

# ASFALTO

## y pavimentación

Número 6 · Volumen II · Tercer trimestre · 2012

número  
**6**

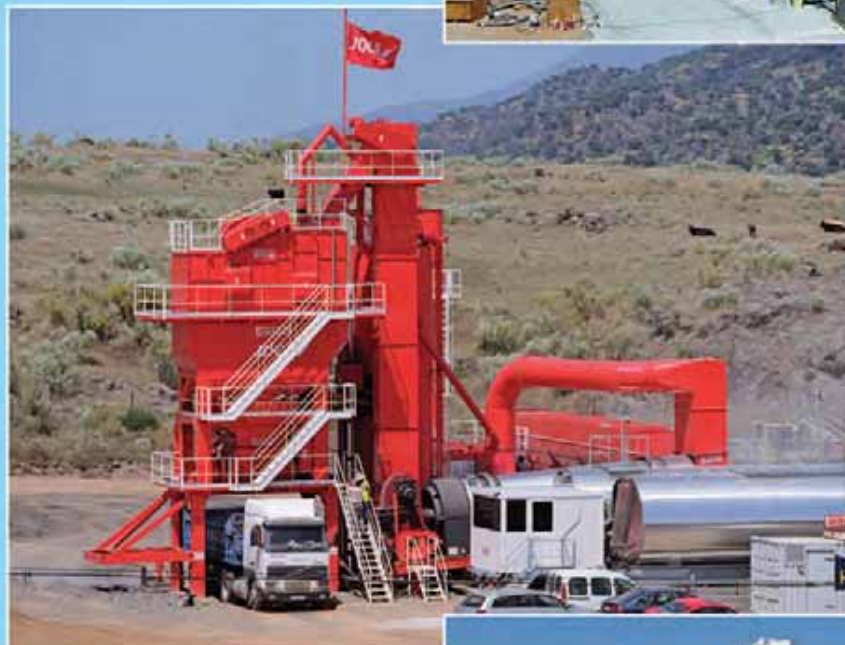


# INTRAME

## 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 6 · Volumen II  
Tercer 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 6 · Volumen II · Tercer trimestre · 2012

## Editorial

El asfalto: pasado, presente y futuro

05

## Tribuna

José Antonio Soto

07

## Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

Marisol Barral, Ramón Romera, Lucía Miranda, Fernando  
Bravo, José Berbis, Jesús Felipo, Marisa Carmona, Silvia  
Izquierdo, Santiago Gil, Francisco Javier Suárez, Rocío  
Cervantes, Javier Loma, Carlos Royo, Juan José Potti

09

## Desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa

Alfredo García García, Ana Tsui Moreno, Jesús Guillén  
Valencia, Jesús Felipo Sanjuán

29

## La declaración de prestaciones: nuevo requisito del Reglamento de Productos de la Construcción

Lucía Miranda Pérez

33

## Encuentros

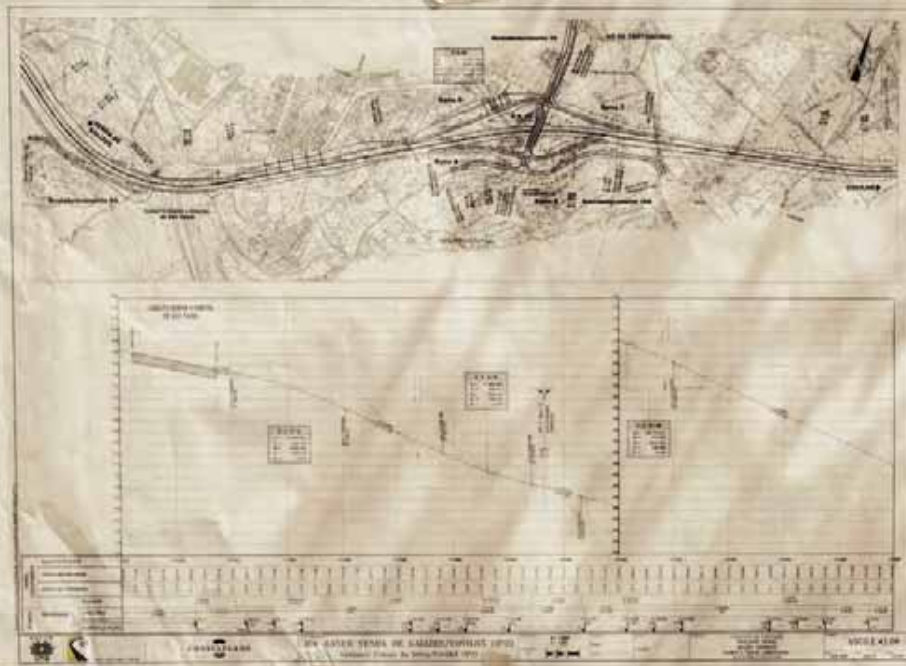
VII Jornada Nacional de Asefma,  
5º Congreso Euroasphalt&Eurobitume

37

## Secciones fijas

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

43



**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@galpennergia.com](mailto:buzon.espana@galpennergia.com)



# El asfalto: pasado, presente y futuro

La palabra asfalto, amén de otras connotaciones urbanitas, hace pensar inmediatamente en el mundo de las vías de comunicación, que unen pueblos, acercan personas y hacen posible el desarrollo de un país. En definitiva, estamos hablando de PROGRESO. Los caminos pasaron a denominarse carreteras cuando se empezó a utilizar un conglomerante negro, obtenido de la destilación del petróleo, con el que se consigue que los áridos, que completan la solución, permanezcan unidos y nos permitan pasar sobre ellos con la mayor seguridad y confort deseables.

A lo largo de la historia de las carreteras han sido muchas las soluciones utilizadas en su pavimentación, desde los Simples Tratamientos Superficiales hasta las más modernas mezclas asfálticas, dependiendo de factores tales como el tráfico, el clima, las características del terreno y otros de más reciente interés, como son el confort y la seguridad.

Es en uno de los primeros libros publicados en España sobre el Asfalto, denominado "ASFALTOS, consideraciones generales sobre el origen y la formación de los Asfaltos y de su empleo como elemento natural aplicado a las obras de utilidad pública y privada", de D. Isidoro Hugenet, que fue traducido al español por D. Feliciano Novella y Secall en el año 1852, donde, ya en el prólogo, el traductor alude a una técnica casi desconocida, e introducida en España por Asfaltos del Volcán, que "... causa una verdadera revolución en la arquitectura civil y militar".

A lo largo de los diferentes capítulos, el autor va describiendo su origen desde el punto de vista geológico, sus propiedades químicas, su empleo en la Antigüedad (Génesis capítulo IV, versículo 4, hablando del Arca de Noé: "... Bituminabis eam bitumine", *la asfaltaréis con este asfalto*), en Egipto o bien en Babilonia para impermeabilizar sus famosos jardines y el modo de utilizar el asfalto en aquella época.

Describe su uso en un recubrimiento de betún de guijarros como huevos de gallina y arena, teniendo la precaución de estar seco y bien apisonado, "ya que, de estar húmedo, la adherencia del mastic sería desigual".

