Valdés, G.; Miró, R.; Martínez, A. y R. Botella. 2010. Fénix test: development of a new test procedure for evaluating cracking resistance in bituminous mixtures. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2181: 36 – 43.
- Pérez-Jiménez, F. E.; Valdés, G.; Miró, R.; Botella, R. y J.M. Campana. 2011. Effect of thermal stresses on fatigue behavior in bituminous mixes. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2210: 90 -96.

LAS CARRETERAS HECHAS
CON BETUNES **ELASTER** AÚN ESTARÁN AHÍ
CUANDO YA NO SEAN NECESARIAS.



**PROAS PRESENTA ELASTER, SU NUEVA GAMA DE
BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMERO.**
Tecnología punta aplicada al Betón para que tus carreteras
sean más seguras, ecológicas y longevas.

www.proas.es

PROAS

Innovando para ti

Emulsiones bituminosas poliédricas

En este artículo se discuten los factores más importantes relacionados con la fabricación de emulsiones altamente concentradas de betún en agua. Las emulsiones preparadas fueron estabilizadas con un emulsionante cationico puro y formuladas con la técnica HIPR (High Internal Phase Ratio). Se estudiaron el efecto de la concentración final de betún, la temperatura de fabricación, así como la concentración de tensoactivo, el tiempo de mezclado necesarios o la velocidad de cizalla empleada. Los tamaños de glóbulo obtenidos demuestran que el tamaño medio obtenido está directamente relacionado con la velocidad de agitación, la concentración final de tensoactivo y el tiempo de mezclado. La estabilidad de la emulsión, que se puede medir con el aumento de tamaño de gota, se ve seriamente afectada con la concentración final del betún, la concentración de tensoactivo y del proceso de fabricación, así como de la velocidad y del tiempo utilizados en la fabricación.

Palabras clave: Emulsiones concentradas, tamaño medio de gota, estabilidad almacenamiento

The most important factors related with the formation of highly concentrated bitumen in water emulsions are discussed in this article. Information on the conditions required to produce emulsions with very narrow droplet diameter size distributions is given. The emulsions were stabilized with a pure cationic surfactant and formed using HIPR (High Internal Phase Ratio) technology. The effect of bitumen hardness, concentration, and temperature as well as surfactant concentration, rotor speed and share time on the average droplet size and distribution, and storage stability were investigated. The drop size results revealed that the mean droplet size is directly influenced by the three parameters studied. It was found that emulsion stability, which can be monitored by following the changes in mean droplet diameters as function of the storage time, is deeply affected by the bitumen hardness, the surfactant concentration and the manufacture process such us rotor speed and time.

Keywords: Highly concentrated emulsions mean droplet diameters, storage stability.

Nuria Querol, nuria.querol@sorigue.com
Emeline Marty, emeline.marty@sorigue.com

Sorigué

1. Introducción

Las emulsiones son sistemas dispersos, constituidos por dos líquidos inmiscibles. Uno de ellos es la fase continua, la cual contiene al otro líquido o fase interna, disperso en forma de pequeñas gotas. Estos sistemas son termodinámicamente inestables y poseen cierta estabilidad cinética [1] conferida por la presencia de un surfactante adsorbido a la interfase aceite/agua, el cual, por ser capaz de disminuir la tensión interfacial, facilita también la dispersión de un líquido en el otro.

El cambio de energía libre ($\Delta G(f)$), durante el proceso de formación de una emulsión [4], viene dado por:

$$\Delta G(f) = \sigma \Delta A - T \Delta S(\text{conf}) \quad (\text{eq. 1})$$

Donde:

σ es la tensión interfacial
 ΔA el incremento de área interfacial
 T la temperatura absoluta
 $\Delta S(\text{conf})$ el cambio de entropía conformacional del sistema.

El primer término del lado derecho de la Ecuación 1 ($\sigma \Delta A$) representa el trabajo que debe suministrarse al siste-

Emulsiones bituminosas poliédricas

ma para expandir la *interface* durante la emulsificación. Esto significa que la energía que debe suministrarse al sistema para crear una determinada área interfacial es menor mientras menor sea σ . Así, la presencia de un surfactante en la formulación, el cual reduce substancialmente el valor de σ , facilita considerablemente el proceso de formación de una emulsión.

El término $T\Delta S_{(conf)}$ de la ecuación 1 representa el aumento de entropía, como resultado de la dispersión de un componente en un gran número de gotas. Dicho término es positivo y promueve la emulsificación.

Para el caso de las macroemulsiones (diámetro de gotas mayor a 1 micra), $\sigma\Delta A > T\Delta S_{(conf)}$, por lo cual $\Delta G(f) > 0$ (Ecuación 1), lo que significa que el proceso de emulsificación es un proceso no espontáneo. Por consiguiente, las emulsiones son sistemas termodinámicamente inestables, y su estabilidad es determinada por efectos cinéticos.

Las emulsiones altamente concentradas se caracterizan por poseer fracciones de volúmenes de fase dispersa mayores que 0,74, que corresponde al máximo empaquetamiento de esferas monodispersas. Por lo tanto, las gotas dispersas están muy cerca unas de otras, separadas por una película muy fina de fase continua, formada en cada punto donde las gotas se tocan [2]:

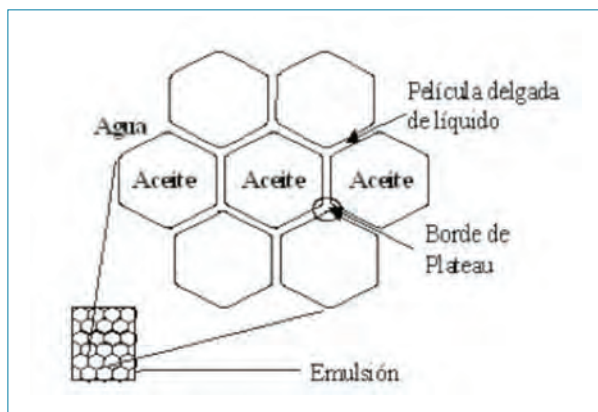


Figura 1. Estructura poliédrica de una emulsión concentrada.

Cada película interfacial está sometida a una presión de compresión, la cual es contrarrestada por una presión de desunión [3], generada dentro de la película interfacial, debido a la existencia de fuerzas de atracción de Van der Waals, de fuerzas de repulsión electrostáticas. Del equilibrio entre estas fuerzas depende la estabilidad de una emulsión [3]. La pre-

sencia de una monocapa de surfactante absorbida sobre la superficie de las gotas dispersas en la emulsión, es responsable por conferir una magnitud adecuada a la presión de desunión y así preservar la estabilidad y las otras propiedades de estos sistemas.

En emulsiones, es de fundamental importancia controlar la estabilidad y las propiedades reológicas durante el proceso de formación y, posteriormente, durante el almacenamiento y el transporte. Mediante un control cuidadoso de la naturaleza y magnitud de las fuerzas de interacción entre gotas, es posible controlar las propiedades de estos sistemas.

La estabilidad de una emulsión puede medirse determinando el tiempo que transcurre entre su formación y la separación completa de las fases.

Idealmente, las emulsiones concentradas (con más de 70% de fase interna) consisten de una aglomeración de gotas poliédricas separadas por una película muy fina de fase continua (Figura1). Tres películas interfaciales convergen en el borde de Plateau. La curvatura de la superficie de la gota en el borde de Plateau genera una diferencia de presión entre la película líquida interfacial y el borde de Plateau, originando un flujo de fase continua desde la película líquida interfacial hacia los bordes de Plateau. De esta forma, la película líquida interfacial se hace cada vez más delgada con el tiempo, pudiendo eventualmente romperse, en cuyo momento la emulsión se desestabiliza. Así, la estabilidad de una emulsión depende de la estabilidad de la película líquida interfacial, la cual, a su vez, depende de la presión de desunión [3]. La presión de desunión es una presión hidrostática en el interior de la película líquida interfacial, que actúa perpendicular a la superficie de las gotas. Esta presión se opone al contacto entre las gotas y, por consiguiente, a su coalescencia. En otras palabras, la presión de desunión es una fuerza por unidad de área, que se opone al drenaje de la fase continua contenida en la película líquida interfacial.

Las principales fuerzas que, actuando dentro de la película líquida interfacial, contribuyen significativamente con la presión de desunión, son las fuerzas de London, Van der Waals, las fuerzas de repulsión electrostática [6].

Las emulsiones concentradas tienen muchísimas aplicaciones industriales. En este artículo se discuten algunos aspectos relacionados con los procesos de formación y estabilidad de emulsiones de betún en agua y su posible aplicación en mezclas templadas.

2. Materiales y métodos

2.1 Preparación de emulsiones

El método utilizado para la preparación de las emulsiones concentradas es el **HIPR** (High Internal Phase Ratio). Este método requiere que la dispersión inicial se lleve a cabo a fracciones de fase interna superiores a la del empaquetamiento crítico, 74%. Esto facilita la formación de emulsiones con una distribución de diámetro de gotas bastante estrecha y una concentración muy alta de betún residual, superior al 75%. De acuerdo con este método, se pueden fabricar emulsiones controlando la morfología final de la emulsión. El proceso de la HIPR se basa en los elementos siguientes:

- La emulsión se fabrica en régimen concentrado, es decir, con un contenido de fase dispersa entre el 75 y el 95% (p/p).
- Se trabaja a una viscosidad alta para la fase dispersa, superior a 1 Pa.s.
- La velocidad de mezclado es baja, alrededor de los 1.000 r/min. Se trabaja en inversión de fases.
- Una vez formada la emulsión, se obtiene una pasta viscoelástica, que se diluye en agua hasta obtener la relación betún/agua deseada.
- Las emulsiones se almacenan a la temperatura requerida.

2.2 Materiales

- **Betún:** Para este estudio se ha utilizado un betún tipo 50/70, cuyas características principales se muestran en la Tabla 1.
- **Tensioactivo:** Las emulsiones concentradas se han formulado y estabilizado con surfactantes comerciales catiónicos de rotura media/rápida tipo alquil propileno diamina de cadena larga, preparadas a 70 °C. Los surfactantes presentes en el betún se activan con soluciones ácidas de ácido clorhídrico a pH comprendidos entre 2,0-2,5.

2.3 Análisis granulométrico

Para evaluar la estabilidad de las emulsiones, se ha realizado el análisis del tamaño medio de gota de las emulsiones almacenadas a 45 °C durante diferentes tiempos. Para ello, ha si-

Tabla 1. Características fisicoquímicas del betún utilizado

Características	Valores
Penetración	62 x 0,1 mm
Temperatura de reblandecimiento	51,3 °C
Viscosidad a 100 °C	4,80 Pa.s
Saturados	4,80%
Aromáticos	45,29%
Resinas	31,30%
Asfáltenos	16,53%

do necesario utilizar un instrumento basado en la técnica de difracción láser (Mastersizer 2000 de Malvern).

2.4 Parte experimental

Los parámetros relacionados en el proceso de fabricación se presentan en la Tabla 2.

Debido a la respectiva afinidad del tensioactivo activado por el betún y el agua, la energía empleada facilita la formación de emulsiones concentradas de aceite en agua.

3. Discusión de resultados

El proceso de formación de emulsiones de betún en agua implica la creación de una extensa área interfacial. Para generar esta área interfacial, es necesario disminuir la energía libre interfacial con la ayuda de un surfactante [7] y de transferir energía mecánica al sistema, a través de un proceso adecuado de mezcla [8,9]. La distribución y el diámetro promedio de gotas de una emulsión dependen, entre otros factores, de variables de formulación, tales como la relación betún/agua, la concentración y el tipo de surfactante, el pH, la fuerza iónica de la fase acuosa, la temperatura y de las variables mecánicas, tales como la velocidad y el tiempo de mezclado [10].

En el Gráfico 1 se muestran los diámetros promedio de gota para una misma relación de betún/agua en emulsiones preparadas a 70 °C con tres tipos de surfactantes diferentes:

Emulsiones bituminosas poliédricas

Tabla 2. Parámetros utilizados en la formulación.

Parámetro	Unidades	Rango
Velocidad rotación	r/min	800-1.300
Temp. Betún	°C	95-100
Temp. Fase Acuosa	°C	50-70
Contenido de betun o contenido de fase dispersa	p/p %	70-90
Dureza betun	0,1 mm	50/70
Concentracion Tensioactivo	p/p %	0,15-2,0

N-alquil amina, N-alquil poliamida y amidoaminas-imidazolinas en adelante: TA1, TA2 y TA3. En el estudio se emplearon cinco concentraciones diferentes, con pesos comprendidos entre 0,4 y 2,0%.

Como se puede observar en el gráfico, existe una concentración máxima de tensioactivo a partir de la cual, por mucho que aumente, no se es capaz de disminuir más el tamaño medio de gota. Si se quiere obtener un tamaño medio más pequeño, se debe modificar alguno de los otros parámetros comentados anteriormente.

Para una misma concentración de tensioactivo, C3, se obtiene el menor tamaño medio con el tensioactivo tipo TA1.

En el Gráfico 2 se representa la variación del diámetro promedio de gotas en función de la velocidad de mezclado,

para emulsiones preparadas a 70 °C con la concentración C3 anteriormente evaluada.

Para una determinada relación de betún/agua, se obtiene un diámetro promedio de gota límite cuando la velocidad de mezclado aplicada es de 1.000 r/min, siendo el valor óptimo cuando se aplica el tensioactivo tipo TA1 a concentración C3.

En el tiempo de mezclado se observa que este tipo de emulsiones requieren muy poco tiempo para obtener su tamaño medio óptimo y que, superado este tiempo, lejos de mejorar, el tamaño medio obtenido va aumentando poco a poco. En el Gráfico 3 se puede observar que el tamaño óptimo se obtiene con tan sólo 5 minutos de agitación.

Se puede observar mejor esta tendencia a aumentar el tamaño medio de glóbulo representando la distribución

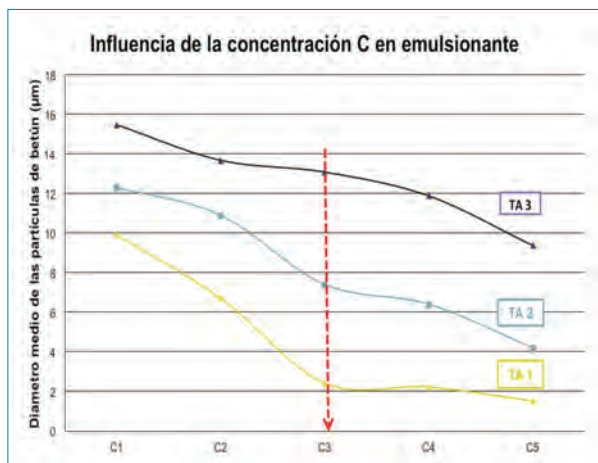


Gráfico 1. Influencia del tipo de amina y de su concentración en el diámetro medio de gota.

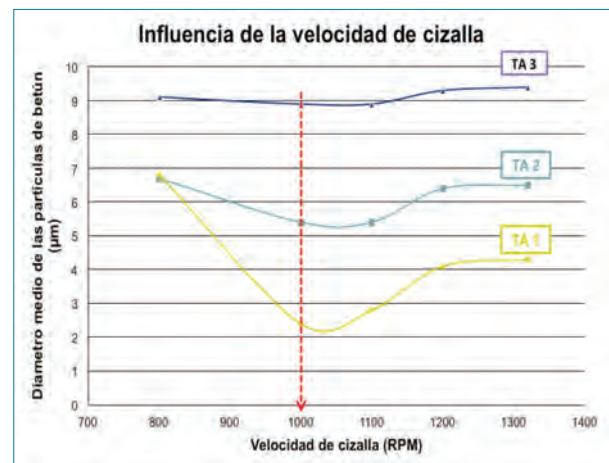


Gráfico 2. Influencia de la velocidad de cizalla en el diámetro medio de gota.

