

ASFALTO

y pavimentación

Número 5 · Volumen II · Segundo trimestre · 2012

número
5



INTRAME

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 5 · Volumen II
Segundo trimestre · 2012

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.asfaltoypavimentacion.com
asfalto@asfaltoypavimentacion.com

Suscripción anual (4 números)

España: 10 €
Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189
Depósito Legal: M21967-2011

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

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

Sumario

Número 5 · Volumen II · Segundo trimestre · 2012

Editorial

¿Estamos a tiempo de cambiar?

05

Tribunas

Pere Macías, Javier Olave

07

El estado de conservación de las carreteras de España registra el peor dato desde 1985

Asociación Española de la Carretera

11

Diseño de mezclas bituminosas en caliente en tiempos de crisis

Jorge Ortiz Ripoll

17

Comportamiento del sistema betún viejo-betún rejuvenecedor en reciclado a altas tasas

Julio del Pozo, Nuria Querol

29

Estudio de algunos casos de fisuración descendente en carreteras españolas

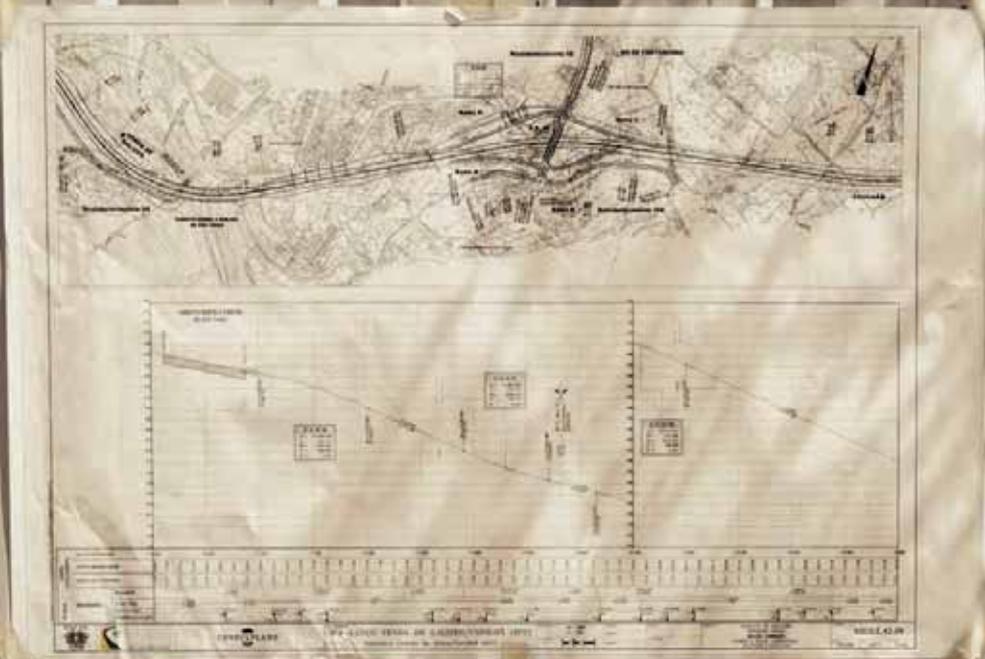
Juan Gallego Medina, Miguel Ángel del Val Melús,
Ángel Sampedro Rodríguez, Jacinto Luis García Santiago,
Patricia Díaz Martín

37

Secciones fijas

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

47



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



¿Estamos a tiempo de cambiar?

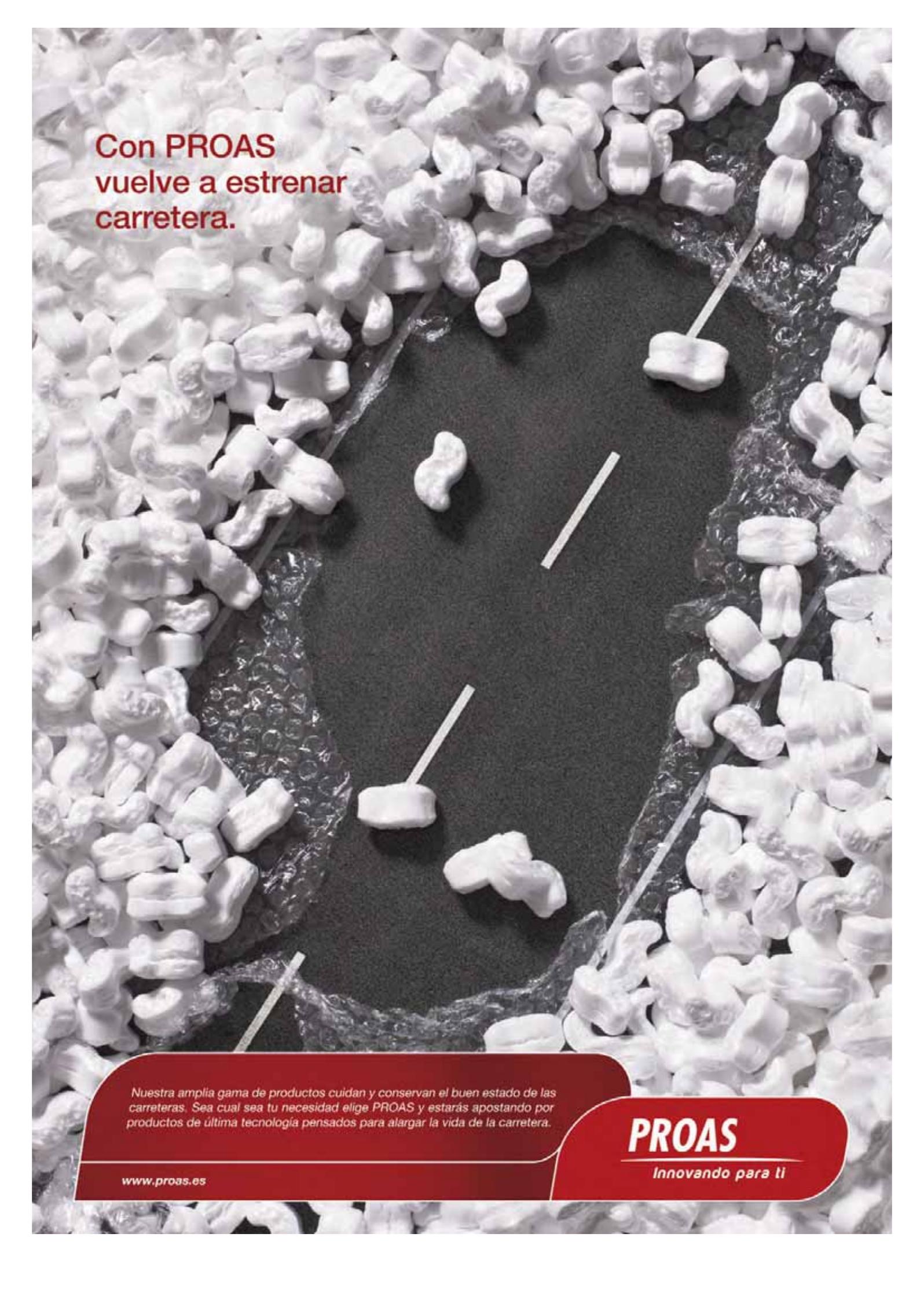
Coincidiendo con la Semana Santa, la Asociación Española de la Carretera (AEC) ha dado a conocer los resultados de su “Estudio sobre necesidades de inversión en conservación “. Más allá de los detalles, una conclusión se impone claramente: los firmes de nuestras dos redes más importantes, la estatal y la autonómica, se encontraban a finales de 2011 en peor estado que en 1985. De la evolución de los datos en estos años se deduce que el esfuerzo inversor de los años 80 y 90 no ha tenido la necesaria continuidad en obras de conservación, con lo que el estado de los firmes desde 1999 en adelante se ha ido deteriorando paulatinamente. Y lo que es peor, las perspectivas en esta materia son tan malas que sólo cabe pensar que, en breve plazo, no sólo estaremos a la cabeza de los grandes países europeos en cuanto a las cifras de paro sino también en cuanto al mal estado de las carreteras.

Sin embargo, muchas de nuestras redes autonómicas y la red estatal cuentan con una potente, en términos de coste, herramienta de gestión. Se trata de los denominados coloquialmente contratos de conservación integral. Parecería que estos contratos deberían servir para mantener nuestras carreteras en buen estado, pero no es así. No porque los contratistas adjudicatarios no cumplan sus funciones, que lo hacen, sino porque estos contratos de servicios no contemplan algo tan elemental como la conservación de los firmes. El mantenimiento y rehabilitación de los firmes queda para los contratos de obras llamados a veces de conservación extraordinaria, cuyo volumen en los últimos años se ha reducido del poco a la nada absoluta.

Las cifras que ofrece el estudio de la AEC son contundentes. El déficit de inversión en materia de conservación de firmes es de 5.200 millones de euros, cifra similar al déficit que generarían las administraciones públicas en 2012 si se cumplieren las previsiones macroeconómicas. Y ello sin tener en cuenta el que hayan acumulado el resto de administraciones: diputaciones, cabildos y consejos insulares, y ayuntamientos. Algún observador externo podría pensar que a la vista de estos datos nuestras administraciones tomarán me-

didias urgentes para paliar el problema. Nada más lejos de ello: nuestros dirigentes nacionales y autonómicos fijan sus objetivos y prioridades en la extensión de la red ferroviaria de alta velocidad, en lo que seguramente es uno de los escasos ejemplos de continuidad en las políticas diseñadas por los gobiernos nacionales y autonómicos anteriores.

El argumento esgrimido por nuestros dirigentes políticos, sean del color que sean, es simple, pero falaz: no puede haber ciudadanos de primera, con autovías, aeropuerto y AVE, y otros de segunda. De esta forma estamos asistiendo a una constante sinrazón en las decisiones de inversión que lleva a tener que rescatar concesionarias de autopistas, a que haya regiones donde se construyen autovías con intensidades de tráfico ridículas, aeropuertos que no operan y vías de alta velocidad que hay que cerrar por falta de una mínima demanda, mientras la red de carreteras convencional avanza a marchas forzadas a un estado que pronto se podrá calificar de tercermundista. Es increíble que administraciones tan supuestamente competentes dejen de lado el rigor técnico y económico y se dejen arrastrar por la demagogia y la captura del voto. Es preciso dar un giro radical a la política de inversiones, dando prioridad a la conservación de la red de carreteras que es, al fin y a la postre, el único modo que garantiza la movilidad real de los ciudadanos y la vertebración del territorio. Pero, ¿estamos a tiempo de cambiar?



**Con PROAS
vuelve a estrenar
carretera.**

Nuestra amplia gama de productos cuidan y conservan el buen estado de las carreteras. Sea cual sea tu necesidad elige PROAS y estarás apostando por productos de última tecnología pensados para alargar la vida de la carretera.

www.proas.es

PROAS

Innovando para ti

Prioridad: la conservación



Pere Macias i Arau
Presidente de la Comisión
de Seguridad Vial y Movilidad
Sostenible del Congreso
de los Diputados

El establecimiento de prioridades debería constituir el elemento básico de toda política racional de infraestructuras. Esta aseveración adquiere mucho más valor en épocas, como la actual, con gran escasez de recursos. Cuanto menor es el presupuesto disponible, mayor responsabilidad adquieren los gestores públicos en el destino de las disponibilidades presupuestarias.

Tal y como viene definido en los diccionarios, priorizar significa ordenar y anteponer. Significa tomar partido por aquello que se considera debe preceder a lo demás. El quid de la cuestión es establecer con precisión los criterios en base a los cuales se va a otorgar a unas actuaciones un carácter preferente a las demás. Para ello, resulta indispensable tener meridianamente claros los objetivos.

La seguridad vial constituye uno de estos objetivos que pueden ser ampliamente compartidos por la sociedad y por quienes los representamos en las instituciones. De hecho, en el Congreso de los Diputados, en las dos últimas legislaturas se ha venido alcanzando un elevado nivel de consenso en relación a esta cuestión. De la mano de Jordi Jané, primer presidente de la Comisión de Seguridad Vial, y de su sucesor, Emilio Olavarría, se ha tejido un mar de complicidades entre todas las fuerzas políticas, que ha resultado muy útil de cara a impulsar políticas destinadas a la disminución de la accidentabilidad en nuestras calles y carreteras.

Este eficaz impulso parlamentario también halló eco en el Ejecutivo con el resultado de una importantísima reducción de las cifras de siniestralidad y de mortalidad. Ahora, para continuar esta favorable tendencia, resulta indispensable actuar en los tres elementos de las políticas de seguridad vial: el conductor, el coche y la carretera.

No va a resultar fácil esta tarea. Baste constatar los perniciosos efectos de la crisis económica sobre la renovación del parque automovilístico, con vehículos más envejecidos y con menor nivel de mantenimiento. Ello implica la urgencia de reactivar los planes Renove, que tan útiles han resultado tanto para este objetivo como para la dinamización de un sector productivo tan importante en nuestra economía.

Para el tercer vector, la carretera, los efectos de la crisis podrían mitigarse notablemente si nuestras administraciones actuarán con un claro sentido de las prioridades. Y por desgracia podemos constatar que, con algunas loables excepciones, no lo han estado haciendo estos últimos años. El deterioro de la calidad de los firmes producido desde el 1999 hasta el 2011 es espectacular: según los datos de la Asociación Española de la Carretera, el índice de conservación de los pavimentos en las carreteras de la Red del Estado ha experimentado un descenso del 30% y en la del resto de administraciones del 24%, hallándose ambos índices por debajo del umbral de aceptabilidad. Particularmente negativa ha sido la actuación del Ministerio de Fomento, que, en los últimos tres ejercicios prácticamente no ha destinado recursos a la conservación extraordinaria de sus carreteras.

Hoy por hoy, no hay nada tan urgente como recuperar unas dotaciones presupuestarias que garanticen la seguridad en nuestras redes viarias. Ante la persistencia de la construcción de autovías en tramos sin tráfico que lo justifique o trascurriendo paralelas a autopistas existentes, resulta imprescindible que esta política de '*grandeur*' toque a su fin y se imponga la racionalidad. Tenemos la red de vías de capacidad más extensa de Europa. Sí. Y la peor conservada.

Recuperar el prestigio del país aconseja modificar cuanto antes las prioridades de la inversión en la red de carreteras. Invertir en conservación es una obligación. Estoy firmemente comprometido en trabajar para convencer al Gobierno de que, hoy, la prioridad para nuestros ciudadanos es su seguridad y que no tomarla en consideración sería un error de gravísimas consecuencias.

No es lo mismo!!

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 y limpiador para mezclas bituminosas

BIO 5100:

Antiadherente 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



Campi y Jové

Crisis económica, pero no crisis de valores



Javier Olave
Responsable de Contenidos
de la plataforma Ponle Freno,
www.ponlefreno.com

La conservación de las carreteras es un asunto de salud pública. En tiempos de crisis económica, hay ciertos valores que pueden quedar temporalmente suspendidos. La estética, el ocio, el confort... Existen muchos elementos de la sociedad de consumo que todo el mundo entiende que pueden postergarse en una recesión tan salvaje como la actual.

Pero la salud pública no puede depender del dinero de la caja. Nunca pueden cambiarse muertos por dinero.

Nada más lejos en la idea anterior que polemizar sobre copagos, peajes o cualquiera de estos temas tan de actualidad. La idea de este artículo y su intención no es saber quién debe pagar, cuándo ni cuánto.

Lo que está claro es que un quirófano no puede apagarse por falta de liquidez. Porque quien no entra en el quirófano para un asunto de vida o muerte, no puede aplazar su enfermedad a una coyuntura favorable. Muere, y eso, la vida humana, es lo único de lo que no puede prescindir el Estado del Bienestar. Es el capítulo cero de nuestra manera de concebir la Sanidad, al menos en España, donde nadie muere a la puerta de un hospital (o no debería) sea quien sea, tenga lo que tenga.

Pues el tema de las carreteras, aunque no existan látex, tecnología aeroespacial y pulcra desinfectación, es un tema de salud pública.

No lo es cuando hablamos de evitar un atasco, cuando hablamos de una modificación estética o de una variante que reduce la contaminación acústica.

Pero lo es cuando hablamos de planes de conservación que equivalen a vidas: tramos de concentración de accidentes, puntos negros, conservación de asfaltos, pintura, señales...

Los recortes obligan a optimizar, y llegan a todos los conceptos. El mismo dinero tiene que valer mucho más ahora que antes, hay que hacer más con lo mismo.

Es el tiempo que nos toca vivir.

Pero la crisis no es una razón suficientemente poderosa como para dejar morir en la carretera a los ciudadanos. Nunca puede faltar presupuesto para la vida.

Cueste lo que cueste.

PD: Aprovecho la ocasión que nos brinda Asfalto y Pavimentación para invitaros a todos a participar en nuestra tercera campaña de Ponle Freno de "Buscamos Señales y Carreteras en Mal Estado", en la que todos podemos denunciar en la web aquellas señales y falta de conservación de carreteras que resulten peligrosas.

FABRICANTE Y DISTRIBUIDOR DE EQUIPOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

MEZCLADORA EN CALIENTE



MEZCLADORA EN CALIENTE
 UNE-EN 12697-35
 INFRATEST



MEZCLADORA EN CALIENTE
 UNE-EN 12697-35
 MECACISA

ANALIZADOR ASFÁLTICO AUTOMÁTICO

ANALIZADOR ASFÁLTICO AUTOMÁTICO
 UNE-EN 12697-1
 INFRATEST



WHEEL TRACKING

WHEEL TRACKING DOBLE PISTA
 UNE-EN 12697-22
 MECACISA



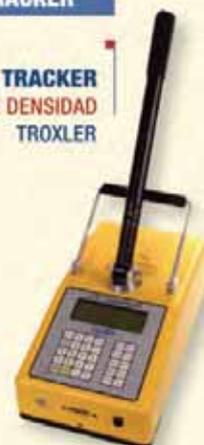
COMPACTADOR

COMPACTADOR DE IMPACTO
 UNE-EN 12697-30
 UNE-EN 12697-10 COMPACTABILIDAD
 MECACISA



PAVE TRACKER

PAVE TRACKER
 MEDIDOR NO NUCLEAR DE DENSIDAD
 TROXLER



COMPACTADORES

COMPACTADOR RODILLO
 UNE-EN 12697-33
 INFRATEST



COMPACTADOR RODILLO
 UNE-EN 12697-33
 COOPER



COMPACTADORES

COMPACTADOR GIRATORIO
 UNE-EN 12697-31
 COOPER



COMPACTADOR GIRATORIO
 UNE-EN 12697-31
 TROXLER



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

- ÁRIDOS • SUELOS • CEMENTOS • AUSCULTACIÓN DE FIRMES • ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS • ROCAS
- HORMIGONES • LIGANTES • MEZCLAS BITUMINOSAS

LIDER EN CALIDAD!



El estado de conservación de las carreteras de España registra el peor dato desde 1985

La Asociación Española de la Carretera ha auditado el estado actual de la red viaria. La principal conclusión es que, entre 2005 y 2011, las necesidades de reposición han aumentado cerca de un 30% en el conjunto de las carreteras. El estado de conservación de los firmes obtiene la peor nota en 25 años. Las necesidades de inversión inmediatas para alcanzar un nivel correcto del estado de nuestras carreteras rondan los 5.500 millones de euros.

Palabras clave: Carreteras, conservación, firmes

The Spanish Road Association has audited the state of the Spanish road network. Its main conclusion was that between the years 2005 and 2011 replacement requirements of the complete road network increased almost 30%. The state of the road surface has received the worst qualification of the past 25 years. Investment needs will cost about 5,500 millions of Euros.

Keywords: Roads, conservation, road surface

Tras tres meses de trabajo de campo, en los que un equipo de evaluadores ha recorrido las carreteras españolas tomando datos de su estado de conservación, la Asociación Española de la Carretera (AEC) ha presentado los resultados de su Estudio sobre Necesidades de Inversión en Conservación. El Estudio pone nota al estado de la salud de las infraestructuras viarias y cuantifica las necesidades de reposición de sus elementos más significativos: firmes, señalización vertical y horizontal, barreras de contención, balizamiento e iluminación.

Los técnicos de la AEC han recorrido, examinado y calificado unos 3.600 tramos de carretera, de 100 metros cada uno, seleccionados al azar tanto en la Red de Carreteras del Estado como en la Red dependiente de las Comunidades Autónomas.

En total, 3,6 millones de metros cuadrados de pavimento, 3.600 señales verticales de código, 1.000 kilómetros de marcas viales, 150.000 metros de barreras de contención y 15.000 elementos de balizamiento.

Principales conclusiones

El estado actual de conservación de las carreteras españolas ha empeorado hasta situarse en niveles que no se re-

gistraban desde los años 80, según se pone de manifiesto en los resultados obtenidos en el **Estudio sobre Necesidades de Inversión en Conservación**, desarrollado por la Asociación Española de la Carretera (AEC) en los últimos meses de 2011. Se trata de una investigación que tiene su origen en las Campañas de Inspección Visual de la Red Viaria que este organismo comenzó a realizar en 1985 con el objetivo de conocer el estado de la pavimentación y del equipamiento, así como de



Agrietamiento grueso en las rodadas.

El estado de conservación de las carreteras de España registra el peor dato desde 1985



Deterioro estructural, es decir, no sólo en la superficie, sino en las capas subyacentes.

determinar la inversión mínima necesaria para alcanzar niveles de servicio adecuados.

En términos generales, y de acuerdo con las conclusiones del Estudio, actualmente las carreteras españolas se encuentran en un estado de conservación 'deficiente', con un déficit acumulado de 5.500 millones de euros (un 30% más que en 2005). Según la investigación de la AEC, el patrimonio viario se ha deteriorado en los últimos seis años a un ritmo del 5% anual.

Como consecuencia de los reiterados recortes en la inversión destinada a refuerzo de firmes y al equipamiento viario, la red española de carreteras empieza a mostrar claros síntomas de un deterioro que la Asociación Española de la Carretera califica como 'peligroso', y cuyas consecuencias no se harán esperar: incremento de la exposición al riesgo de sufrir un accidente de tráfico; pérdida de competitividad interterritorial y con respecto a nuestros socios europeos; aumento exponencial de los costes de reparación (cada euro no invertido a tiempo en refuerzo de firmes se transforma en 5 euros a los tres años y en 25 euros a partir del quinto); incremento de los costes de mantenimiento de los vehículos y aumento de las emisiones contaminantes, entre otras. A las que suman consecuencias colaterales para el usuario con claras implicaciones en la seguridad, tales como la exigencia de mayores niveles de concentración en la conducción derivada de la necesidad de prestar más atención al pavimento, con el consiguiente aumento del cansancio y la pérdida de percepción respecto de las circunstancias del tráfico, la vía y la señalización.