Así mismo, comenta la ejecución de embaldosados con mastic y del "empedrado Mac-Adam con asfalto que ha sido empleado con éxito para calzadas de puentes y carreteras". También describe otras aplicaciones, como bóvedas, azoteas, tejados, estanques, cisternas, sótanos, silos, túneles, paramentos verticales...

Sobre el PRESENTE del asfalto se puede decir que es el conglomerante más utilizado a nivel mundial en obras de pavimentación de carreteras. Basta entrar en las comunicaciones de los congresos dedicados a carreteras para ver que el 99%, por no decir el 100%, se refieren a técnicas asfalteras. A la orden del día están las mezclas bituminosas a baja temperatura, betunes modificados, emulsiones bituminosas...

Otra gran ventaja, más valorada en la actualidad, es la reciclabilidad de los pavimentos asfálticos, por el gran ahorro que supone a nivel energético y de materiales. Podemos decir que es casi un "ligante eterno", si se trata adecuadamente.

Como no podía ser de otra manera, el mundo del asfalto está muy comprometido con el medio ambiente. Se ha logrado trabajar en unas condiciones tales en las que se está consiguiendo reducir las emisiones a la atmósfera en más de un 30%.

Naturalmente, conseguir esto ha sido posible con una gran inversión en I+D+i, como se ha podido comprobar en el desarrollo del proyecto FENIX y otros proyectos donde han participado universidades, administraciones y empresas privadas.

Se puede afirmar que es la única tecnología de carreteras que se adapta con inusitada rapidez a cualquier tipo de solicitud, clima, tipo de tráfico, situación económica o condiciones de seguridad y confort del usuario.

En cuanto al FUTURO, todo apunta a una mejora en todo lo relacionado con el medio ambiente. La seguridad seguirá en primer término de las preferencias para contribuir a una disminución de la accidentalidad en las carreteras con mezclas antideslizantes y rugosas, cada vez más silenciosas y confortables.

Otro punto que se está desarrollando cada vez más es el aprovechamiento de residuos, que podría determinar el lanzamiento definitivo de los betunes mejorados y modificados

con polvo de neumáticos y la utilización de otros residuos, siempre que se compruebe con anterioridad, con el seguimiento de los tramos de ensayo, que beneficia a los pavimentos desde el punto de vista de la economía, prestaciones, seguridad y medio ambiente.

Desafíos importantes son el desarrollo de mezclas asfálticas antienviejecimiento, la reciclabilidad de tercera generación, el aprovechamiento del calor que absorbe la carretera para calentamiento de agua (Primer Premio de las Presentaciones Libres en la Jornadas de Asefma de 2011), los pavimentos autorreparables, el desarrollo de las nanoemulsiones bituminosas, etc.

Pero, para poder mantener el actual nivel tecnológico y avanzar hacia el prometedor futuro planteado, es necesario salvar una serie de trabas que dificultan dicho avance y lo hacen más lento de lo que sería deseable.

Para incrementar el nivel de innovación en nuestro sector, es necesario que las empresas sigan invirtiendo en Investigación, Desarrollo e Innovación; y esto sólo se dará en el caso de que tengan la posibilidad de obtener un retorno económico a corto y medio plazo a través de incremento de margen, reducción de costes, incremento de cuota de mercado...

Es, por ello, necesario facilitar el acceso al mercado de las innovaciones que se producen, asumiendo el riesgo que siempre conllevan y reduciendo, en lo que sea posible, el tiempo de incorporación de las mejores técnicas innovadoras al mercado, teniendo en cuenta la dificultad de comprobar los resultados de los diferentes productos y técnicas a largo plazo. Es importante destacar que contratos de concesión, donde el concesionario va a ser el responsable del mantenimiento a largo plazo, pueden permitir que se invierta en soluciones innovadoras, donde el concesionario asume un riesgo en su aplicación a cambio de esperar un mayor retorno a medio y largo plazo.

También es importante una rápida adaptación de la Normativa a la evolución de los productos y técnicas que van surgiendo, permitiendo su incorporación al mercado de forma habitual y en volúmenes adecuados para poder rentabilizar las inversiones realizadas. Desde este punto de vista, puede ser importante avanzar en sistemáticas que faciliten la incorporación de productos y procesos protegidos mediante patentes, siempre y cuando ofrezcan ventajas considerables. Finalmente, existe un factor que puede promover la innovación, y es que la positiva valoración del cliente (en su mayor

parte, administraciones públicas) hacia aquellas empresas que realizan esfuerzos en este campo se vea recompensada mediante su influencia en la adjudicación de nuevos contratos. Quizás la nueva sistemática de contratación apuntada a través de la "Compra Pública Innovadora" pueda ser de gran ayuda para mantener la innovación en esta actividad. En definitiva, creemos que las carreteras españolas están seguras bajo el paraguas de esta tecnología, siempre y cuando los presupuestos, especialmente en conservación, sean los adecuados para nuestra red y se valore adecuadamente el esfuerzo que realizan las empresas del sector en mantener en primer nivel su tecnología.

# Utilidad de los tramos de ensayo en carreteras



Son muchos los tramos de ensayo que cada año se realizan en las carreteras de nuestro país, pertenecientes a diferentes Administraciones, y en los que se han puesto en obra diferentes tipos de pavimentos, con mezclas y ligantes especiales, alternativos a los convencionales, con el fin de comprobar que las presumibles mejoras técnicas o alargamiento de la vida útil eran las deseadas.

El objetivo siempre ha sido dar con soluciones que nos resuelvan algunos de los problemas que aparecen más tarde o más temprano en nuestras carreteras: fisuras, roderas, desprendimientos de gravilla, envejecimientos prematuros, pavimentos deslizantes y, por supuesto, intentar que la conservación sea lo menos costosa posible.

Sin embargo, para muchos de nosotros, estos tramos de ensayo sólo han servido para hacer muchas presentaciones en congresos de carreteras, en donde nos hemos lucido, o no, dependiendo de las dotes oratorias de cada uno y de como manejábamos el *Power Point*.

En el anterior número, Jorge Ortiz firmaba un estupendo artículo sobre las "*Soluciones en tiempos de crisis*", en donde exponía una serie de puntos para optimizar las diferentes soluciones aplicables a las carreteras, incluso las más convencionales, pasando por las Mezclas Semicálidas, Mezclas Templadas, Betunes Caucho, etc.

¿Cuántos tramos de ensayo no se habrán hecho en estos últimos años con estas mezclas o con estos ligantes especiales? Tramos en donde se han comparado mezclas fabricadas con NFUs, tanto mejoradas como modificadas, frente a mez-

clas convencionales fabricadas con B50/70.; mezclas especiales antifisuras en donde se han comparado PMB45/80-65(BM3c), BMAV con altos porcentajes de NFUs o de polímeros tipo SBS o SB.

Así podríamos estar recordando tramos de ensayo y nos faltaría papel. Ahora bien, o no se ha hecho seguimiento de estos tramos o, si se ha hecho, los resultados, después de periodos superiores a 5-10 años, no han sido los esperados.