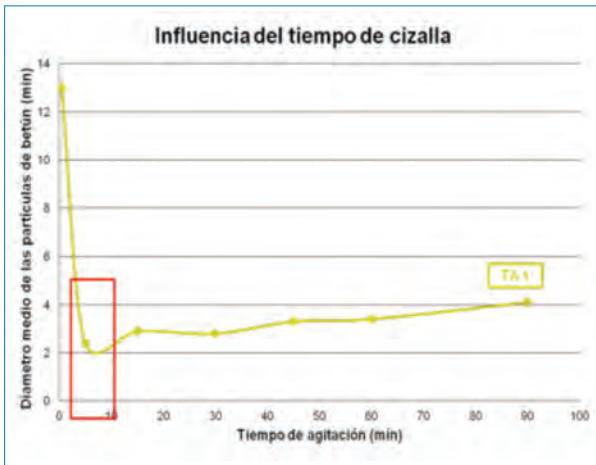


Gráfico 3. Influencia del tiempo de mezclado en el tamaño medio de gota.

granulométrica en función del tiempo de agitación. En este caso, se aprecia bien el desplazamiento hacia los tamaños más grandes de la curva granulométrica a medida que el tiempo de agitación aumenta. Por último, se estudia la

estabilidad en el tiempo de este tipo de emulsiones, por ser una característica muy importante que hay que tener en cuenta.

La estabilidad de una emulsión se manifiesta a través de los cambios en algunas de las propiedades que la caracterizan con el tiempo de almacenamiento. Así, se puede determinar la estabilidad de una emulsión midiendo los cambios que sufre la distribución y el diámetro promedio de gotas durante el almacenamiento.

En el Gráfico 5 se muestran los diámetros promedio de gotas obtenidos en función del tiempo de almacenamiento, a 25 °C, para una emulsión preparada con el tensoactivo tipo TA1 y almacenada durante 10 días.

No se observan variaciones en el diámetro promedio de gotas durante los 10 días de almacenamiento, lo que significa que no se produjo coalescencia (incremento del tamaño promedio), al menos durante este periodo de tiempo, y que, por lo tanto, las emulsiones se comportaron como sistemas estables durante estos 10 días.

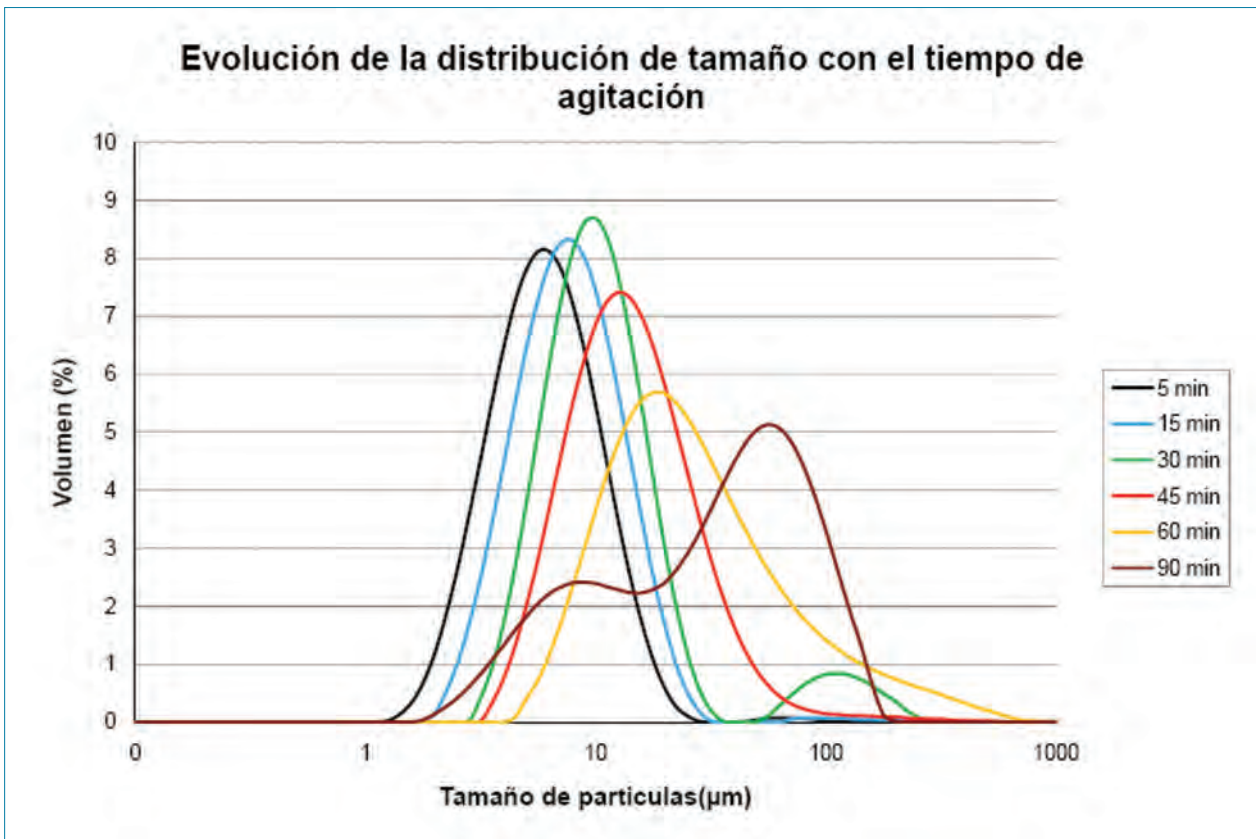


Gráfico 4. Evolución de la distribución del tamaño medio de partícula en función del tiempo de agitación

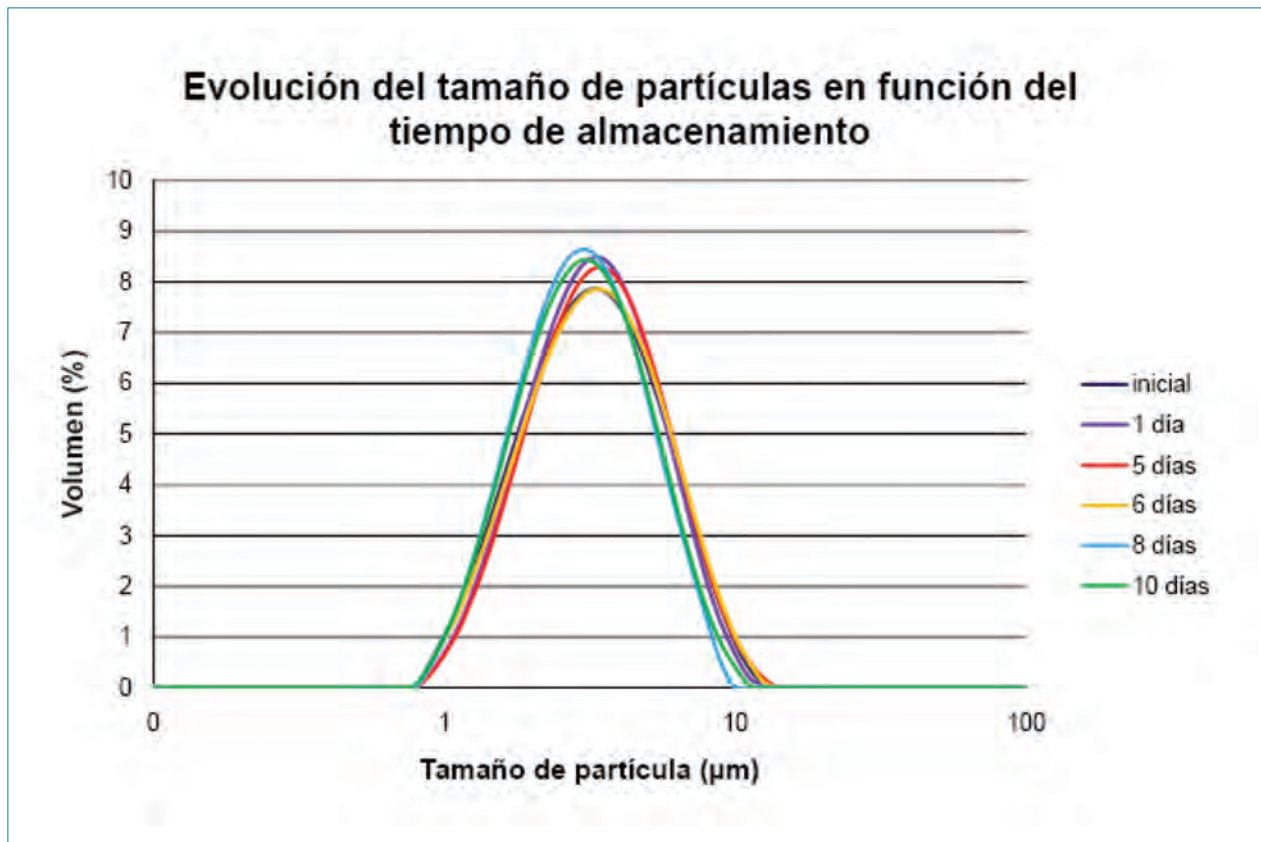


Gráfico 5. Evolución del tamaño medio de gota en función del tiempo de almacenamiento.

4. Conclusiones

- El proceso de emulsificación está directamente relacionado con el tipo y la concentración de tensoactivo utilizado, por la presencia de electrolitos, por la relación betún/agua y por el tiempo y la velocidad de mezclado, entre otros factores.
- Para una concentración de tensoactivo fija, manteniendo constante el tiempo y la velocidad de mezclado, el diámetro promedio de glóbulo disminuye al incrementar la relación betún/agua.
- A mayor concentración de fase interna, más estrecha es la distribución de diámetro de gota, con lo cual la polidispersidad para este tipo de emulsiones disminuye.
- El diámetro promedio de gota y la distribución cambian de forma significativa pero uniforme con el tiempo y la velocidad de mezclado.
- Se puede pensar que, para este tipo de emulsiones, la formación del área interfacial tiene lugar de forma controlada, lo que permite la producción de emulsiones con

un determinado diámetro promedio de gota y una distribución bastante estrecha, con un alto grado de monodispersidad y, por tanto, de reproducibilidad en sus propiedades.

- La estabilidad de las emulsiones se ve afectada notablemente por el tipo y concentración de tensoactivo, ya que los factores pueden modificar la presión de desunión y la estabilidad de la película líquida interfacial.
- El futuro de estas emulsiones puede pasar por convertirse en excelentes ligantes para la formulación de mezclas templadas, pues, al tratarse de emulsiones que tienen muy poca agua, ésta se elimina casi en su totalidad durante el proceso de fabricación.

5. Bibliografía

- [4] Tadros, T. F. and Vincent, B. 1983. Emulsion Stability, In *Encyclopedia of Emulsion Technology*, Becher, P. ed. Marcel Dekker, New York, Volume 1, Chapter 3, pp. 1-56.

- [9] Briceño, M. L., et al. 1989. Emulsion technology for the production and handling of extra-heavy crude oils and bitumen. Rev. Tec. Intevep 2:101-110
- [3] Derjaguin, B. V. and Kussakov, M. 1937. Experimental studies of solvation of surfaces as applied to the mathematical theory of the stability of lyophilic colloids. Izv.AN SSR, ser. khim. 6:1119-1152.
- [10] Derjaguin, B. 1987 Theory of Stability of Colloids and Thin Liquid Films. Plenum Consultants Bureau, New York. Chapter 3, pp. 53 – 83.
- [5] Hunter, R. J. 1987. Foundations of Colloid Science, Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford, Volume 1, pp. 168-440.
- [6] Israelachvili, J. 1991. Intermolecular and Surface Forces, Second Edition, Academic Press. London, pp. 139-307.
- [1] Kitchener, J. A. 1968. The Theory of Stability of Emulsions in Emulsion Science, P Sherman (ed.) Academic Press, London and New York, Chapter 2, pp. 77- 130.
- [2] Princen, H. M. and Kiss, A. D. 1986 Rheology of foams and highly concentrated emulsions. Static shear modulus. J.Colloid Inter. Sci. 112:427-437.
- [12] Rivas Hercillo, Gutierrez Xiomara, Silva Felix, Chirinos Manuel. 2003. Sobre emulsiones de betun en agua. Acta científica venezolana, 54; 216-236.
- [4] Tadros, T. F. and Vincent, B. 1983. Emulsion Stability, In Encyclopedia of Emulsion Technology, Becher, P. ed. Marcel Dekker, New York, Volume 1, Chapter 3, pp. 1-56.
- [7] Tadros, T. F. and Vincent, B. 1983. Emulsion Stability, In Encyclopedia of Emulsion Technology, Becher, P. ed. Marcel Dekker, New York, Volume 1, Chapter 3, pp. 1-56.
- [8] Walstra, P. 1983. Formation of Emulsions. In Encyclopedia of Emulsion Technology, Becher, P. ed., Marcel Dekker, New York, Volume 1, Chapter 2, pp. 57-127.
- [11] Sheludko, A. 1967. Thin liquid films. Adv. Colloid Interf. Sci. 1:391-464.

VEGETAL BIOTEC



Biotechnología

Especialistas en “**química verde**”, proponemos alternativas al uso de gasóleo y/o derivados petroquímicos para aplicaciones habituales en planta y en obra, como riego en camiones, extendedoras, palas y rastrillos, silos de transferencia... Con dedicación exclusiva para la industria asfáltica y de la carretera, presentamos innovadores productos de origen natural, que fomentan la **seguridad laboral**, la sostenibilidad **medioambiental** y protegen la **salud de los trabajadores**.

BIO 3010

Antiadherente base vegetal y limpiador para mezclas bituminosas

Productos:

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



Campi y Jové

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente

Reutilizar materiales residuales industriales como materia prima en la construcción de carreteras constituye un cimiento sustancial para lograr un desarrollo sostenible. La investigación realizada evalúa la viabilidad técnica de la sustitución parcial de áridos naturales por áridos cerámicos reciclados, procedentes de residuos de la industria cerámica y, concretamente, tipo gres y porcelánico, en mezclas bituminosas en caliente de tipo intermedia y rodadura. El estudio ha permitido concluir que resulta técnicamente viable su reutilización en mezclas bituminosas en caliente, con un 30% de áridos cerámicos reciclados en sustitución de los naturales, reuniendo éstas las prestaciones necesarias para proporcionar un adecuado nivel de adherencia y seguridad vial en la carretera. Dicha viabilidad queda supeditada a la evaluación de su ciclo de vida en tramos experimentales con tráficos reales.

Palabras clave: Mezclas bituminosas en caliente, áridos cerámicos reciclados, reutilización residuos, gres, porcelánico

Re-using industrial waste materials as raw material in road construction is a key factor for sustainable development. This research evaluates the technical feasibility of partial replacement of natural aggregates by recycled ceramic aggregates from ceramic tile industry wastes. Specifically, stoneware and porcelain tile wastes are used in hot asphalt mixes for binder and surface courses. The study has concluded that it is technically feasible to reuse recycled ceramic aggregates in hot mix asphalt, replacing 30% of natural aggregates with recycled ceramic aggregates. The mixtures keep an adequate grip level and safety in the road. This viability would depend on tests during their life cycle in experimental sections with real traffic conditions.

Keywords: Hot bituminous mixtures, recycled ceramic aggregates, porcelain waste, stoneware waste

Francisco José Vea Folch, fjvea@becsa.es
José Navas Gómez, jnavas@becsa.es

BECSA

Ramón Silvestre Martínez, rasilmar@cam.upv.es
Esther Medel Colmenar, emedel@caatvalencia.es
Alfredo García García, agarciag@tra.upv.es

Universitat Politècnica de València

1. Introducción

En la Comunidad Valenciana, el sector de la construcción convive con un fuerte y potente sector cerámico, generador de un gran volumen de residuos cerámicos procedentes tanto de sus stocks como de productos defectuosos. A tal respecto, los residuos gestionados y verificados por la Conselleria de Medio Ambiente de la Comunidad Valenciana ascendieron a

85.279 toneladas en 2007, de acuerdo con los datos facilitados por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER).

La revalorización de este residuo cerámico, creando un nuevo producto con un menor impacto medioambiental, permitiría su empleo en el diseño de mezclas, potenciando la reducción de costes de fabricación y de gestión de residuos.

Con esta hipótesis, se plantea su empleo en capas de base, intermedias y rodadura tipo AC y capas delgadas de rodadura tipo BBTM, para tipologías de tráfico T-1 a T-4.

2. Antecedentes

En España, las especificaciones técnicas que se refieren a la utilización de materiales en mezclas bituminosas en caliente (MBC) se recogen en los artículos 542, "Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso" (OC 24/2008), y

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente

543, "Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas" (OC 24/2008), del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). En dichos apartados se especifica que "los áridos a emplear en las MBC podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en estos artículos", pudiendo "el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP), o en su defecto el Director de las Obras" "exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese".