El estado de conservación de los firmes de las carreteras obtiene la peor nota en 25 años

La conclusión más destacada del Estudio sobre Necesidades de Inversión en Conservación es, sin duda, el notable deterioro del firme tanto en la Red de Carreteras del Estado como en la Red Autonómica, obteniendo una calificación media de 'deficiente' en ambos casos.

La situación es especialmente grave para las carreteras Autonómicas, que registran una caída de 31 puntos en su nota media con respecto al año 2005, ejercicio en el que el índice de estado de los firmes de estas vías se situaba en un nivel 'aceptable'.

Respecto a los firmes de las carreteras del Estado, han perdido 17 puntos entre 2005 y 2011, pasando también de una situación 'aceptable' en el primer año de la serie a un 'deficiente' en el momento actual.

Para ambas redes, el Estudio de la Asociación Española de la Carretera otorga al estado de conservación de los firmes la peor nota de los últimos 25 años, y ello pese al importante número de kilómetros que se han construido. Esto pone de manifiesto que el pavimento empieza a mostrar síntomas evidentes de un grave deterioro estructural consecuencia de la falta de inversión en su mantenimiento.



Zona de deterioro estructural (capas subyacentes) y reparación inadecuada de baches.

Así, las inversiones en refuerzo de firmes en la Red de Carreteras del Estado han pasado de más de 500 millones de € anuales en los años 2007 y 2008 a 28 millones de € en 2009, 14 millones de € en 2010, 0 € en 2011 y 0 € en los cuatro primeros meses de 2012.

En este sentido y desde el punto de vista de necesidades inversión, la auditoría llevada a cabo por la AEC estima que devolver al firme a un estado de conservación adecuado requiere actualmente una inversión mínima de 5.200 millones de € (94,2% de la inversión total). De ellos, la Red del Estado precisa de 1.600 millones, y la Red Autonómica de 3.600 millones.

Desde la AEC se propone huir de los planes de choque y consolidar unos programas anuales dedicados a refuerzos de firmes vinculados al valor patrimonial de la red. Se trata de la opción más indicada para mantener el patrimonio vial, garantizar la seguridad vial y reducir los gastos de conservación de los firmes de carreteras.

Señalización vertical: Hay que reponer 325.000 señales

Con una calificación media de 4,9 y 4,5 respectivamente, la señalización vertical en las carreteras del Estado y en las Autonómicas obtiene una puntuación por debajo del aprobado. Con ello se consolida la calificación de 'deficiente' que este tipo de señalización viene arrastrando desde los primeros años de la década de 2000.

En la Red Estatal, alrededor de 88.000 señales superan la edad de siete años (período de garantía otorgado por los fabricantes para las láminas retrorreflectantes), lo que se traduce en que, si bien durante el día la señal se muestra en un estado de conservación bueno, por la noche su visibilidad no está garantizada, al haber caducado el material retrorreflectante.

En la Red Autonómica, por su parte, sería necesario renovar unas 237.000 señales, lo que representa un inversión de 48 millones de € (27 millones para las vías del Estado).

En 2010 y 2011, la inversión en renovación de señales ha sido de prácticamente 0 €.

Señalización horizontal: Es necesario repintar cerca de 50.000 kilómetros de marcas viales

La tendencia negativa que revelan los resultados obtenidos en este Estudio sobre Necesidades de Inversión en Con-



Deterioro del borde.

servación se rompe en el caso de las marcas viales de la Red del Estado. La señalización horizontal mantiene aquí estables sus niveles de conservación, con una calificación media de 'aceptable', y una puntuación de 6,1.

No cabe la misma afirmación para la malla a cargo de las Comunidades Autónomas, en la que la señalización horizontal suspende con una nota de 4,7, frente al aprobado de 2005, año en el que la investigación de la AEC le otorgaba una puntuación de 5,5.

Según este informe, debería repintarse un total de 3.000 kilómetros de marcas viales en la Red Estatal, y 47.000 kilómetros en la Autonómica, lo que requiere una inversión global de 90 millones de € (5,6 y 80,4 millones en cada una de las respectivas redes).

Barreras metálicas, aprobado justo

En cuanto a las barreras metálicas -y partiendo del hecho de que la AEC sólo estudia la barrera instalada y no la necesidad de su instalación en aquellos tramos que carecen de la misma-, el Estudio de la Asociación las aprueba 'por los pelos', constatando una leve mejora tanto en las carreteras Esta-

El estado de conservación de las carreteras de España registra el peor dato desde 1985

tales (con calificaciones que han pasado de 4,9 en 2005 a 5,6 en 2011) como en las Autonómicas (de 4,8 a 5,2).

De acuerdo con los datos de la Asociación Española de la Carretera, 150 millones de € de inversión contribuirían a mejorar aún más este elemento. Una cifra que se distribuye en 50 millones para las barreras de la Red del Estado, y 100 millones para las instaladas en la Red de las Comunidades Autónomas.

El balizamiento, único elemento que obtiene buena calificación

De todos los elementos analizados, es el balizamiento el que presenta un estado más saludable en ambas redes. Así, es el único apartado en el que aparecen notas de 8,2 y 8, y la calificación de 'buena'.

Iluminación: el 21% de las luminarias, apagadas

Éste es el preocupante dato que arroja la investigación de la AEC en su análisis del estado de este tipo de equipamiento, imprescindible para la seguridad vial durante la circulación nocturna.

El Estudio audita los parámetros medios de iluminancia (cantidad de luz que llega al pavimento) y uniformidad (homogeneidad de dicha luz), concluyendo que el 59% de las luminarias, en el primer caso, y el 24% en el segundo, registran rangos no adecuados.

Del 59% de las luminarias que registran rangos inadecuados de iluminancia, el 23% lo son por exceso (afectando en la eficiencia energética) y el 36% por defecto (reper-



Agrietamiento grueso en las rodadas.

cutiendo en la seguridad del tráfico). La falta de uniformidad en la iluminación también incrementa la exposición al riesgo, ya que se generan zonas de oscuridad entre áreas iluminadas (claroscuros); este defecto se detecta en el 24% de las luminarias.

Las conclusiones del estudio de estos parámetros han sido refrendadas por los Servicios Técnicos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Iluminación (ANFALUM).

Necesidades de inversión: cerca de 5.500 millones de euros

En cuanto a las necesidades de inversión de las carreteras en servicio, las cifras se disparan. Para conseguir unos niveles suficientes en las dos redes estudiadas sería necesaria una inversión muy cercana a los 5.500 millones de €, es decir, un 30% más que en 2005. Las cantidades se reparten según la Tabla 1.

Tabla 1. Necesidades de inversión en millones de euros.

	Red de Carreteras del Estado	Red de las Com. Autónomas
Firmes	1.576	3.593
Señalización vertical	26,4	47,4
Señalización horizontal	5,6	84,4
Barreras metálicas	49,9	100,8
TOTAL	1.658	3.825
RCE + RCA	5.483	



Agrietamiento grueso en las rodadas.

Trabajo de campo

El trabajo de campo del Estudio sobre Necesidades de Inversión en Conservación ha sido desarrollado en los meses de octubre a diciembre de 2011 por una docena de evaluadores, los cuales recorrieron los tramos que les fueron asignados y reflejaron sus observaciones en las hojas de toma de datos preparadas al efecto.

En total se han evaluado 3.600 tramos, de 100 metros cada uno, tanto en la Red de Carreteras del Estado como en la Red dependiente de las Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales.

Los Índices de Estado revelan, por comparación con una serie de valores dados el estado de conservación de las infraestructuras viarias. Tales Índices consisten en una nota ponderada obtenida a partir de los deterioros considerados en cada tramo, ofreciendo en los casos de la señalización vertical, horizontal, barreras metálicas y balizamiento, una cifra entre 0 y 10 acorde con la mayor presencia o ausencia de defectos (10 = muy buen estado).

En cuanto a los firmes, los valores utilizados para el establecimiento del grado de deterioro se sitúan en un intervalo de 0 a 400, representado el 400 la mejor situación posible.

Únicamente se evalúan tramos de carreteras interurbanas, elegidos aleatoriamente. No se analizan autopistas de peaje. Se trata de una inspección VISUAL, es decir, tan sólo se estudian los deterioros que se observan a simple vista (el informe no considera, por ejemplo, problemas que van más allá de la capa de rodadura del firme, operaciones de conservación en obras de drenaje o en obras de fábrica, etc).

Tabla 2. Calificaciones de los firmes.

Valor del Índice de Estado	Calificación
300-400	Buena
200-300	Aceptable
100-200	Deficiente
0-100	Muy Deficiente

Tabla 3. Calificaciones señalización, barreras y balizamiento.

Valor del Índice de Estado	Calificación
0 - 10	Muy Buena
7 - 8,9	Buena
5 - 6,9	Aceptable
1 - 4,9	Deficiente
0 - 0,9	Muy Deficiente



Ficha técnica del estudio. Fiabilidad de la muestra: 2,6% de error en la Red de Carreteras del Estado; 2,3% de error en la Red Autonómica; 95,5% de Nivel de Confianza.



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

Diseño de mezclas bituminosas en caliente en tiempos de crisis

Las limitaciones presupuestarias en tiempos de crisis acentúan, sin lugar a dudas, la búsqueda de la eficiencia. En el ámbito del diseño de mezclas bituminosas podemos referirnos con este término a aquellas soluciones útiles para obtener firmes con un satisfactorio comportamiento en servicio, durante toda su vida útil, al menor coste. Entre las eficiencias que se proponen, algunas tienen que ver con diversas posibilidades de mejorar la precisión del diseño, disminuir las temperaturas de fabricación o limitar las distancias de transporte. Otras valoran las opciones para reducir consumos energéticos y de materias primas, generar menos residuos, reutilizar y reciclar. También se defiende la conveniencia de basar el diseño de mezclas en ensayos fundamentales y evolucionar hacia especificaciones más relacionadas con las propiedades funcionales de las mezclas bituminosas.

Palabras clave: Mezclas bituminosas, diseño, eficiencia, especificaciones, ensayos

Budget constraints in times of crisis emphasize, without doubt, the search for efficiency. In the field of bituminous mixes design, we can refer by this term to those solutions useful for pavement construction with a satisfactory performance in service throughout its entire service life, at least cost. Among the proposed efficiencies, some are related to various possibilities to improve the accuracy of mix design, decreasing of processing temperatures, or setting limits on transportation distances. Other efficiencies can be achieved taking into account the options for reducing energy consumption and raw materials, generate less waste, reusing and recycling. It is also defended the convenience of basing mix design in fundamental tests and move towards performance related specifications.

Keywords: Bituminous mixes, design, efficiency, specifications, tests

Jorge Ortiz Ripoll, jorge.ortiz@inviam.es

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
IN VIAM, Ingeniería Viaria y Ambiental

1. Introducción: ajustes en tiempos de crisis

Vaya por delante la consideración de que el propio título de este texto sea, seguramente, el primero de sus numerosos defectos. No está claro que las mezclas bituminosas deban diseñarse de diferente modo en tiempos de crisis que de abundancia, pero mentar la actual crisis económica puede servir para destacar el interés de eficiencias que en otras coyunturas serían menos valoradas. A fin de cuentas, también se organizan jornadas sobre racionalización de inversiones en

infraestructuras en tiempos de crisis, como si nuestros gestores públicos no debieran sujetar sus decisiones de inversión a criterios racionales en todo momento. Por nuestra parte, sugerimos que la referencia a los tiempos de crisis se entienda como un modo de subrayar una particular preocupación por la gestión eficiente, en este caso, por un diseño de mezclas bituminosas especialmente eficiente.

Pretenderemos, pues, señalar ciertas mejoras de eficiencias técnicas, económicas y ambientales que podrían alcanzarse gracias a un cuidadoso diseño de mezclas. Varias de las propuestas para este tratar de *hacer más con menos*, tienen que ver con ajustar con precisión los criterios de diseño a los usos y destinos concretos de la mezcla bituminosa proyectada. Los ajustes que se indican no requieren, sin embargo, prescripciones orientadas a ámbitos geográficos reducidos, aunque sea ésta una tendencia hoy muy en boga. Por el con-

Diseño de mezclas bituminosas en caliente en tiempos de crisis

trario, en más de una ocasión apuntaremos la necesidad de recuperar criterios y prácticas de los que hoy se acostumbra a prescindir con una llamativa ligereza. Otras propuestas son de índole más general, o se refieren a aspectos ambientales que, en nuestra opinión, merecen ser tenidos muy en cuenta para diseñar mezclas bituminosas en caliente con eficiencia.

2. Racionalismo frente a empirismo en el diseño de mezclas

En esta aproximación al diseño eficiente de mezclas consideramos necesario comenzar por fijarnos en la capacidad de los distintos tipos de ensayos para predecir correctamente el comportamiento en servicio de las mezclas bituminosas en caliente. Tomaremos como punto de partida la clasificación efectuada por *Bonnot*, que distingue entre ensayos empíricos, de simulación y de determinación, de acuerdo con las siguientes definiciones:

- Ensayos empíricos (o arbitrarios, según otros autores) son aquellos en que las sollicitaciones utilizadas en laboratorio son muy distintas de las existentes en el pavimento, y no permiten medir una propiedad intrínseca del material. El comportamiento de la mezcla no puede predecirse de acuerdo con un modelo teórico y sólo recurriendo a la experiencia pueden relacionarse propiedades funcionales de las mezclas con resultados de los ensayos. Ejemplos de ensayos empíricos son Marshall, cántabro, compresión diametral... Estos ensayos sólo deben considerarse válidos cuando se ha podido asegurar que la ordenación que proporcionan es la misma que se produce en la calzada bajo sollicitaciones reales.
- Los ensayos de simulación pretenden mejorar la representatividad de los ensayos empíricos. En este caso las sollicitaciones de laboratorio son similares a las reales, si bien a escala reducida. El ensayo en pista es un buen ejemplo. Este tipo de ensayos conserva elevadas dosis de empirismo porque las distintas condiciones de contorno y el factor de escala hacen imposible deducir de modo teórico la respuesta de la mezcla ante sollicitaciones reales.
- La tercera categoría, completamente diferente de las anteriores, es la de los ensayos de determinación. Estos pretenden conocer propiedades intrínsecas del material, in-

dependientes del estado de carga o de las condiciones de contorno. Mediante el oportuno modelo teórico es posible deducir, de sollicitaciones simples y perfectamente definidas, el comportamiento o la respuesta en cuanto a cierta propiedad, bajo sollicitaciones reales. Ejemplos de este tipo de ensayo son los de cálculo del módulo dinámico o la resistencia a fatiga de una mezcla bituminosa. Suelen ser ensayos notablemente más complicados y costosos, y su representatividad depende ahora de lo ajustado del modelo analítico utilizado (1).

Si admitimos con *Harvey, Vallergera y Monismith* que los ensayos de diseño de mezclas *deben proporcionar predicciones, en cuanto a su comportamiento, de carácter fundamental y verídicas en todos los casos, sin excepciones que puedan dar lugar a pérdidas de confianza en el método...* (2) habremos de aceptar la conveniencia de tender hacia ensayos de determinación o fundamentales. En los Estados Unidos, ya hace casi veinte años, SUPERPAVE se concibió con esa idea. En Europa, la normativa de marcado CE de mezclas vigente desde 2008, recomienda también seguir esa vía, aunque hasta hoy en España apenas se haya hecho avance alguno en ese sentido.

Trataremos de mostrar que un exceso de empirismo puede dificultar la selección de los diseños más eficientes, encareciendo innecesariamente determinados tipos de mezcla o causando el rechazo de formulaciones correctas.

3. Siete propuestas para un diseño eficiente

A continuación presentamos algunas propuestas que pensamos pueden contribuir a mejorar la eficiencia con que se diseñan habitualmente las mezclas bituminosas en España. Son, ciertamente, heterogéneas, pues incluyen desde recordatorios de prácticas muy concretas que convendría no dejar de tener muy presentes, hasta sugerencias de índole más genérica, que requieren modificaciones de cierta relevancia en cuanto a nuestro modo de entender el papel que deben jugar los ensayos y las especificaciones sobre las mezclas.

3.1. Mezcla de laboratorio y mezcla de central

La verificación de que la mezcla producida en laboratorio y la mezcla de central se aproximan correctamente es una nor-

ma de buena práctica bien conocida, si bien hoy relegada con alguna frecuencia. Esta verificación debe servir para cerciorarse de que las mezclas de laboratorio y de central son suficientemente parecidas y, por tanto, que el diseño efectuado es viable. Cuando esta aproximación no se da es imprescindible efectuar ajustes (hasta que la mezcla de laboratorio reproduzca correctamente la producida en la central), o bien realizar los ensayos de diseño sobre mezcla de central.

Recordemos que hay muchos aspectos que pueden dar lugar a diferencias significativas entre ambos tipos de mezclas, aún después de haber empleado las mismas temperaturas de envuelta y compactación, y reproducido con exactitud su composición volumétrica: básicamente tienen que ver con diferencias en los procesos, energías y tiempos de mezclado empleados en las amasadoras de central y de laboratorio que pueden dar lugar a envueltas de ligante más o menos efectivas y uniformes, pero no sólo con estas circunstancias:

- Las diferentes condiciones en que se produce la envuelta y los distintos tiempos de permanencia a temperaturas elevadas afectan distintamente al envejecimiento del betún y, en consecuencia, a las propiedades de mezclas elaboradas según esos dos procedimientos tan diferentes,
- El tiempo durante el que la mezcla permanece caliente puede afectar, además, a la absorción de betún por los áridos, influyendo decisivamente en las propiedades de la mezcla bituminosa,
- El comportamiento reológico no-newtoniano de determinados ligantes (en particular los betunes modificados) implica que, a temperaturas iguales, las viscosidades medidas en laboratorio y las que se manifiestan en la central durante su amasado (o en obra, durante el extendido y la compactación), pueden ser muy distintas.

Determinar con precisión las temperaturas de amasado y compactación idóneas en laboratorio, y en condiciones reales es, sin duda, una parte importante del diseño de mezclas. Ya se ha mencionado que los betunes modificados presentan dificultades especiales en la determinación de temperaturas de equiviscosidad: se comportan como fluidos no-newtonianos pseudoplásticos, cuya viscosidad depende de la velocidad de deformación. La relación entre ambas magnitudes suele representarse según la ley potencial propuesta por Oswald-de Waele:

$$\eta = K\dot{\gamma}^{n-1}$$

donde K y n son constantes que miden, respectivamente, la consistencia y la pseudoplasticidad del fluido. En fluidos pseudoplásticos, como la mayoría de los betunes modificados en los que n es inferior a la unidad, la viscosidad se reduce apreciablemente con la velocidad de deformación.

Las viscosidades típicamente utilizadas para fijar en laboratorio las temperaturas de amasado (170 ± 20 cSt) y compactación (280 ± 30 cSt), acostumbran a medirse a velocidades de deformación del orden de $6,8 \text{ s}^{-1}$ (típicas del viscosímetro Brookfield). La velocidad de deformación en las condiciones reales de amasado y compactación es muy superior, hasta 490 s^{-1} . Según Yildirim et al., para la mayoría de los betunes modificados la temperatura real de envuelta debe ser de 14 a $38 \text{ }^\circ\text{C}$ menor que la que se deduce de la viscosidad Brookfield, y la temperatura real de compactación de 10 a $27 \text{ }^\circ\text{C}$ inferior (3).

Nuestra primera recomendación consiste, pues, en insistir en la importancia de verificar en la central de fabricación el diseño de mezclas efectuado en laboratorio. Esta verificación no es, en absoluto irrelevante ni trivial: debe hacerse, para cada fórmula y central, y debería fijarse, ade-

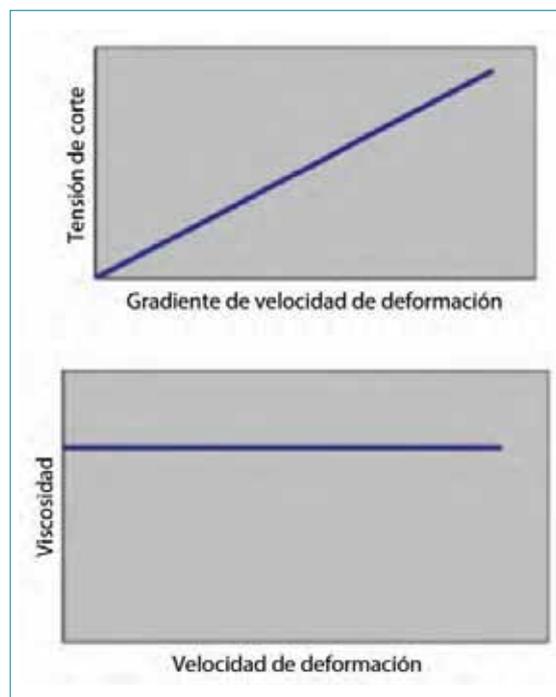


Figura 1: Viscosidad de un fluido newtoniano.

Diseño de mezclas bituminosas en caliente en tiempos de crisis

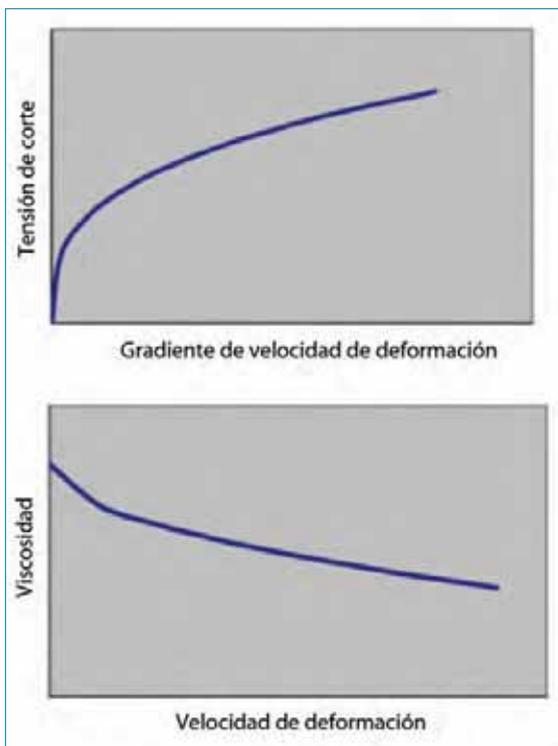


Figura 2: Viscosidad de un fluido no-newtoniano (tipo pseudoplástico).

más de en la composición volumétrica de la mezcla, en la absorción y envejecimiento del betún, y en las temperaturas idóneas de envuelta y compactación. Prescindir de ella puede equivaler a desconocer las propiedades reales de la mezcla que va a ponerse en obra, además de conducir a establecer temperaturas de fabricación y compactación excesivamente elevadas.