Los resultados comparativos que se publican por las empresas y Administraciones participantes son, generalmente, después de uno o dos años, por lo que las conclusiones se quedan cortas en el tiempo y no son suficientes como para cambiar o crear unas especificaciones, ya que, si esto ocurriera, sería una imprudencia que podría llevar consigo, al menos mínimo problema, el desprestigio de una tecnología que, posiblemente, con algún retoque habría sido una buena solución para las carreteras. Algunos todavía nos acordamos lo que pasó hace años con la utilización de lechadas y microaglomerados en frío aplicados en cualquier carretera, con cualquier climatología, sobre roderas...

Preguntas sobre si merece la pena pagar un alto precio por un ligante especial frente a otro más barato quizás estarían contestadas si en los tramos de ensayo se hubiesen sacado conclusiones de la efectividad de cada uno, o si se hubiesen publicado los resultados obtenidos.

Hace algunos años, tiempo de bonanza económica, se invirtió mucho en estudios con Betunes Caucho. Se realizaron múltiples tramos de ensayo y algunas obras (ninguna empresa fabricante de ligantes bituminosos que se preciara se podía permitir el lujo de no tener varios, ya amparados por las O. C. publicadas por el Ministerio de Fomento, en donde se recogían las especificaciones de estos productos). Desde entonces apenas hemos vuelto a ver, no ya proyectos, ni siquiera un tramo importante en donde se aplicase este ligante mejorado y cuál había sido su comportamiento a medio plazo.

Continúo pensando que era una manera, entre otras, de mejorar el betún. Incluso a día de hoy podría resultar mas barato si comparamos el coste de éste y el del polvo de neumático más el precio de fabricación. Quizás un betún con el mayor porcentaje de caucho, siempre que sea estable, sería una solución más barata que un betún convencional.

Si, cuando se realizaron todas esas experiencias, se hubiesen sacado conclusiones, ahora, en tiempo de crisis, tendríamos soluciones más baratas y con la misma efectividad. Naturalmente, esto supone comprometerse con lo que eso puede significar. ¡Más cómodo, salvo honrosas excepciones, es continuar con las soluciones de siempre!

Otra explicación podría ser que los resultados obtenidos no justifiquen ningún tipo de cambio, pero aun así se deberían publicar.

Además de nuevos ligantes, se han realizado tramos en donde se han utilizado filleres de recuperación. ¿Cómo se han comportado estas mezclas? Eso también supondría un gran ahorro.

Quizás, para no volver a tropezar en la misma piedra y a que se olvidaran de la crisis actual los supervivientes, habría que hacer algo parecido a aquello tan antiguo que tenían nuestros vecinos franceses, el *Avis Technique*, en donde una empresa se responsabilizaba de que todo lo que "se obtenía con su producto o tecnología" fuera comprobable en carretera después de un tiempo suficientemente largo.

Es posible que haya tramos en los que se ha hecho o se esté haciendo un seguimiento correcto. En estos casos, deberían publicarse todas las ventajas obtenidas cuando las hubiere o bien los "fracasos" y sus causas, para no volver a caer en los mismos errores.

De cara al futuro, ahí van algunas consideraciones para nuevos tramos de ensayo.

- ¿Quién debe estar implicado?
- Administración, laboratorio oficial (CEDEX), empresa responsable del producto y/o aplicador.
- Financiación de la prueba.
- Protocolo de lo que se quiere conseguir con la nueva técnica o producto.
- Irá acompañado de exposiciones en congresos con los resultados obtenidos en cada seguimiento.
- Descripción del tramo de ensayo.
- Plan de seguimiento a corto, medio y largo plazo.

- Conclusiones de los resultados obtenidos.
- Con los resultados obtenidos, ver si es necesario algún cambio en las especificaciones en vigor.

Sólo deseo que estas consideraciones puedan servir para un mejor aprovechamiento de los todos los Tramos de Ensayo que se realicen en nuestras carreteras.



# Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

La armonización de la normativa europea y la posibilidad de fabricar probetas de mezclas bituminosas con distinta metodología ha conducido a efectuar estudios prenortativa para establecer los valores de referencia. En este artículo se presentan los resultados correspondientes a la tercera parte de un estudio comparativo realizado por los laboratorios de seis empresas pertenecientes al Grupo 3 de Asefma, entre los sistemas de compactación de probetas de mezclas bituminosas con el equipo de impacto (UNE-EN 12697-30) y la máquina giratoria (UNE-EN 12697-31), obteniendo la energía equivalente para los niveles recogidos en el Pliego General de Condiciones del Ministerio de Fomento (Artículo 542 y 543 del PG-3).

**Palabras clave:** compactación, energía, giratoria, impacto

The harmonization of European regulation and the possibility of making specimens of bituminous mixtures with different methodology has allowed to develop prenortative studies to establish reference values. This article presents the results for the third part of a comparative study conducted by the laboratories of six companies belonging to Group number 3 of Asefma, including compactation systems bituminous specimens with impact equipment (UNE-EN 12697-30) and gyratory machine (UNE-EN 12697-31), obtaining the energy equivalent to levels that appear in the General Conditions of the Ministry (Article 542 and 543 of the PG-3).

**Keywords:** compaction, energy, giratory, impact

**Marisol Barral**, Asfaltos Campezo, mbarral@campezo.com  
**Ramón Romera**, Asfaltos Campezo, rromera@campezo.com  
**Lucía Miranda**, lmirandaperez@gmail.com  
**Fernando Bravo**, Eiffage Infraestructuras, fbravo@infraestructuras.eiffage.es  
**José Berbis**, Pavasal, jberbis@pavasal.com  
**Jesús Felipo**, Pavasal, jfelipo@pavasal.com  
**Marisa Carmona**, Intromac, mcarmona@intromac.com  
**Silvia Izquierdo**, Intromac, silviaizquierdonieto@gmail.com  
**Santiago Gil**, Ditecpesa, sgil.ditecpesa@ferrovial.es  
**Francisco Javier Suárez**, Ditecpesa, fjsuarez.ditecpesa@ferrovial.es  
**Rocío Cervantes**, Asfaltos y Construcciones Elsan, rcervantes@elsan.es  
**Javier Loma**, Asfaltos y Construcciones Elsan, jloma@ohl.es  
**Carlos Royo**, Mecacisa, comercial@mecacisa.com  
**Juan José Potti**, Asefma, jjpotti@asefma.com.es

## 1. Introducción

Un elevado porcentaje de la producción de mezclas bituminosas fabricadas en España corresponde al tipo hormigón bituminoso (Asphalt Concrete, AC) definido en la Norma UNE-EN 13108-1. El PG-3, en el Artículo 542, distingue tres tipos de mezclas bituminosas, según su granulometría y huecos (G-gruesas, S-semidensas y D-densas) y el tamaño máximo del árido (16, 22 y 32 milímetros).

En la serie de normas europea UNE-EN 12697, se indican diferentes métodos para fabricar probetas de mezcla bituminosa: impacto (parte 30), giratoria (parte 31), vibratoria (parte 32) y rodillo (parte 33), los tres primeros para probetas cilíndricas de diferente diámetro y espesor. Las condiciones de ensayo y los equipos empleados en cada caso son diferentes, algunos más sofisticados que otros, pero

## Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

todos con posibilidad de variar la energía aplicada para obtener mayor/menor densidad en la probeta de mezcla. En la tabla C1 del anexo C de la Norma UNE-EN13108-20 se indican los niveles de energía permitidos para cada sistema de compactación.