A nivel internacional, las investigaciones realizadas respecto al uso de los áridos reciclados para la construcción de carreteras indican la posibilidad de su utilización para diversas funciones, como en terraplenes, capas granulares o formando parte de las mezclas asfálticas del firme, ya sea en forma de grava, arena o filler. Los materiales documentados en la literatura existente como susceptibles de ser reciclados para su incorporación en mezclas bituminosas son cuantiosos, siendo algunos de ellos las escorias de alto horno, arcillas y arenas chinas, cenizas volante de carbón, cenizas de combustible pulverizado, residuos sólidos urbanos, arenas de fundición, cenizas de fondo de incineración, escorias fosfóricas, material granular reciclado, asfaltos reciclados, hormigón reciclado, vidrio reciclado, áridos de pizarra y escorias de acero (FHWA, 1997; Hassan et al., 2004; Van de Ven et al., 2011).

Respecto a la utilización de materiales de la industria cerámica como áridos reciclados para firmes bituminosos en caliente, si bien existen diversas investigaciones que establecen la posibilidad del uso de áridos reciclados a partir de residuos de la industria cerámica en la construcción de rellenos, capas de sub-base en carreteras secundarias y bloques de hormigón (Koyuncu et al., 2004), así como en la fabricación de hormigón (Baoshan et al., 2009; Pacheco-Torgal et al., 2010), las investigaciones para su uso aplicado a mezclas bituminosas son muy reducidas.

La mayor parte de las mismas se encaminan al uso de materiales cerámicos de diferentes industrias como filler de la mezcla bituminosa en caliente (Baoshan et al., 2009), concluyéndose en su potencial viabilidad de uso. Estudios posteriores realizados por Gahlot (2011) concluyeron que las propiedades de los áridos reciclados a partir de aislantes eléctricos de cerámica son adecuadas para su utilización en mezclas bi-

tuminosas como áridos finos. La investigación concluyó que es posible reemplazar hasta un 15% de árido fino por árido cerámico reciclado, caracterizando la mezcla mediante la prueba de estabilidad Marshall, no apreciándose diferencias significativas en cuanto a las propiedades de la mezcla en comparación con el uso de áridos convencionales.

Sin embargo, existen muy pocas investigaciones sobre el uso de residuos cerámicos como árido de mayor granulometría. En este ámbito, Krüger et al. (2008) investigaron la reutilización de los residuos reciclados de cerámica sanitaria en pavimentos bituminosos. La utilización de estos áridos reciclados, caracterizados por altos grados de blancura y dureza, resultaban muy adecuados para su integración en la capa de asfalto de carreteras principales, mejorando la reflexión de la luz solar y aumentando la estabilidad de la superficie de la carretera. El uso de este tipo de áridos de alta reflexión evitó el calentamiento de la superficie durante los meses de verano, así como la deformación y pérdida de estabilidad asociadas, mejorando además el contraste en la calzada.

Van de Ven et al. (2011) estudió la incorporación de áridos cerámicos reciclados, obtenidos a partir de la trituración de aisladores eléctricos cerámicos, en una mezcla bituminosa para capas de base con el fin de caracterizar tanto sus propiedades mecánicas como la producción de lixiviados en la mezcla. En la mezcla bituminosa modificada se sustituyó el 15% de los áridos naturales por áridos reciclados, resultando buenas propiedades mecánicas en el ensayo de estabilidad, tensión indirecta y sin incrementos de la sensibilidad al agua.

Recientemente, Feng et al. (2013) evaluaron el comportamiento mecánico y la conductividad térmica de mezclas asfálticas con distintos porcentajes de residuo cerámico triturado, procedente de la industria sanitaria, como sustitutivo parcial de los áridos naturales. La capa de rodadura de referencia consistió en una capa de hormigón asfáltico (SAC-10), diseñada de acuerdo a las prescripciones técnicas chinas a partir de áridos basálticos y filler de carbonato cálcico, betún asfáltico 80/100 y betún modificado con polímero SBS (Estireno-Butadieno-Estireno). La adición de pequeñas cantidades de árido cerámico reciclado, de fracción granulométrica comprendida entre 4,75-9,50 mm, redujo la conductividad térmica y la deformación potencial por roderas. Sin embargo, un alto contenido en áridos cerámicos producía la acumulación térmica, una mala resistencia y tendencia a formar roderas. Como conclusión, las mezclas bituminosas en calien-

te con hasta un 40% de áridos cerámicos reciclados podían presentar las características adecuadas para funcionar como capas de rodadura en pavimentos.

Respecto a la reutilización de los áridos de la industria azulejera, la empresa Beca S.A. presentó en el año 2009 el estudio "Investigación aplicada al diseño y caracterización de mezcla bituminosa en caliente con material cerámico como árido fino y grueso", financiado con una ayuda del IMPIVA (nº de expediente IMIDTF/2009/22), caracterizando el residuo cerámico de azulejo como árido sintético para el uso en una mezcla bituminosa en caliente, con un porcentaje de hasta el 50% de árido natural calizo, para su inclusión en una capa intermedia de una sección de firme. La mezcla bituminosa desarrollada se aplicó a la construcción del pavimento del parking de las nuevas instalaciones deportivas del campus de la Universitat Jaume I de Castellón. Desde el punto de vista técnico, el empleo del azulejo como un porcentaje del árido total de las mezclas proporcionaría a las mezclas bituminosas prestaciones similares al árido procedente de cantera. Posteriormente, en abril de 2010 se ejecutó en la carretera CV-170 a la altura de la población de Atzeneta, un tramo experimental con mezclas bituminosas en caliente con contenido de áridos cerámicos reciclados como capa de rodadura. La mezcla utilizada para la realización del tramo fue de tipo AC 16 surf 35/50, con hasta un 30% de árido cerámico de tipo gres y porcelánico, procedente de la industria azulejera.

Posteriores estudios realizados por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) del Instituto de Transporte y Territorio (ITRAT) de la UPV han demostrado que estos nuevos materiales, mezcla de árido natural-árido cerámico, además de eliminar los excedentes industriales y atenuar el consumo de áridos naturales, con la correspondiente mejora medioambiental, presentan parámetros de comportamiento de las mezclas bituminosas muy similares a los obtenidos con áridos naturales.

3. Objetivos

El objeto de la investigación es la caracterización de mezclas bituminosas tipo base e intermedia y rodadura (AC), así como en mezclas discontinuas tipo rodadura (BBTM), con diferentes porcentajes de árido sintético en sustitución de árido natural, analizando sus prestaciones mecánicas y durabilidad. De

esta forma se pretende obtener un producto nuevo con materiales de residuos cerámicos que sustituyan a los áridos naturales, tanto de tipo silíceo empleados en la capa de rodadura y que escasean en la Comunidad Valenciana, como de tipo calizo en capas de base e intermedias, evitando la sobreexplotación de yacimientos.

4. Metodología

La metodología diseñada para el desarrollo de la investigación se ha estructurado en dos etapas.

En una primera etapa se llevó a cabo la revisión del Estado del Arte respecto al uso de materiales cerámicos reciclados en las mezclas bituminosas en caliente. Posteriormente, se realizó el estudio de los áridos naturales y áridos cerámicos reciclados a partir de residuos de tipo gres y porcelánico, para proceder al estudio de las mezclas bituminosas, realizándose el diseño en laboratorio de las mismas.

En una segunda etapa, pendiente de realización, se establece el desarrollo experimental mediante tramos de prueba, así como la recopilación y análisis de los datos. El seguimiento de las propiedades mecánicas de los tramos experimentales a lo largo del tiempo permitiría determinar las condiciones de durabilidad y comportamiento de las capas de firme, de acuerdo con la categoría de tráfico y la situación de cada capa en el firme.

En última instancia, el análisis de los datos resultantes permitirá la evaluación definitiva del aprovechamiento de los áridos cerámicos reciclados para su uso en mezclas bituminosas en caliente.

El esquema metodológico propuesto para la investigación se muestra en la Figura 1.

4.1 Tratamiento de los residuos cerámicos

Las dimensiones de los residuos industriales de material cerámico tipo gres y porcelánico (RICGP) no permiten su incorporación directa a la mezcla, por lo que deben someterse a un tratamiento previo (Figura 2), en un proceso consecutivo de selección y acopio, pisado y fractura de azulejos mediante explanadora de cadenas, cribado en criba mecánica rotatoria, trituración, machaqueo y clasificación en planta, obteniéndose granulometrías de fracción fina de 0-4 mm y de fracción gruesa de 4-11 mm de áridos cerámicos reciclados.

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente



Figura 1. Esquema metodológico del estudio del aprovechamiento de residuos cerámicos en mezclas bituminosas en caliente.

4.2. Caracterización de áridos cerámicos reciclados

La tipología básica y procedencia de los materiales utilizados, así como los principales resultados obtenidos de los ensayos efectuados en frío sobre las muestras en estudio se recogen en la Tabla 1.

El árido cerámico presenta una menor limpieza y una mayor humedad natural que los áridos naturales, caracterizándose además por un menor peso específico. Este déficit de densidad aparente del árido cerámico respecto al calizo condiciona el incremento de contenido de huecos de la mezcla y, por tanto, más puntos de fatiga, defectos de inicio de rotura y menor cohesión de la mezcla.

Por otro lado, el coeficiente de desgaste de Los Ángeles muestra valores sensiblemente más reducidos para los áridos de procedencia cerámica que para los áridos calizos, considerando tamaños granulométricos similares, siendo el árido cuarcítico el que presenta los menores coeficientes de desgaste.

El material cerámico se caracteriza por presentar dos dimensiones semejantes, quedando la tercera dimensión desproporcionada con respecto a las anteriores, lo que favorece la aparición de lascas. En particular, el azulejo de tipo gres presenta una compacidad menor que el porcelánico, por lo que al someterlo a machaqueo las tensiones internas son bajas y resulta una fractura más cúbica. Por el contrario, la alta compacidad del material porcelánico condiciona elevadas tensiones internas en el momento de rotura, favoreciendo la aparición de lascas.

4.2.1 Estudio experimental

Para determinar la influencia de los áridos cerámicos reciclados en las características superficiales de las mezclas bituminosas en caliente (MBC) para capas de rodadura, se ha llevado a cabo un estudio del comportamiento de mezclas con áridos reciclados en un tramo experimental existente mediante ensayos de coeficiente de rozamiento transversal (CRT).



Figura 2. (a) Residuo cerámico: a.1) Tipo gres, a.2) Tipo porcelánico; (b). Árido cerámico tratado: b.1) Fracción fina 0-4 mm, b.2) Fracción gruesa 4-11 mm

El tramo experimental fue ejecutado en abril de 2010 en la carretera CV-170, en las proximidades a la población de Atzeneta, tratándose de un tramo con una intensidad media diaria de vehículos muy baja, contando con una sección de calzada de aproximadamente 6,30 m de anchura, de doble sentido y sin arcenes.

Para la ejecución del tramo, de 1.200 m de longitud, se emplearon mezclas bituminosas en caliente de tipo AC 16 surf, con una dotación de 4,70% de betún convencional 35/50, un contenido en árido cerámico de tipo gres y porcelánico reciclado del 30% en el carril A de sentido CV-15 a Atzeneta y del 20% en el carril B de sentido Atzeneta a CV-15. Tras once meses de la apertura al tráfico, la auscultación de la capa de rodadura proporcionó buenos valores de coeficiente de rozamiento transversal ($CRT_A = 77,55\%$, $CRT_B = 68,23\%$), superiores al 65% establecidos por el PG-3. El va-

lor de macrotextura (Macrotextura $A = 0,66$ mm, Macrotextura $B = 0,67$ mm) resultó ligeramente insuficiente a los requerimientos del PG-3 (0,70 mm).

4.2.2 Estudio en laboratorio

A partir de estos datos, se realiza un estudio de resistencia al pulimento de capas de rodadura con material cerámico reciclado, relacionando el porcentaje de áridos reciclados, los valores de coeficiente de pulimento acelerado (CPA) y el número de caras esmaltadas ($N^{\circ}CE$) visibles en superficie.

Los áridos utilizados para la formulación de las probetas de dicho estudio fueron áridos duros de Cuarcita, procedentes de canteras de Riudecols (Tarragona), y áridos cerámicos reciclados a partir de materiales tipo gres y porcelánico, procedentes de las empresas Saloni-Becsa (Castellón).

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente

Tabla 1. Cuadro resumen de ensayos realizados en frío sobre las muestras de áridos.

Temperatura, °C	Granulometría	Limpieza de áridos (% # 0,063 mm)	Tamaño mínimo (mm)	Tamaño máximo (mm)	Humedad natural (%)	Peso específico y % absorción	Filler (0,063 mm)	Equivalente de arena SEz	Densidad aparente en tolueno	Índice de lajas (%)	Los ángeles (%)
Árido 0/4 cerámico ⁽¹⁾	Sí	-	0	4	2,34%	2,577 / 14,10	9,00%	EA- 78	0,769	-	-
Árido 4/10 cerámico ⁽¹⁾	Sí	1,14	4	11,2	1,27%	2,425 / 3,96	1,10%	-	-	9,0 %	21 %
Árido 6/12 cuarcita ⁽³⁾	Sí	0,72	6	12	0,58%	2,762 / 0,93	0,72%	-	-	12,6 %	13 %
Árido 12/20 cuarcita ⁽³⁾	Sí	0,69	12	20	0,40%	2,749 / 0,67	0,69%	-	-	7,2 %	13 %
Árido 16/32 cuarcita ⁽⁴⁾	Sí	0,07	16	32	0,40%	2,747 / 0,67	0,10%	-	-	9,6 %	13 %
Árido 0/2 calizo ⁽²⁾	Sí	-	0	2	0,16%	2,793 / 2,73	20,30%	EA-60	0,714	-	-
Árido 0/4 calizo ⁽²⁾	Sí	-	0	4	1,66%	2,793 / 2,73	13,70%	EA- 53	0,833 ⁽⁵⁾	-	-
Árido 4/12 calizo ⁽²⁾	Sí	0,56	4	12	0,96%	2,751 / 1,14	2,48%	-	-	5,4 %	29 %
Árido 12/20 calizo ⁽²⁾	Sí		12	20	0,64%	2,743 / 0,94	0,84%			6,0 %	29 %
Árido 20/32 calizo ⁽²⁾	Sí	0,28	20	32	0,10%	2,798 / 0,78	0,45%	-	-	2,0 %	-

⁽¹⁾ Áridos machacados cerámicos de acopios planta La Torreta (Castellón)

⁽²⁾ Áridos machacados calizos de acopios planta La Torreta (Castellón)

⁽³⁾ Áridos machacados cuarcitas de cantera Riudecols en planta La Torreta (Castellón)

⁽⁴⁾ Áridos machacados cuarcitas de cantera Riudecols en planta Masdenverge (Tarragona)

⁽⁵⁾ Ensayos de C.P.A. externos, combinando árido cerámico y cuarcitas Riudecols

Los resultados mostraron que las mezclas de áridos con presencia de materiales cerámicos reciclados obtuvieron valores de CPA sensiblemente inferiores a los límites establecidos por el PG-3 para tráfico de tipo T1 a T31. Respecto de los tráfico de tipo T32 a T4 y arcenes, las mezclas ensayadas con un contenido de árido cerámico del 15%, 31% y 56% presentaron valores de CPA superiores al límite establecido por las prescripciones, por lo que resultan viables técnicamente para su uso en estos niveles de tráfico (Figura 3).

En general, la mayor proporción de árido cerámico respecto del árido natural disminuye el valor CPA y aumenta la presencia de caras esmaltadas en la superficie de rodadura.

La mezcla de áridos tipo 3 con un 31% de material cerámico presenta un valor de CPA de 47%, por debajo del 50% requerido en el PG-3 para tráfico desde T1 a T31. Sin embargo, se ha contrastado en el estudio experimental que me-

dante la utilización de un porcentaje de material cerámico reciclado similar se pueden formular y producir mezclas bituminosas que en la práctica obtienen unos buenos resultados superficiales iniciales en cuanto a macrotextura y CRT.