3.2. Compactación de laboratorio y compactación *in situ*

Nuestro segundo recordatorio se refiere la densidad *in situ* de las mezclas bituminosas, y a la compactación de laboratorio utilizada para establecer la densidad de referencia: aunque en ocasiones parece entenderse lo contrario, nunca debería perderse de vista que es la compactación de laboratorio la que se ha de seleccionar tratando de reproducir la densidad de la mezcla en servicio, y no la compactación de obra la que debe aproximarse a la densidad de la mezcla de laboratorio. Las compactaciones de laboratorio son adecuadas cuando llevan los huecos en mezcla a valores comparables a los que

van a encontrarse en servicio (después de la post-compactación por el tráfico), así que verificar que esta correspondencia existe siempre es conveniente. De lo contrario podemos hallarnos diseñando, comprobando y verificando mezclas de propiedades distintas a las que realmente constituirán el firme construido.

Naturalmente, el alcance de la post-compactación depende del tráfico (también de las condiciones climáticas y del espesor de capa), y por esta razón la compactación de laboratorio, sea mediante maza Marshall o con prensa giratoria, se relaciona con el tipo de vía. Habida cuenta de que en una misma vía pueden encontrarse zonas solicitadas por tráficos muy diferentes, o una misma mezcla colocarse con espesores diversos, un diseño de mezclas especialmente cuidadoso podría prever, en función de esas variables, distintos niveles de compactación en laboratorio y hasta distintos grados de compactación en obra, siempre que sea constructivamente posible. Por ejemplo, además de reducir la energía de compactación en laboratorio, elevar la exigencia de compactación en obra hasta el 100% de la densidad de referencia (nada recomendable en general), puede ser adecuado en arceles u otras superficies en las que no haya que esperar post-compactación por causa del tráfico.

En definitiva, ajustar con precisión tanto la energía de compactación en laboratorio como las exigencias sobre el grado de compactación en obra, puede contribuir a la eficiencia en el diseño de mezclas, mejorando la correspondencia entre la composición volumétrica de las mezclas diseñadas y las existentes en el firme durante la mayor parte de su vida útil.

3.3. Estabilidad Marshall y otros criterios empíricos

Aunque los límites inferiores sobre la estabilidad Marshall han desaparecido como criterio de diseño en la última revisión del PG3 (OC 24/2008), todavía hoy se ejecutan obras cuyos proyectos se redactaron con anterioridad a esa revisión y donde se siguen exigiendo los valores mínimos especificados hasta entonces. No parece, sin embargo, que deba adoptarse prevención alguna en cuanto a la retroactividad de la nueva normativa: si la estabilidad Marshall ha dejado de ser una propiedad de interés (sin necesidad de introducir prescripciones sustitutivas) su importancia no puede depender de la fecha de redacción del proyecto. Aunque sea a título anecdótico, recordemos el origen de la especificación, según lo explica

Foster, que participó activamente en el desarrollo original del método Marshall:

Una parte de mi trabajo era determinar el valor mínimo de estabilidad Marshall que aseguraría una mezcla satisfactoria. —Según los resultados obtenidos de multitud de ensayos efectuados sobre un gran número de mezclas— reporté a mi supervisor que la estabilidad Marshall no era una herramienta adecuada para evaluar cuándo una mezcla ofrecía un comportamiento satisfactorio o cuándo presentaba riesgos de resultar plástica. Como suelo recordar, él me dijo entonces que había invertido mucho tiempo y esfuerzo en la medida de la estabilidad Marshall y que se había comprometido con su director a presentar un valor mínimo. Me dijo que regresara al trabajo y le diera un valor. Así hice (4).

La evolución desde las 500 lb inicialmente establecidas como estabilidad mínima (valor satisfecho por todas las mezclas ensayadas entonces) a las sucesivas 750, 1.000, 1.800 ó

2.000 lb, en carreteras, puertos o aeropuertos, tuvo parecidos fundamentos técnicos, como puede concluirse de la lectura de la misma referencia. Sin embargo, la tendencia a exigir estabilidades cada vez mayores persistió, pese a reiteradas advertencias de Foster, que siguió defendiendo lo innecesario de esa especificación. Como dijimos, a este lado del Atlántico han seguido exigiéndose estabilidades elevadas hasta fechas muy recientes, por más que algunos de los más renombrados laboratorios de investigación europeos insistieran en la poca capacidad de predicción del ensayo (5).

La evolución de la estabilidad Marshall como especificación es un buen ejemplo para ilustrar la precaución con que deben establecerse límites basados en resultados de ensayos empíricos o elevarse esos límites con el fin de mejorar las propiedades de las mezclas bituminosas, ya se trate de estabilidad, resistencia a compresión diametral, equivalentes de arena o cualquier otro. En muchos casos no se obtendrá ninguna mejora, en otros puede resultar incluso perjudicial. Con Foster, nuestra tercera recomendación para un diseño eficiente es *no gaste dinero en elevar la estabilidad Marshall de las mez-*

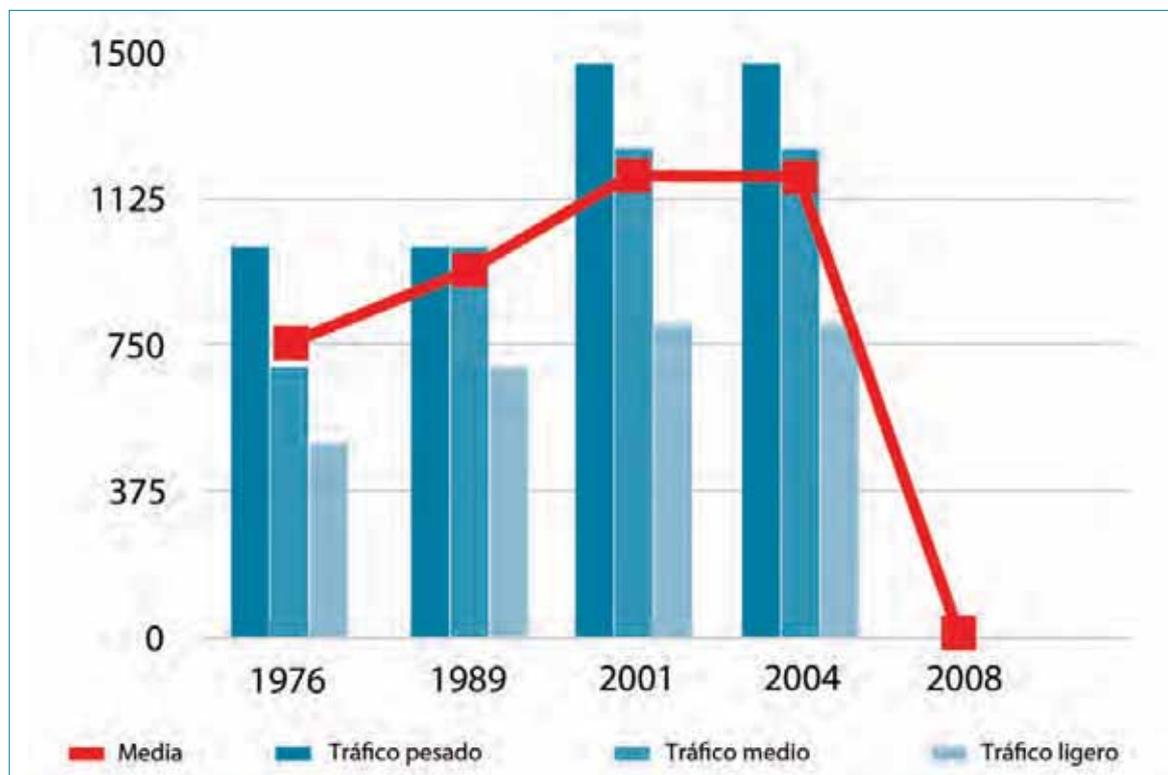


Figura 3: Auge y caída de la estabilidad Marshall en España.

Diseño de mezclas bituminosas en caliente en tiempos de crisis

clas bituminosas (ni en mejorar cualquier otro resultado de ensayos empíricos) sin haber comprobado cuidadosamente la utilidad de adoptar esas medidas, y muy especialmente si se ha perdido cualquier referencia con el origen de la especificación o la génesis del ensayo.

3.4. Mezclas templadas, semicalientes, calientes y muy calientes

La reducción de las temperaturas de fabricación se halla hoy entre los principales objetivos del nuevo diseño de mezclas. En España se ha dado en denominar mezclas semicalientes a las producidas entre 120 y 140 °C (20 a 40 °C por debajo de las temperatura de fabricación convencional) y templadas a las que se fabrican a temperaturas inferiores a 100 °C, ya sea con betunes o con emulsiones asfálticas. Su producción se basa en el recurso a procedimientos de fabricación específicos o bien en el uso de aditivos o ligantes especiales. Constituyen, sin duda, tecnologías de futuro, que apuestan por reducir los impactos ambientales de las mezclas bituminosas afectando mínimamente a su comportamiento en servicio.

Sin embargo, también la producción convencional de mezclas bituminosas permite proponerse reducciones suficientemente significativas de la temperatura de fabricación como para que ciertos aspectos sean tenidos en cuenta ya el diseño de las mezclas en caliente más habituales: tipo de betún, aditivos, y tiempos y distancias de transporte, por ejemplo, influyen decisivamente en esa temperatura. Pero también lo hacen, en ocasiones, la dirección de obra o el *comfort del encargado* (tratando de asegurar que no va a producirse falta de trabajabilidad de la mezcla cualesquiera que sean los tiempos de transporte o incidencias en el extendido). Situaciones extremas pueden suponer temperaturas de fabricación de 20 a 40 °C superiores a las mínimas necesarias, es decir, diferencias del mismo orden que la reducción de temperaturas ofrecida por las mezclas semicalientes en comparación con mezclas bituminosas en caliente diseñadas y producidas eficientemente.

De modo que un primer paso para reducir la temperatura de fabricación, sin necesidad de emplear nuevas tecnologías consistiría en dejar de fabricar mezclas bituminosas **muy calientes**. Si se nos permite definir como tales las que se producen a temperaturas superiores a 160-165 °C, habrá que

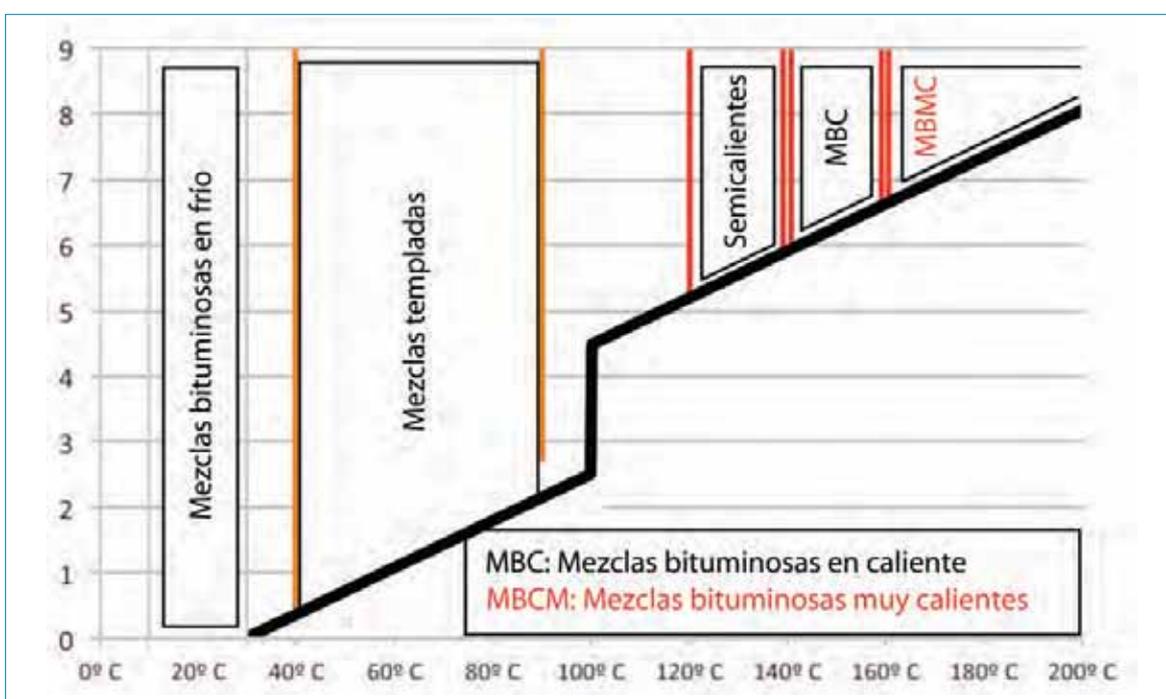


Figura 4: Mezclas templadas, semicalientes, calientes y muy calientes. Una elevada proporción de la producción actual de mezclas bituminosas corresponde a la última categoría (en ordenadas, consumo estimado de combustible en k/t de mezcla).

convenir que una gran parte de las mezclas bituminosas actualmente producidas en España corresponden a esa innecesaria y perjudicial categoría. Su sustitución por mezclas producidas a temperaturas más moderadas ofrece un conjunto de potenciales mejoras técnicas y ambientales que, globalmente, se hallan hoy fuera del alcance de las tecnologías de mezclas templadas o semicalientes.

En vista de las ventajas ambientales (reducción de emisiones), técnicas (menor absorción, menor envejecimiento del betún) y económicas (menor consumo de combustibles), nuestra cuarta recomendación es preferir aquellos diseños, instalaciones, ubicaciones y equipos que faciliten la producción de mezclas bituminosas en caliente a temperatura moderadas.

3.5. Materias primas y distancias de transporte

El transporte a grandes distancias de los importantes volúmenes de materiales propios de la obra pública supone elevados costes económicos y ambientales. En la Tabla 1 puede verse cómo distancias de transporte 50 km superiores a las consideradas en la mezcla tomada como referencia, bastan para causar emisiones de CO₂ superiores a las evitadas reduciendo en 35 °C la temperatura de fabricación (Tabla 2). Naturalmente, los costes del transporte son proporcionales a las emisiones asignadas, puesto que la relación entre consumo de combustible y emisiones de CO₂ es

prácticamente lineal. Ya se mencionaron anteriormente algunas ventajas ambientales, técnicas y económicas que aconsejan reducir las distancias y tiempos de transporte de las mezclas bituminosas. La Tabla 1 muestra cuánto interesa reducir todas las distancias de transporte, también las correspondientes a los áridos utilizados en la producción de mezclas bituminosas, aunque estos transportes de materias primas no influyan en las propiedades de la mezcla fabricada y puesta en obra (6).

Recuperar la noción ancestral de construir aprovechando materiales próximos (al menos no muy distantes), además de ofrecer ventajas ambientales y económicas hoy irrenunciables nos reconcilia con nuestra condición de ingenieros, intrínsecamente relacionada con la capacidad de elegir acertadamente entre las alternativas de menor coste. Así pues, nuestra recomendación en este punto consiste en diseñar mezclas que, ofreciendo comportamientos en servicio suficientemente correctos, no requieran exageradas distancias de transporte de materias primas y ofrezcan relaciones coste/beneficio satisfactorias.

3.6. Reducir, reutilizar, reciclar

La regla de las tres erres, que pretende desarrollar hábitos de consumo responsable, es perfectamente aplicable en el diseño de mezclas bituminosas, conservando todo su sentido tan profundamente ecológico. Adicionalmente, las reducciones

Tabla 1: Emisiones de CO₂ en función de las distancias de transporte de los áridos a la central de fabricación y de ésta a obra.

Mezcla	Distancias (trayecto de ida)		Emisiones	Δ
	Áridos	Mezcla	CO ₂ eq	CO ₂ eq
	Km	Km	Kg/t mbc	s/ref.
MBC de referencia	15	40	35,0	0,0 %
Alternativa 1	0	25	33,1	-5,2 %
Alternativa 2	15	80	37,4	7,0 %
Alternativa 3	15	120	39,9	14,0 %
Alternativa 4	50	120	42,0	20,1 %
Alternativa 5	100	120	45,0	28,8 %

Diseño de mezclas bituminosas en caliente en tiempos de crisis

Tabla 2: Emisiones de CO₂ en función de la temperatura de fabricación

Mezcla	Temperatura de fabricación (°C)	Emisiones CO ₂ eq Kg/t mbc	Δ CO ₂ eq s/ref.
MBC de referencia	155	35,0	0,0 %
Alternativa 1	120	32,2	-8,0 %
Alternativa 2	140	33,8	-3,4 %
Alternativa 3	150	34,6	-1,1 %
Alternativa 4	165	35,8	2,3 %
Alternativa 5	175	36,6	4,6 %

de costes que cabe esperar, hacen de las prácticas correspondientes un requisito fundamental cuando se pretenda un diseño eficiente de mezclas.

- El diseño de mezclas debe hacer mínima la generación de residuos y los consumos energéticos y de materias primas. Potencialmente, el mayor residuo generado por la producción de mezclas bituminosas es el filler de recuperación de los áridos, que puede suponer de un 2 a un 4% de la producción total. En consecuencia, diseñar mezclas (y utilizar áridos adecuados) de tal modo que se minimice la generación de este residuo y lo reutilicen hasta prescindir de filler de aportación, supone la primera apuesta por la reducción de residuos y consumos de materias primas alternativas. Obviar exigencias en cuanto a desfillerización mínima de las centrales de fabricación, por otra parte, además de facilitar el control de producción cuando el filler es reutilizado permite, a su vez, mejorar la eficiencia de la combustión en el quemador del tambor secador y reducir su consumo de combustible.
- Con la reutilización del filler de recuperación de los áridos ya mencionada, la de materiales obtenidos por fresado de pavimentos envejecidos debe constituir otro de los principales objetivos de un diseño eficiente de mezclas. Aunque solemos referirnos a esta técnica como reciclado de mezclas en caliente, estrictamente debe entenderse que se trata de una reutilización, puesto que los materiales fresados consisten en mezcla bituminosa apta para su nuevo uso como mezcla bituminosa. Proyectar

para el reciclado, y teniendo en cuenta la posibilidad de reutilizar los materiales fresados disponibles, idealmente en la propia obra en la que se originan, es una de las mejores estrategias posibles.

- Diseñar mezclas bituminosas para el reciclado de residuos y subproductos de otras industrias es, sin duda un loable objetivo. Polvo de NFU o aceites usados, por ejemplo, han sido reciclados con éxito, incorporándose como modificadores o sustitutivos de parte del betún asfáltico. Se trata de nuevo, de buenas prácticas ambientales, siempre que no comprometan reducciones o reutilizaciones como las mencionadas anteriormente, cuya prioridad debe reconocerse. El reciclado de otros subproductos como áridos artificiales puede apreciarse como especialmente interesante, pues participa simultáneamente de la primera de las tres partes haciendo posible reducciones significativas en el consumo de áridos naturales.

Un diseño de mezclas eficiente debe, en definitiva, considerar todas las posibilidades apuntadas, según la secuencia mencionada: reducir en primer lugar, reutilizar siempre que sea posible y reciclar sin comprometer las oportunidades de reducir y reutilizar.

3.7. Diseño de mezclas y oportunidades a la innovación

Nuestra última recomendación es, sin duda, la más genérica. Nos devuelve a la clasificación y preferencias de Bonnot en



Figura 5: Riesgo y responsabilidad del constructor en función del tipo de especificación utilizado.

cuanto a los tipos de ensayos de diseño y caracterización, y guarda relación con la apertura de oportunidades a la innovación. Diseñar las mezclas bituminosas y juzgar la bondad de su comportamiento en servicio mediante ensayos de determinación o fundamentales supone, sin ninguna duda, facilitar la incorporación de los materiales, procesos y equipos más innovadores.

Para obtener frutos de estos nuevos ensayos, se requieren, sin embargo, especificaciones vinculadas al comportamiento real de las mezclas bituminosas. Unas especificaciones orientadas según los principios de las Normas UNE-EN-ISO 9001 y las comprometidas con el mercado CE, pueden promover la mejora continua de la calidad delegando la responsabilidad del control de calidad en el constructor, sin necesidad de exhaustivas prescripciones sobre materiales, procesos, instalaciones o equipos. Evolucionar hacia especificaciones de comportamiento equivale a reconocer oportunidades a la innovación, obtener provecho de los sistemas de gestión de la calidad y marcado CE de las empresas, y reducir los costes del control de calidad para la administración (7, 8, 9).

En la figura 5 se han tratado de representar las diferentes asignaciones de riesgos y responsabilidades que corresponden a distintos tipos de especificaciones. Según se asciende de la escalera dibujada, la asunción de mayores riesgos y

responsabilidades por el constructor supone contar con más grados de libertad en la elección de materiales, diseños o procedimientos, lo que favorece el uso de las mejores técnicas disponibles y la innovación. Avanzando en el mismo sentido, el cliente reduce el coste de su control de calidad y dispone de mayores garantías sobre la calidad de los trabajos efectuados, lo que compensa la supresión de controles de proceso o de base empírica (10).

Para ampliar la descripción del alcance de este cambio de paradigma normativo presentamos tres ilustraciones, tomadas de Benson, que tratan de mostrar cómo se ve afectado el control de calidad de la administración o el cliente, según el tipo de especificación utilizado:

- La figura 6 es un diagrama de flujo que corresponde a las especificaciones más avanzadas, que hacen uso de los certificados de producto y de los sistemas de aseguramiento de la calidad propios de las empresas. Los controles de aceptación basados en propiedades relacionadas con el comportamiento permiten notables simplificaciones y reducen el coste del control de calidad.
- En la figura 7 se ha presentado un diagrama de flujo correspondiente a las tradicionales especificaciones de producto terminado. El constructor sigue gozando de libertad

Diseño de mezclas bituminosas en caliente en tiempos de crisis

para proponer sus propios diseños y procedimientos constructivos, pero el coste del control de calidad de la administración es superior al del modelo anterior.