La experiencia española en la fabricación de probetas y especificaciones de materiales se basa en el sistema de compactación por golpeo con el equipo Marshall, ahora denominado equipo de impacto, para las mezclas con tamaño máximo hasta 22 milímetros, quedando fuera las mezclas denominadas AC32, muy utilizadas en capas inferiores en nuestro país. La entrada en vigor del marcado CE obliga a los fabricantes a realizar informes de ensayo de tipo para todas las mezclas comercializadas en la Unión Europea, por lo que ha sido necesario definir un sistema adecuado de compactación para todas las mezclas.

La compactación con la máquina giratoria (Norma UNE-EN 12697-31) ofrece varias ventajas respecto al equipo de impacto, como es fabricar probetas de mayor diámetro, determinar la compactibilidad (aunque en la actualidad ya hay equipos de impacto con medición de este dato) o fabricar probetas para un contenido de huecos prefijado.

El objetivo principal del trabajo aquí presentado es determinar los grados de energía necesarios para aplicar en la fabricación de probetas de mezcla bituminosa con la máquina giratoria para obtener probetas con densidades similares a las

Tabla 1: Características de las muestras tomadas.

Mezcla	AC22S	AC32G
Fabricante	Eiffage	Pavasal
Naturaleza del árido	Silicocalcareo	Caliza
Tipo de betún	50/70	35/50
Densidad máxima, kg/m <sup>3</sup>	2.488	2.589-2.680
Ligante en mezcla, %	4,21	3,41- 3,52
Relación f/b	1,13	1,15-1,20

obtenidas con el equipo de impacto para las energías empleadas en España, 50 y 75 golpes por cada cara.

En la fase 1 y 2 de este estudio se ha determinado la energía equivalente entre impacto y giratoria para las mezclas con tamaño máximo de árido hasta 16 milímetros para los tipos AC16S y AC16D. En esta tercera fase en el trabajo de investigación se han determinado las energías equivalentes entre los dos sistemas de compactación para las mezclas con tamaño de árido superior, tipo AC22 y AC32, comprobando los valores a partir de mezclas fabricadas a nivel industrial.

Los laboratorios que han participado en este trabajo han sido; CAMPEZO, EIFFAGE, ELSAN, INTROMAC, DITECPESA y PAVASAL.

Tabla 2: Resultados de los husos y curvas granulométricas de ambos tipos de mezclas.

Tamices UNE	AC22S			AC32G		
	Curva	Huso máximo	Huso mínimo	Curva	Huso máximo	Huso mínimo
31,5	100	100	100	100	100	100
22,4	95	100	90	95	100	90
16	79	88	70	72-70	76	58
8	58	66	50	47-46	54	35
2	31	38	24	27-23	32	18
0,5	16	21	11	11-10	18	7
0,250	11	15	7	8	12	4
0,063	5	7	3	4,3-4,2	5	2

## 2. Metodología del trabajo

La metodología empleada en el trabajo es la siguiente:

Una vez seleccionadas las mezclas a estudiar, se fabrican probetas con el equipo de impacto con 50 y 75 golpes por cada cara, determinando su densidad volumétrica y por superficie seca saturada. Posteriormente, se fabrican probetas con el equipo giratorio para una energía de 210 giros, obteniendo las curvas de compactación y determinando sus densidades volumétricas y por superficie saturada seca. De estas curvas se seleccionan los niveles más cercanos a las densidades que se han obtenido por impacto, ajustándose a los rangos de energía que permite la Norma UNE-EN

13108-20 en la tabla C1. Se fabrican nuevas series de probetas con las energías elegidas (giros), comprobando su conformidad con los valores de impacto.

### 2.1 Selección de la mezcla bituminosa

Se han utilizado dos tipos de mezclas AC, una semidensa y otra gruesa, ambas recogidas en el Artículo 542 del Pliego General de Condiciones PG3, con distinto tamaño máximo de árido: 22 milímetros y 32 milímetros y fabricadas en dos plantas: Eiffage (Madrid) y Pavasal (Valencia). La composición y las características de cada una se muestran en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 3: Resultados de la densidad SSD, geométrica y contenido de huecos para las mezclas AC22S y AC32G, fabricadas mediante compactación por impacto así como la desviación estándar para cada método.**

Mezcla AC 22S							
DATO	LAB1	LAB2	LAB3	LAB4	LAB5	LAB6	Desviación estándar
75 golpes por cada cara							
Densidad SSD, kg/m <sup>3</sup>	2.353	2.366	2.374	2.338	2.299	2.319	28,7
Huecos SSD, %	5,4	4,9	7,6	6,0	7,6	6,8	1,1
Densidad geométrica, kg/m <sup>3</sup>	2.308	2.280	2.300	2.247	2.208	2.269	36,9
50 golpes por cada cara							
Densidad SSD, kg/m <sup>3</sup>	2.325	2.293	2.344	2.321	2.275	2.298	25,1
Huecos SSD, %	6,5	7,8	5,8	6,7	8,6	7,6	1,0
Densidad geométrica, kg/m <sup>3</sup>	2.272	2.228	2.272	2.218	2.174	2.235	36,8
Mezcla AC 32G							
DATO	LAB1	LAB2	LAB3	LAB4	LAB5	LAB6	Desviación estándar
75 golpes por cada cara							
Densidad SSD, kg/m <sup>3</sup>	2.531	2.497	2.547	2.518	2.465	2.549	32,3
Huecos SSD, %	4,6	5,9	4,0	6,0	7,1	3,9	1,3
Densidad geométrica, kg/m <sup>3</sup>	2.492	2.410	2.479	2.452	2.409	2.501	40,5
50 golpes por cada cara							
Densidad SSD, kg/m <sup>3</sup>	2.496	2.463	2.519	2.490	2.433	2.468	30,0
Huecos SSD, %	5,9	7,1	5,0	7,1	8,3	7,0	1,1
Densidad geométrica, kg/m <sup>3</sup>	2.432	2.334	2.439	2.412	2.387	2.404	38,0