Por tanto, se plantea la hipótesis de que los áridos cerámicos reciclados pueden resultar viables para la fabricación de mezclas bituminosas en capas de rodadura, en un porcentaje de utilización de hasta el 30% sobre el total de los áridos en peso y para tráfico desde T1 a T31, pese al defecto de CPA en la mezcla de áridos. Esta hipótesis se confirma para tráfico tipo T32 y T4, así como en arcenes, dado que en este caso se cumplen las especificaciones de CPA requeridas en la mezcla de áridos.

En todo caso, la validación definitiva de la viabilidad técnica de esta mezcla queda supeditada tanto al cumplimiento de las especificaciones del PG-3 para mezclas bituminosas

en caliente en capas de rodadura, como a la ejecución y análisis de tramos experimentales que permitan validar la hipótesis de adecuadas prestaciones y durabilidad de las mezclas sometidas a distintas categorías de tráfico de pesados.

4.3 Diseño de mezclas bituminosas

El proceso de diseño de mezclas se fundamenta en la selección de los tipos de mezcla a estudiar (Tabla 2), el diseño de cada fórmula de trabajo, la fabricación de cada una de ellas en laboratorio para su caracterización y la fabricación de las mismas en planta para su validación. En todo caso, se trata de un proceso iterativo y retroalimentado por los resultados obtenidos en gran parte de sus fases, por lo que el presente artículo pretende ser la síntesis de todo el proceso destacando los resultados más representativos.

Los principales factores de diseño considerados en el estudio concreto de las mezclas son las tipologías y granulometrías de los áridos, así como la tipología y dosificación de ligantes.

Respecto a los áridos en estudio, una vez caracterizados se realiza el encaje granulométrico de los mismos, tanto en frío como en caliente, según los husos correspondientes establecidos en el PG-3, teniendo en cuenta las características

de los áridos industriales cerámicos respecto a su resistencia al desgaste por pulimento en el caso de capas de rodadura.

Asimismo, se establece la dotación óptima del ligante, teniendo en cuenta los criterios de dosificación mínimos establecidos por el PG-3 y los propios de las mezclas, mediante un estudio pormenorizado en laboratorio, obteniéndose la fórmula de trabajo óptima.

Dentro del proceso de diseño de cada mezcla bituminosa, se ha desarrollado una metodología para el estudio pormenorizado de las mezclas en diferentes etapas, según se relacionan a continuación:

- Estudio inicial de las mezclas patrón convencionales: la caracterización de las mezclas convencionales constituye una referencia para la posterior comparación con las mezclas que contienen áridos cerámicos reciclados RICGP.
- Estudios preliminares en laboratorio: mediante un intenso estudio preliminar en laboratorio, tanto en cuanto a las fórmulas de trabajo y el contenido en áridos cerámicos reciclados (RICGP), como al estudio de dotación del ligante, se obtiene una primera aproximación al diseño de mezclas. Del mismo se concluye que un elevado porcentaje de áridos reciclados induce, en el proceso de fabrica-

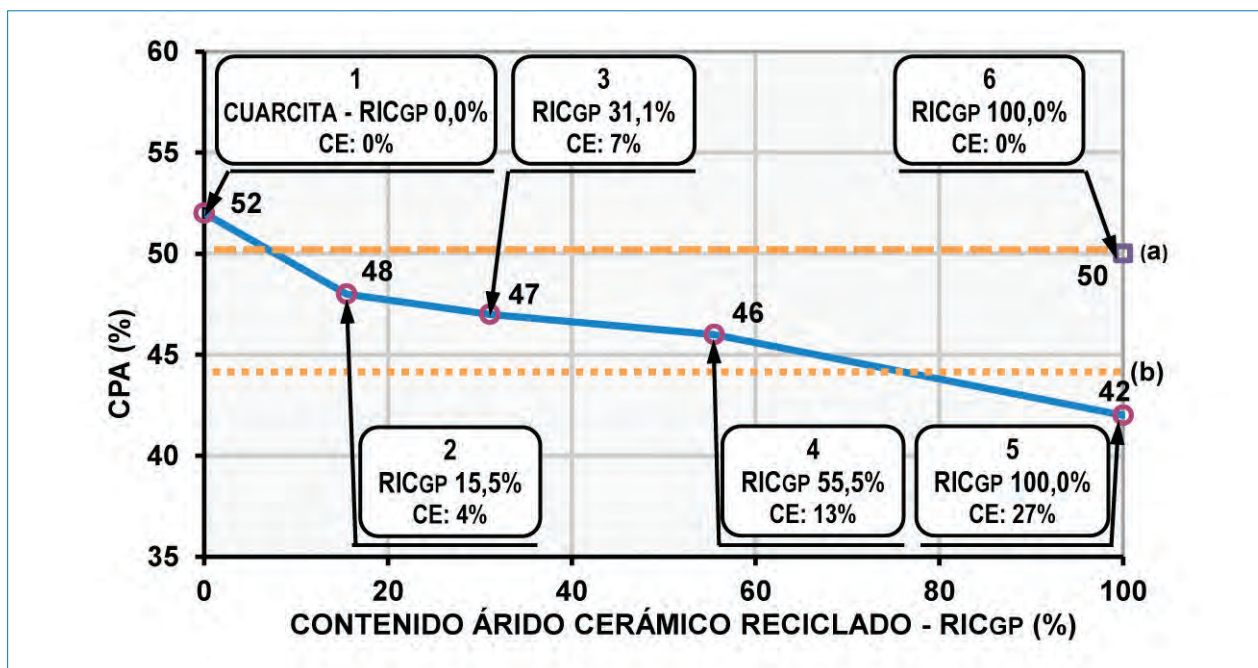


Figura 3. Evolución de los valores CPA en función del % de áridos reciclados. NOTA: CE=nº caras esmaltadas en superficie; (a) Prescripciones PG-3: CPA≥50%, tráfico T1 a T31; (b) Prescripciones PG-3: CPA≥44%, tráfico T3, T4 y arcenes.

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente

Tabla 2. Mezclas bituminosas en caliente seleccionadas.

	ID	Tipo	Capa	Denominación	Áridos
M. patrón	1	C	B / I	AC 22-BIN - 35/50 S CALIZO	árido grueso calizo ⁽¹⁾ / arena caliza 0-4 ⁽¹⁾ mm
	2	C	R	AC 22 SURF 35/50 S CUARCÍTICO	árido cuarcítico ⁽³⁾ / arena caliza 0-4 ⁽¹⁾ mm
	3	C	R	BBTM 11B – SURF BM3c M CUARCÍTICO	árido cuarcítico ⁽³⁾ / arena caliza 0-2 ⁽¹⁾ mm
M. con áridos cerámicos	4	AR	B / I	AC 22-BIN -35/50 S CALIZO + RICGP ⁽²⁾	arena caliza 0-4 ⁽¹⁾ mm / arena cerámica 0-4 mm árido 4-11 mm RICGP ⁽²⁾ / árido grueso calizo ⁽¹⁾
	5	AR	R	AC 22-SURF - 35/50 S CUARCÍTICO ⁽³⁾ + RICGP ⁽²⁾	arena caliza 0-4 ⁽¹⁾ mm / arena cerámico 0-4 mm árido 4-11 mm RICGP ⁽²⁾ / árido cuarcítico ⁽³⁾
	6	AR	R	BBTM 11B - SURF BM3c M CUARCÍTICO ⁽³⁾ + RICGP ⁽²⁾	arena cerámica 0-4 mm / árido 4-11 mm RICGP ⁽²⁾ árido cuarcítico ⁽³⁾ / arena caliza 0-2 mm

Tipo: C; Convencional o patrón
AR; Áridos Cerámicos Reciclados
Capa: B; Base / I; Intermedia / R;
Rodadura

⁽¹⁾ Árido calizo procedente de la Cantera La Torreta (Castellón).

⁽²⁾ Árido cerámico reciclado a partir de residuos tipo gres y porcelánico de la industria azulejera.

⁽³⁾ Árido cuarcítico de tamaño superior a 3 mm, procedente de la Cantera de Riudecolls (Tarragona).

ción de las mezclas, una mayor absorción de las fases más ligeras de los ligantes a las temperaturas de trabajo, debido principalmente a la mayor porosidad de los áridos de RICGP. Los efectos directos sobre las características de las mezclas son la disminución de la cohesión, el aumento del índice de huecos y el favorecimiento de un comportamiento viscoso en la misma. Por tanto, a tenor de los resultados obtenidos, tanto en la caracterización superficial como en la caracterización mecánica, se establece un contenido de áridos cerámicos reciclados procedentes de RICGP en las mezclas de estudio del 30% sobre la masa total de los áridos en las mezclas seleccionadas como criterio de diseño para el resto de la investigación.

- Estudio específico de mezclas fabricadas en laboratorio: se realiza un estudio en laboratorio de las mezclas patrón convencionales seleccionadas con áridos naturales, así como las mezclas con áridos cerámicos, realizándose su completa caracterización según los ensayos dispuestos en el marco de referencia del Pliego General de Carreteras (PG-3) vigente, que incluye el marcado CE, a excepción del ensayo de pista o rodadura que se realizará únicamente sobre las mezclas fabricadas en planta. Además,

estos se completaron con ensayos de estabilidad y deformación Marshall, inmersión-compresión y cántabro como complemento para su caracterización.

- Estudio de mezclas fabricadas en planta: para evaluar la influencia de variables reales de producción y factores de escala, así como validar la caracterización realizada a partir de mezclas producidas en laboratorio, se realiza el estudio de las mezclas tipo AC22 SURF y AC22 BIN producidas en la planta asfáltica de "La Torreta" (Castellón) y las mezclas tipo BBTM 11B producidas en la planta de Masdenverge (Tarragona), determinando las propiedades de las mismas bajo criterios de fabricación reales. Dichas mezclas son caracterizadas mediante una campaña de ensayos de contraste realizada en laboratorio, que consta, entre otros, de ensayos de granulometría, pista o rodadura y sensibilidad al agua.

5. Resultados y análisis

5.1. Análisis individual de mezclas

Los resultados obtenidos para cada tipo de mezcla convencional y con adición de áridos cerámicos reciclados, en un

porcentaje del 30% respecto la masa total de áridos, se presentan en la Tabla 3, indicando asimismo las prescripciones establecidas en el PG-3 y para el complemento de caracterización en cada tipo de mezcla.

La mezcla AC22 BIN fabricada en planta con un 30% de áridos cerámicos reciclados requiere una dotación ligeramente mayor de ligante y de filler que la mezcla patrón para lograr una densidad similar. El índice de huecos resulta ligeramente mayor en la mezcla con áridos reciclados, con valores ligeramente superiores a los establecidos en el PG-3 para tráfico T1-T4. La adición de áridos cerámicos en esta mezcla aumenta la resistencia a deformaciones plásticas de la misma, resultando una deformación de rodadura menor, y de la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, mejorando el comportamiento de la mezcla patrón y presentando valores que cumplen las prescripciones

del PG-3. El porcentaje de pérdida de resistencia del ensayo inmersión-compresión resulta mayor que en la mezcla patrón, disminuyendo sensiblemente la estabilidad máxima de la mezcla. La deformación Marshall de la mezcla con áridos reciclados es similar a la obtenida en la mezcla patrón.

Respecto la mezcla AC22 SURF patrón fabricada en planta, es destacable que la dotación de ligante en planta resulta muy superior a la establecida en el estudio de diseño en laboratorio, debido a variables reales de producción. Por tanto, la evaluación final de la misma queda supeditada a la verificación del diseño de las mezclas, respecto los valores de diseño en laboratorio, a realizar en estudios posteriores de tramos experimentales. La mezcla AC22 SURF con un 30% de áridos cerámicos de RICGP refleja una dotación menor de ligante que la mezcla patrón. El índice de huecos es mayor en la mezcla con áridos reciclados, con valores por encima de

Tabla 3. Comparativa mezclas patrón, mezclas con 30% de áridos reciclados RICGP y prescripciones PG-3.

Mezclas		Betún sobre mezcla (%) (EN 12697-39)	Relación filler/betún	Densidad aparente (g/cm ³) (EN 12697-6)	Huecos mezcla (%) (EN 12697-8)	Pista Ensayo Rodadura WTS (%) (EN 12697-22)	Sensibilidad agua ó ITSr (%) (EN 12697-12)	IC(1) (% pérdida) (NLT-162)	Estabilidad máxima(1) (KN) (EN 12697-34)	Deformación(1) (mm) (EN 12697-34)	Pérdida partículas húmedo(1) (%) (NLT-362/92)	Pérdida partículas seco (%) (EN 12697-17)
AC22 BIN	Patrón 100% calizo	4,04	1,00	2,31	7,66	0,096	87,1	6,1	18,71	2,78	-	-
	Calizo + 30% RICGP	4,22	1,31	2,29	8,33	0,067	94,0	20,0	16,39	2,76	-	-
	Prescripciones PG-3	≥ 4,00	1,10	-	5,00-8,00	≤ 0,07 ≤ 0,10	≥ 80%	≤ 25,0 ⁽²⁾	≥ 12,50 ⁽²⁾	2,00-3,50 ⁽²⁾	-	-
BBTM 11B	Patrón 100% cuarcita	4,74	1,23	2,45	4,05	0,134	97,6	17,8	17,53	2,64	-	-
	Cuarcita + 30% RICGP	4,53	1,22	2,30	7,44	0,084	80,7	2,7	18,02	2,81	-	-
	Prescripciones PG-3	≥ 4,50	1,20	-	4,00-6,00	≤ 0,07 ≤ 0,10	≥ 85%	≤ 25,0 ⁽²⁾	≥ 12,50 ⁽²⁾	2,00-3,50 ⁽²⁾	-	-
BBTM 11B	Patrón 100% cuarcita	4,63	1,18	2,06	20,58	0,041	73,2	-	-	-	26,0	9,5
	Cuarcita + 30% RICGP	5,11	1,15	1,88	24,70	0,037	67,0	-	-	-	24,2	11,3
	Prescripciones PG-3	≥ 4,75	1,00-1,20	-	≥ 12,0	≤ 0,07	≥ 90%	-	-	-	≤ 25,0 ⁽²⁾	≤ 15,0

⁽¹⁾ Complemento de caracterización Marshall

⁽²⁾ Prescripción no vigente

- Dato no aplicable

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente

los establecidos en el PG-3 para tráfico T1-T4. La adición de áridos cerámicos en mezclas de tipo AC22 SURF produce un aumento del índice de huecos considerable, disminuyendo la resistencia a deformaciones plásticas en pista de la misma y la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión respecto de la mezcla patrón. Esta pérdida de prestaciones se relaciona en parte con la diferencia de dotación de ligante en la mezcla patrón producida en planta. No obstante, la mezcla con áridos cerámicos presenta características que, si bien no cumplen de manera estricta las prescripciones del PG-3 para los tráfico más exigentes, se ajustan de manera aceptable a los umbrales establecidos. Por tanto, se considera que la mezcla AC22 SURF podría resultar adecuada para un rango de tráfico inferior, supeditando su validación a posteriores análisis en tramos experimentales. Respecto de los parámetros calculados en el complemento de caracterización Marshall e inmersión-compresión para las mezclas tipo AC22 SURF, el porcentaje de pérdida de resistencia del ensayo inmersión-compresión es mucho menor en la mezcla con áridos cerámicos que en la mezcla patrón, mejorando ligeramente la estabilidad máxima Marshall. Por otro lado, la deformación Marshall aumenta ligeramente en la mezcla con áridos cerámicos respecto la mezcla patrón.

Por último, la mezcla BBTM 11B fabricada en planta con un 30% de áridos cerámicos de RICGP requiere una dotación mayor de ligante que la mezcla patrón para lograr unas prestaciones similares. La adición de áridos cerámicos en mezclas de tipo BBTM 11B produce un aumento del índice de huecos, manteniendo buenas prestaciones en cuanto a la deformación plástica en pista. Sin embargo, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión disminuye notablemente respecto de la mezcla patrón, aportando valores muy por debajo de los establecidos en las prescripciones del PG-3. La pérdida de partículas en seco aumenta ligeramente en mezclas con áridos cerámicos respecto la mezcla patrón, cumpliendo no obstante las prescripciones vigentes del PG-3. De la evaluación del comportamiento de la mezcla BBTM 11B respecto a la sensibilidad al agua, cuyas prestaciones resultan insuficientes según las prescripciones, se considera la necesidad del estudio en profundidad en tramos experimentales con condiciones de tráfico y climatológicas reales. La pérdida de partículas en ensayo cántabro se mantiene en un rango similar en las mezclas con áridos cerámicos respecto la mezcla patrón.