- La figura 8 es un diagrama de flujo correspondiente a unas especificaciones de control de proceso. Todos los controles señalados son llevados a cabo por el cliente, lo que encarece el coste del control de calidad, en relación con las anteriores alternativas, introduce barreras a la innovación y lleva a una indeseable dilución de responsabilidades entre administración y contratista (11, 12, 13, 14).

Nuestra última recomendación consiste, en definitiva, en favorecer el diseño eficiente de mezclas avanzando hacia el uso de ensayos de carácter fundamental y mediante especificaciones más orientadas a las propiedades funcionales de las mezclas bituminosas.

4. Consideraciones finales

Para terminar, no queremos dejar de mencionar que cuando se diseña con eficiencia no siempre se obtienen costes iniciales mínimos. Por ejemplo, reducir la energía de compactación en laboratorio, como sugeríamos en alguna de nuestras propuestas, conduce a diseñar mezclas más ricas en betún, y por tanto, inicialmente más costosas. El contenido de betún de las mezclas bituminosas es, sin embargo, el factor más directamente relacionado con su durabilidad, de modo que puede

suponerse que diseñar con más betún equivale a prolongar la vida en servicio de la capa construida.

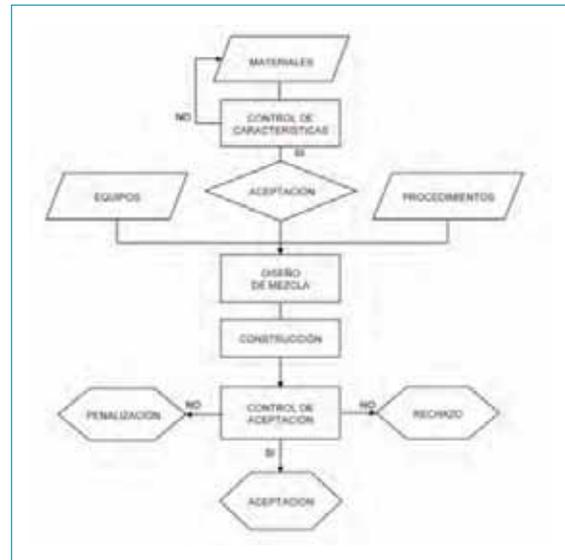


Figura 7: Control de calidad del cliente para especificaciones de producto terminado.



Figura 6: Control de calidad del cliente para especificaciones de comportamiento y que hacen uso de certificados de producto.

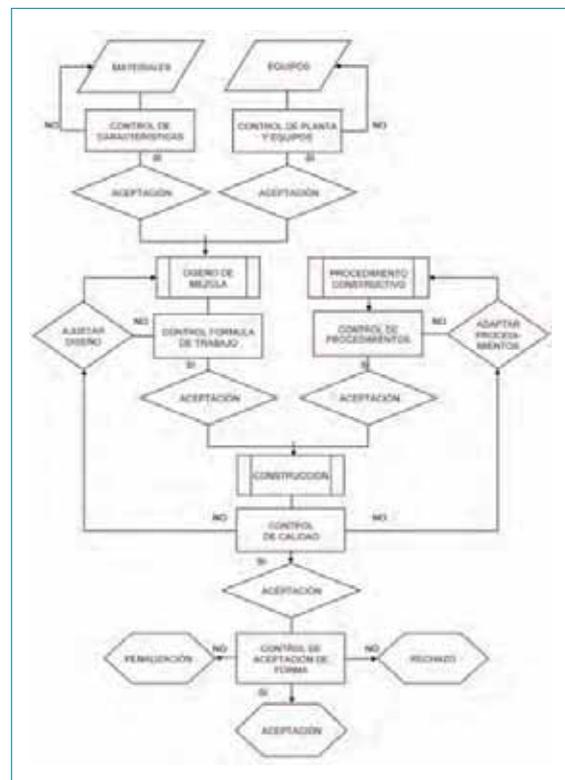


Figura 8: Control de calidad del cliente para especificaciones de proceso.

En cualquier caso, del mismo modo que los balances económicos deberían basarse en Análisis del Coste de Ciclo de Vida (ACCV), los ambientales han de hacerlo en Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Al contrario de lo que sucede en el primer caso, para este último sí se dispone de una metodología estándar desarrollada en la serie 14.040 de la normativa ISO. También a diferencia del ACCV, y pese a una denominación que puede inducir a confusión, el ACV no necesariamente debe extenderse al ciclo de vida completo de un producto: el análisis parcial (hasta la fabricación o entrega de un producto, por ejemplo) es útil para comparar procedimientos de los que se obtienen materiales para los que se espera una misma vida y comportamiento en servicio. Es el caso de los valores mostrados en las Tablas 1 y 2, deducidos para la mezcla bituminosa recién puesta en obra. Como puede verse en la correspondiente referencia, el análisis de la influencia de la temperatura de fabricación no consideró los impactos ambientales causados por el eventual uso de aditivos reductores de viscosidad. El uso de aditivos, del mismo modo que prever diferencias funcionales entre las alternativas comparadas, daría lugar a distintos resultados **numéricos**, aunque pensamos que esta circunstancia **no resta validez alguna a cualquiera de nuestras anteriores propuestas**.

En definitiva, hemos tratado de mostrar algunas interesantes eficiencias que pueden alcanzarse mediante un diseño de mezclas especialmente cuidadoso. Pensamos que sus ventajas técnicas, económicas y ambientales, en relación con algunos usos muy generalizados, justifican que se les preste tanta atención como la que se dirige a técnicas y materiales innovadores que, en muchos casos, persiguen similares objetivos.

5. Referencias

1. Bonnot, J. (1983): Essais mécaniques pratiques de formulation et de contrôle des enrobés bitumineux. RILEM, Rapport General. BLLPC 132.
2. Harvey, J.T., Vallerga, B.A. y Monismith, C.L. (1995): Use of SHRP-developed testing in QC/QA programs on asphalt concrete for highway and airfield pavements. Quality management of hot mix asphalt. ASTM, STP 1299.
3. Yildirim, Y., Solaimanian, M. y Kennedy, T. W. (2000): Mixing and compaction temperatures for hot mix asphalt concrete. Technical Report 1250-5. Center for Transportation Research. The University of Texas at Austin.
4. Foster C.R. (1993): Development of Marshall Procedures for Designing Asphalt Paving Mixtures. National Asphalt Pavement Association. NAPA IS 84.
5. NC (1990): The Shell Bitumen Handbook. Thomas Telford Ltd. Shell Bitumen.
6. Ortiz, J. y Moncunill, C. (2008): Valuation of greenhouse gases emissions from asphalt mixtures production. 4th Euroasphalt & Eurobitumen Congress. Copenhagen (Denmark), 21st a 23rd May 2008.
7. Newcomb, D.E. (2001): Performance related Specifications. An industry perspective. Journals of AAPT, Vol. 70.
8. Sholz, T. V., Seeds, S.B., Monismith, C.L., Epps, J.A. (2001): Development of a prototype Performance-Related Specification for Hot Mix asphalt pavement construction. Journals of AAPT, Vol. 70.
9. Harm, E. (2001): How to specify performance effectively and efficiently. Journals of AAPT, Vol. 70.
10. Ortiz Ripoll, J. (2004): Los nuevos Pliegos para mezclas bituminosas en caliente y la innovación tecnológica desde el punto de vista del constructor. VI Congreso Nacional de Firms. León, Mayo de 2004.
11. Benson, P.E. (1996): Specifications of asphalt concrete using total quality management principles. Transportation Research Board. 75 th annual meeting.
12. NC (1997): Field Management of Hot Mix Asphalt. National Asphalt Pavement Association. NAPA IS 124.
13. NC (1998): Quality Control for hot mix asphalt operations. NAPA, National, Asphalt Pavement Association, NAPA QIS 9.
14. Cominsky, R.J., Killingsworth, B.M., Anderson, R.M., Anderson, D.A. y Crockford, W.W. (1998): Quality Control and Acceptance of Superpave-Designed Hot Mix asphalt. National Cooperative Highway Research Program. Report 409 Transportation Research Board.

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

Comportamiento del sistema betún viejo-betún rejuvenecedor en reciclado a altas tasas

Se trata de un trabajo para contribuir al conocimiento del comportamiento de las mezclas de betunes viejos con rejuvenecedores en el reciclado a altas tasas, comportamiento que ofrece muchas dudas y que no ha sido suficientemente esclarecido. La orientación del trabajo ha sido la de medir las características mecánicas de las mezclas con distintos tiempos de amasado.

Palabras clave: Reciclado en caliente, Betunes rejuvenecedores, Compactación giratoria, Tiempos de mezclado

This work aims at contributing to knowledge of behavior of mixes of old bitumen with high rates of rejuvenation agents in recycling; this behavior still raises many doubts and has not been cleared up sufficiently. The work was based on measurement of mechanical characteristics of mixes with different mix intervals.

Keywords: Hot recycling, Rejuvenating binders, Gyrotory compactor, Mixed times

Julio del Pozo, juliodelpozo@telefonica.net
Nuria Querol, nuria.querol@sorigue.com
Sorigué

1. Introducción

Una de las incógnitas del reciclado a altas tasas, independientemente de los problemas de su fabricación en planta con la maquinaria disponible en la actualidad, es el tiempo de amasado para que la mezcla sea no solamente homogénea en cuanto a los áridos vírgenes con el RAP, sino sobre todo, del betún viejo con el rejuvenecedor, de tal forma que el nuevo betún que envuelva a los áridos del RAP sea razonablemente igual a que envuelve a los áridos vírgenes. Si este tiempo de amasado fuera elevado, podría constituir un límite en el reciclado a altas tasas.

Los factores más evidentes que influyen en el problema son: el porcentaje de RAP, el grado de envejecimiento de betún, la cantidad de betún respecto de la nueva mezcla, la naturaleza de los áridos y la temperatura de fabricación.

Para intentar una aproximación a este fenómeno, se ha diseñado el siguiente experimento en laboratorio:

- Se ha tomado un RAP de una mezcla muy envejecida.
- Se ha extraído y caracterizado el betún.
- Se ha formulado el rejuvenecedor correspondiente.
- Se han fabricado probetas de 10 cm de diámetro y 6,5 cm de altura, con granulometría S20, al 50 % y al 80% en proporción de betunes, y con tiempos de amasado de 30 s, 60 s y 180 s.
- Se ha fabricado una probeta de referencia mezclando primeramente los betunes viejo, extraído del RAP, y betún rejuvenecedor, y posteriormente mezclando el betún resultante con el árido en blanco del RAP, y los áridos vírgenes (REF).
- Se han obtenido las curvas de compactación en máquina giratoria.
- Se han hallado los **módulos de rigidez** a tracción indirecta.

2. Características del RAP

Se ha fresado material de una mezcla en rodadura con una antigüedad de 20 años fabricada con una granulometría D12 y un betún B 60/70. El material se ha pasado un molino de impacto para deshacer los bloques gruesos y conseguir una granulometría lo más parecida a la original.

Las características físicas del betún extraído son, Penetración, 9 dmm, y A&B, 88 °C, y la viscosidad dinámica:

Comportamiento del sistema betún viejo-betún rejuvenecedor en reciclado a altas tasas

Tabla 1.

Temperatura (°C)	B 50/70, Pa.s	B Viejo, Pa.s
100	5,074	-
135	0,518	8,500
150	0,256	3,013
180	0,082	0,509

Se han representado las viscosidades, Penetraciones y A&B en el espacio Temperatura-log(log(viscosidad))-Penetración, cuya variación, como es conocido, es lineal. De esta relación se estima la viscosidad del betún viejo a 60°C, en 15.000 Pa.s, y la del B 50/70 a la misma temperatura, en 270 Pa.s. Figura 1.

La granulometría del RAP, una vez pasado por el molino, es la representada en la Figura 2, correspondiente a una D12 de granulometría algo más abierta que la actual del PG3. También se ha representado el huso de la S20, que es la mezcla que se va a fabricar.

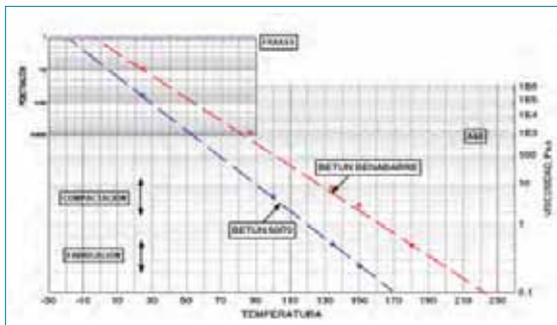


Figura 1.

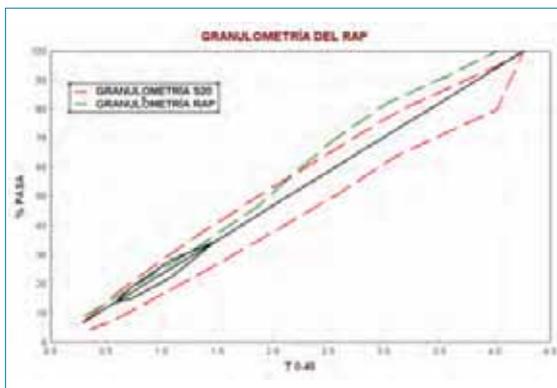


Figura 2.

3. Diseño de los betunes

Para fabricar las mezclas se trata de conseguir un betún final B 50/70 con el betún viejo, un B 50/70 y un aceite rejuvenecedor, es decir, compuesto básicamente por aromáticos. En términos de viscosidades para conseguir el betún rejuvenecedor habrá que mezclar un betún B 50/70 con el aceite rejuvenecedor de que se dispone, de 0.3 Poises de viscosidad.

Los porcentajes de betún rejuvenecedor y aceite para rejuvenecer el betún del RAP están representados en escala log(log(viscosidad)), lo que permite de una forma sencilla establecer las proporciones de cada uno. Ver Figuras 3 y 4.

4. Fabricación y compactación de las mezclas.

Ensayos efectuados

Las mezclas tipo S20, se han fabricado mediante la incorporación de un árido virgen en las proporciones adecuadas para que la relación betún viejo / betún rejuvenecedor sea el 50% y

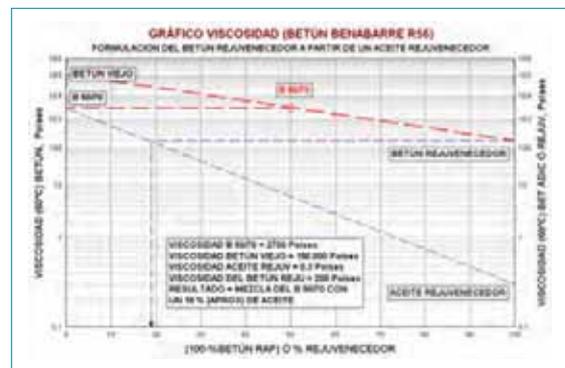


Figura 3.

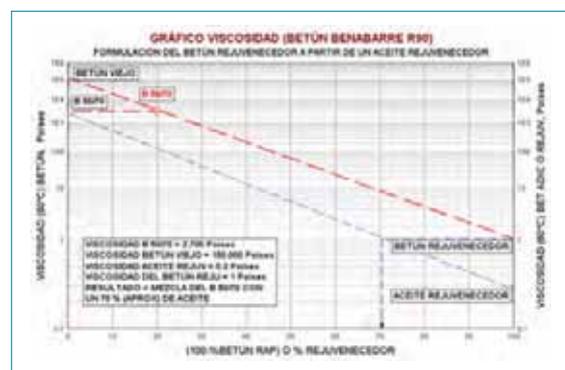


Figura 4.

Tabla 2.

Material	% betún s/a	% RAP mezcla	% RAP betún	% betún s/m
RAP	4,17	56,47	50,00	4,00
Áridos VIR	5,41	43,53	50,00	5,14
Total	4,71	100,00	100,00	4,50

Tabla 3.

Material	% betún s/a	% RAP mezcla	% RAP betún	% betún s/m
RAP	4,17	90,00	80,00	4,00
Áridos VIR	9,89	10,00	20,00	9,00
Total	4,71	100,00	100,00	4,50

el 80%, por lo cual, dado que el RAP y la mezcla final no tienen la misma proporción de betún, queda, en términos de mezcla, de la siguiente manera:

- **Mezcla al 50% sobre betún:**
En este caso la proporción 50% sobre betún, supone una proporción del 56,47 % de RAP, es decir la mezcla podría denominarse **R56**.
- **Mezcla al 80% sobre betún:**
En el caso del 80% sobre betún, supone una proporción del 90% de RAP, es decir la mezcla podría denominarse **R90**.

Los granulométricos del RAP, áridos vírgenes, y mezclas R56 y R90, están representados en la Figura 5.

Las temperaturas de los áridos y betunes para las mezclas de referencia han sido: RAP, 110 °C, **R(56)** y 140 °C **R(90)**; Áridos vírgenes, 210 °C (**R56**), 360 °C (**R90**), y 160 °C (**REF**), y Betunes y aceite, 160 °C.

Las mezclas se han compactado en máquina giratoria hasta 200 vueltas con un ángulo de 0,82° y presión de 600 kPa, obteniendo los diagramas de compactación de las Figuras 6 y 7, donde se han unificado las escalas de ordenadas para comparar mejor las densidades del R56 y R90. En ellas pueden verse dos tendencias distintas: mientras en la R56, a medida que el tiempo de mezclado ha si-

do mayor la mezcla se ha compactado más fácilmente, en la mezcla R90 ocurre todo lo contrario, y en ambos casos, la mezcla de referencia, la que se supone que los betunes están presentes en su proporción en toda la mezcla, ha quedado situada entre las fabricadas con tiempos de mezclado de 60 y 180 s.

Se ha llamado **D128** y **D200** a las densidades a 128 y 200 ciclos, al igual que **H128** y **H200** son los huecos a los mismos ciclos. Los resultados obtenidos en densidades y huecos tienen una interpretación complicada, por cuanto que era de esperar que la mezcla de referencia fuera la tendencia asintótica a la que convergerían las resultantes de tiempos crecientes de amasado. Por otro lado las densidades del R50 han sido menores que las del R80.

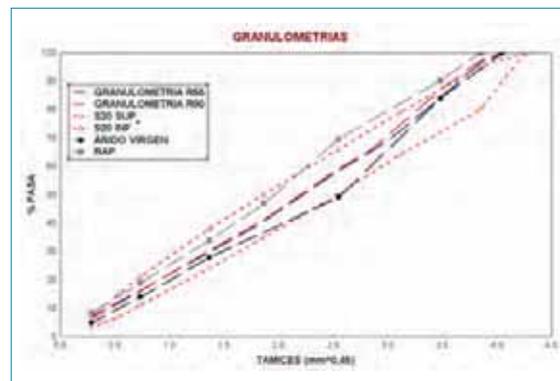


Figura 5.

Comportamiento del sistema betún viejo-betún rejuvenecedor en reciclado a altas tasas

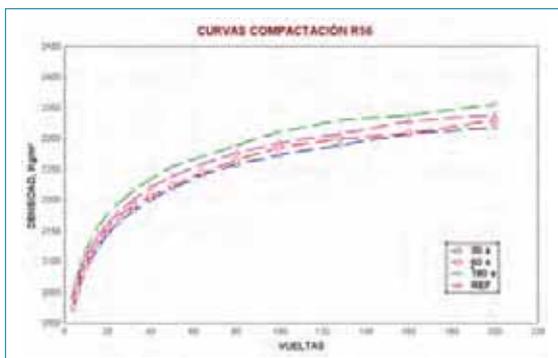


Figura 6.

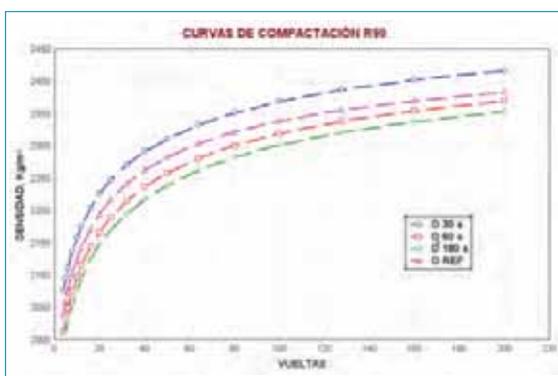


Figura 7.

Se han ensayado las probetas según la norma UNE-EN 12697-26 para conocer la evolución de los **módulos de rigidez dinámicos**. La temperatura ha sido de 20 °C. Las mismas probetas fabricadas para las curvas de compactación, se han utilizado para hallar los **módulos de rigidez**.

5. Interpretación de los resultados

Los componentes relativos de cada una de las mezclas son:

Observando la Figura 8, en el caso del R56 la relación betún viejo-B 50/70 es la más fuerte, quedando el aceite como

agente minoritario. En el caso del R90 el aceite domina sobre el B 50/70, pasando éste a ser residual.

Una interpretación al comportamiento densidad-ciclos de compactación, es que puesto que el betún rejuvenecedor del R56 está presente en mayor cantidad y con una mayor viscosidad, dominando el betún 50/70 sobre el aceite, ha prevalecido el betún viejo en los tiempos de mezclado más bajos, haciéndose la mezcla progresivamente más compactable a medida que se ha mezclado el betún rejuvenecedor con más tiempo de amasado. La transferencia de calor será rápida afectando menos a los tiempos cortos de amasado.

En el caso del R90, a pesar de que el betún rejuvenecedor está presente en menor cantidad, no se puede decir lo mismo del aceite, donde la baja viscosidad del mismo, con tan poca cantidad de B 50/70 domina sobre el RAP en los primeros momentos, endureciéndose la mezcla a medida que el tiempo de amasado es mayor, así como la transferencia térmica que se verifica en un tiempo más largo. Simplificando, en los primeros momentos se mezcla el RAP, comportándose como un árido, con el aceite que hace de lubricante y facilita la compactación, posteriormente el aceite irá mezclándose con el betún viejo y el poco B 50/70 endureciéndose la mezcla y disminuyendo su densidad.