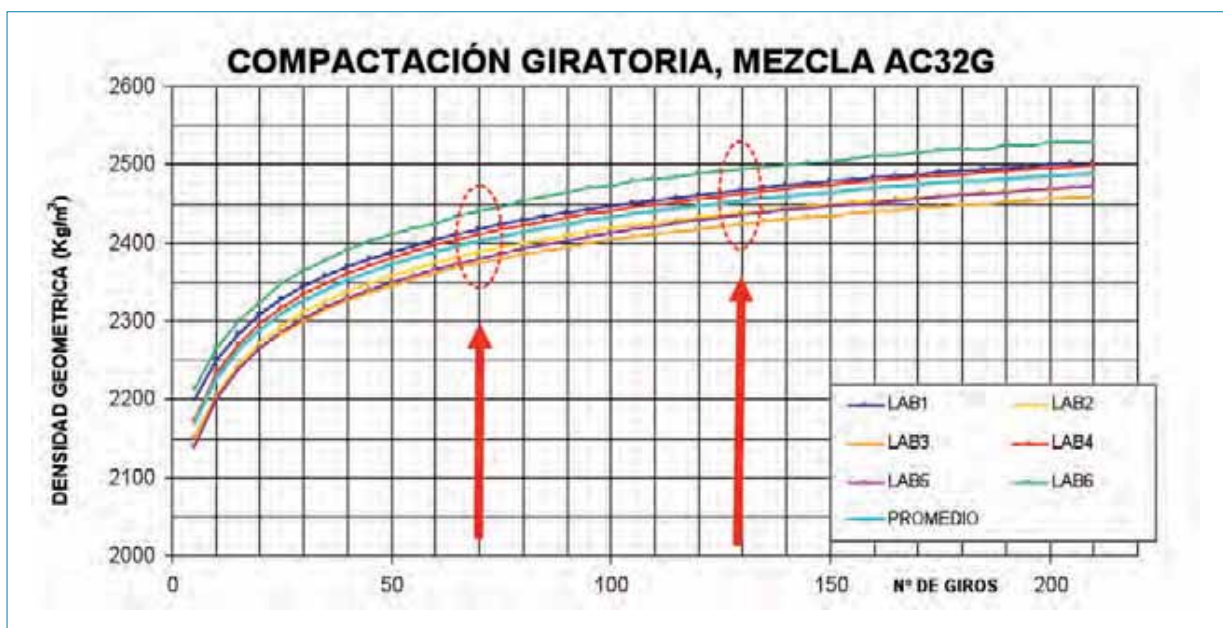
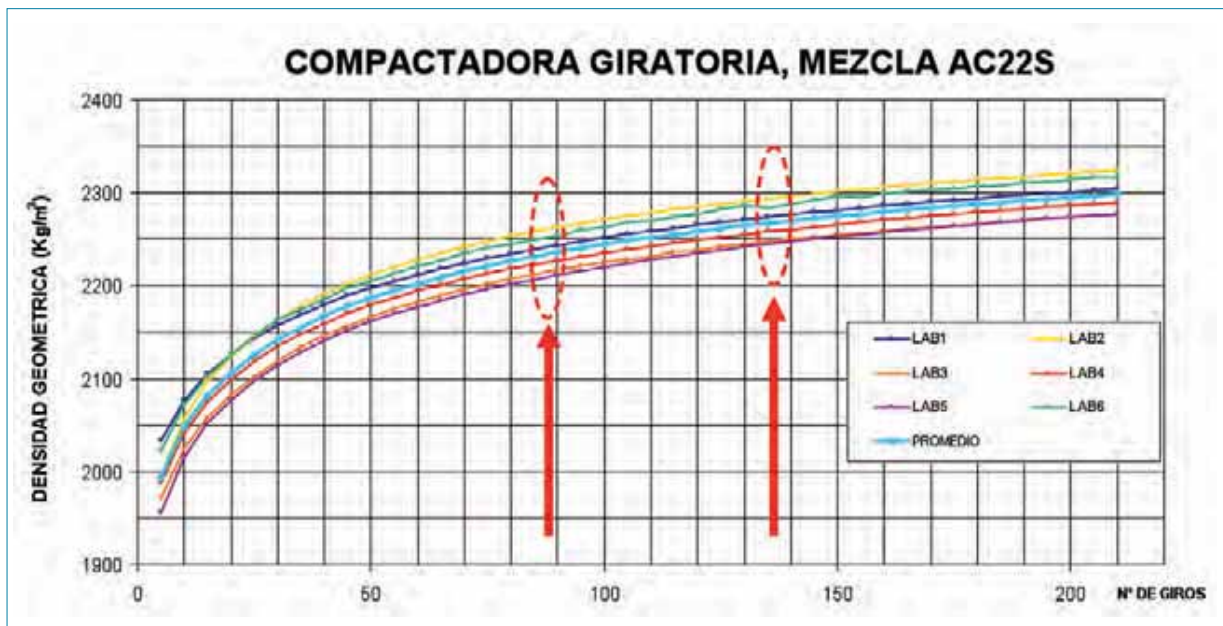
## Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

Tabla 4: Promedio de la densidad geométrica por impacto.

Tipo de mezcla	Densidad geométrica, kg/m³	
	75 golpes	50 golpes
AC22S	2.269	2.233
AC32G	2.454	2.401

### 2.2 Definición de un protocolo de trabajo

Previamente al comienzo del trabajo, se ha establecido un protocolo de trabajo común para seguir en todos los laboratorios, definiendo la determinación de la composición, las condiciones de acondicionamiento y los tipos y condiciones de los ensayos que se van a efectuar: compactación con impacto para



Gráficos 1 y 2: Compactación mediante la giratoria. Densidad geométrica frente a la energía para las mezclas AC22S y AC32G.

Tabla 5: Equivalencia de energía con el compactador giratorio para ambas mezclas tomando la densidad geométrica por impacto como referencia.

Mezcla/energía	Densidad 75 golpes	Giros	Densidad 50 golpes	Giros
AC22S	2.269 kg/m <sup>3</sup>	137	2.233 kg/m <sup>3</sup>	87
AC32G	2.454 kg/m <sup>3</sup>	130	2.401 kg/m <sup>3</sup>	70

Tabla 6: Comparativa de los promedios de la densidad geométrica obtenida por impacto y giratoria a las diferentes energías para la mezcla AC22S.

Mezcla AC22S			
Giros/densidad geométrica (kg/m <sup>3</sup> )	80	100	160
Densidad (promedio) giratoria	2.213	2.232	2.265
Densidad 50 golpes impacto	-	2.235	-
Densidad 75 golpes impacto	-	-	2.267

50 y 75 golpes, compactación con giratoria para 210, 80, 100 y 160 giros (estos últimos obtenidos a partir de la curva de compactación de cada mezcla) en probetas de 150 milímetros de diámetro y rotura en tracción indirecta a una temperatura de 15 °C. Todos los equipos han sido previamente revisados en cada laboratorio para garantizar un correcto funcionamiento por todos los participantes en el trabajo.

### 2.3 Trabajos de laboratorio

#### Fabricación de probetas con el método de impacto, UNE-EN 12697-30

Se han fabricado probetas con el método de compactación por impacto aplicando energías de 50 y 75 golpes por cara, determinando la densidad por el procedimiento geométrico (muestra en caliente y tras su enfriamiento) y por superficie seca saturada. Los resultados obtenidos vienen recogidos en la Tabla número 3. El promedio de la densidad geométrica en kg/m<sup>3</sup> obtenida para cada tipo de mezcla y energía empleada para la compactación aparece en la Tabla 4.

#### Fabricación de probetas con el método de giratoria, UNE-EN 12697-31

Se han fabricado varias series de probetas con la máquina giratoria con 210 giros para determinar las curvas de densidad/energía en todos los laboratorios participantes y obtener un primer valor de equivalencia de la energía en giros, teniendo en cuenta la densidad obtenida por impacto. A partir de estos valores, se definen tres niveles de energía diferentes: 80, 100 y 160 giros.

Los resultados obtenidos vienen representados en los Gráficos 1 y 2.

La aproximación de energía con la giratoria para alcanzar la densidad de impacto se indica en la Tabla número 5.