5.2 Análisis global de mezclas

Se han evaluado las mezclas bituminosas en estudio fabricadas en planta para determinar los efectos de la adición de áridos cerámicos reciclados.

En general, la adición de áridos cerámicos aumenta el índice de huecos en las mezclas y la dotación de ligante, disminuyendo la densidad aparente (Figura 4). La resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión de las mezclas con áridos cerámicos (ITSr) aumenta en el caso de la mezcla tipo AC 22 BIN, proporcionando una mejor respuesta frente a la sensibilidad al agua. Sin embargo, dicha resistencia disminuye para las mezclas de rodadura tipo AC 22 SURF y BBTM (Figura 4).

La resistencia a deformaciones plásticas en pista mejora para todas las tipologías de mezclas estudiadas al adicionar áridos cerámicos reciclados (Figura 4).

Respecto de las características analizadas mediante el complemento de caracterización, la variación de estabilidad y deformación Marshall en las mezclas AC22SURF al introducir áridos cerámicos es pequeña (2,8%, 6,4%). Respecto de la mezcla AC22 BIN, la deformación varía escasamente (-0,7%), si bien la estabilidad máxima se ve reducida sensiblemente (-12,4%). En las mezclas BBTM con adición de áridos cerámicos la pérdida de partículas en ensayo húmedo disminuye ligeramente (-6,7%), mientras que la pérdida de partículas en seco aumenta levemente (18,9%).

6. Conclusiones

El efecto de la adición de áridos cerámicos en sustitución parcial de los naturales se materializa en un ligero aumento de la dotación de ligante en las mezclas, obteniéndose por lo general, mezclas bituminosas con menor densidad, y en una mejora de la resistencia a deformaciones plásticas por rodadura.

La resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión resulta con menor pérdida en mezclas intermedias con áridos reciclados tipo AC 22 BIN. Sin embargo, dicha resistencia disminuye en capas de rodadura tras incorporar áridos cerámicos.

Por otro lado, la adición de áridos reciclados mejora el comportamiento de la mezcla AC 22 SURF frente al agua, aumentando la cohesión y disminuyendo el porcentaje de

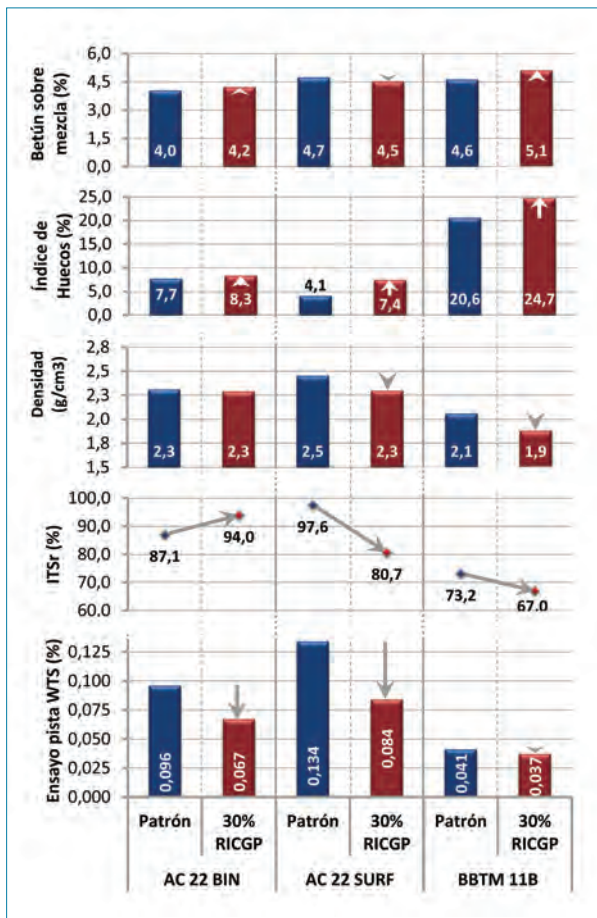


Figura 4. Comparativo mezclas patrón y con adición de áridos cerámicos producidas en planta.

pérdida de resistencia a compresión. La deformación de mezclas con áridos cerámicos se mantiene en un rango similar a la de mezclas convencionales.

En general, las mezclas bituminosas en estudio cumplen las prescripciones establecidas por el PG-3 para tráficos de tipo T1 a T4 pese a que la mezcla de áridos no cumple las especificaciones de CPA para tráficos entre T1 y T31, con excepciones puntuales donde los valores no cumplen de forma estricta pero se aproximan notablemente.

En particular, la mezcla para capas intermedias tipo AC22 BIN con un 30% de áridos cerámicos cumple las prescripciones del PG-3 establecidas para mezclas bituminosas en categorías de tráfico T1 a T4.

La mezcla para capas de rodadura tipo AC22 SURF con un 30% de áridos cerámicos cumple las prescripciones del PG-3 establecidas para categorías de tráfico T1 a T4 en cuanto a dotación de betún, filler e índice de huecos. Sin embargo,

el valor de resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión (ITSr) de las mezclas con áridos cerámicos resulta ligeramente inferior al establecido ($ITSr_{AC22SURF} = 80,7\% < ITSr_{PG-3} = 85,0\%$). Además, la deformación por rodadura (pista) obtenida resulta ligeramente insuficiente para categorías de tráfico de tipo T00 a T2, cumpliendo únicamente para categorías de tipo T3 a T4 ($WTS_{PG-3, T00-T2} = 0,07\% < WTS_{AC22SURF} = 0,08\% < WTS_{PG-3, T3-T4} = 0,10\%$).

La mezcla para capas delgadas de altas prestaciones de tipo BBTM 11B con un 30% de áridos cerámicos cumple las prescripciones del PG-3 establecidas para categorías de tráfico T1 a T4 en cuanto a dotación de betún, relación filler/betún e índice de huecos. Sin embargo, el valor de resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión (ITSr) de las mezclas con áridos cerámicos resulta considerablemente inferior al establecido ($ITSr_{AC22SURF} = 67,0\% < ITSr_{PG-3} = 90,0\%$). La deformación por rodadura (pista) obtenida es muy reducida ($WTS_{BBTM} = 0,037\% \ll WTS_{PG-3, T00-T2} = 0,07\%$), presentando un comportamiento excelente para todo tipo de tráfico.

Por tanto, se concluye que puede resultar técnicamente viable la reutilización de residuos cerámicos y porcelánicos procedentes de la industria azulejera para la obtención de áridos reciclados, permitiendo sustituir hasta un 30% del árido natural de la mezcla bituminosa en caliente por dichos áridos en función de las características específicas del residuo, de la capa de firme y del tipo de mezcla bituminosa a diseñar, en condiciones de buen funcionamiento superficial y mecánico con tráficos de categorías T1 a T4. Esta viabilidad es mayor en la mezcla de tipo AC22BIN, puesto que cumple las prescripciones mecánicas establecidas en el PG-3 para las mezclas bituminosas, a excepción del defecto de CPA en la mezcla de áridos. Para las capas de rodadura AC22SURF y BBTM 11B, la viabilidad técnica queda condicionada al estudio experimental, de forma que permita establecer el comportamiento real de las mezclas y determinar las categorías de tráfico para las que las prestaciones de las mismas resultan adecuadas.

7. Agradecimientos

La presente investigación no habría sido posible sin la subvención del Instituto de la Mediana y Pequeña Industria Valenciana (IMPIVA), dentro de su programa Investigación y Desarrollo Tecnológico, cofinanciada por la Unión Europea

Uso de residuos cerámicos de la industria azulejera en mezclas bituminosas en caliente

dentro del Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), concedida a la empresa BECSA, S.A (nº de expediente IMIDTF/2011/56).

8. Referencias bibliográficas

1. Baoshan Huang, Qiao Dong, Edwin G. Burdette (2009). "Laboratory evaluation of incorporating waste ceramic materials into Portland cement and asphaltic concrete". *Construction and Building Materials* 23 (2009) 3451–3456.
2. Federal Highway Administration (FHWA) (1997). User guidelines for waste and by product materials in pavement construction. FHWA-RD-97-148.
3. Feng, D., Yi, J., Wang, D. (2013). Performance and Thermal Evaluation of Incorporating Waste Ceramic Aggregates in Wearing Layer of Asphalt Pavement. *J Mater Civil Eng* (publicado antes de impresión).
4. Gahlot, V. (2011). "Ceramic Waste as a pavement construction material". Lecturer, Govt. Polytechnic College, Bikaner, Rajasthan (India) (No publicado).
5. Hassan, K.E., Elghali, L., Sowerby, C. (2004). Development of new materials for secondary and recycled aggregates in highway infrastructure. Transport Research Laboratory (TRL); Unpublished Project Report PR CPS/30/03.
6. Koyuncu, H., Guney, Y., Yilmaz, G., Koyuncu, S., Bakis, R. (2004). "Utilization of Ceramic Wastes in the Construction Sector". Anadolu University, Department of Civil Engineering, Eskisehir 26555, Turkey.
7. Krüger, G., Solas, H. (2008). Einsatz von Sanitärkeramikkrezyklat. Aufhellungsmaterial für Asphaltdeckschichten. Zeitschrift: BR Baustoff Recycling + Deponietechnik. ISSN: 0934-683X. Vol.: 24, Nr.2, 2008. pp- 30-38 (8).
8. Ministerio de Fomento (2008). Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).
9. Pacheco-Torgal, F., Jalali, S. (2010). "Reusing ceramic wastes in concrete". *University of Minho, Portugal. Construction and Building Materials* 24 (2010) 832–838.
10. Van de Ven, M.F.C., Molenaar, A.A.A., Poot, M.R. (2011). Asphalt mixtures with waste materials: possibilities and constraints. 10th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa Proceedings.

Métodos de ensayo. UNE-EN 12697-31:2008. Preparación de la muestra mediante el compactador giratorio

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

Compactación de probetas cilíndricas de mezclas bituminosas utilizando el compactador giratorio, combinando una acción simultánea de un esfuerzo cortante del movimiento de la probeta (deslizamiento giratorio) y una compresión estática vertical, en mezclas bituminosas con un tamaño máximo de árido no superior a 31,5 mm.

Se utiliza en la determinación del contenido de huecos a una energía dada (giros), para obtener la curva energía-densidad o también en la fabricación de probetas para la determinación de sus propiedades mecánicas en otros ensayos.

2. Método operativo

La preparación de la muestra se efectúa siguiendo la norma UNE EN 12697-35, con mezcla fabricada en laboratorio o planta, utilizando los moldes de 150 o 160 mm. de diámetro para mezclas con tamaño máximo de árido ≥ 22 mm. y 100 mm. para mezclas con tamaño máximo de árido > 16 mm. Moldes y placas de suplemento deben mantenerse durante 2 horas como mínimo en estufa a la temperatura del ensayo ± 10 C°.

La masa de la probeta se calcula a partir de la densidad máxima (UNE-EN 12697-5, en agua) y la altura mínima de la probeta, manteniendo una relación h_{min}/D entre 0,66 y 1,05, según la fórmula que se indica a continuación:

$$M = 10^{-9} \pi \frac{D^2}{4} h_{min} \rho_M$$

Símbolos y abreviaturas:

- M = masa de la mezcla, en kg.
- D = diámetro interior del molde, en mm.
- h_{min} = altura mínima de la probeta compactada, en mm.
- ρ_M = densidad máxima de la mezcla, en kg/m^3 .

Al comienzo del ensayo se puede aplicar una precarga comprendida entre 150N y 3000N durante un tiempo inferior a 30 segundos. Posteriormente se compacta la probeta aplicando una fuerza (ver Tabla 1) hasta completar la energía establecida: número de giros prefijado (requisito para el contenido de huecos) o hasta alcanzar la altura predefinida (para otros ensayos), tras lo cual se extrae la probeta.

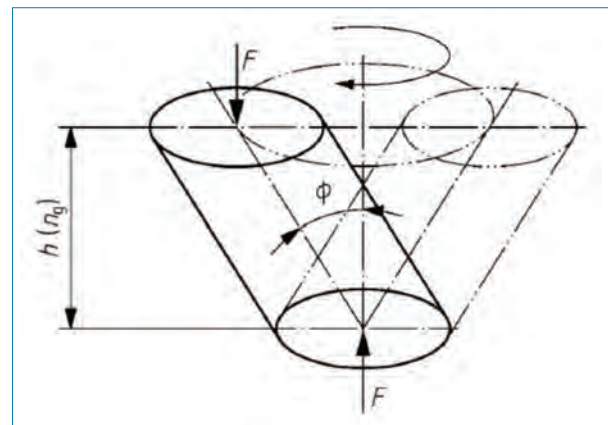


Tabla 1. Fuerza aplicada durante el ensayo de compactación.

Díámetro molde	Fuerza
160 milímetros	Entre 11.500 y 13.500 N
150 milímetros	Entre 10.000 y 12.000 N
100 milímetros	Entre 4.500 y 4.900 N

Métodos de ensayo. UNE-EN 12697-31:2008. Preparación de la muestra mediante el compactador giratorio

Para el requisito de huecos se realizan tres determinaciones de la altura y se calcula el promedio, rechazando el ensayo si el coeficiente de variación de las alturas finales es superior a 1,5% (número giros superior a 20).

En el caso del ensayo para el contenido de huecos, se toma la medida de la altura en los giros: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 y si es necesario para 120, 150, 200, 300, 400 y 500, obteniendo un gráfico de energía-densidad en cada probeta/mezcla.

En los anejos de la norma se indican diferentes procedimientos de ajuste y evaluación de la fuerza y del ángulo.

3. Equipamiento

La compactación se efectúa con un equipo (compactadora giratoria) que permite mantener constante una velocidad de rotación de 32 r/min ($\pm 10\%$) y los valores de fuerza y ángulo requeridos. En su interior dispone de un mecanismo de medida de la altura de las probetas. El ángulo interno efectivo es de $0,82^\circ \pm 0,02^\circ$.

Se comercializan equipos con posibilidad de efectuar variaciones en el ángulo de giro, aspecto interesante para trabajos de investigación o con otra metodología (pe: en América se utiliza un ángulo de giro de $1,2^\circ$).

Los moldes que se utilizan son metálicos, con diámetros de 100, 150 y 160 mm., en función del tamaño máximo del árido de la mezcla ensayada.

4. Puntos críticos

Es un método de compactación de probetas poco utilizado en España, salvo en trabajos de investigación. Generalmente, los valores de densidad obtenidos directamente del equipo se refieren al procedimiento geométrico (medida de la altura), no debiendo confundirlos con los obtenidos con otra metodología.



El equipo debe estar correctamente calibrado/verificado, ángulo y fuerza, para asegurar los valores de las alturas, y por lo tanto la densidad, debiendo hacer comprobaciones periódicas (ver anejos de la norma).

5. Comentarios

La compactación se realiza por un efecto de "amasado" de la mezcla, evitando con ello la rotura de los áridos por golpeo, como ocurre en la compactación por impacto. Permite analizar distintas propiedades en las mezclas bituminosas, co-

Tabla 2. Energía impacto-giratoria para las mezclas AC.

Mezcla/energía	Giros equivalente a 75 golpes	Giros equivalentes a 50 golpes
AC32	160	80
AC22	160	100
AC16 (*)	100	80

mo es la compactibilidad a distinta energía o temperatura, al igual que fabricar probetas de diferentes dimensiones para la densidad requerida.

En trabajos realizados por varios laboratorios del Grupo 3 de Asefma, se ha obtenido una correlación de la energía de compactación impacto-giratoria para las mezclas AC, que son las que recoge la Tabla 2 en la página anterior.

Los estudios realizados y la experiencia adquirida durante el control de calidad, confirman que es el procedimiento más adecuado para la elaboración de probetas de mezclas fabricadas con menor temperatura, como son las mezclas, semicalientes, templadas o mezclas en frío.