Estos dos procesos en su fase final, y por la misma razón, llegarían a ser inversos, justificando la posición en retroceso de la mezcla de referencia. En definitiva, el proceso desde su situación inicial, hasta la saturación, estaría condicionado por la diferente viscosidad de las tres fases, por las cantidades relativas de las mismas, su dinámica de mezclado, y por la transferencia térmica.

Dado que las densidades máximas de las cuatro mezclas no son exactamente iguales, se han hecho intervenir los huecos analizando el espacio ciclos-huecos, pero la situación relativa de las curvas no ha cambiado.

Tabla 4.

% RAP	% Árido virg	% betún s/m	% betún viejo s/total betún	% betún REJ, s/m	% betún 50/70, s/m	% aceite s/m	% aceite s/total betún
56,47	43,53	4,5	50	2,25	1,845	0,405	9
90	10	4,5	80	0,9	0,27	0,63	14

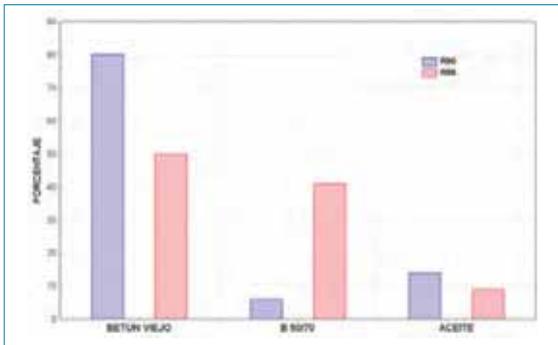


Figura 8. Composición final del betún.

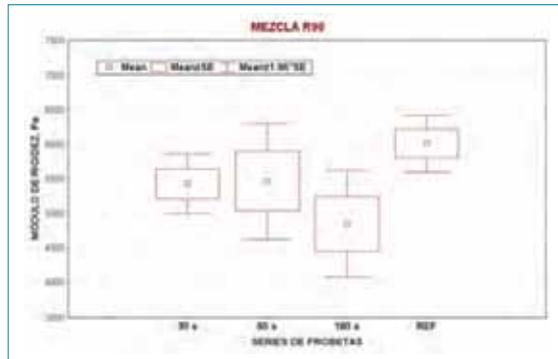


Figura 10.

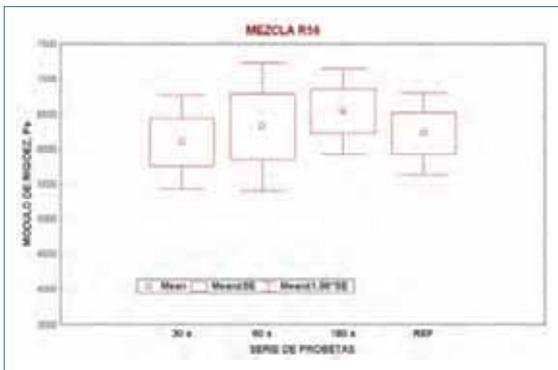


Figura 9.

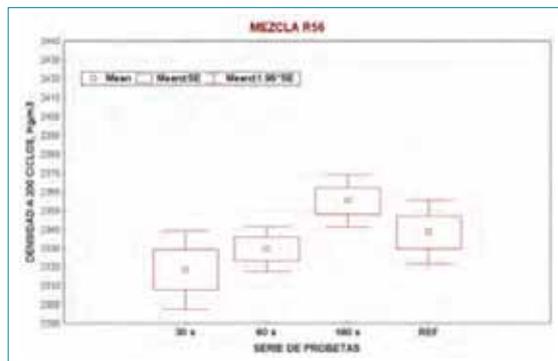


Figura 11.

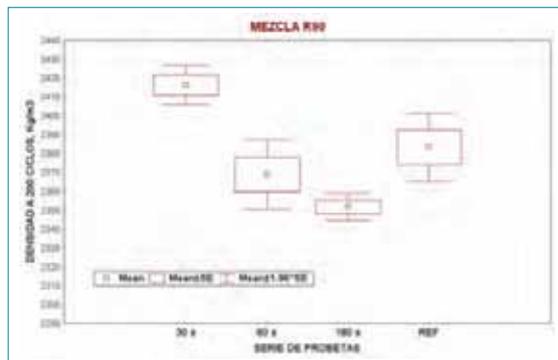


Figura 12.

Las representaciones gráficas de la distribución del error standard de las medias de los módulos de cada serie de 30 segundos, 60 segundos, 180 segundos, y de referencia, en las mezclas R56 y R90, son las de las Figuras 9 y 10 adjuntas.

Es también de interés representar la distribución del error standard de las medias de las densidades correspondientes a los módulos, es decir las finales a 200 ciclos. Se han unificado las escalas de las ordenadas para facilitar la comparación entre las dos mezclas estudiadas.

La dinámica de la densidad en función de los ciclos de compactación y los tiempos de mezclado puede apreciarse en las figuras 13 y 14, donde se manifiesta la evolución de los dos tipos de mezcla. La regularidad en el R56, la irregularidad en el R90, y las variaciones crecientes y decrecientes de ambas mezclas.

Adicionalmente se ha efectuado un análisis de varianza (ANOVA) para ver si las distintas variables son o no sensibles al tiempo de amasado, Tablas 5 y 6, y donde puede verse que solamente el módulo de rigidez, en el R56, es indistinguible en los cuatro tipos de mezcla, todas las demás variables han

resultado sensibles al tiempo de amasado incluso el módulo de rigidez de la mezcla R90.

Los valores en azul indican significancia, p , menor de 0,05 (5%).

Si el análisis de varianza se hace respecto al tipo de mezcla, se obtienen los valores de la Tabla 7, que indican que el conjunto de todas las series, independientemente del tiempo de amasado, son sensibles al porcentaje de RAP.

Comportamiento del sistema betún viejo-betún rejuvenecedor en reciclado a altas tasas

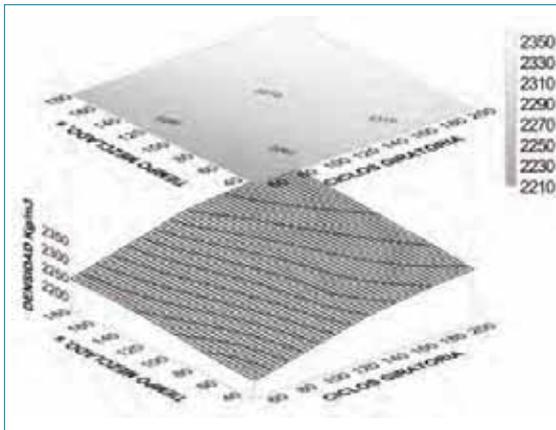


Figura 13. Mezclas R56.

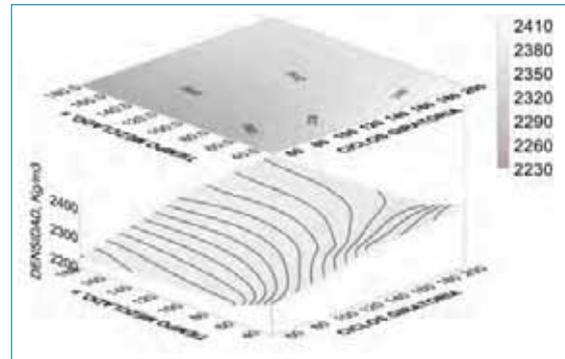


Figura 14. Mezclas R90.

Finalmente se han correlacionado las densidades con los módulos para cada una de las mezclas, manifestándose en el R56 un crecimiento bien acondicionado, aunque con una significancia algo alta por la escasez de datos, mientras que el R90 está claramente incorrelacionado, no encontrándose una tendencia significativa entre densidades y módulos.

6. Conclusiones

Las conclusiones del trabajo son cualitativas y evidencian que parte de la dispersión de resultados puede poner de manifiesto la heterogeneidad de unas probetas (D=10 cm; H = 6,5 cm), que procediendo de amasadas concretas y cuidadosamente dosificadas, parecen pequeñas respecto del tamaño máximo del árido, lo hace que al menos los módulos no sean lo repetitivos que sería de desear.

Este trabajo puede considerarse como una incursión en un tema complejo del cual se posee poco conocimiento cuan-

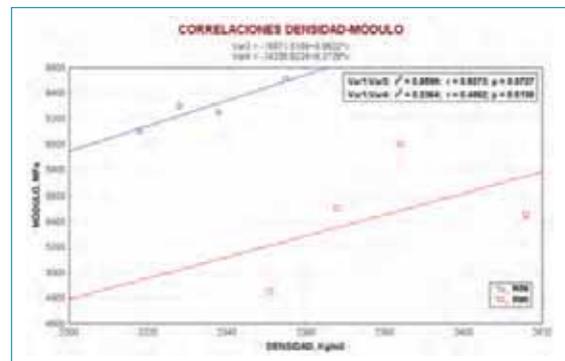


Figura 15. Correlación módulos densidad.

do se trata de altas tasas de reciclado, pero que en base a los resultados obtenidos, se pueden extraer claramente las siguientes tendencias:

- Las densidades conseguidas en el R56 han sido inferiores al R90, y su variación en función de los tiempos de amasado, han sido crecientes en el primer caso y decrecientes en el segundo. En principio, y en ausencia de mejores

Tabla 5. Tiempos de amasado R56.

R56	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
D128	7.773,9	3	2.591,3	18.310	32	572	4.529	0,009
D200	6.548,6	3	2.182,9	19.908	32	622	3.509	0,026
H128	17,4	3	5,8	29	32	1	6.393	0,002
H200	15,3	3	5,1	32	32	1	5.176	0,005
M. rigidez	870.704,5	3	290.234,8	35.591.336	31	1.148.108	0,252794	0,858734

Tabla 6. Tiempos de amasado R90.

R90	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
D128	22.663	3	7.554	21.172	35	604,9	12.488	0,000
D200	20.823	3	6.941	20.364	35	581,8	11.929	0,000
H128	85	3	28	33	35	0,9	29.850	0,000
H200	81	3	27	32	35	0,9	29.425	0,000
M. rigidez	14.149.226	3	4.716.409	31.703.381	32	990.730,6	4.761	0,007

Tabla 7. Tiempos de amasado en el conjunto R56 y R90.

R90 y R56	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
D128	37.991	1	37.991	69.919	73	958	39.665	0,000
D200	40.047	1	40.047	67.644	73	927	43.218	0,000
H128	41	1	41	164	73	2	18.187	0,000
H200	43	1	43	159	73	2	19.889	0,0005
M. rigidez	7.825.680	1	7.825.680	82.314.648	69	1.192.966	6.560	0,013

criterios, se puede aceptar la hipótesis descrita en el presente estudio.

- Los **módulos de rigidez**, también han sido superiores y crecientes con el tiempo de amasado en el R56 aunque indistinguibles respecto del tiempo de mezclado, e inferiores decrecientes y más inestables en el R90.
- Los **módulos de rigidez** del R56 se han mantenido más uniformes con el tiempo de amasado que los del R90.
- Se evidencian los módulos bajos y la mayor inestabilidad en densidades en el R90, aún cuando, en las mezclas de referencia, donde la mezcla de betunes es perfecta, en el R90 se hayan conseguido mayores densidades y módulos algo inferiores que en la R56.
- Se puede deducir que el tiempo de amasado puede ser de 30 a 60 segundos, mejor este último valor, en las mezclas tipo R56, que aún mejorando en 180 segundos, no se justifica en su comparación con la mezcla de referencia. El tiempo de amasado queda más indeterminado en las R90, **donde los módulos han sido más bajos**, salvo el de referencia que iguala casi al R56, y donde también los 30 a 60 segundos son una buena opción, pero en un es-

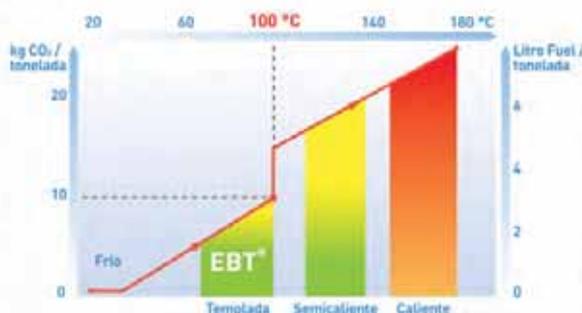
cenario más inestable que exigiría profundizar más, **añadiendo ensayos de susceptibilidad al agua y fatiga**.

- Estos ensayos darán luz al comportamiento del R90 y su **decrecimiento inestable en módulo y densidad**.

7. Bibliografía

- Bernard F. Kallas. Flexible Pavement Mixture Design Using Reclaimed Asphalt Concrete. Research Report No 84-2.
- Imad L Al-Qadi, M Elseifi and S. Carpenter. Reclaimed Asphalt Pavement. A Literature Review.
- NCHRP. Recommended Use of Reclaimed Asphalt Pavement in the Superpave Mix Design Method: Technicians' Manual.
- Asphalt Recycling and Reclaimed Association. Manual Asphalt Recycling.
- K. Aravind, Animesh Das. Pavements design with central plant hot-mix recycled asphalt mixes.
- H.K.Cheung. Use of Recycled Asphalt Pavement. A Approach to Asphalt Recycling.
- F. Olard and alt. Very high recycling rate (> 50%) hot mix and worm mix asphalt for sustainable road construction.

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



Mezclas Templadas con Betún, una nueva generación de mezclas asfálticas

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

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

Premio Mundial AIPCR 2007
del desarrollo sostenible

www.infraestructuras.eiffage.es

EIFFAGE
INFRAESTRUCTURAS

RUS
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

TRIALSA
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

PANASFALTO
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

LOS SERRANOS

Estudio de algunos casos de fisuración descendente en carreteras españolas

Tradicionalmente se ha admitido que la mayor parte de las fisuras que aparecen en la superficie del pavimento procede de las capas inferiores, afectadas por la fatiga o por la retracción que acompaña al fraguado de materiales tratados con cemento. Sin embargo, en la última década diversos trabajos de investigación han puesto de manifiesto la relevancia de otro problema muy diferente: la iniciación de fisuras en la capa de rodadura que progresivamente van afectando a las capas inferiores.

En este artículo se muestran varios casos estudiados en carreteras españolas, en los que se ha constatado que las fisuras observadas en la superficie afectaban sólo a la capa de rodadura, aunque en algunos casos habían progresado, dañando ya la parte superior de la capa intermedia. Para caracterizar las mezclas asfálticas afectadas por este problema se extrajeron testigos, comprobando la granulometría de las mezclas, sus características mecánicas y el estado del ligante. Como resultado general puede concluirse que las mezclas afectadas tenían problemas de segregación granulométrica en vertical, y en todos los casos el ligante había envejecido sensiblemente, a pesar de tratarse de actuaciones algunas de ellas con sólo unos pocos años en servicio.

It has traditionally been accepted that most of the cracks that appear in pavement surfaces come from the lower layers, affected by fatigue or by the retraction that accompanies the hardening of cement-treated materials. However, in the last decade, different research projects have shed light on the relevance of another, very different problem: the beginning of cracks in the wearing course which progressively affect the lower layers.

This paper highlights various case studies conducted on Spanish roads in which it has been verified that the observed surface cracks affected only the wearing course, although in some cases they had progressed downward considerably, damaging the upper part of the binder layer. In order to characterise the type of asphalt mixes affected by this problem, pavement samples were extracted to verify the gradation of the mixes, their mechanical properties and the state of the binder. As a general result, it can be concluded that the affected mixes had problems of vertical particle size segregation and in all cases the binder had aged significantly, despite dealing with surfaces that in some cases have only been in service for a few years.

Juan Gallego Medina
Miguel Ángel del Val Melús
Ángel Sampedro Rodríguez
Universidad Politécnica de Madrid

Jacinto Luis García Santiago
Patricia Díaz Martín
Sacyr, S. A. U.

1. Introducción

Tradicionalmente se ha admitido que la mayor parte de las fisuras que aparecen en la superficie del pavimento proce-

de de las capas inferiores, afectadas por la fatiga o por la retracción que acompaña al fraguado de materiales tratados con cemento. Con dicho enfoque las fisuras superficiales no serían más que la evolución o el reflejo de un problema originado en las capas inferiores. Sin embargo, en la última década diversos trabajos de investigación han puesto de manifiesto la relevancia de otro problema muy diferente: la iniciación de fisuras en la capa de rodadura que progresivamente van afectando a las capas inferiores. Es lo que se ha denominado fisuración descendente (*top-down cracking*).

Existen ya numerosos estudios sobre este fenómeno. Durante los trabajos de la Acción COST 333 en el marco de la

Estudio de algunos casos de fisuración descendente en carreteras españolas

Comisión Europea se realizó una encuesta a las agencias de carreteras sobre los fallos observados con mayor frecuencia en los firmes [1]. El resultado mostraba que los fallos del tipo "agrietamiento longitudinal en la rodada" estaban por delante de los problemas de fatiga iniciada en el fondo de las capas bituminosas. Esa morfología longitudinal es propia de la fisuración descendente.

En 1997 el Departamento de Transportes de Colorado, en una obra de rehabilitación del firme semiflexible de la interestatal I-25, fresó un espesor de 8 cm de mezcla bituminosa y lo repuso con una nueva mezcla. A principios de 1998 ya se observaban fisuras en superficie. Varias campañas de toma de testigos y otros estudios pusieron de manifiesto que la fisuración longitudinal no era el resultado de la reflexión de fisuras desde las capas inferiores, sino que se había iniciado en la nueva capa bituminosa, es decir, se trataba de una fisuración descendente [2].

El Departamento de Transportes de Michigan también llevó a cabo estudios [3] para determinar la importancia del problema de la fisuración descendente, así como para establecer los factores con influencia en el fenómeno. Se seleccionaron 13 pavimentos flexibles y 5 pavimentos construidos sobre capas tratadas con cemento, previamente demolidas y convertidas en capas de comportamiento granular (*rubblized pavements*). Como resultado del estudio se identificaron numerosos tramos con problemas de fisuración descendente y se observó cómo, igual que en el caso del estudio en Colorado, factores tales como la baja resistencia a tracción indirecta de la capa bituminosa, los defectos de compactación o la segregación de áridos aparecen frecuentemente en los casos de fisuración descendente.

Respecto a la relevancia de este mecanismo de fallo, autores como Myers et al. [4] y Croll [5] han llegado a afirmar que fallos tradicionales, como la fatiga o la fisuración reflejada, pueden comenzar también en superficie, hasta conectar con el deterioro de las capas inferiores.

En los apartados siguientes se presenta una metodología de estudio aplicada a varios casos de carreteras españolas en las que se han identificado fisuras descendentes y en las que mediante el correspondiente estudio de la mezcla bituminosa y del ligante que contiene se han establecido los factores que parecen acompañar a la aparición de fisuras descendentes en esos firmes.

2. Metodología de estudio y normas de ensayo.

Dado que se trata de un problema sobre el que sólo recientemente se ha tomado conciencia, se diseñó un protocolo de trabajo a seguir en todos los casos de estudio, de modo que los datos obtenidos fuesen homogéneos y comparables entre sí, a fin de poder establecer con mayor facilidad las tendencias observadas. El protocolo establecía los siguientes pasos:

1. Selección de los tramos sospechosos de sufrir fisuración descendente. Se identificaban a partir de la morfología de la fisuración observable en la superficie: fisuras longitudinales, relativamente rectilíneas aunque algo sinuosas, situadas a un lado de la rodada e incluso en la propia rodada. Cuando era posible, en la carretera se identificaban dos tramos: uno afectado y otro poco o nada afectado.
2. Campaña de extracción de testigos en el tramo afectado (y en el no afectado cuando existía). La testificación se realizaba según el croquis de la Figura 1. Se extraían testigos sobre la fisura (para comprobar si era descendente o ascendente, su profundidad y las capas afectadas), así como testigos cercanos a ella, pero fuera de su influencia, de modo que pudieran ensayarse dichos testigos mediante ensayos mecánicos sin que el resultado se viese afectado por una fisura preexistente. En el tramo no afectado el patrón de la campaña de testigos era similar en cuanto a la ubicación de los taladros, aunque sin fisura, naturalmente.
3. Estudio de la mezcla bituminosa de los testigos en la parte correspondiente a la capa de rodadura: densidad aparente (UNE-EN 12697-6), contenido de ligante (UNE-EN 12697-1 y UNE-EN 12697-3), granulometría de los áridos recuperados (UNE-EN 933-1) y resistencia a tracción indirecta (UNE-EN 12697-23). Para el estudio de la capa de rodadura se cortó ésta a mitad de espesor en el laboratorio, distinguiéndose así una semicapa superior y una semicapa inferior. Con ello se pretendían analizar por un lado las características de los centímetros superiores de la capa de rodadura, más expuestos a los agentes meteorológicos, y por otro la zona del fondo de esa capa.
4. Estudio del betún recuperado de los testigos: penetración (UNE-EN 1426), punto de reblandecimiento (UNE-

EN 1427), módulo de cizallamiento y ángulo de desfase (UNE-EN 1470) y punto de fragilidad Fraass (UNE-EN 12593). Se analizaron independientemente el betún extraído de la semicapa superior y el de la semicapa inferior.

5. Análisis de los resultados de cada caso, y posterior comparación entre ambos, para intentar identificar las propiedades o características de las mezclas y de los ligantes que acompañan a la aparición de la fisuración descendente.

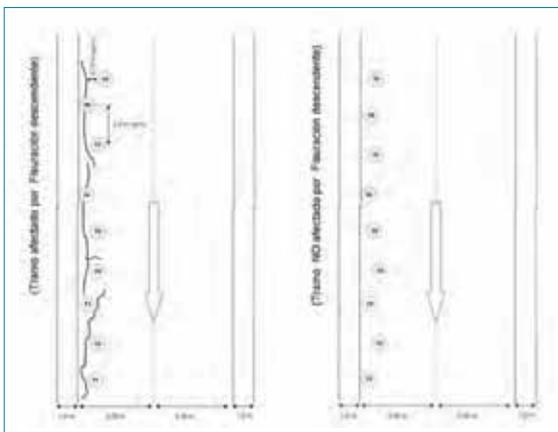


Figura 1. Esquema de localización de los testigos extraídos en el tramo afectado y en el no afectado.

3. Casos de estudio

El protocolo de trabajo anterior se aplicó a varias carreteras. No en todas fue posible encontrar un tramo afectado y otro no afectado. A continuación se presentan las características de los tramos estudiados y los resultados de los ensayos realizados sobre los testigos de mezcla bituminosa y sobre el betún extraído de ellos.