Teniendo en cuenta el número de giros contemplados en la Tabla C1 de la norma UNE-EN 13108-20, los valores más cercanos a los obtenidos son los siguientes: 80, 100 y 160 giros, fabricando nuevas series de probetas con estas energías.

Los resultados obtenidos para la mezcla AC22S se muestran en la Tabla 6 y el Gráfico 3.

De la mezcla AC32G, por falta de remanente para completar el trabajo, se fabricaron probetas con dos muestras diferentes. Los resultados obtenidos para la mezcla AC32G se muestran en la Tabla 7 y el Gráfico 4.

Influencia de la precompactación en la fabricación de probetas con el método de giratoria, UNE-EN 12697-31

A pesar de los estrictos protocolos de trabajo y la verificación de todos los equipos, en las curvas de compactación en todas las mezclas el valor inicial de la densidad es diferente en cada laboratorio participante. Para verificar su influencia en el re-

## Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

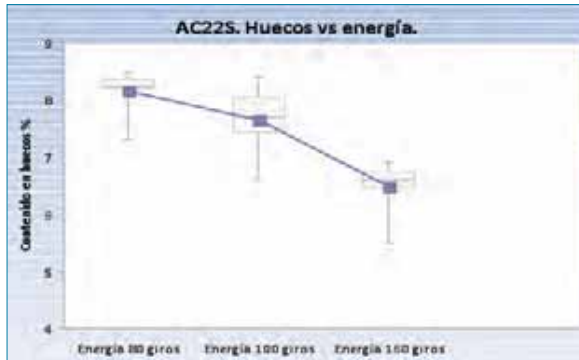


Gráfico 3: Variación del contenido en huecos determinado a partir de la densidad por SSD frente a la diferente energía para los distintos laboratorios de la mezcla AC22S.

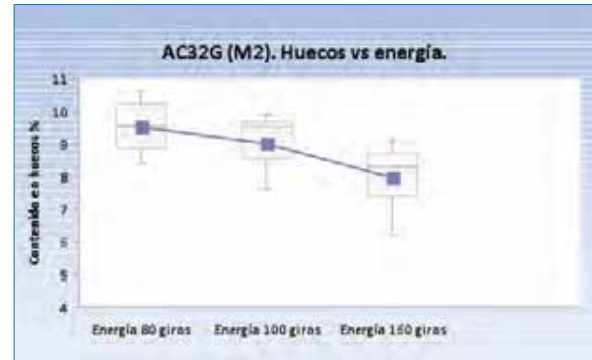


Gráfico 4: Variación del contenido en huecos determinado a partir de la densidad por SSD frente a la diferente energía para los distintos laboratorios de la mezcla AC32G.

Tabla 7: Comparativa de los promedios de la densidad geométrica obtenida por impacto y giratoria a las diferentes energías para la mezcla AC32G (M1 y M2).

Datos	Unidad	Muestra 1			Muestra 2		
Energía giratoria	giros	80	100	160	80	100	160
Densidad geométrica (kg/m <sup>3</sup> )		2.404	2.409	2.481	2.285	2.320	2.363
Densidad 50 golpes impacto (kg/m <sup>3</sup> )		2.403	-	-	-	2.322	-
Densidad 75 golpes impacto (kg/m <sup>3</sup> )		-	-	2.460	-	-	2.359

sultado final, se realizó un trabajo paralelo aplicando una precompactación a las probetas al 90% del valor de la densidad Marshall, continuando posteriormente el proceso según los giros establecidos. El resultado obtenido para la mezcla AC22S con 160 giros aparece representado en el Gráfico número 5.

En todos los casos estudiados no existen diferencias importantes en las probetas fabricadas con y sin precompactación.

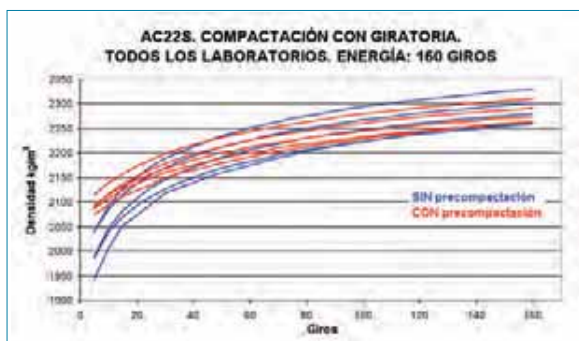


Gráfico 5: Curvas de compactación por la giratoria con y sin precompactación para la mezcla AC22S.

### Resistencia a tracción indirecta de las probetas fabricadas con impacto y giratoria

Todas las probetas fabricadas (impacto con 75 y 50 golpes y giratoria con 210, 80, 100 y 160 giros, con y sin precompactación) se ensayan a tracción indirecta (UNE-EN 12697-23) a una temperatura de 15°C. Los resultados obtenidos con ambos sistemas aparecen en la Tabla 8, mientras que en el Gráfico 6 están representados los valores de la mezcla AC22S.

De los resultados obtenidos en esta parte del trabajo, recogidos en la Tabla 8 y representados en el Gráfico 6, no existe una relación directa en la resistencia obtenida en probetas fabricadas con las diferentes energías y los métodos de compactación.

Para las probetas fabricadas con giratoria, con diámetro de 150 milímetros, la altura de la misma es superior a la longitud de la banda de carga del equipo (ver Foto 1), debiendo aserrarse por una de sus caras previamente al ensayo de rotura.

Tabla 8: Resultados de la resistencia a tracción para las mezclas AC22S y AC32G a 15 °C.

Mezcla	AC22S	AC32G m1	AC32G m2
<b>Impacto</b>			
75 golpes	2,272	2,653	
50 golpes	2,128	2,287	
<b>Giratoria</b>			
210 giros	2,018	2,660	
80 giros	1,343	1,738	1,940
80 giros PRECOMP.	1,572	1,717	2,350
100 giros	1,523	1,910	2,193
100 giros PRECOMP	1,573	1,583	2,745
160 giros	1,690	2,390	2,380
160 giros PRECOMP.	1,712	2,450	2,630

#### 2.4 Comprobación de los resultados con mezcla fabricada en central

Se ha comprobado la energía recomendada en los estudios con mezclas tomadas durante el control de calidad en varias instalaciones de producción. Las mezclas bituminosas empleadas

han sido tomadas en diferentes plantas asfálticas con áridos de distinta naturaleza.