6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-6. Determinación de la densidad aparente de probetas de mezcla bituminosa.
- UNE-EN 12697-8. Determinación del contenido de huecos en las probetas.
- UNE-EN 12697-31. Preparación de la muestra mediante el compactador giratorio.
- UNE-EN 12697-35. Mezclado en laboratorio.
- Comunicaciones libres presentadas en las Jornadas de Asefma en los años 2010, 2011 y 2012.

Gracias a las diferentes posibilidades que nos ofrece la metodología de compactación con la máquina giratoria, está siendo cada vez más utilizada en los ensayos de laboratorio, tanto en la fase de estudio como en el control de calidad de las mezclas bituminosas. Se ha realizado un esfuerzo importante en el equipamiento de los laboratorios, disponiendo en este momento de un número elevado de este tipo de compactadoras.

Nuevas mezclas SMA

Durables y sostenibles



RETENMAIER 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: 93 476 66 67 • Fax: 93 476 92 65
www.jrsiberica.com • Info@jrsiberica.com

www.sma-viatop.com

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 año 2012, revisados desde el 23 de noviembre de 2012 hasta el 7 de marzo de 2013.

Sección Normativa

NORMAS DE ÁRIDOS		
Norma	Título	Anula
UNE-EN 1097-8: 2010/1M:2012	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado.	Complementa a la del 2010
Proyecto norma	Título	
PNE-prEN 933-6	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 6: Evaluación de las características superficiales. Coeficiente de flujo de los áridos	
PNE-FprA1EN 933-9	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno	
PNE-FprEN 1097-11	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 11: Determinación de la comprensibilidad y la resistencia a compresión confinada de los áridos ligeros	
PNE-prEN 1097-6	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua	
PNE-EN 1744-1 (*)	Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico	
PNE-FprEN 13043	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas	
PNE-FprEN 13179-1	Ensayos de áridos fillers empleados en las mezclas bituminosas. Parte 1: Ensayo del anillo y bola	
PNE-FprEN 13242	Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes	
PNE-FprEN 16236	Evaluación de la conformidad de los áridos	

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS		
Norma	Título	Situación
UNE-EN 16345: 2012	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia de las emulsiones bituminosas empleando el viscosímetro Redwood N° II	Norma Nueva
Proyecto norma	Título	
PNE-prEN 1429	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del residuo por tamizado de las emulsiones bituminosas, y determinación de la estabilidad al almacenamiento por tamizado	
PNE-prEN 12592	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la solubilidad	
PNE-prEN 12594	Betunes y ligantes bituminosos. Preparación de las muestras de ensayo	
PNE-prEN 12595	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad cinemática	
PNE-prEN 12596	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica por viscosímetro capilar al vacío	
PNE-prEN 12597	Betunes y ligantes bituminosos. Terminología	

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS (CONTINUACIÓN)

Proyecto norma	Título
PNE-prEN 12607-1	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RTFOT (película fina rotatoria)
PNE-prEN 12607-2	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 2: Método TFOT (película fina)
PNE-prEN 12607-3	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 3: Método RFT (rotavapor)
PNE-prEN 13808	Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas
PNE-prEN 13924-1	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 1: Ligantes bituminosos de grado duro
PNE-prEN 13924-2	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 2: Ligantes bituminosos multigrado
PNE-prEN 15322	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los ligantes bituminosos fluidificados y fluxados
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

NORMAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS

Proyecto norma	Título
PNE-EN 12697-1 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble
PNE-FprEN 12697-3	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 3: Recuperación de betún. Evaporador rotatorio
PNE-EN 12697-19 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 19: Permeabilidad de las probetas
PNE-EN 12697-20 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 20: Ensayo de indentación utilizando probetas cúbicas o Marshall
PNE-EN 12697-21 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 21: Ensayo de indentación utilizando probetas planas
PNE-EN 12697-24 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 24: Resistencia a la fatiga
PNE-EN 12697-30 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 30: Preparación de probetas mediante compactador de impactos
PNE-EN 12697-34 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 34: Ensayo Marshall
PNE-EN 12697-39 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 39: Contenido en ligante por ignición
PNE-EN 12697-40 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 40: Drenabilidad in situ
PNE-EN 12697-42 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 42: Cantidad de materias extrañas en asfalto reciclado
PNE-prEN 12697-43	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 43: Resistencia a los combustibles
PNE-EN 12697-45 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 45: Ensayo de módulo de tracción después de saturación condicionada
PNE-EN 12697-46 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 46: Fisuración a baja temperatura y propiedades mediante ensayos de tracción uniaxial
PNE-prEN 12697-49	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 49: Determinación del rozamiento tras el pulido
PNE-prEN 16333	Lechadas bituminosas. Especificaciones para aeropuertos

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

Comentario

En esta última revisión de la normativa destacar la aprobación de la norma UNE EN 1097-8:2010/1M:2012 para la determinación del coeficiente de pulimento acelerado que deberá ser utilizada como complemento a la también vigente del año 2010.

En el apartado de betunes y ligantes se han adicionado varios proyectos de normas en los que cabe destacar la revisión de la norma EN 13924-1 para la especificación de betunes duros así como también la norma EN 12594 sobre preparación de muestras.

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

LEGISLACIÓN Y OTRAS DISPOSICIONES (Actualizada a 7 de marzo de 2013)

LIFE + DE LA UNIÓN EUROPEA

Resolución de 25 de febrero de 2013, de la Subsecretaría, por la que se publica el plazo de presentación de solicitudes de ayuda a proyectos susceptibles de ser financiados por el Instrumento Financiero LIFE+ de la Unión Europea, en los ámbitos temáticos de LIFE+ Naturaleza y Biodiversidad, LIFE+ Política y Gobernanza medioambientales y LIFE+ Información y Comunicación, convocatoria 2013.

El Reglamento (CE) n.º 614/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de mayo de 2007, relativo al Instrumento Financiero para el Medio Ambiente (LIFE+), publicado en el «Diario Oficial de la Unión Europea» L 149, de 9 de junio de 2007, constituye la norma jurídica que regula el Instrumento Financiero LIFE+.

PROGRAMA FEDER-INNTERCONNECTA

El programa Feder-Innterconecta financiará con 132 millones de euros proyectos de I+D en Galicia, Andalucía y Extremadura. Las convocatorias de estas ayudas tienen como objetivo el avance tecnológico e industrial de las regiones destinatarias a través de proyectos de elevado nivel tecnológico, alto valor añadido y que estimulen la creación de empleo cualificado.



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.

Probisa, una empresa de Eurovía

Constitución de ALEAS (Agrupación de Laboratorios de Entidades Asociadas a Asefma)

Desde hace varios años, se vienen realizando desde Asefma numerosos trabajos relacionados con las mezclas bituminosas en laboratorios pertenecientes a distintas empresas asociadas. Generalmente, el resultado de cada trabajo es publicado en forma de comunicaciones libres durante las Jornadas de Asefma. La capacidad tecnológica alcanzada por un gran número de estas empresas, gracias al desarrollo de proyectos de investigación, incorporación de nuevo equipamiento y la excelente profesionalidad de todos sus técnicos, requiere una estructura de funcionamiento propio. Por esto, surge la idea de formar Aleas, con el objetivo principal de unir los esfuerzos realizados dentro de todos los departamentos técnicos de la asociación.

Como consecuencia de esta idea, entre varias empresas se remite una propuesta de la iniciativa a la Junta Directiva de Asefma y, tras un periodo de información y diferentes aclaraciones, se somete a la aprobación de la Asamblea, cuya formación fue aprobada en el año 2012.

Tras varias reuniones entre las empresas interesadas en participar en esa Agrupación, se decide el siguiente funcionamiento:

- El único requisito exigido para formar parte de Aleas es pertenecer a Asefma.
- Implantar una estructura de funcionamiento similar a la que existe en Asefma: un presidente, un secretario, un Consejo Gestor y la Asamblea.
- Todos los trabajos son programados desde el Consejo Gestor.
- Invitar a los principales Organismos y Universidades a colaborar con Aleas.

Los objetivos de Aleas son:

- Potenciar los departamentos técnicos de las diferentes empresas de Asefma.
- Proponer metodologías y criterios comunes en los ensayos, así como desarrollar nuevas metodologías.
- Colaborar con las Administraciones para el desarrollo e implantación de las especificaciones.
- Fomentar la formación de todo el personal.

- Ser un punto de reunión para compartir problemas, soluciones, iniciativas o cualquier tema relacionado con los trabajos en los laboratorios.

VIII Jornada Nacional de Asefma

Bajo el título '*Soluciones técnicas para tiempos de crisis*', Asefma esta organizando, para el próximo día 11 de junio de 2013, la celebración en Madrid de su VIII Jornada Nacional. El encuentro se ha estructurado en forma de mesas redondas, para conseguir una mayor participación de todos los asistentes. El objetivo es dar a conocer la situación actual de los firmes de las carreteras españolas, las soluciones técnicas disponibles, desde el campo del asfalto, para la conservación de los firmes, tanto en época de crisis económica, como estamos actualmente, como una vez superada esta situación. Se analizarán las dos opciones de conservación: curativa y preventiva.

La Jornada se inicia con un acto de apertura y presentación, con la presencia de Juan Jose Potti, presidente de Asefma, que además hará una exposición sobre el sector de las mezclas asfálticas en España y su capacidad actual de actuación. El resto de la jornada se ha estructurado en cuatro sesiones, las tres primeras se desarrollan por la mañana y la tercera en horario de tarde.

La primera Mesa Redonda tendrá por título: *Situación actual de los firmes, patologías y fallos. prestaciones funcionales.*

La segunda Mesa Redonda, a partir de 11 h 30', tendrá por título: *Soluciones asfálticas para la conservación de los firmes en época de crisis.*

La tercera y última Mesa Redonda de la mañana se iniciará a las 12 h 50', y tendrá por título: *Criterios y soluciones de conservación de los firmes una vez terminada la crisis. criterios de conservación: ¿preventiva o curativa?*

En estos momentos, se están completando los participantes en cada Mesa Redonda, que serán, en todos los casos, expertos en cada tema y con amplia experiencia en los temas objeto de las citadas Mesas.

Por la tarde, a partir de las 16 h 15', se iniciará la Cuarta Sesión, que, como en años anteriores, será de tipo técnico, para dar divulgación a las comunicaciones técnicas presen-

Noticias del sector

tadas para esta Jornada. En la primera hora se presentarán, por sus autores, las seis comunicaciones seleccionadas por su calidad e interés.

A continuación, y durante la siguiente hora, se realizará un resumen del resto de las comunicaciones presentadas. Por último, se hará entrega del premio a la mejor comunicación técnica presentada y se procederá a la clausura de la VIII Jornada Nacional de Asefma.

Cuadernos Tecnológicos 2012 de la Plataforma Tecnológica de la Carretera

La Plataforma Tecnológica de la Carretera (PTC) ha publicado un CD donde se recopilan los documentos elaborados como "Cuadernos Tecnológicos de la PTC" durante el año 2012. Esta colección de publicaciones surge de los

convenios de colaboración que la Plataforma mantiene con un importante número de instituciones académicas activas en la I+D+i en materia de infraestructuras viarias. Cada cuaderno está vinculado a alguna de las diferentes temáticas de la vigente Agenda Estratégica de Investigación de la Carretera en España (2011-2025).

A lo largo del año 2012 se han elaborado, en colaboración con diferentes instituciones académicas, nueve Cuadernos, que son:

- 01/2012: Análisis del Megatruck en España.
- 02/2012: Conceptualización del transporte sostenible desde el comportamiento prosocial.
- 03/2012: Consideraciones para la modificación de los límites de la velocidad en base a la accidentalidad.
- 04/2012: Extrapolación de materiales viarios.
- 05/2012: Gestión de la mejora de la movilidad a partir de servicios cooperativos.

Aglomerado COLOREADO

Pigmento tradicional en polvo



NUEVO PIGMENTO EN ESCAMAS



Sodemin, s.l. Presenta un nuevo pigmento **Oxido Rojo en Escamas** para colorear aglomerado asfáltico fabricado a partir de betún natural, obteniendo excelentes rendimientos, principales características:

- Fácil Manipulación, no mancha, no irrita la piel ni las fosas nasales.
- Excelente rendimiento, superior al pigmento en polvo,
- Garantiza una larga vida al pavimento coloreado.
- Mejor rendimiento económico frente al pigmento en polvo.

Proponemos una prueba para contrastar rendimiento en sus instalaciones. Contacte con nuestro Dpto. Técnico.

Otros colores, Disponemos igualmente de Pigmento en escamas en color amarillo y blanco. Dispersiones de ALTO rendimiento, igualando y/o superando la capacidad del mismo pigmento en polvo.

En nuestra fabrica, en Marsella (Francia), disponemos de equipos especiales de formulación para conseguir cualquier color. Suministrado en sacos termo-sellados.



PEP Ox. Rojo
(Pigment Enrobé Polymère)
Es un producto de:



Datos de contacto:

Sodemin, s.l.

Sant Llorenç, 23

43850 Cambrils – Tarragona

tel. 902 014 232 - 630 97 73 53 fax. 902 014 299

marc.mir@sodemin.com - www.sodemin.com

- 06/2012: Influencia de la meteorología adversa sobre las condiciones operacionales del tráfico y recomendaciones para la localización de variables atmosféricas.
- 07/2012: Membranas flexibles ancladas al terreno para la estabilización de taludes en carreteras.
- 08/2012: Priorización de actuaciones sobre accidentes de tráfico mediante reglas de decisión.
- Sistemas Lidar móvil para el inventario geométrico de las carreteras.

La colección completa de dichas publicaciones esta también disponible en el sitio Web de la Plataforma, donde pueden ser descargados de forma gratuita.

Nuevos responsables en España de los Comités Espejo de los Comités Europeos de Normalización

El Comité Europeo de Normalización CEN/TC 227 (Road materials) está estructurado, en Europa, en seis grupos de trabajo, denominados WG, y que tienen su comité espejo en España, denominado GT. Los responsables de los GT en España se han renovado recientemente, pasando a ser las personas que recoge la tabla adjunta.

Como presidente de los distintos Grupos de Trabajo españoles y coordinador de todos ellos está Francisco Javier Payán de Tejada González.

IV Premio Internacional de Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo

A finales de noviembre de 2012 se ha hecho entrega, por la Fundación de la Asociación Española de la Carretera, del IV premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernandez del Campo.

En esta ocasión, el premio se ha concedido al trabajo titulado "Modelización de los niveles de servicio en autopistas en tiempo presente para la gestión dinámica del tráfico", que es una síntesis de la tesis doctoral de Enrique Belda Esplugues, doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, dirigida por Alfredo Garcia Garcia, Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia y Ramón Tomás López, Profesor de la Universidad Jaume I.

El trabajo presenta una metodología de cálculo en tiempo real de los niveles de servicio en autopistas que intenta superar los actuales sistemas de medición, totalmente estáticos.

En el acto se hizo entrega también del Accésit 'Björnulf B. Benatov' a Miguel Ángel Franesqui Garcia, Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y Profesor Titular de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y a Juan Gallego Medina, también Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Civil – Transportes de la Escuela Técnica Superior de Inge-

Comités Espejo españoles del Comité Europeo de Normalización CEN/TC 227

Grupo Europeo	Grupo Español	Denominación	Responsable en España
CEN/TC 227 WG 1	GT 1	Mezclas bituminosas	Antonio Cabrera Marianini
CEN/TC 227 WG 2	GT 2	Tratamientos superficiales, riegos con gravillas, lechadas bituminosas y microaglomerados en frío	Adolfo Güell Cancela
CEN/TC 227 WG 3	GT 3	Pavimentos de hormigón	Sergio Carrascón Ortiz
CEN/TC 227 WG 4	GT 4	Materiales granulares	Francisco Sinis Fernandez
CEN/TC 227 WG 5	GT 5	Características superficiales	Julio José Vaquero Garcia
CEN/TC 227 WG 6	NO HAY	Sustancias peligrosas	

nieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, por el trabajo titulado: "Auscultación de la fisuración descendente en pavimentos asfálticos mediante ultrasonidos".

Registro de patentes en España

A finales del año 2012, y según un estudio presentado por el diario ABC, la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) dependiente del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, había registrado un total de 3.039 solicitudes de patentes. Esta cifra se encuentra muy lejos de las 88.000 solicitudes anuales de Alemania, 30.000 en Francia y 20.000 en Italia. Las cifras europeas quedan incluso muy lejos de las 526.000 solicitudes de patente en China, de las cerca de 200.000 en Estados Unidos y de las 180.000 de Japón. Estos datos confirman la escasa dedicación a la I+D+i en España y de la más escasa protección de las innovaciones que se logran.