3.1 Carretera C-681

Los tramos pertenecen a la carretera C-681, entre Tossa y Llagostera (Girona). El estudio se ha realizado en torno al p.k. 2+500, e incluye tanto un tramo afectado por fisuración descendente como un tramo aparentemente más sano. Se trata de una carretera convencional de dos carriles con un tráfico de intensidad media.

Los testigos tomados sobre fisuras del pavimento ponían de manifiesto que se trataba de fisuras descendentes puesto que no atravesaban todo el espesor del firme, sino que afectaban a la capa de rodadura y en algunos casos a la capa intermedia (figura 2).

Según se observa en esos testigos, el firme estaba constituido por unos 20 cm de mezclas bituminosas, distribuidos en tres capas sucesivas de espesores aproximadamente iguales, la de rodadura con áridos silíceos, y las dos inferiores con áridos calizos. La campaña de extracción de testigos la realizó la empresa Servià Cantó, una de las entidades participantes en el Proyecto Fénix.

Los ensayos realizados a los testigos mostraron que existía una segregación vertical del árido dentro de la capa de rodadura, más acentuada en el tramo afectado por fisuración descendente, observándose que la semicapa inferior tiene más gruesos que la semicapa superior y que en el tramo fisurado la mezcla era algo más gruesa que en el tramo no fisurado (figura 3).

Las densidades de las mezclas bituminosas en uno y otro tramo se muestran en la Tabla 1. Se observa que en ambos la densidad es muy similar. Este hecho no parece por lo tanto marcar diferencias.

Se evaluó también el contenido de ligante. Los resultados se presentan en la Tabla 2. Se observa que el contenido de ligante es similar en la capa de rodadura de ambos tramos, incluso mayor en el tramo fisurado.

Por lo que respecta a las características del ligante recuperado, la Tabla 3 presenta los valores obtenidos de penetración y de punto de reblandecimiento. En este sentido las características de las semicapas superiores son similares.

En cuanto a las características dinámicas del ligante, se realizaron ensayos de barrido de frecuencias a 52 °C con reómetro dinámico. Los valores del módulo de cizallamiento complejo (G^*) y del ángulo de desfase (δ) se recogen en la Tabla 4. Se



Figura 2. Aspecto de la carretera C-681 y dos de los testigos extraídos.

Estudio de algunos casos de fisuración descendente en carreteras españolas

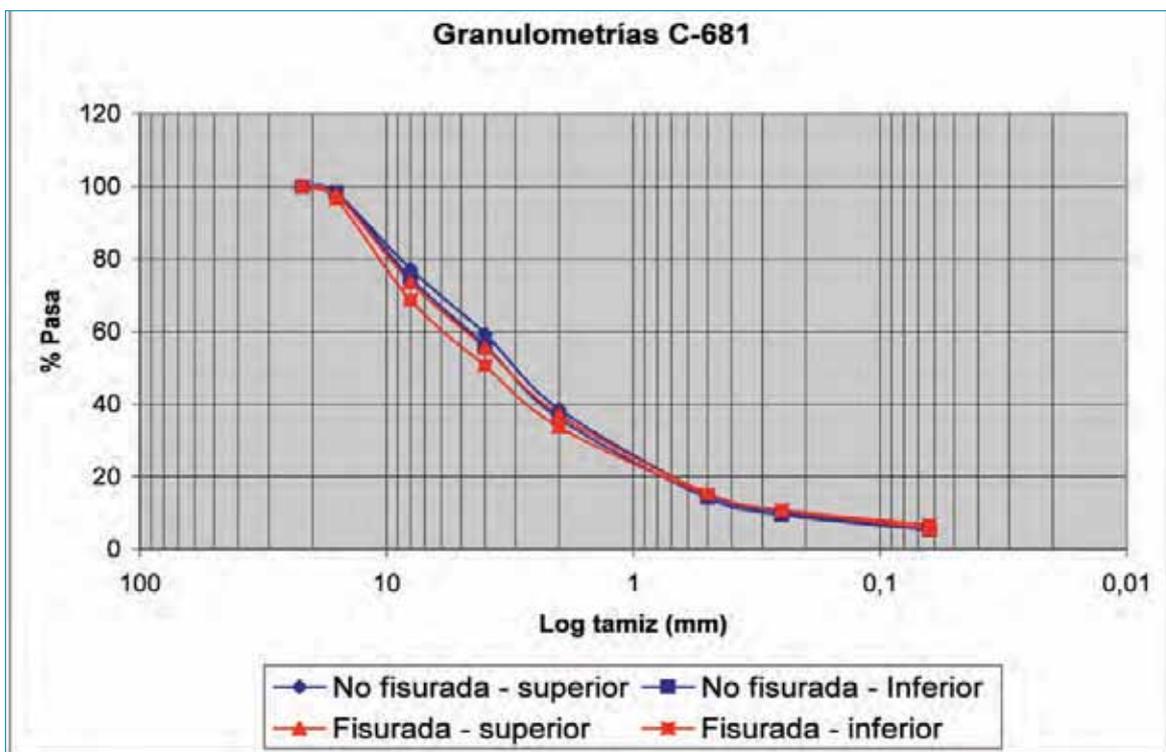


Figura 3. Granulometrías en la rodadura de la carretera C-681.

Tabla 1. Densidad de los testigos de la capa de rodadura (carretera C-681).

Tramo fisurado		Tramo no fisurado	
Nº testigo	Densidad (g/cm³)	Nº testigo	Densidad (g/cm³)
1	2,253	10	2,309
2	2,248	11	2,305
3	2,296	12	2,287
4	2,281	13	2,274
5	2,255	14	2,265
6	2,281	15	2,274
7	2,282	16	2,282
8	2,265	17	2,250
9	2,267	18	2,298
Media	2,270	Media	2,283
σ^2	0,016	σ^2	0,019

observa que los módulos son mayores en el betún del tramo fisurado, y los ángulos de desfase menores; ambos parámetros evidencian un mayor envejecimiento de ese ligante.

Para determinar el comportamiento a bajas temperaturas de los ligantes recuperados se realizó el ensayo Fraass. Los resultados se presentan en la Tabla 5. Al igual

Tabla 2. Contenido de ligante en los testigos de la capa de rodadura (carretera C-681).

Tramo fisurado		Tramo no fisurado	
Semicapa superior	Semicapa inferior	Semicapa superior	Semicapa inferior
4,57 %	4,78 %	4,52 %	4,67 %
4,675 %		4,595 %	

Tabla 3. Penetración y temperatura de reblandecimiento de los ligantes recuperados (carretera C-681).

	Tramo fisurado		Tramo no fisurado	
	Semicapa superior	Semicapa inferior	Semicapa superior	Semicapa inferior
Penetración (10 ⁻¹ mm)	14,7	19	14	N.D.
Temperatura de anillo y bola (°C)	71	66,8	72	N.D.

Tabla 4. Módulo de cizallamiento complejo y ángulo de desfase (carretera C-681).

	Frecuencia (Hz)	Tramo fisurado		Tramo no fisurado	
		Semicapa superior	Semicapa inferior	Semicapa superior	Semicapa inferior
G* (kPa)	0,1	37	16	18	N. D.
	1	196	93	110	
	10	841	456	542	
δ (°)	0,1	69	72	74	N. D.
	1	61	65	66	
	10	48	55	54	

que ocurría con los valores de G* y δ la temperatura de fragilización muestra que el betún del tramo fisurado es más frágil, rompiéndose a una temperatura 5 °C más alta que el del tramo no fisurado, lo que de nuevo evidencia que ha envejecido más (puesto que inicialmente se trataba del mismo betún).

En lo que se refiere a la resistencia mecánica de la mezcla bituminosa se realizaron ensayos de tracción indirecta. La Tabla 6 muestra los resultados. Aparentemente los testigos del tramo fisurado ofrecieron menor resistencia a tracción in-

directa. No obstante debe señalarse que la varianza de los resultados es alta con respecto a la diferencia de las medias, lo que limita la significación estadística del resultado.

3.2 Carretera CL-602

En este segundo caso los tramos analizados pertenecen a la carretera CL-602, entre Olmedo e Íscar (Valladolid). El estudio incluye tanto un tramo afectado claramente por fisuración descendente (en torno al p.k. 80+900) como otro afectado más moderadamente (p.k. 85+100). Al igual que en el caso anterior se trata también de una carretera de dos carriles con un tráfico de intensidad media. Así mismo la campaña de extracción de testigos la realizó otra entidad participante en el Proyecto Fénix: la empresa Collosa.

Según se observa en los testigos (figura 4), el firme estaba constituido por unos 5 cm de mezcla bituminosa se-

Tabla 5. Punto de fragilidad Fraass (carretera C-681).

	Tramo fisurado	Tramo no fisurado
	Semicapa superior	Semicapa superior
Temperatura (°C)	0	-5

Estudio de algunos casos de fisuración descendente en carreteras españolas

Tabla 6. Resistencia a tracción indirecta(carretera CL-681).

Tramo fisurado		Tramo no fisurado	
Nº testigo	Resistencia a tracción indirecta (MPa)	Nº testigo	Resistencia a tracción indirecta (MPa)
4	2,173	10	2,225
5	2,429	12	2,190
6	1,566	18	2,812
Media	2,056	Media	2,409
σ^2	0,443	σ^2	0,349



Figura 4. Extracción de testigos en la CL-602. El testigo evidencia fisuración descendente.

midensa (AC surf 16 S) sobre unos 7 cm de mezcla gruesa (AC bin 22 G), la cual a su vez se apoyaba sobre un antiguo firme que fue reciclado con cemento antes de extender dichas capas.

Las densidades que se obtuvieron, tanto en el tramo fisurado como en el moderadamente fisurado, fueron las que

muestra la Tabla 7. Se observa que la densidad media es algo mayor en el tramo no fisurado, aunque con una diferencia mínima. La desviación estándar es del mismo orden de magnitud que la diferencia entre los dos tramos.

Se analizó la granulometría de la capa de rodadura, tanto en el tramo afectado como en el moderadamente afectado (figura 5). Se observa que el tramo fisurado tiene una granulometría más gruesa que el tramo moderadamente fisurado. Además, la diferencia granulométrica entre las semicapas superior e inferior de rodadura es más acentuada en el tramo fisurado. Es decir, existe mayor segregación granulométrica en vertical en el tramo fisurado que en el moderadamente fisurado.

También se analizó el contenido de ligante, observándose que era algo superior en el tramo moderadamente fisurado (tabla 8).

A los ligantes recuperados de las mezclas se les realizaron los ensayos de penetración, punto de reblandecimiento y caracterización mediante reómetro dinámico, así como el ensayo Fraass de fragilidad. La penetración de los ligantes recu-

Tabla 7. Densidades de los testigos (carretera CL-602).

Tramo fisurado		Tramo no fisurado	
Nº testigo	Densidad (g/cm³)	Nº testigo	Densidad (g/cm³)
R2	2,332	A5	2,326
R3	2,346	A6	2,328
R13	2,332	A8	2,369
Media	2,337	Media	2,341
σ^2	0,008	σ^2	0,024

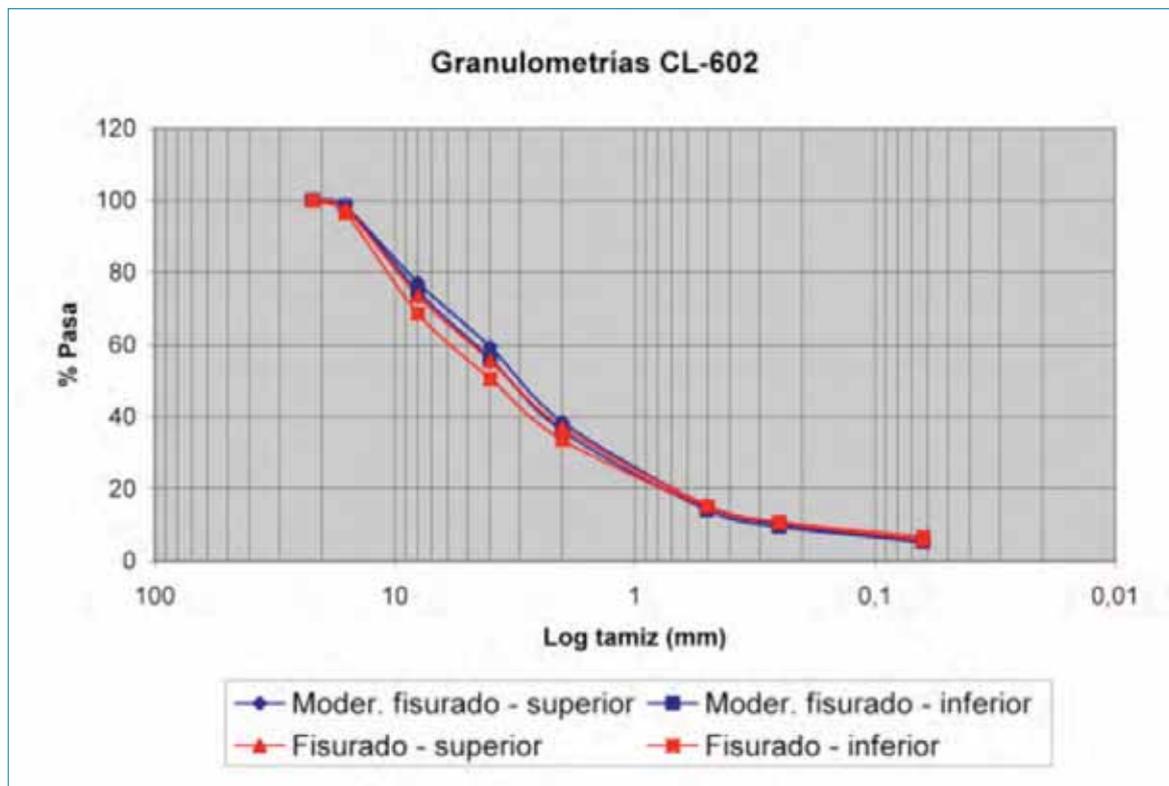


Figura 5. Granulometría de la mezcla bituminosa (Carretera CL-602).

perados y las correspondientes temperatura de anillo y bola se presentan en la Tabla 9. Se observa que en el tramo fisurado, la semicapa superior está más envejecida que en el tramo moderadamente fisurado.

Con respecto a las características dinámicas del ligante, se realizaron ensayos de barrido de frecuencias a 52°C con reómetro dinámico. Los valores del módulo de cizallamiento complejo (G^*) y del ángulo de desfase (δ) se reflejan en la Tabla 10.

Los módulos G^* más altos y los ángulos de desfase δ más bajos ponen de manifiesto que el betún de la semicapa superior del tramo fisurado está más envejecido.

Para determinar las características a bajas temperaturas de los ligantes recuperados se realizó el ensayo Fraass. Los resultados se incluyen en la Tabla 11.

El betún del tramo fisurado se fragiliza 4 °C por encima del betún del tramo moderadamente afectado, es decir, el primero ha envejecido más si se considera que se trata del mismo betún original.

Se llevaron a cabo ensayos de tracción indirecta sobre los testigos completos de la capa de rodadura (antes de dividirlos en dos semicapas). Los resultados del ensayo, realizados a 15 °C, fueron los que muestra la Tabla 12.

Tabla 8. Contenidos de ligante sobre la masa de áridos (carretera CL-602).

Tramo fisurado		Tramo moderadamente fisurado	
Semicapa superior	Semicapa inferior	Semicapa superior	Semicapa inferior
4,17 %	4,96 %	4,85 %	4,56 %
4,56 %		4,70 %	

Estudio de algunos casos de fisuración descendente en carreteras españolas

Tabla 9. Penetración y punto de reblandecimiento (carretera CL-602).

	Tramo fisurado		Tramo moderadamente fisurado	
	Semicapa superior	Semicapa inferior	Semicapa superior	Semicapa inferior
Penetración (10 ⁻¹ mm)	4	12,2	8,2	9,2
Temperatura de anillo y bola (°C)	82	74,6	79	77

Tabla 10. Módulo de cizallamiento complejo y ángulo de desfase a 52°C (CL-602).

	Frecuencia (Hz)	Tramo fisurado		Tramo moderadamente fisurado	
		Semicapa superior	Semicapa inferior	Semicapa superior	Semicapa inferior
G* (kPa)	0,1	139	42	85	60
	1	525	185	343	260
	10	1.476	697	1.072	961
δ (°)	0,1	55,6	62,8	59,2	62,6
	1	46,6	56,0	51,3	54,9
	10	30,4	45,2	36,6	42,1

Tabla 11. Punto de fragilidad Fraass (CL-602).

	Tramo fisurado	Tramo moderadamente fisurado
		Semicapa superior
Temperatura (°C)	4	0

Como se puede observar la resistencia a tracción indirecta es algo mayor en los testigos del tramo moderadamente afectado, aunque la dispersión de los resultados limita la validez de esta afirmación.

3.3 Otras carreteras españolas estudiadas

Dentro del Proyecto Fénix se han estudiado otras carreteras españolas. Se citan a continuación dos de ellas, cuyos resultados no se exponen con detalle en aras de la brevedad y porque dichos resultados son menos reveladores, ya que todo el firme estaba afectado, sin que hubiera tramos sanos con un firme igual que el afectado. Este hecho impide realmente identificar los factores que han podido dar lugar a la fisuración descendente.

En la autopista AP-1 se estudió un tramo comprendido entre el p.k. 2+000 y el p.k. 2+500 (calzada de sentido hacia el

norte); como se ha indicado consta de un único tramo con firme homogéneo, afectado todo él por la fisuración descendente.

El firme está compuesto, entre las capas originales y los sucesivos refuerzos, por 35 cm de mezclas bituminosas. Según se podía observar en los testigos, la fisuración afectaba sólo a la capa de rodadura. Los testigos fueron extraídos por la sociedad concesionaria de la autopista (Sacyr Concesiones).

Otro de los tramos estudiados corresponde a la carretera N-111 a su paso por la provincia de Soria. El estudio se ha realizado entre el p.k. 165+800 y el p.k. 166+100 (carril de sentido hacia Madrid), y consta así mismo de un único tramo afectado por la fisuración descendente, sin que fuera posible localizar un tramo aparentemente más sano en la misma carretera y con el mismo firme. Se trata de una carretera que ha soportado un tráfico de intensidad media-alta. El firme estaba compuesto de dos capas de mezcla bituminosa que sumaban 16 cm de espesor, según se observó al extraer los testigos (figura 6), obtenidos también por Sacyr Concesiones.

4. Conclusiones

Recientemente la ingeniería de pavimentos está concediendo una mayor relevancia al fenómeno de la fisuración des-

Tabla 12. Resistencia a tracción indirecta (CL-602).

Tramo fisurado		Tramo no fisurado	
Nº testigo	Resistencia a tracción indirecta (MPa)	Nº testigo	Resistencia a tracción indirecta (MPa)
R2	1,525	A5	1,480
R3	1,435	A6	1,976
R8	1,534	A8	2,225
Media	1,498	Media	1,894
σ^2	0,055	σ^2	0,379

cidente. Se trata de fisuras que se inician en superficie y progresan hacia las capas inferiores. Es probable que muchas de las fisuras que tradicionalmente se han identificado como debidas a la reflexión de fisuras originadas en las capas inferiores del firme hayan tenido realmente su origen en la capa de rodadura. Estas fisuras descendentes suelen tener una disposición longitudinal, algo sinuosa, acompañadas con frecuencia de ramificaciones, y están situadas junto a las rodadas de los vehículos o coincidiendo con ellas.

El trabajo llevado a cabo ha puesto de manifiesto que el fenómeno se da con relativa frecuencia, ya que en todos los casos estudiados se confirmó la sospecha de que podía tratarse de fisuración descendente. El estudio se ha centrado en las características de las mezclas bituminosas de la capa de rodadura que han sufrido este fenómeno. A la vista de los resultados obtenidos, se han identificado algunos factores que acompañan a los casos de fisuración descendente encontrados:

- La mezcla bituminosa sufría una segregación granulométrica en vertical, es decir, se acumulaban en el fondo de la capa de rodadura partículas más gruesas.



Figura 6. Aspecto de la fisuración descendente en la carretera N-111 (la fisura afecta a la capa de rodadura y muy poco a la intermedia).

- Los betunes recuperados de la mezcla demostraron que en los tramos afectados por fisuración descendente el ligante había envejecido en los 2 o 3 centímetros superiores más que en los tramos no afectados.
- La resistencia a tracción indirecta de la capa de rodadura de los tramos afectados es algo menor que en los tramos no afectados.

A la vista de todo ello, para minimizar la incidencia de la fisuración descendente parece recomendable el empleo de ligantes modificados. Estos ligantes, más viscosos que los betunes puros, pueden contribuir a limitar la segregación granulométrica de la mezcla durante su extensión, y resisten generalmente mejor el envejecimiento. Adicionalmente, suelen ofrecer mejores resistencias a tracción indirecta.

Es preciso seguir investigando sobre la fisuración descendente, e indudablemente habrá de ser considerada como uno de los fallos más frecuentes del firme, tanto durante el diseño como después en la conservación, fase en la que se pueden requerir estrategias especialmente adaptadas a este tipo de deterioro que hasta ahora había sido prácticamente ignorado.

5. Agradecimientos

Este artículo recoge resultados de una investigación desarrollada en el marco del Proyecto Fénix (www.proyectofenix.es), el cual ha sido posible gracias a la contribución financiera del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) de España, a través de su Programa CENIT. Las entidades que participan en el Proyecto manifiestan su reconocimiento por dicha contribución. En particular, los autores quieren mostrar su agradecimiento a todas las organizaciones y empresas par-

Estudio de algunos casos de fisuración descendente en carreteras españolas

ticipantes y a sus numerosos colaboradores cuya capacidad de trabajo y eficacia han permitido el desarrollo de este Proyecto en un ambiente de cooperación.