Nueva Línea Directa de Innovación del CDTI

La Línea Directa de Innovación es un instrumento financiero gestionado directamente por el CDTI y cofinanciado con Fondos Estructurales a través del Programa Operativo de Investigación, Desarrollo e Innovación por y para el beneficio de las empresas – Fondo tecnológico. Su finalidad es el apoyo de proyectos empresariales que impliquen la incorporación y adaptación de tecnologías novedosas a nivel sectorial, y que supongan una ventaja competitiva para la empresa. También se financiarán actuaciones de adaptación tecnológica dirigidas a la introducción en nuevos mercados..

Se financiarán, bajo el régimen de mínimos, proyectos de innovación tecnológica cuyos objetivos cubran alguno de los siguientes supuestos:

- Incorporación y adaptación activa de tecnologías que supongan una innovación en la empresa, así como los procesos de adaptación y mejora de tecnologías a nuevos mercados.
- Aplicación del diseño industrial e ingeniería de producto y proceso para la mejora tecnológica. Se trata de proyectos que no sólo impliquen una modernización

tecnológica para la empresa sino un salto tecnológico en el sector en el que se mueve la empresa.

- Aplicación de un método de producción o suministro nuevo o significativamente mejorado (incluidos cambios significativos en cuanto a técnicas, equipos y/o programas informáticos). No se consideran los cambios o mejoras de importancia menor; el aumento de las capacidades de producción o servicio mediante la introducción de sistemas de fabricación o logística muy similares a los ya utilizados o el abandono de un proceso.

Número especial de la revista Carreteras dedicado a la conservación

El último número del año 2012 de la revista Carreteras ha estado dedicado, de manera monográfica, a la conservación viaria. Como coordinador de este número ha actuado Pablo Sáez Villar, director gerente de la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX). El objetivo fundamental de este número de la revista Carreteras es dar a conocer las grandes ventajas y la absoluta necesidad de la conservación de las carreteras, para conseguir que sea el usuario quien demande a los políticos responsables de la gestión de la carretera, dedicar una inversión fija y constante todos los años para esta conservación, que redunde en la seguridad y comodidad de los usuarios de la carretera. Los artículos que se incluyen en este número son los siguientes:

- El nuevo modelo de conservación integral (M^a Carmen Sánchez Sanz)
- El modelo español de conservación. Un sistema de gestión útil y eficaz que funciona (Pablo Sáez Villar)
- Los mensajes sobre la conservación y la realidad de la conservación de nuestros firmes de carreteras (Juan José Potti)
- Lo que aporta la conservación a la seguridad vial... y la seguridad vial a la conservación (Enrique Casquero de la Cruz)
- Financiación de la conservación de carreteras: una visión internacional (Juan Gómez Sánchez, José Manuel Vassallo y Javier López Galdós)

- Necesidad de asegurar la financiación de la conservación José María Morera Bosch)
- La conservación por indicadores. Un futuro que es presente (Guillermo Albrecht Arquer)
- Avances tecnológicos en la conservación (Andrés Costa Hernández)

La revista incluye, además, sus habituales secciones de Área de Servicio, carta abierta, conclusiones de distintas Jornadas Técnicas, etc.

Inversión en obra pública en el año 2012

Según datos de la patronal de las grandes empresas constructoras españolas, SEOPAN, la inversión del conjunto de las administraciones en obras públicas, durante el año 2012, ha sido de 7.560 millones de euros, lo que constituye un mínimo histórico. Supone un recorte, respecto al año 2011, del 44,6%, continuando la línea de los últimos seis años, de continuo descenso en la licitación de obra pública. En concreto, se trata del volumen de inversión más bajo desde hace 16 años, cuando, en el año 1996 las administraciones invirtieron cerca de 10.000 millones de euros.

El Ministerio de Fomento, principal organismo inversor en obra pública de la Administración Central del Estado, ha reducido, en el año 2012, su cifra de licitación en obras en algo más del 60%.

Dentro de la obra civil, sólo aumentaron las obras portuarias, que mejoraron el 42%. Las ferroviarias, aunque tuvieron el mayor volumen, con algo más de 1.725 millones de euros, descendieron un 52% respecto a 2011. Las licitaciones en carreteras disminuyeron un 51% y las medioambientales, un 43%.

Balance de seguridad vial en 2012

La Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior ha presentado su informe provisional de la seguridad vial en el año 2012. Como notas más características, podemos destacar:

	Parque vehículos	Censo conductores	Muertos	Muertos por millón vehículos de parque
1960	1.004.770	2.235.192	1.300	1.294
1962	1.463.734	2.967.671	1.603	1.095
1967	3.147.868	3.498.509	2.749	873
1970	4.392.214	4.700.345	3.296	750
1975	7.018.906	6.854.803	3.714	529
1980	10.192.748	9.828.335	4.217	414
1985	11.716.339	11.879.455	3.997	341
1990	15.696.715	14.347.139	5.736	365
1995	18.847.245	16.761.681	4.119	218
2000	23.284.215	18.930.263	4.241	182
2001	24.249.871	19.348.667	4.067	168
2002	25.065.732	19.823.212	3.967	158
2003	25.169.452	20.301.418	3.993	159
2004	26.432.641	20.919.181	3.464	131
2005	27.657.276	21.549.477	3.268	118
2006	29.054.061	22.124.198	2.989	103
2007	30.318.457	22.777.657	2.741	90
2008	30.969.224	23.657.166	2.180	70
2009	30.855.969	25.713.071	1.903	62
2010	31.086.035	25.782.360	1.729	56
2011	31.300.000	26.050.000	1.484	47
2012	31.400.000	26.200.000	1.304	41

- Es el noveno año consecutivo en que desciende la siniestralidad.
- Durante 2012, han fallecido en España, como consecuencia de accidentes en vías interurbanas, 1.304 personas, es decir; 180 menos que en 2011.
- El número de desplazamientos ha bajado un 4,5% por la crisis económica.
- En las carreteras convencionales es donde se produce el mayor número de accidentes de tráfico, con un número de fallecidos de 1.022.
- El promedio diario de víctimas mortales en vías interurbanas ha pasado de 11,1 en el año 2001, a 3,6 en el año 2012.
- Los datos de fallecidos por accidentes en vías interurbanas en 2012, con un parque de vehículos de 31,4 millones y 26,2 millones de conductores, es comparable al que se produjo en el año 1960, con un parque de vehículos de un millón y 2,2 millones de conductores.

Calendario de eventos

AÑO 2013		
7-10 de abril AAPT	AAPT 2013 Annual meeting and Technical Sessions aaptinfo@gmail.com	Denver - Colorado (EEUU) www.asphalttechnology.org
10-12 de abril Centro Rodoviário Português	7º Congresso Rodoviário Português crp.geral@crp.pt	Lisboa (Portugal) http://7crp.lnec.pt/
16-18 de abril China Highway & Transportation Society	2013 International Highway Technology Summit gctl.chinahighway.com/e/	Beijing (China)
15-21 de abril BAUMA	Bauma 2013 exhibiting@bauma.es	Múnich (Alemania) www.bauma.de/
3-7 de mayo ASHTO	2013 AASHTO Spring Meeting exhibiting@bauma.es	Providence - Rhode Island (EEUU) mmsd.transportation.org/
20-21 de mayo Plataforma Tecnológica Española de la Carretera	INNOVACARRETERA 2013 info@ptcarretera.es	Mojados - Valladolid (España) www.innovacarretera.es
3-5 de junio European Asphalt Technology Association	5th International Conference of EATA	Braunschweig (Alemania) www.eata2013.eu
9-12 de junio American Society of Civil Engineers (ASCE)	The Airfield & Highway Pavement Conference content.asce.org/conferences/pavements2013/	Los Angeles - California (EEUU)
10-12 de junio RILEM	International RILEM Symposium info@rilem2013.org	Estocolmo (Suecia) www.rilem2013.org
11 de junio ASEFMA	VIII Jornada Nacional de ASEFMA asefma@asefma.com.es	Madrid (España) www.asefma.es
14-18 de julio ICPT	8th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology 8thicpt2013@gmail.com	Taipei (Taiwan) www.icpt2013.org
25-28 de agosto American Public Works Association (APWA)	APWA 2013 dpriddy@apwa.net	Chicago - Illinois (EEUU) www.apwa.net/congress
27-30 de agosto AMAAC	8º Congreso Mexicano del Asfalto exhibiting@bauma.es	Cancún - Quintana Roo (México) www.bauma.de/
15-19 de octubre AASHTO	2013 AASHTO Annual Meeting mrussell@ashto.org	Denver - Colorado (EEUU) www.mmsd.transportation.org/
9-13 de noviembre IRF - AEC	17th IRF World Meeting mrodrigo@acarretera.com / info@irf2013.com	Riyadh (Arabia Saudí) www.aecarretera.com / www.irf2013.com
17-22 de noviembre CILA	XVII Congreso Iberoamericano del Asfalto (CILA)	Antigua (Guatemala) www.congresocila.org
26-27 de noviembre Road Contractors Association (RCA) Praha	Conference Asphalt Pavements 2013 svs@sdruzeni-silnice.cz	Ceské Budejovice (Chequia) www.sdruzeni-silnice.cz/en/

AÑO 2014		
12-16 de enero TRB	2014 TRB 93rd Annual Meeting	Washington DC (EEUU) www.trb.org
4-7 de febrero AIPCR	Congreso Mundial de Vialidad Invernal info@atc-piarc.com	Andorra www.piarc.org/es
1-5 de junio ISAP	ISAP 2014	Raleigh - North Carolina (EEUU) http://go.ncsu.edu/isap

AÑO 2015		
2-6 de noviembre AIPCR	XXV Congreso Mundial de la Carretera info@atc-piarc.com	Seúl (Corea del Sur) www.piarc.org/es



Por aquí
circula el
95%
del tráfico
de pasajeros
y mercancías




04
2013

Por aquí
circula el
5%
del tráfico
de pasajeros
y mercancías

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO →

ABRIL 2013

Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas 

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




05
2013

Las carreteras españolas se encuentran
en un estado de **CONSERVACIÓN**
"DEFICIENTE" con un déficit
acumulado de 5.500 M de €.

Lo grave es que esto no afecta sólo
a la comodidad del usuario.....

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO →

MAYO 2013

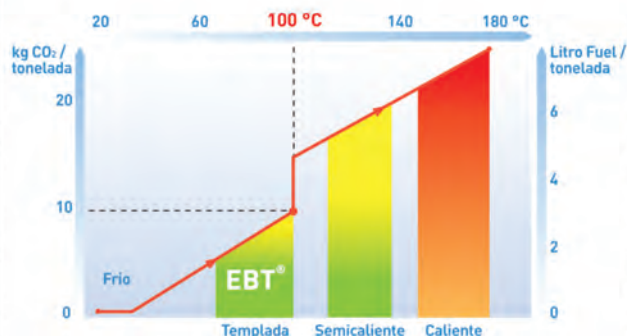
Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas 

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

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



Crédito foto : Getty Images, arenaas*



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

Asefma celebra su Asamblea Anual

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) celebró el pasado día 16 de enero su Asamblea General correspondiente al año 2013, en la que los más de 70 asistentes pudieron debatir y profundizar sobre la complicada situación que vive el sector en nuestro país.

Tras la aprobación del balance del año anterior y de las cuentas correspondientes al ejercicio presente, el presidente de la Asociación, Juan José Potti, puso de manifiesto la grave situación que atraviesa el sector de la pavimentación asfáltica. Mientras en la mayoría de países de Europa se aprecia una recuperación de la producción de mezcla bituminosa durante estos últimos meses, en España la caída se ha acentuado en el 2012. Con una producción total de entre 20 y 22 millones de toneladas, el descenso interanual se aproxima al 30% y una caída acumulada del 56 al 60% desde el año 2007 (cuando se alcanzó la cifra récord de 49,9 millones de toneladas). Dentro de un sector tan sensible a los cambios de ciclo, este fuerte descenso ha tenido también repercusión sobre el volumen de empleo, con la pérdida de 30.000 puestos de trabajo especializados, lo que representa un 50% sobre el total.

En este escenario, no es de extrañar que 25 empresas que pertenecían a Asefma, y que eran "una referencia dentro del sector", hayan desaparecido a lo largo de este quinquenio para el olvido, como consecuencia de la crisis y la falta de liquidez de las administraciones. Por todas estas razones, Potti denunció el abandono al que se ha sometido el refuerzo y conservación de firmes de carretera durante estos años.

Para acabar con esta tendencia, que también se ha llevado por delante a numerosas empresas, Asefma solicita al Estado un cambio urgente en su política de infraestructuras, dedicando una mayor atención a la conservación de nuestras carreteras. Y es que, a los daños que intrínsecamente está causando la crisis económica y financiera que vive el país se suman los casi 800 días acumulados por el Ministerio de Fomento sin licitar obras de Clave 32 (refuerzo de firmes). España, con 700.000 kilómetros de carreteras, dispone de la segunda red viaria de Europa, pero se sitúa a la cola en materia de conservación, lo que repercute en una pérdida de nuestro valor patrimonial y un incremento del riesgo de accidentes por carretera. Frente a los esfuerzos desplegados por los últimos Gobiernos para ampliar la líneas de alta velocidad fe-

roviaria, y se extenderán con el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI), recientemente presentado desde el Departamento que dirige Ana Pastor, conviene señalar que el 90% de las operaciones de transporte que se realizan en nuestro país (pasajeros y mercancías) tienen lugar por carretera, lo que da una muestra de las necesidades reales de conservación de nuestro patrimonio.

Desde Asefma se sostiene que el esfuerzo inversor debe ir vinculado "al valor patrimonial de la red". En esta línea, se propone seguir el modelo francés, por el que estos trabajos se realizan de manera continuada, sin necesidad de recurrir a medidas de choque una vez que el patrimonio viario se encuentre efectivamente deteriorado. El modelo de conservación de carreteras propuesto por las empresas del sector pasaría por una inversión no inferior a los 520 millones de euros anuales por parte de la Administración Central para operaciones de refuerzo de firmes, a los que se sumarían otros 580 millones aportados por las comunidades autónomas.

Potti puso también de manifiesto la necesidad de que las autoridades políticas y los ciudadanos conozcan estos datos y sepan cuáles son las consecuencias de la falta de inversión en conservación. El presidente de Asefma concluyó que, "antes de invertir en nuevas infraestructuras, es necesario mantener adecuadamente las carreteras que ya tenemos".



Asefma celebra su Asamblea Anual



VIII Jornada Nacional de Asefma

Seguidamente, pasó a informarse sobre la VIII Jornada Nacional de Asefma, que, con el lema 'Soluciones técnicas en tiempos de crisis', tendrá lugar en Madrid el próximo día 11 de junio, bajo el patrocinio de Repsol y Cepsa. Andrés Costa pasó a detallar el programa provisional, dentro del cual se desarrollarán aspectos como los materiales y técnicas existentes, las exigencias desde el punto de vista de los componentes y la adaptación respecto a las exigencias estructurales para el refuerzo de los firmes, así como la presentación de comunicaciones libres.

La Jornada se podrá seguir en directo a través de Twitter en #VIIIjornadaasefma. Se emitirá online y se podrán descargar los textos online, además de la modalidad de inscripción clásica o presencial.

Clausura del encuentro

Para la clausura del encuentro se contó con la presencia del presidente de la Confederación Nacional de la Construcción (CNC), Juan Lazcano, y del director técnico de la Dirección General de Carreteras, José Luis Elvira, en representación del subsecretario de Fomento, Mario Garcés.

Tras un nuevo año sin pena ni gloria para el sector, Lazcano reconoció que en el 2013 las cosas "no van a cambiar sustancialmente". Entre las posibles soluciones, el presidente de la CNC puso el acento en la fortaleza que brinda el ámbito asociativo, con organizaciones como Asefma y su defensa de los intereses del sector. "Desde las diferentes asociaciones tenemos que hacer ver las fortalezas de cada uno de nuestros sectores", afirmó. Respecto a una posible recuperación de la economía española durante el 2013, Lazcano habló del regreso de las inversiones a nuestro país, toda vez que se han aplicado las medidas correctoras.

Por su parte, José Luis Elvira, director técnico de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, afirmó que "lo último que quiere el Estado es que se produzca un equilibrio inestable en el estado de conservación de carreteras". Por ello, desde el organismo que representa, se siguen buscando vías de financiación.

Elvira resaltó la necesidad de empezar por una conservación integral de la red viaria, debido a su incidencia sobre la seguridad vial, por lo que se contempla destinar los excedentes de otras actividades a conservación y señalética.



Mirando al pasado

Noviembre-diciembre de 1979.



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

Entre el "Comentario" anterior y éste, ha sido aprobado el Presupuesto del Estado para 1980. No vamos a decir que cuantos nos ocupamos directa o indirectamente de las carreteras españolas tuviéramos grandes esperanzas puestas en que el nuevo Presupuesto recogería las inquietudes de un sector tan amplio y de tanta trascendencia para la economía nacional dándonos un Presupuesto de carreteras quizás conservador en cuanto a nuevas inversiones, pero ampliamente generoso en cuanto se refiere a la conservación de nuestra red. No teníamos tales esperanzas porque la experiencia nos dice que en épocas de dificultades económicas es bastante frecuente, al menos en España, que uno de los capítulos en que antes se recorten las inversiones sea el de las carreteras, cosa que ciertamente no ocurre en otros países y que, desde luego, es índice claro de cierto grado de subdesarrollo. Pero la verdad es que nosotros esperábamos algo mejor que lo que al final ha resultado, ya que, de hecho, en estos momentos se puede afirmar que, aun sin contar con la inflación, las disponibilidades económicas para construcción y conservación de carreteras en 1980 van a ser inferiores a las de 1979, año en el que se vino a gastar algo más de 30.000 millones en conservación y construcción de carreteras, mientras que para 1980 se prevé en el Presupuesto algo menos de 28.000 millones. Si a esto sumamos los efectos de la inflación, que en términos reales y para este campo se aproxima al 20 %, podemos afirmar que la actividad en construcción y conservación de carreteras durante 1980 será aproximadamente el 73 % de lo que fue en 1979, de forma que continuará agravándose el estado de descapitalización de nuestra red de manera doblemente acelerada: acelerada porque el proceso de deterioro de las carreteras, expuestas a los elementos y sin conservación suficiente, crece de por sí exponencialmente; y acelerada también porque cada vez disponemos de menos medios para conservar la red.

Hace poco tiempo y hablando de cierto país tremendamente subdesarrollado, alguien me comentaba que en él la práctica usual es construir con gran riqueza de medios (es país productor de petróleo) excelentes tramos de carreteras nuevas abandonándolas después a su suerte, de tal forma que, pasados unos años, quedan intransitables, en cuyo momento se construye una nueva carretera para sustituirla. ¡Por ese camino vamos en España!, respondí yo. Claro está que, de momento, en España no se está construyendo ninguna carretera nueva ni parece que haya perspectivas de que se haga en un futuro previsible.

Somos conscientes de que son ya muchos los números consecutivos del Boletín en que prácticamente no hablamos en el "Comentario de Actualidad" de otra cosa que de la insuficiencia de los presupuestos de carreteras, pero no nos parece impropio, pues ni aun así nos parece estar dándole al tema la atención que merece.

¡Ojalá que tengamos pronto que buscar un nuevo tema del que hablar porque de éste se esté ocupando alguien con más medios para resolverlo!

www.itafec.com

Los tiempos están cambiando.
Entra en la web y únete al cambio.



Lucía Miranda
"Me parece una forma moderna y eficaz de acceder a los archivos del sector"



Miguel Ángel del Val
"Reconozco que inicialmente la idea me sorprendió, pero ahora estoy plenamente convencido"



Ángel Sampedro
"Es un camino nuevo al que me uno y animo a otros a que hagan lo mismo"

Hazte autor 2.0

¿A qué esperas?



Acceder a mi cuenta

INICIO • SERVICIOS • EVENTOS • TIENDA • NOTICIAS • CONTACTO

Español



Un nuevo concepto: autor 2.0

Descarga de archivos y comunicación con el autor

Desde **itafec** además de descargar los archivos de texto, vídeo, imágenes o presentaciones, se abre un canal de comunicación con el autor que permite establecer una relación directa y aprovechar mejor los archivos descargados



Retransmisión Online

Visualización en directo en nuestro portal: con un solo click usted podrá asistir al evento desde cualquier parte del mundo

MÁS INFORMACIÓN

Gestión y Coordinación

Itafec dispone de una pasarela de pago y TPV para facilitar las inscripciones desde cualquier lugar del mundo

MÁS INFORMACIÓN

Comunicación

Por medio del gabinete de comunicación experto de Itafec lanzamos una campaña de información previa del evento

MÁS INFORMACIÓN

Tienda de recursos

La grabación del evento genera unos archivos digitales que, junto a textos y presentaciones del evento, pueden ser alojados y comercializados en Itafec

MÁS INFORMACIÓN

Noticias Recientes

[01 / 03 / 2013] Jornada sobre Aplicación del CPR a la pavimentación, 9 abril 2013

#aplicacioncprasefma Desde el 1 de enero de 2008 a los fabricantes de mezclas bituminosas, gracias al Mercado CE, se les permite la libre circulación de productos según las directrices definidas en CPD 89/106/CEE. Recientemente, es..

Agenda de Eventos

MARZO 2013

Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9

El asfalto en las redes sociales

Día tras día, el grupo ASFALTO&PAVIMENTACION obtiene más presencia en las redes sociales. Cada vez son más los miembros que se interesan por este grupo, que ha superado ya los 300 miembros y no para de crecer, con un índice de crecimiento semanal del 133%.

En menos de dos años de actividad, el grupo de LinkedIn ASFALTO&PAVIMENTACION ha conseguido un total de 340 miembros, que siguen sus debates, consultas técnicas y anuncios de relevancia en lo que concierne al sector. Naturalmente, hay que considerar el alto grado de especialización del grupo para contextualizar el éxito de las cifras exhibidas.

Líder en los motores de búsqueda

La aplicación Adwords de Google es una herramienta que calcula la frecuencia de búsqueda de un determinado término

o conjunto de términos. Si se realiza una consulta de la cabecera de nuestra revista, los resultados correspondientes a búsquedas mensuales son 6.600, de las cuales solamente 590 tienen lugar dentro del territorio nacional. Esto significa que más de un 85% de las solicitudes proceden del exterior, lo que da una referencia del interés que está cosechando la presente publicación entre profesionales del sector interesados en la materia. Si comparamos las cifras obtenidas con las de otras publicaciones similares, la revista exhibe su verdadera dimensión, con lo que los resultados mencionados más arriba son aún más concluyentes.

Google AdWords: herramienta para palabras clave

Google AdWords: herramienta para palabras clave

español | euro (EUR €) | [Informar de un problema](#) | [Iniciar sesión](#)

Página principal | Herramientas | Ayuda

Herramientas

Herramienta para palabras clave

Incluir términos (0) | Excluir términos (0) | Tipos de concordancia: Amplia, [Exacta], "Frase"

Ayuda: ¿Por qué debería utilizar la Herramienta para palabras clave? ¿Cómo se utiliza la Herramienta para palabras clave? ¿Qué debo hacer para definir mejor las ideas? ¿Qué debería saber sobre mis estadísticas? Centro de asistencia

Buscar palabras clave

Se basan en una o varias de estas opciones:

Palabra o frase: asfalto y pavimentacion

Sitio web: www.google.com/baga.html

Categoría: Informativa

Solo mostrar ideas directamente relacionadas con mis términos de búsqueda

Opciones y filtros avanzados | Ubicación: España | Idiomas: español | Dispositivos: equipos de sobremesa y portátiles

Buscar | [Inicie sesión con su información de acceso de AdWords para consultar todas las ideas para esta búsqueda.](#)

[Acerca de estos datos](#)

Descargar | Ver estadísticas | Ordenado por Relevancia | Columnas

Términos de búsqueda (1)			
Palabra clave	Competencia	Búsquedas globales mensuales	Búsquedas locales mensuales
asfalto y pavimentacion	Baja	6.600	590

Ideas para palabras clave (100)

Palabra clave	Competencia	Búsquedas globales mensuales	Búsquedas locales mensuales
hormigon impreso	Alta	49.500	40.500
hormigon pulido	Alta	9.900	8.100



**XVII CONGRESO
IBERO-LATINOAMERICANO
DEL ASFALTO
17-22 nov 2013**

Hotel Casa Santo Domingo
Antigua Guatemala, Guatemala, C.A.

Organizado por:



Instituto del Asfalto
de Guatemala



PATROCINIOS DISPONIBLES. CONTÁCTENOS.

www.congresocila.org

PBX +502 2387-2727 * Directo +502 2387-2705

Km 7.5 antigua carretera a el Salvador, Santa Catarina Pinula, Guatemala, Centroamérica

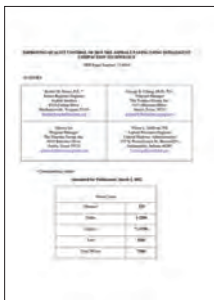
Lecturas recomendadas

Desde esta sección fija se recogerán aquellos enlaces y documentos que resulten de interés para el sector de las carreteras.



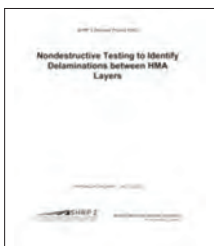
Documento “Predictions des deformations permanentes des matériaux de chaussées”. Tesis presentada por Juliette Sohm en la Ecole Centrale de Nantes en marzo de 2011

Esta tesis muestra un interesante trabajo realizado en el LCPC sobre el uso del ensayo triaxial para la predicción de las deformaciones permanentes en mezclas asfálticas. En programa de ensayos incluye tanto métodos estáticos como dinámicos. Descargable desde: http://www.lcpc.fr/exl-phi/cadcgp.php?CMD=CHERCHE&VUE=lcpc_portail___recherche_experte&MODELE=vues/lcpc_portail___recherche_experte/home.html&query=1&REQ3=1



Documento “Improving quality control of hot mix asphalt paving using intelligent compaction technology”

Esta publicación muestra un resumen del trabajo llevado a cabo en EEUU por el grupo de trabajo Intelligent Compaction Pooled Fund (ICPF) sobre el uso de sistemas de compactación inteligente. El trabajo se ha realizado sobre datos experimentales que incluyen 16 campos de prueba. Según los autores, estas tecnologías de compactación pueden generar muy importantes mejoras en la calidad de los pavimentos asfálticos. Descargable desde: http://www.intelligentcompaction.com/downloads/papersreports/Horan%20et%20al_ICQC_TRB2012.pdf



Documento “ Nondestructive testing to identify delaminations between HMA layers”

Este trabajo detalla el estudio realizado con diversas tecnologías a nivel de laboratorio, modelización y pruebas a escala real (en Kansas) para evaluar la existencia de falta de adherencia entre capas de mezclas asfálticas. Este documento forma parte de los desarrollos del programa SHRP2. Descargable desde: <http://www.trb.org/Highways1/Blurbs/167281.aspx>



Documento: El Megatruck en España. Análisis de sensibilidad de la implantación de los Megatrucks en los principales corredores españoles de mercancías

Primer volumen de la colección de Cuadernos Tecnológicos de la PTC. En la UE se está produciendo un intenso debate sobre la idoneidad de permitir la circulación de vehículos de transporte de mercancías por carretera de mayores medidas y tonelaje. En la presente investigación se trata de responder a la pregunta de si sería bueno o no para España permitir la circulación de Megatrucks.

Observatorio del sector

Desde esta nueva sección se irán incluyendo indicadores que permitan obtener una radiografía del sector de la carretera, considerando datos de tipo económico.

Sin novedades. Se han superado los 800 días desde que el Ministerio de Fomento hizo pública la última licitación de Clave 32, correspondiente a conservación de carreteras. España, que cuenta la segunda red viaria de Europa, con 700.000 kilómetros de carreteras, se sitúa a la cola en materia de conservación. Desde estas páginas se propone seguir el modelo francés, por el que se realizan estos trabajos de manera constante a lo largo de los años, antes que llevar a cabo medidas de choque una vez que el patrimonio viario se encuentre efectivamente deteriorado. Frente a los esfuerzos desplegados por los últimos Gobiernos para ampliar las líneas de alta velocidad ferroviaria, y se extenderán con el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI), recientemente presentado desde el Departamento que dirige Ana Pastor, conviene señalar que el 90% de las operaciones de transporte que se realizan en nuestro país (pasajeros y mercancías) tienen lugar por carretera, lo que da una muestra de las necesidades reales de conservación de nuestro patrimonio.

En cuanto al transporte por carretera, las actuaciones previstas por Fomento de aquí al año 2024 se centrarán en: conservación y mantenimiento viario, mejora de la seguridad vial, acondicionamientos, mejora de la capacidad y nuevas variantes de

población. Junto a ello, se establece un subprograma de nueva infraestructura, cuyas actuaciones, de acuerdo con los principios de austeridad y de máximo rigor económico, se centran en la finalización de los itinerarios ya empezados con el objetivo de cerrar o mejorar el mallado de la red tanto a nivel radial como transversal y en la ejecución de los tramos incluidos en los corredores multimodales de la nueva Red Transeuropea de Transporte, incluyendo la ejecución de accesos viarios a puertos. La suma total de inversiones contempladas en el PITVI, en relación al PIB, supone un porcentaje variable entre el 0,89 y el 0,94 por ciento.

Índices de precios

El Comité Superior de Precios de Contratos del Estado ha elaborado los índices de precios de la mano de obra, energía y los de materiales para los meses de abril, mayo y junio de 2012, aplicables a la revisión de precios de contratos celebrados por las Administraciones Públicas, los cuales fueron propuestos a la Comisión Delegada del Gobierno para su aprobación y se publican en el Boletín Oficial del Estado, con fecha 8 de febrero de 2013.

Tabla 1: Índices de precios de los materiales. 2012

	Península e Islas Baleares			Islas Canarias		
	Abril	Mayo	Junio	Abril	Mayo	Junio
<i>Base enero 1964 = 100</i>						
Cemento	1.603,6	1.607,6	1.620,7	1.605,9	1.604,9	1.601,5
Cerámica	1.425,9	1.422,1	1.426,0	2.453,8	2.453,8	2.453,8
Maderas	1.747,5	1.744,2	1.749,2	1.963,2	1.963,2	1.963,2
Acero	1.170,3	1.164,9	1.158,2	2.082,4	2.267,2	2.267,4
Energía	3.705,7	3.600,5	3.435,5	6.581,0	6.419,1	6.171,2
Cobre	2.270,8	2.307,9	2.248,8	2.270,8	2.307,9	2.248,8
Aluminio	792,2	770,5	755,8	792,2	770,5	755,8
Ligantes	6.307,4	6.104,7	6.080,3	5.503,8	5.368,2	5.368,2
<i>Base enero 1995 = 100</i>						
Calzado	141,0	141,0	140,6	141,0	141,0	140,6
Textil	127,4	125,8	124,5	127,4	125,8	124,5

Fuente: BOE. 8 de febrero de 2013.



Madrid, 11 de Junio de 2013

VIII Jornada Nacional asefma 2013

PROVISIONAL

PROGRAMA

**VIII Jornada Nacional
asefma 2013**

11 de Junio de 2013

**Soluciones técnicas
para tiempos de crisis**

Hotel NH Eurobuilding
Padre Damián, 23 - 28036 Madrid

Coordinador:
Dr. Ing. Félix Edmundo Pérez

Temática:

- Situación actual de los firmes. Patologías y fallos.
Prestaciones funcionales
- Soluciones asfálticas para la conservación
de los firmes en época de crisis
- Criterios y soluciones de conservación
en los firmes una vez superada la crisis.
Criterios de conservación:
¿preventiva o curativa?
- Comunicaciones libres

Patrocinan:

Organiza: 

Teléf.: 91 129 36 60 • e-mail: asefma@asefma.com.es
www.asefma.es

Soluciones técnicas para tiempos de crisis

INSCRIPCIONES Y COSTE

El coste de la Jornada es de 200 € + IVA = 242 €

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  #VIIIjornadaasefma



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



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.

**Y todo ello gracias a la confianza y
colaboración de nuestros clientes**