6. Referencias

- [1] EUROPEAN COMMISSION. Development of New Bituminous Pavement Design Method. Final Report of the Action COST 333. Directorate General Transport, 2000.
- [2] ANDERSON, M., D'ANGELO, J., & HUBER, G. Forensic Investigation of Early Cracking on I-25 in Denver, Colorado. Report No. CDOT-DTD-R-2001-10. Final Report. Colorado Department of Transportation, 2001.
- [3] BALADI, G., SCHORSH, M., SVASDISANT, T. Determining the causes of top-down cracks in bituminous pavements. Report No. MDOT-PRCE-MSU-2003-110. Final report. East Lansing, Michigan: Pavement Research Centre of Excellence, Michigan Department of Transportation y Michigan Asphalt Paving Association. 255 p., 2003.
- [4] MYERS, L.A., ROQUE, R., RUTH, B.E. *Mechanisms of surface-initiated longitudinal wheel path cracks in high-type bituminous pavements*. Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists. Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 67, 1998.
- [5] CROLL, J.G.A. *Possible role of thermal ratchetting in alligator cracking of asphalt pavements*. International Journal of Pavement Engineering. Vol. 10, N° 6, 2009.

Métodos de ensayo.

UNE-EN 12697-12:2009.

Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa

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

Javier Loma, jloma@ohl.es

Asfaltos y Construcciones ELSAN

1. Objeto y principio del ensayo

Determinación de la adhesividad árido-ligante en una mezcla bituminosa mediante 3 procedimientos de ensayo distintos: rotura por tracción indirecta (método A), rotura a compresión (método B) y método de filtrado (método C). Este último (C) solamente es aplicable a las mezclas tipo SA, por lo que no se contempla en la presente ficha.

Se fabrican dos series de probetas, una de ellas se sumerge en agua a una temperatura especificada y se determina la pérdida de resistencia de la serie sumergida respecto a la que se mantienen en aire. Permite valorar el efecto de algunos productos (activantes o filleres de buena calidad) sobre una mezcla bituminosa.

2. Método operativo

Se preparan dos series de probetas cilíndricas con alguno de los métodos permitidos (impacto, vibratoria, giratoria, rodillo-neumático o compresión) y energías señaladas o también con testigos extraídos de la obra, en todos los casos con la misma edad y preparadas en una misma semana. Se agrupan en dos subconjuntos y se acondicionan de la siguiente forma:

- Probetas aire: se mantienen en aire a 20 ± 5 °C (A) o 18 °C y $50 \pm 10\%$ de humedad (B).
- Probetas agua: Se satura en agua a una presión de $6,7 \pm 0,3$ kPa durante 30 minutos (A) o una presión de 47 ± 3 kPa durante 120 minutos (B). Al concluir se comprueba sus dimen-

siones para asegurar que no ha aumentado su volumen más del 2% y se introducen en agua a una temperatura de acondicionamiento de 40 ± 1 °C durante 68-72 horas (A) o a una temperatura de 18 ± 1 °C durante 7 días (B).

La rotura a tracción indirecta (A) en España se realiza a 15 °C, mientras que para la rotura a compresión (B) la temperatura de ensayo es igual que la utilizada en el acondicionamiento (18 °C). Se mantienen las probetas a esta temperatura en aire o agua, según procedan, durante un tiempo superior a 2 horas para probetas con diámetro < 150 mm. o 4 horas para probetas con diámetro ≥ 150 mm. El resultado con ambas metodologías, A (ITSR) y B (i/C), es el porcentaje de resistencia de probetas sumergidas respecto a las conservadas en aire, lo que permite evaluar la pérdida de propiedades de una mezcla después de un proceso de deterioro acelerado con agua.

3. Equipamiento

Para la rotura se precisa una máquina de ensayo a compresión, con velocidad regulable de 50 mm/min para el método A o entre 45 y 65 mm/min para el método B. Para la rotura a tracción indirecta es necesario un bastidor de carga con bandas con distinta anchura en función del diámetro de la probeta de ensayo.

Otros elementos necesarios son el baño de agua, una cámara de aire capaz de regular la temperatura de su interior y un sistema de vacío (bomba, manómetro, etc..) capaz de alcanzar y mantener una presión residual de $6,7 \pm 0,3$ kPa (A) o $47 \pm 0,3$ kPa (B) durante 30 ± 5 minutos (A) o 120 ± 10 minutos (B).

4. Puntos críticos (para el método A)

En España la valoración de la adhesividad en una mezcla bituminosa se efectúa siguiendo el método A, rotura a tracción in-

Métodos de ensayo. UNE-EN 12697-12:2009. Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa



Figura 1. Rotura de probeta en el ensayo de sensibilidad al agua

directa, en sustitución del ensayo de inmersión-compresión (NLT 162) y el ensayo cántabro tras inmersión (NLT 362) para mezclas con alto contenido en huecos. Existen diferentes opiniones sobre la conveniencia de aplicar el ensayo de sensibilidad al agua para algunos tipos de mezclas, como las porosas.

La preparación de las probetas puede presentar algunos problemas, debiendo elegir el método de compactación más adecuado en función del tamaño máximo del árido. En ocasiones los requisitos dimensionales de las probetas no coinciden en las normas, como la fabricación de probetas con la gírotoria y diámetro de 150 mm. y esbeltez entre 0,66 y 1,05 (altura mínima 99 milímetros), cuando la norma de rotura (23) señala que el espesor de la probeta debe estar comprendido entre 35 y 75 milímetros, ajustándose con posterioridad mediante el aserrado por una de sus caras.

La precisión del ensayo, aun mejor que en el ensayo NLT de inmersión-compresión, es baja: 15% repetibilidad y 23% reproducibilidad (UNE EN 12697-12, apartado 10.1) o 7% repetibilidad y 20% reproducibilidad (Anillo interlaboratorios Asefma).

5. Comentarios

La temperatura de ensayo elegida en España para el ensayo de tracción indirecta es de 15 °C, apartado D.3 de la

Norma UNE EN 13108-20, y la energía de compactación con el método de impacto son 2x50 golpes, referencia C.1.2 de la tabla C.1 de la Norma UNE-EN 13108-20.

6. Especificaciones

Ver Tabla 1.

7. Bibliografía

- UNE-EN 12697-6. Densidad aparente.
- UNE-EN 12697-12. Determinación sensibilidad al agua.
- UNE-EN 12697-23. Resistencia a la tracción indirecta.
- UNE-EN 12697-30. Preparación de muestras compactador de impacto.
- UNE-EN 12697-31. Preparación de muestras compactador giratorio.
- UNE-EN 12697-32. Compactación en laboratorio mediante el compactador vibratorio.
- UNE-EN 12697-33. Elaboración de probetas con el compactador de placa.
- UNE-EN 13108-20. Ensayo inicial de tipo.
- NLT 162. Inmersión-compresión
- NLT 362. Cántabro tras inmersión.
- Ingeniería Civil 161/2011. Anillo ensayos interlaboratorios Asefma.

El ensayo de sensibilidad al agua aporta información importante sobre el comportamiento de una mezcla sometida a la acción del agua y temperatura. Puede ser conveniente apoyarse en otros ensayos complementarios que permitan ayudar a valorar esta propiedad.

Tabla 1. Especificaciones.

Tipo de mezcla	Documento	Base e intermedia	Rodadura
AC (UNE-EN 13108-1)	Art. 542 del PG-3	>80%	85
BBTM (UNE-EN 13108-2)	Art. 543 del PG-3		90
PA (UNE-EN 13108-7)			85

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 6 de febrero de 2012 hasta 8 de mayo de 2012.

Sección Normativa

NORMAS DE ÁRIDOS		
Norma	Título	Anula
UNE-EN 933-3: 2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas	UNE-EN 933-3:2004
Proyecto norma	Título	
PNE-EN 932-5 (*)	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 5: Equipo común y calibración	
PNE-EN 933-1 (*)	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método tamizado	
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-EN 933-8 (*)	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena	
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-FprEN 13242	Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes	
PNE-FprEN 13043	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas	
PNE-FprEN 16236	Evaluación de la conformidad de los áridos	
PNE 146132	Áridos para carreteras. Especificaciones adicionales	

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS	
Norma	Título
PNE-EN 58 (*)	Betunes y ligantes bituminosos. Toma de muestras de ligantes bituminosos
PNE-FprEN 1425	Betunes y ligantes bituminosos. Caracterización de las propiedades perceptibles
PNE-EN 1428 (*)	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas. Método de destilación azeotrópica
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 12597	Betunes y ligantes bituminosos. Terminología
PNE-FprEN 13075-1	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 1: Determinación del índice de rotura de las emulsiones bituminosas catiónicas. Método de la carga mineral
PNE-prEN 13808	Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS (CONTINUACIÓN)

Proyecto norma	Título
PNE-prEN 13924-2	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 2: Ligantes bituminosos multigrado
PNE-FprEN 14769	Betunes y ligantes bituminosos. Acondicionamiento por envejecimiento a largo plazo acelerado usando un recipiente de envejecimiento a presión (PAV)
PNE-FprEN 14770	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase usando un reómetro de corte dinámico (Dynamic Shear Rheometer (DRS))
PNE-FprEN 14771	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia a la flexión. Reómetro de flexión (BBR)
PNE-prEN 15322	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los ligantes bituminosos fluidificados y fluxados
PNE-FprEN 16345	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia de las emulsiones bituminosas empleando el viscosímetro Redwood N° II
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-FprEN 12697-1	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble
PNE-FprEN 12697-6	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas
PNE-FprEN 12697-11	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 11: Determinación de la afinidad entre áridos y betún
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-FprEN 12697-24	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 24: Resistencia a la fatiga
PNE-EN 12697-26 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 26. Rigidez
PNE-EN 12697-30 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 30: Preparación de probetas mediante compactador de impactos
PNE-FprEN 12697-34	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 34: Ensayo Marshall
PNE-FprEN 12697-39	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 39: Contenido en ligante por ignición
PNE-FprEN 12697-40	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 40: Drenabilidad in situ
PNE-FprEN 12697-42	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 42: Cantidad de materias extrañas en asfalto reciclado
PNE-FprEN 12697-45	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 45: Ensayo de módulo de tracción después de saturación condicionada
PNE-FprEN 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 DE CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Norma	Título	Anula
UNE-EN 13036-4	Método para medir la resistencia al deslizamiento/derrape de una superficie. Parte 4: Ensayo del péndulo	UNE-EN 13036-4:2004
Proyecto norma	Título	
PNE-CEN/TS 13036-2	Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Métodos de ensayo. Parte 2: Evaluación de la adherencia de la superficie de la carretera mediante sistema de medida dinámicos	

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

Legislación y otras disposiciones (documentación actualizada a 7 de mayo de 2012)

PROGRAMAS INTERNACIONALES DE I+D (INTEREMPRESAS INTERNACIONAL)

Resolución de 20 de abril de 2012, de la Presidencia del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, por la que se aprueba la convocatoria para el año 2012 del procedimiento de concesión de subvenciones del subprograma de apoyo a la participación de empresas en programas internacionales de I+D (Interempresas Internacional), en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011.

Al amparo de la Orden CIN/1559/2009, de 29 de mayo, por la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de ayudas públicas a la ciencia y tecnología en la línea instrumental de articulación e internacionalización del sistema, enmarcada en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 («Boletín Oficial del Estado» número 143, de 13 de junio de 2009), prorrogado por acuerdo de Consejo de Ministros de 7 de octubre de 2011, por la presente resolución se aprueba la convocatoria para el año 2012 del procedimiento de concesión de las subvenciones correspondientes al subprograma de apoyo a la participación de empresas en programas internacionales de I+D (Interempresas Internacional), incluidas en el Programa Nacional de Internacionalización de la I+D.

En particular, la presente convocatoria tiene por objeto favorecer la participación de empresas españolas en el programa internacional EUROSARS, creado mediante Decisión n.º 743/2008/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, sobre la participación de la Comunidad en un programa de investigación y desarrollo, emprendido por varios Estados miembros, destinado a apoyar a las PYME que realizan actividades de investigación y desarrollo.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (PID)

Los beneficiarios son "Empresas y organizaciones con finalidad empresarial" pudiendo tratarse de Grandes empresas o de PYMEs

Los proyectos de Investigación y Desarrollo (PID) son proyectos empresariales de cualquier sector o temática, de carácter aplicado para la creación y mejora significativa de un proceso productivo, producto o servicio. Pueden comprender tanto actividades de investigación industrial como de desarrollo experimental, y pueden ser presentados por una empresa o por una agrupación o consorcio de empresas.

La duración de los proyectos será de 1 a 3 años. El CDTI financia proyectos con un presupuesto mínimo a partir de 200.000 € (en la práctica > 250.000 €). El instrumento financiero de apoyo al proyecto serán préstamos al 0% de interés, que pueden contar con Tramos No Reembolsables. El préstamo puede ser de hasta un 60% del presupuesto, subiendo hasta el 75% cuando se asigne financiación de Fondo Tecnológico.

REACH

- **REGLAMENTO (UE) N° 109/2012** de la Comisión de 9 de febrero de 2012, por el que se modifica el Reglamento (CE) N° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) en lo que respecta a su anexo XVII (sustancias CMR).
- **REGLAMENTO (UE) N° 125/2012** de la Comisión de 14 de febrero de 2012, por el que se modifica el anexo XIV del Reglamento (CE) N° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH).



NUEVO REGLAMENTO DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Como ya se avanzó en el número 3 de la revista, con fecha 9 de marzo de 2011 se ha publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea el reglamento nº 305/2011 por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y que deroga la Directiva 89/106/CEE.

Para poder adaptar estos nuevos requerimientos, el CEN (Comité Europeo de Normalización) mediante resolución 6/2012, aprobada en su reunión del 20 al 21 de marzo, ha emitido un documento en el que se especifica el contenido del Anexo ZA de las normas armonizadas, así como una guía de la metodología a seguir para la evaluación y la verificación de las prestaciones de los productos de construcción.

El anexo ZA ha sido adaptado incluyendo los requisitos a tener en cuenta para el uso previsto, tanto en la definición de la información a emitir para las características esenciales, como los diferentes sistemas disponibles, y sus requerimientos, para la evaluación de la conformidad de las propiedades declaradas, y a partir de todo ello conseguir el Mercado CE por parte del fabricante.

Estos documentos pueden descargarse desde la web de Asefma, www.asefma.es

Recomendaciones para Pliego de Mezclas Templadas de la Junta de Andalucía

El creciente interés experimentado por las empresas constructoras, y en concreto las empresas fabricantes de mezclas bituminosas, en la minimización de los impactos medioambientales ha llevado al estudio y desarrollo de mezclas bituminosas a temperaturas inferiores que las convencionales, siendo un material intermedio entre las mezclas en caliente y las mezclas en frío, con el objetivo de conseguir unas prestaciones semejantes a las mezclas en caliente.

Este interés también ha calado en la administración, interesada en conocer el comportamiento de estas nuevas mezclas más amigables con el medio ambiente. Prueba de ello ha sido la emisión de unas *Recomendaciones para la redacción de Pliegos para el uso de Mezclas Bituminosas Templadas*, trabajo desarrollado por la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía, con la colaboración de dos empresas del sector; General de Estudios y Proyectos y Eiffage Infraestructuras y la empresa de Control de Calidad CEMOSA.

Este trabajo se ha desarrollado como resultado de dos proyectos de investigación que la Consejería de Obras Públicas y Vivienda de la Junta de Andalucía ha suscrito con las dos empresas indicadas, a partir de los cuales, ha sido posible la ejecución de tramos de obra, lo que ha permitido la recopilación y evaluación de los resultados obtenidos de dos obras ejecutadas, empleando este tipo de mezclas. Los trabajos de investigación han sido:

- Utilización de Mezclas Bituminosas Templadas con emulsión en firmes de carreteras. Pozoblanco (Córdoba).
- Utilización de Mezclas Bituminosas Templadas con betún en firmes de carreteras. Jédula (Cádiz).

En este documento se describen las características de las mezclas templadas fabricadas a una temperatura inferior a 100 °C, utilizando dos métodos de fabricación, en función del ligante utilizado; uno empleando emulsión bituminosa y otro método utilizando betún como ligante.

Estas recomendaciones se han redactado tomando como guión el índice del pliego de prescripciones Técnicas Generales PG-3, incluyendo desde las características de los materiales y fórmulas de trabajo, contemplando en este ca-

so las actualizaciones de los nuevos Marcados CE para los ligantes bituminosos (emulsiones y betunes), hasta el proceso de fabricación para cada una de las técnicas, así como el control de calidad y especificaciones para las diferentes características. El ámbito de aplicación del documento es para las categorías de tráfico pesado T2 a T4.

Lo más destacado del documento es la descripción de las peculiaridades y las consideraciones que es necesario tener en cuenta, tanto para la fabricación como para el control de calidad de estas mezclas en cuanto a las diferencias respecto de las mezclas convencionales en caliente. Dentro de estas peculiaridades, destacan los siguientes puntos:

- Se han definido las características de las instalaciones para la fabricación de estos tipos de mezclas, así como el equipamiento requerido para su fabricación.
- Se establecen las medidas a considerar para la elaboración de la fórmula de trabajo realizada en el laboratorio y complementada con una prueba inicial en planta antes del comienzo de la obra para definir todos los parámetros a tener en cuenta para la fabricación de la mezcla.
- Se incluyen las indicaciones para el empleo de la compactación giratoria para este tipo de mezcla, ya que la humedad residual de la mezcla afecta negativamente a la obtención de una adecuada compactación aplicando el método de impacto; permitiendo con la compacta-



Noticias del sector

ción giratoria alcanzar las condiciones de compactación en obra.

- Se ha definido un protocolo para la conservación de las mezclas desde la toma de muestra en obra o en planta hasta su ensayo en el laboratorio, con el fin de asegurar que las mezclas son ensayadas en las mismas condiciones en las que han sido puestas en obra.
- Se definen unos criterios de control para la manipulación de las muestras en el laboratorio, desde la consideración de la humedad final de la mezcla para asegurar que la puesta en obra se consiga con todas las garantías de calidad hasta criterios de acondicionamiento de las mezclas para su ensayo a temperaturas inferiores a 100 °C.
- Se describen los criterios a tener en cuenta para la puesta en obra, poniendo especial hincapié en la necesidad de la ejecución de tramos de prueba para evaluar los requisitos a considerar para el extendido y compactación final de la mezcla, así como también la necesidad

de definir las temperaturas tanto para el inicio de la puesta en obra como para su finalización.

Con este documento, el objetivo buscado es una presentación de especificaciones basadas en resultados obtenidos del comportamiento de las mezclas templadas y que, a su vez, pueda ser una guía de utilidad para los proyectistas, contratistas de obras y laboratorios de control de calidad, para las obras en las que se considere, como una opción viable, la aplicación de unas mezclas con unas prestaciones semejantes a las mezclas bituminosas en caliente, pero más amigables con el medioambiente y que conlleven, además, una mejora de las condiciones de trabajo, seguridad y salud laboral.

Estas recomendaciones han sido revisadas por las dos asociaciones del sector relacionadas con las mezclas bituminosas ASEFMA y ATEB.

http://www.aopandalucia.es%2Fnetfiles%2Fagencia_estructura%2F442012132549.pdf&ei=Cp2yT5HcJCFhQfu_smIDA&usg=AFQjCNFNIM2Jf_rLUtql4030OfyMqF6kFg

Aglomerado COLOREADO

Pigmento tradicional en polvo



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.

NUEVO PIGMENTO EN ESCAMAS



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

Análisis de los Presupuestos del Estado para 2012 (Ministerio de Fomento)

En los primeros días del mes de abril de 2012, se han presentado los Presupuestos Generales del Estado para este año. En la actualidad están en fase de discusión parlamentaria para su aprobación definitiva. Dentro de la austeridad generalizada como consecuencia de la situación económica española y mundial, en el capítulo referente a la construcción de nuevas carreteras, el presupuesto de licitación previsto para el periodo de 2012 a 2015 es de unos 204 millones de euros. Por contrapartida, este mismo presupuesto en ADIF se aproxima, en licitación en este periodo, a los 14.000 millones de euros, con dedicación mayoritaria a la construcción de líneas de alta velocidad.

El presupuesto para la conservación y explotación de carreteras, recogido en el Programa 453C, en lo referente a inversiones previstas para 2012 fija la cantidad de 873 millones de euros (en su mayoría para contratos de mantenimiento de la vialidad en las carreteras), sensiblemente inferior a la cifra correspondiente al año 2011.

Según los datos obtenidos en el Informe de los resultados del Estudio sobre Necesidades de Inversión en Conservación, desarrollado por la Asociación Española de la Carretera (AEC), las carreteras españolas se encuentran, en este momento, en un estado de conservación deficiente, con un déficit acumulado de 5.500 millones de euros. Según la memoria descriptiva de los Presupuestos de 2012, en el capítulo de refuerzo de firmes, que son las obras de clave 32 del Ministerio de Fomento, lo previsto inicialmente para el año 2012 es de 56 millones de euros en la red de carreteras del Estado. Evidentemente, si esta cifra no se modifica, el déficit acumulado al final de este año será sensiblemente mayor; y el estado de conservación de las carreteras será todavía más deficiente, lo que puede afectar de manera importante a la comodidad y seguridad de los usuarios de las mismas.

Nueva campaña 'Ponle Freno' para 2012

El pasado día 21 de marzo se celebró la Cuarta edición de la entrega de los premios de la Campaña 'Ponle Freno'

del año 2011. Asimismo, se presentó la nueva campaña para el año 2012. En ella se han incluido varios objetivos. Entre ellos, se puede destacar la celebración de las III Jornadas Virtuales, se fomentará la Educación Vial, se realizará una campaña para conseguir que las administraciones titulares de las carreteras se comprometan a colocar los radares de nueva instalación sólo en los denominados Puntos Negros y en los Tramos de concentración de Accidentes. De esta manera, al provocar la reducción de la velocidad en estos puntos, contribuirán de manera muy efectiva a la mejora de la seguridad, disminuyendo el número de accidentes y la gravedad y consecuencia de los mismos.

Asimismo, volverán a lanzar la campaña 'Se buscan señales y carreteras peligrosas', que tan buenos resultados dio el año 2011. Desde la Revista Asfalto y Pavimentación animamos a todas las personas a participar activamente en esta campaña, denunciando mediante imágenes aquellos tramos y puntos de las carreteras que presenten un mal estado del firme, como consecuencia de una falta de conservación del mismo y que pueda afectar en mayor o menor medida a la seguridad de los usuarios, que somos todos.

I Congreso Nacional de la Industria de la Construcción

El pasado día 8 de mayo se celebró el I Congreso Nacional de la Industria de la Construcción, organizado por la Confederación Nacional de la Construcción (CNC) en la Zona de Convenciones Norte de IFEMA en Madrid, dentro de la Semana Internacional de la Construcción.

El acto inaugural estuvo presidido por la Ministra de Fomento, D^a Ana Pastor Julián, y por el Presidente de la CNC, D. Juan Lazcano Acedo.

La Jornada estuvo formada por varias ponencias y algunas mesas redondas sobre los temas y con la participación de las personas que se detallan a continuación:

- **Ponencia de Asuntos Económicos y Financieros**
D. Alberto Soler-Vera (Director General de Macroeconomía y Economía Internacional del Ministerio de Economía y Competitividad).

Noticias del sector

- **Ponencia de Infraestructuras**
D. Gonzalo Ferre Moltó (Secretario General de Infraestructuras del Ministerio de Fomento).
- **Mesa de Asuntos Laborales**
Con la participación de D. Santiago Soler Pérez, D. Salvador del Rey Guanter y D. Ignacio García-Perrote.
- **Mesa de Financiación de Infraestructuras**
Con la participación de D. Javier Parada Pardo y D. José Manuel Vassallo Magro.
- **Ponencia de edificación y productos de la construcción**
D. José Luis Suárez Barragato.
- **Ponencia de Internacionalización**
D^a María del Coriseo González-Izquierdo (Consejera Delegada del ICEX).
- **Ponencia de Asuntos Sociales y Formación**
D. Marcos Peña Pinto (Presidente del Consejo Económico y Social de España).

Por último, al final de la mañana, se realizó el acto de clausura del Congreso, a cargo de D. Juan Rossel (Presidente de CEOE) y D. Pedro Llorente Cachorro (Subsecretario de Empleo y Seguridad Social del Ministerio de Empleo y Seguridad Social).

Nuevas condiciones del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) para los proyectos de investigación

En el Consejo de Administración de este organismo, celebrado el pasado día 26 de abril de 2012, se han aprobado las nuevas características de las ayudas del CDTI para los Proyectos Individuales y de Cooperación Nacional de I+D+i.

Entre los cambios más importantes que se han producido, podemos destacar los siguientes:

- Se rebaja el presupuesto mínimo por proyecto y participante de 240.000 euros a 200.000.
 - Se suprime el tramo no reembolsable básico para grandes empresas. En estos casos, la ayuda revestirá únicamente la forma de préstamo sin intereses.
 - En el caso de Pymes, el tramo no reembolsable básico pasa del 15% al 5%.
 - Se rebaja el límite para la exención de garantías a las Pequeñas Empresas, desde 500.000 euros hasta un importe máximo de 250.000 euros por empresa y conjunto de empresas vinculadas o asociadas.
 - Se eleva del 10% al 20% el tramo no reembolsable adicional para los proyectos realizados en regiones todavía con fondo tecnológico disponible, independientemente del tamaño de la empresa.
 - En el caso de proyectos de cooperación tecnológica internacional, el tramo no reembolsable adicional pasa del 15% al 18% para grandes empresas. Para pymes, se mantiene en el 18%.
 - En el caso de las subcontrataciones de entidades de investigación superiores al 10%, el tramo no reembolsable adicional para grandes empresas pasa del 6% al 10%. Para pymes se mantiene en el 10%.
- Las ayudas son en forma de préstamos al 0% de interés, a devolver en diez años (tres de carencia y siete para la devolución).
- En principio, CDTI dispone para el 2012 de un presupuesto aproximado de 900 millones de euros para los proyectos de I+D (importe comparable al del año 2009). La convocatoria CDTI está abierta todo el año y se pueden presentar los proyectos a través de la aplicación telemática del Centro.
- Baja del 75% al 60% el porcentaje máximo de financiación sobre el presupuesto total del proyecto.

Calendario de eventos

AÑO 2012		
31 de mayo Cátedra MLN - Un. Zaragoza	Jornada Técnica. Firmes de Carretera. Sostenibilidad	Zaragoza (España) www.catedramln.unizar.es
5 de junio Asociación Técnica de Carreteras	Jornada Técnica sobre actuaciones sostenibles en la conservación de firmes congresos@atc-piarc.com	Madrid (España) http://www.atc-piarc.com
11-13 de junio Nordiskt Vägforum	Via Nordica 2012 congress@congress.is	Reykjavik (Islandia) http://vianordica2012.is
13-15 de junio EAPA - Eurobitume	5th Euraspalt & Eurobitume Congress info@eapa.org / info@eurobitume.eu	Estambul (Turquía) www.eecongress.org
20-22 de junio RILEM	7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements info@rilem2012.org	Delft (Holanda) www.rilem2012.org
25-29 de junio Asociación Internacional de Caminería	XI Congreso de Caminería Hispánica cchs_camineria@cchs.csic.es	Madrid (España) www.ai-camineria.com
10-12 de julio IFFTAR - CSTB - RILEM -	Conférence internationale Life Cycle Assessment and Construction ISIE - SETAC	Nantes (Francia) www.ifsttar.fr/en/home/
28-30 de agosto University of Auckland	VII International Conference on Maintenance and Rehabilitation Pavements and Technological Control mairepav@auckland.ac.nz	Auckland (Nueva Zelanda) www.mirepav7.co.nz
17-18 de septiembre Un. de California, EUA - Un. do Minho, Portugal	Third Workshop on Four Point Bending 4pb@civil.uminho.pt	Davis - California (EEUU) www.civil.uminho.pt/4pb
19-21 de septiembre Un. de California, EUA	4th International Conference on Accelerated Pavement Testing djjones@ucdavis.edu	Davis, California (EUA) www.ucprc.ucdavis.edu
19-22 de septiembre TRB	7th Symposium on Pavement Surface Characteristics: SURF 2012 Rcunard@NAS.edu	Norfolk, VG (EEUU) www.trb.org
25-28 de septiembre ARRB	25th ARRB Conference lydia.chong@arrb.com.au	Perth (Australia)
1-3 de octubre ISAP TC APE	ISAP 2nd International Symposium on Asphalt Pavements & Environment ISAPinfo@comcast.net	Fortaleza (Brasil) www.det.ufc.br/isap2012/
4-6 de octubre Federación de Áridos	III Congreso Nacional de Áridos gprensa@aridos.org	Cáceres (España) www.cinca6.es
10-12 de octubre AEMA - IBEF	ISAET'12. 5th International Symposium on Asphalt Emulsion Technology krissoff@aema.org	Arlington - VG - EUA www.aema.org
22-26 de octubre Comisión Permanente del	XXXVII Reunión del Asfalto	Córdoba (Argentina) www.cpasfalto.org
23-26 de octubre AR 2012	Asphalt Rubber 2012 Conference catia.dantas@consulpav.com	Munich (Alemania) www.consulpav.com/ar2012
21-23 de noviembre SITEB - Padova Fiere	Asphaltica asphaltica@padovafiere.it	Padua (Italia) www.asphaltica.it
10-12 de diciembre AEC	III Feria Carretera y Nieve congresos@aecarretera.com	Andorra www.aecarretera.com
AÑO 2013		
9-13 de noviembre IRF - AEC	17th IRF World Meeting mrodrigo@aecarretera.com info@irf2013.com	Riad (Arabia Saudí) www.aecarretera.com / www.irf2013.com

Mirando al pasado

Noviembre-diciembre 1978

 **Boletín Pícnis**
PRODUCTOS ASFALTICOS, S. A. • PÍCNIS • OUREDO, 21 • TEL. 343 8287 • MADRID

VOLUMEN III - PAG. 773



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

Cuando redactamos estas líneas está terminándose el año 1978, que no ha sido ciertamente un año muy brillante para las carreteras españolas, sino que ha mantenido la tónica que empezó a manifestarse a partir de 1973, de reducción de la actividad y empeoramiento progresivo del estado de conservación de los firmes. No vamos a insistir de nuevo en el tema que ha sido «leit motiv» prácticamente invariable de los comentarios de actualidad durante una serie de números del Boletín, es decir, la insuficiencia de los créditos, no sólo para construcción o mejoramiento de la red, sino para conservación de lo existente, y de los comentarios sobre lo antieconómica y peligrosa que en todos los aspectos es esta situación. Pero sí podemos referirnos a algunas consecuencias secundarias de esta lamentable situación económica y de los efectos que tiene sobre la actividad de los técnicos y constructores españoles.

Quizá el efecto más evidente y el más perjudicial es la generalización del desaliento y la falta de entusiasmo. El trabajar continuamente en un ambiente de penuria y con la conciencia clara de que, por mucho que se haga, la carencia de medios económicos hará imposible conseguir unos resultados no ya brillantes, sino sencillamente tolerables en las actividades a que uno se dedica, conduce casi inevitablemente al desánimo y la falta de interés. Esto no quiere decir que no siga cada uno cumpliendo con su deber con el mayor celo posible, pero sí que falta esa alegría que permite los resultados brillantes y las iniciativas espectaculares.

Si comparamos el desarrollo de la técnica española de carreteras en estos últimos años con la de otros países, observamos que, aunque también en el extranjero se ha producido últimamente cierta disminución en la actividad constructora, teniendo en cuenta que allí se partía en general de presupuestos mucho más elevados que permiten cubrir no sólo lo estrictamente necesario, como ocurría en nuestra patria, sino que contaban con un margen de seguridad apreciable por encima de esta cifra mínima, la reducción de actividad no ha producido en su conjunto un aplanamiento tan acentuado en la evolución técnica. Evidentemente, el país donde mayor era el margen y, por consiguiente, donde continuaban desarrollándose las cosas con mayor normalidad, es los Estados Unidos, que es de donde siguen viniendo noticias de innovaciones técnicas, bien desarrolladas allí o bien consistentes en el desarrollo y adaptación generalizada de novedades procedentes de Europa, siempre dentro del marco de las circunstancias actuales y adaptándose a las necesidades del momento. Concretamente, nos estamos refiriendo al desarrollo, original de aquel país, de los sistemas de recuperación de firmes viejos para lograr un ahorro de materiales (en muchos lugares de los Estados Unidos empieza a ser difícil encontrar áridos nuevos de calidad satisfactoria); a la generalización y empleo en casi todos los Estados de las plantas con tambor secador-mezclador, y al desarrollo de reglamentos y equipos encaminados a mejorar la protección ambiental en relación con la utilización de las plantas de áridos y de aglomerado. En relación con este último tema se está produciendo incluso un resflujo con cierta marcha atrás en disposiciones excesivamente exigentes que encarecen o hacen prácticamente inviable la actividad en algunos casos.

En España hace ya varios años que no se produce prácticamente ninguna novedad en el campo de la pavimentación: nos basta con sobrevivir, pero es de temer que esta depresión vuelva a llevarnos de nuevo, a lo largo de unos cuantos años de penuria, a una situación de retraso técnico respecto a los demás países de la que prácticamente habíamos logrado recuperarnos.

Y no hay que olvidar que en todos los países desarrollados, y muy especialmente en los Estados Unidos de Norteamérica, surgen cada vez más voces que protestan de la degradación de las carreteras como consecuencia de la insuficiencia de los créditos disponibles. ¿Qué dirían si tuvieran una situación como la española?

En los países con tradición democrática, cuando los ciudadanos están descontentos de algún aspecto de la función pública dirigen sus quejas a sus representantes en el Congreso. En España no estamos todavía acostumbrados a ello pero quizá sería bueno que los habitantes de los muchos pueblos y aun ciudades cuyas carreteras se están desmoronando hicieran llegar su protesta a sus diputados de forma lo más ruidosa posible. Quizá empezáramos a mejorar...

Redes sociales: Ya somos 200

Los grupos en la red social LinkedIn se han convertido en una de las herramientas más efectivas para compartir conocimiento, debatir y conocer a otros profesionales en campos afines a los nuestros.

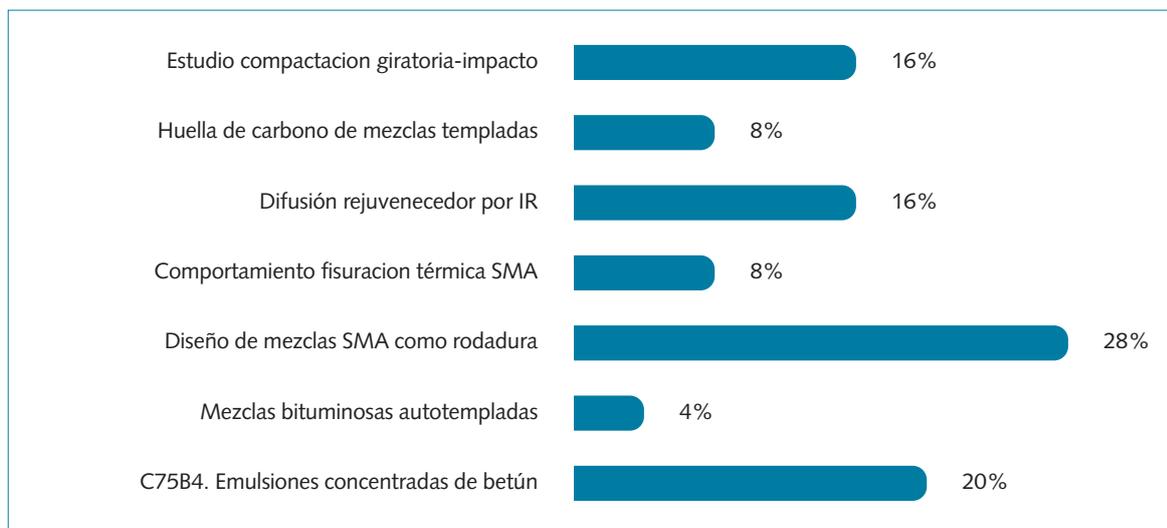
El grupo ASFALTO&PAVIMENTACION ha superado los 200 miembros desde su creación, el pasado mes de julio, y sigue creciendo día tras día, lo que da muestra de la importancia que estas herramientas tienen para el contacto profesional y el intercambio de ideas y experiencias. Destacamos en esta ocasión el sondeo realizado entre los miembros del Grupo

sobre la comunicación libre que resultará ganadora durante la VII Jornada Nacional de ASEFMA.

Por otra parte, sigue creciendo el volumen de descargas de la revista desde la web www.asfaltopavimentacion.com, especialmente desde Sudamérica, llegando a superar el volumen de ejemplares impresos.

Estas son las siete comunicaciones libres elegidas este año para la presentación en las VII Jornadas Nacionales de ASEFMA. ¿Cuál crees que ganará el premio a la mejor comunicación? VOTA

Sondeo publicado el 4/5/2012

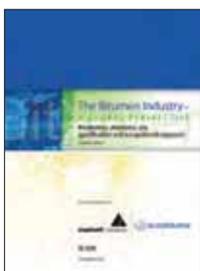


Síguenos en LinkedIn en el grupo ASFALTO&PAVIMENTACION



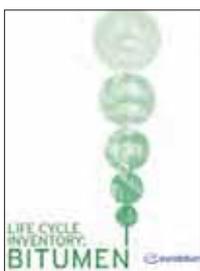
Lecturas recomendadas

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



“The bitumen industry- A global perspective”

Es un documento imprescindible de referencia para todos interesados en la química del betún y su influencia en las condiciones de manejo y salud laboral. Elaborado por el Asphalt Institute y Eurobitume, se trata de la segunda edición que cobra especial relevancia a raíz de los estudios de la IARC. Documento descargable desde la página web de Eurobitumen:
<http://www.eurobitume.be/press/news/eu-safety-environmental-legislation>



“Life cycle inventory: Bitumen”

Para todos aquellos profesionales que trabajen en el campo del análisis de ciclo de vida este documento es básico para disponer datos de inventario de ciclo de vida del betún. Todas las bases de datos más acreditadas utilizan esta información. Sustituye y complementa a un inventario que data de 1999. Documento descargable desde la página web de Eurobitumen:
<http://www.eurobitume.be/press/news/eurobitume-working-make-safer-environment>



“Manual del profesional para la elaboración de planes de acción contra el ruido en el ámbito local”

El proyecto Silence es uno de los más acreditados trabajos sobre la temática de ruido causado por el transporte. Entre los numerosos documentos generados, puede tener un gran interés práctico esta versión en español de un documento ya publicado en versión inglesa. Documento descargable desde la página web del proyecto Silence:
<http://www.silence-ip.org/site/>



Guidelines for project selection and materials sampling, conditioning, and testing in wma research studies

Este resumen muestra de forma clara y detallada las principales conclusiones a las que se está llegando en el desarrollo de las mezclas asfálticas a baja temperatura en los EEUU. Descargable desde:
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rrd_370.pdf

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.

Con fecha 14 de mayo de 2012, las licitaciones correspondientes al grupo 32 continúan siendo cero, con los que nos acercamos a 17 meses seguidos desde la última licitación, con clave 32-HU-6050, que se produjo el día 30 de diciembre de 2010.

La producción de mezcla bituminosa en España en el año 2011, según la estadística elaborada por Asefma, se situó en 29,6 millones de toneladas, es decir, un 15% menos que en el 2010. Es el cuarto año consecutivo de caídas en la producción.

Datos económicos

El Producto Interior Bruto generado por la economía española en el cuarto trimestre de 2011, ha registrado un crecimiento del 0,3% respecto al mismo periodo del año anterior. De esta manera, desacelera su crecimiento interanual, disminuyendo 5 décimas con respecto al trimestre precedente. El desglose por componentes del PIB revela que la contracción de la actividad está siendo impulsada por un retroceso de la demanda interna mayor del esperado.

Esta menor actividad se ha traducido en un deterioro del mercado laboral, con una importante caída de la ocupación, según muestra la encuesta de población activa del cuarto trimestre. En los últimos tres meses del año el número de parados aumentó en 295.300 personas, lo que supone un 12,3% más que en el cuarto trimestre de 2010. A lo largo de 2011, se produjo un aumento de 577.000 personas en la lista de parados, que asciende hasta las 5.273.600 personas. Esta cifra, unida a la ligera caída de la población activa, ha provocado que la tasa de paro alcance el 22,85%, la mayor alcanzada desde el año 1994.

Indicadores del sector de la construcción

La actividad en el sector de la construcción continúa en niveles mínimos. La persistencia de los problemas en los mercados financieros y la incertidumbre de la economía real en Europa y España, condicionan la recuperación del sector de la construcción a corto y a medio plazo. El segmento de mercado de rehabilitación, a pesar de aumentar su importancia relativa en el conjun-

Demanda. Volumen encadenado con referencia 2000. Tasas de variación interanual.

	1T 2010	2T 2010	3T 2010	4T 2010	1T 2011	2T 2011	3T 2011	4T 2011
Construcción	-12,2	-9,4	-9,5	-9,3	-9,2	-8,1	-7,0	-8,2
Producto Interior Bruto	-1,3	0,0	0,4	0,7	0,9	0,8	0,8	0,3

Oferta. Volumen encadenado referencia 2000. Tasas de variación interanual.

	1T 2010	2T 2010	3T 2010	4T 2010	1T 2011	2T 2011	3T 2011	4T 2011
Construcción	-8,9	-8,7	-7,6	-5,9	-4,9	-3,2	-3,2	-3,7
Producto Interior Bruto	-1,3	0,0	0,4	0,7	0,9	0,8	0,8	0,3

Secciones fijas

to de la actividad, registra una tendencia decreciente.

A su vez, la licitación oficial en el ámbito nacional para el conjunto de la construcción durante el año 2011, ha descendido un 46,08% respecto al total licitado en el mismo periodo del año anterior.

Para el sector de la construcción, el principal indicador sintético es el Índice del Clima de la Construcción (ICC) que, durante el cuarto trimestre de 2011, se ha calculado un valor medio en torno a los 55 puntos negativos. En el mes de diciembre el indicador muestra el menor valor del trimestre, calculado en -62,15 puntos. A lo largo de 2011 se han alcanzado los valores más bajos desde el inicio de estudio de la serie.

La licitación oficial en el ámbito nacional para el conjunto de la construcción durante el periodo enero-diciembre de 2011, ha descendido un 46,12% respecto al total licitado en el mismo periodo del año anterior, con un total acumulado de 11.813 millones de euros.

Atendiendo a la tipología de obra, se han destinado hasta diciembre 3.542,9 millones de euros a la edificación, lo que supone un descenso del 56,35% respecto al

año anterior. De esta cantidad, 783,8 millones fueron destinados a edificación residencial y 2.759 millones a edificación no residencial.

El 70,01% del valor de las licitaciones correspondieron a ingeniería civil, con un total de 8.270 millones de euros, un 40,04% menos que en 2010. La mayor parte se ha destinado a inversiones en infraestructuras ferroviarias (3.224,5 millones de euros) con un descenso del 3,21% respecto al año anterior, seguidas de las inversiones en carreteras y vías urbanas (2.296,4 millones de euros), que representa una disminución del 55,39% respecto a 2010.



Hoja de suscripción a la revista *Asfalto y Pavimentación*

Suscripción anual España: 30 euros / Suscripción anual extranjero: 45 euros

Nombre y apellidos

Cargo

Empresa / organismo

Dirección

Localidad

Código postal

Provincia

Teléfono

Fax

E-mail

Página web

Forma de pago:

Enviar datos a Editorial Prensa Técnica, S. L. (Castiello de Jaca, 29 - 3º Puerta 2 - 28050 Madrid) o bien a la dirección de correo electrónico asfalto@asfaltopavimentacion.com. Gracias por su colaboración.



SI QUIERE CONSTRUIR UNA CARRETERA CUENTE CON VOLVO



Volmaquinaria

Volmaquinaria de Construcción España

www.volmaquinaria.es
Info@volmaquinaria.es

Gracias a la completa gama de equipos de construcción de carreteras, Volvo le ayudará con sus proyectos paso a paso. Nuestra amplia red de concesionarios le ofrece repuestos, servicios y conocimientos del sector de primera clase. Consulte con el concesionario más cercano para que le ayude a adquirir los equipos que usted necesita para realizar su proyecto: motoniveladoras, compactadores de tierras y asfalto, extendedoras y fresadoras en frío. Su distribuidor Volvo, el socio que necesita para que su proyecto tenga éxito.

VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT





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.

Nuestro compromiso con la seguridad nos permite cumplir con los estándares internacionales más exigentes. Y todo ello gracias a la confianza y colaboración de nuestros clientes.

REPSOL YPF Lubricantes y Especialidades
Glorieta del Mar Caribe, 1. 28043 Madrid.

Más información en repsol.com