En el caso del método de impacto, las probetas se compactan con 75 golpes por cada cara y la densidad se determina por superficie seca saturada. Para la compactación con la máquina giratoria, se ha empleado una energía de 100 giros

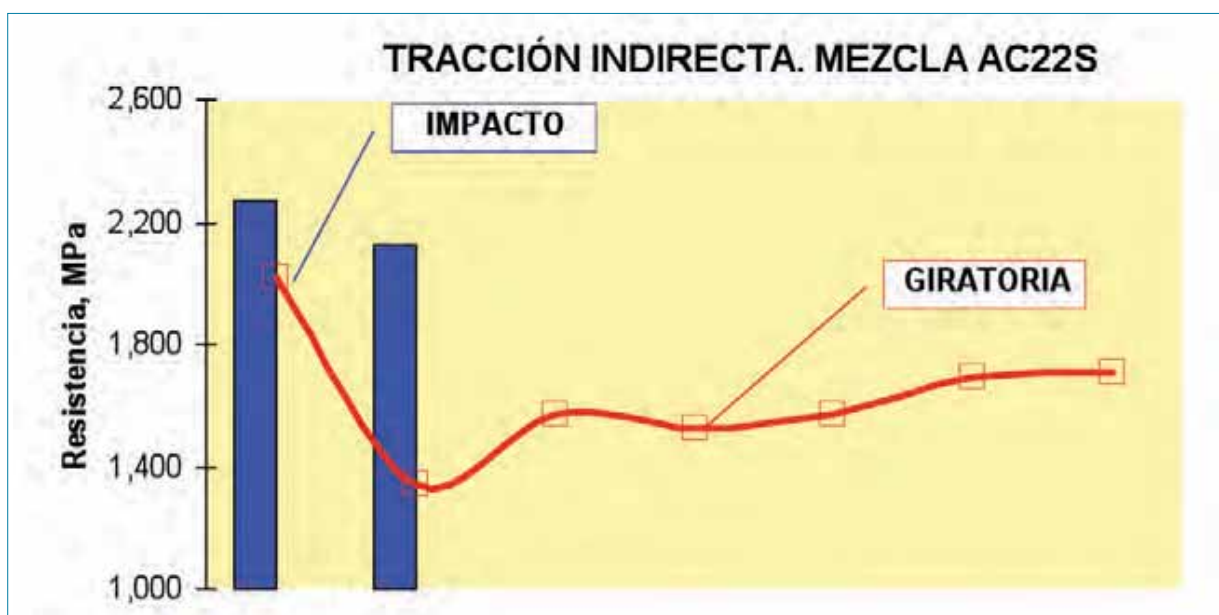


Gráfico 6: Comparativa de las resistencias a tracción indirecta para la mezcla AC22S.

## Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

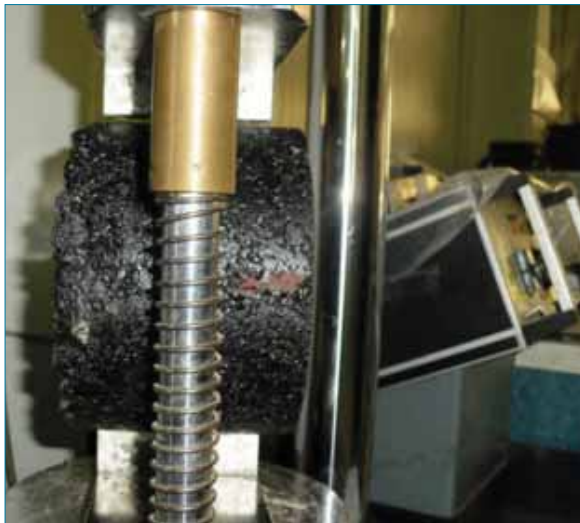


Foto 1: Vista lateral de la mordaza, con una probeta de un espesor superior a 80 mm,

en las probetas con diámetro de 100 milímetros de la mezcla AC16 y una energía de 160 giros con las probetas de diámetro 150 milímetros para las mezclas tipo AC22 y AC32, determinando igualmente la densidad por superficie saturada seca.

Los resultados obtenidos en este trabajo son los que se muestran en la Tabla 9.

### Estudio de las propiedades de las mezclas en testigos de obra y probetas de laboratorio

Resultados de un trabajo comparativo de probetas fabricadas con ambos sistemas de compactación y testigos de obra extraídos del mismo lote de ensayo, determinando la densidad y huecos y las propiedades mecánicas mediante la resistencia a tracción indirecta y rigidez, para conocer qué procedimiento de compactación se acerca más a los resultados obtenidos con testigos de obra. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 10.

### 2.5 Otros trabajos realizados

#### Estudio de la compactibilidad

Se realizó un estudio de la compactibilidad de las muestras, según apartado 7.2 de la Norma UNE-EN 12697-10, calculando los parámetros de la ecuación descrita en la norma, utilizando el método de mínimos cuadrados aplicado a los datos para un número de giros igual o superior a 20.

Con los promedios, y calculando los giros en los que se alcanzaría el porcentaje de huecos equivalente a la compactación por impacto a 75 y 50 golpes, según la ecuación descrita en norma:

$$v_{(ng)} = v_{(1)} - (K * \ln ng)$$

donde:

- $v_{(ng)}$  contenido de huecos para un número de giros,  $ng$ , expresado en tanto por ciento
- $ng$  es el número de giros

Así, se obtienen los resultados que refleja la Tabla 12.

### Estudio de las curvas de compactación

El estudio de la curva de compactación proporciona información del comportamiento de una mezcla asfáltica durante el proceso de puesta en obra y de alguna propiedad mecánica durante su vida de servicio. Por ejemplo, en el SUPERPAVE se estudia el área bajo la curva desde el giro 8 hasta alcanzar un 92% de la densidad máxima, es decir, hasta alcanzar un contenido en huecos del 8%. A esta área se le denomina Coeficiente CEI (Compactation Energy Index) y, según señala la bibliografía, cuanto menor es este valor, más fácilmente compactable es una mezcla asfáltica.

El Gráfico 7 muestra el valor del coeficiente CEI para los cuatro tipos de mezclas asfálticas compactadas con la máquina giratoria y estudiadas hasta la fecha (medidas tomadas con el ángulo europeo 0,82°).

### 2.6 Estudio estadístico

Se han determinado los valores de reproducibilidad y repetibilidad para la mezcla AC22S con los resultados obtenidos en el trabajo.

En primer lugar, se ha realizado la comprobación de la existencia o no de valores aberrantes, tanto para valores obtenidos por el mismo laboratorio, a través del test de Cochran, como para valores entre varios laboratorios a través del test de Grubbs, siguiendo la norma UNE 82009-2 "Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte 2: Método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado".



Tabla 9: Resultados comparativos de la densidad impacto-giratoria para distintas mezclas bituminosas tipo AC tomadas de planta con la energía en giros definida en este trabajo.

Tipo de mezcla	Impacto	Giratoria	Diferencia	% de compactación
AC16 35/50 S	2.474	2.494	-20	100,8
	2.425	2.431	-6	100,2
	2.380	2.362	18	99,2
	2.350	2.395	-45	101,9
	2.333	2.390	-57	102,4
AC16 35/50 D	2.390	2.387	3	99,9
AC16 45/80-65 S	2.548	2.528	20	99,2
AC16 50/70D	2.357	2.394	-37	101,6
	2.377	2.378	-1	100,0
	2.342	2.313	29	98,8
	2.381	2.366	15	99,4
	2.388	2.356	32	98,7
	2.388	2.367	21	99,1
	2.388	2.370	18	99,2
	2.384	2.389	-5	100,2
	2.445	2.397	48	98,0
	2.247	2.281	-34	101,5
	2.274	2.292	-18	100,8
	2.324	2.358	-34	101,5
	2.513	2.556	-43	101,7
	2.500	2.521	-21	100,8
	2.590	2.658	-68	102,6
	2.582	2.643	-61	102,4
AC22 15/25 S MAM	2.466	2.453	13	99,5
	2.424	2.406	18	99,3
	2.442	2.411	31	98,7
AC2250/70S	2.376	2.393	-17	100,7
	2.408	2.406	2	99,9
	2.405	2.398	7	99,7
AC22 50/70 G	2.384	2.403	-19	100,8
AC32 50/70 G	2.475	2.477	-2	100,1

**Nota:** En la columna del porcentaje de compactación se indica el porcentaje de la densidad obtenida con la máquina giratoria respecto a la densidad obtenida con el equipo de impacto, siendo el promedio de los valores 100,3% y la desviación estándar 1,23.

## Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

Tabla 10: Resultados comparativos obra- laboratorio para distintas mezclas bituminosas y varios laboratorios.

Laboratorio	L1	L2			
Tipo Mezcla	AC16S	AC22MAM	AC22MAM	AC22S	AC22S
	<b>Impacto</b>				
Diámetro probeta (mm)	100,1				
Densidad SSD impacto 75 golpes (kg/m <sup>3</sup> )	2.427	2.406	2.418	2.393	2.406
Tracción indirecta 15°C (MPa)	-	3,58	3,63	2,40	2,34
Rigidez, 20 °C (MPa)	-	10.462	11.241	4.891	4.216
	<b>Giratoria</b>				
Diámetro probeta (mm)	100	150			
Densidad SSD giratoria 100 giros (kg/m <sup>3</sup> )	2.482	-	-	-	-
Densidad SSD giratoria 160 giros (kg/m <sup>3</sup> )	-	2.424	2.396	2.376	2.408
Tracción indirecta 15°C (MPa)	2,36	3,76	3,12	2,24	2,38
Rigidez, 20 °C (MPa)	-	12.536	16.344	6.863	6.902
	<b>Testigos</b>				
Diámetro probeta (mm)	100				
Densidad testigos SSD (kg/m <sup>3</sup> )	2.396	2.351	2.396	2.314	2.309
Tracción indirecta testigos 15 °C (MPa)	1,17	2,62	3,26	1,62	1,48
Rigidez, 20 °C (MPa)	-	5.209	7.198	2.913	1.939

A partir del test de Cochran, se determinan los valores que son aberrantes o anómalos, en condiciones de repetibilidad, para los diferentes participantes. En este estudio se ha comprobado que, para algunas de las determinaciones de características para diferentes giros así como impactos, en algunos casos se detectan valores anómalos y aberrantes que deberían ser eliminados para completar el estudio.

A continuación se procedió a la aplicación del test de Grubbs, evaluando también la existencia o no de valores abe-

rrantes o anómalos. En este caso, para todas las características y diferentes energías de compactación, el estudio estadístico muestra que no es necesaria en ninguno de los casos la eliminación de valores aberrantes tras cumplir el requerimiento exigido por este test. Una vez evaluados todos los valores, se procedió a la estimación de repetibilidad y reproducibilidad para las diferentes características frente a las diferentes energías de compactación, determinados a partir de las desviaciones estándar correspondientes.

Tabla 11. Valores compatibilidad mezclas AC22S y AC32G.

Muestra AC22S	LAB 1	LAB 2	LAB 3	LAB 4	LAB 5	LAB 6	Promedio
Contenido de huecos calculado para un giro ( $v_{(1)}$ )	23,6	24,3	25,8	25	26,4	24,1	24,9
Compatibilidad (K)	3,06	3,35	3,28	3,21	3,38	3,25	3,25
Muestra AC232G							
Contenido de huecos calculado para un giro ( $v_{(1)}$ )	22,9	24,2	24,5	23,7	25,1	22,8	23,9
Compatibilidad (K)	3,07	3,12	3,06	3,2	3,27	3,24	3,16

Tabla 12. Energía equivalente impacto-giratoria ambos tipos de mezclas,

MEZCLA/ENERGIA	75 golpes	Giros	50 golpes	Giros
AC22S	2.269	140	2.233	90
AC32G	2.454	133	2.401	71

Los resultados finales obtenidos se muestran en las Tablas 12 y 13.

Para el contenido de huecos se observa cómo la desviación estándar (tanto de repetibilidad como reproducibilidad) es inferior para el caso del proceso de compactación giratorio con respecto al proceso de preparación de las probetas por impacto.

### 3. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas por los participantes en este trabajo son las siguientes:

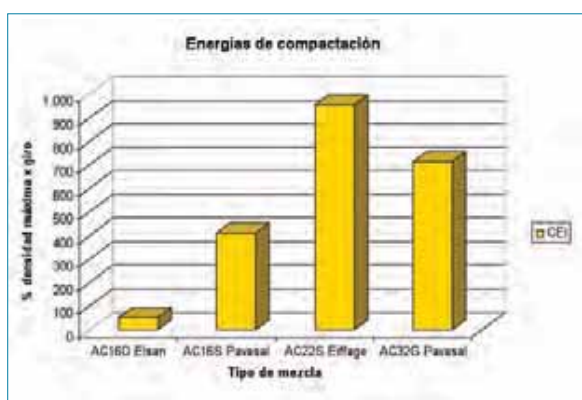


Gráfico 7: Coeficiente CEI para las cuatro mezclas AC estudiadas hasta la fecha.

Los valores de energía que se deben aplicar con la máquina giratoria para alcanzar la densidad que se obtiene con el equipo de impacto para 75 y 50 golpes por cada cara de la probeta son los que aparecen en la Tabla 15.

Estos valores se han determinado a partir de los resultados obtenidos en los diferentes trabajos (Fases 2 y 3) y teniendo en cuenta los niveles permitidos en la Tabla C.1 de la Norma UNE-EN 13108-20.

Además, se ha realizado una comprobación de estos valores durante el control de producción en distintas plantas, permitiendo verificar la energía recomendada en el trabajo.

El trabajo realizado con precompactación inicial en las probetas de giratoria no aporta información relevante respecto a los valores finales de la compactación en los diferentes laboratorios, obteniendo en todos los casos densidades finales muy parecidas a las probetas fabricadas sin este proceso de precompactación.

Del trabajo comparativo entre las probetas fabricadas en el laboratorio con el equipo de impacto, la máquina giratoria y los testigos de obra, se han obtenido resultados parejos en las probetas fabricadas en laboratorio con ambos métodos, y en ambos casos superiores a los valores que se obtienen con los testigos extraídos de la obra.

El estudio de la compatibilidad y el coeficiente de energía CEI en las mezclas pueden ayudar a complementar la información de una mezcla bituminosa en cuanto a su comportamiento.

## Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte III

Tabla 13. Parámetros de repetibilidad y reproducibilidad para el % huecos en SSD y diferentes energías de compactación.

Parámetro	50 golpes	75 golpes	80 giros	100 giros	160 giros	210 giros
SR	1,17	0,78	0,47	0,48	0,6	0,49
R	3,3	2,2	1,34	1,38	1,72	1,38
Sr	0,31	0,26	0,3	0,27	0,33	0,28
r	0,87	0,74	0,85	0,81	0,93	0,81

Tabla 14. Parámetros de repetibilidad y reproducibilidad para la densidad en SSD y diferentes energías de compactación.

Parámetro	50 golpes	75 golpes	80 giros	100 giros	160 giros	210 giros
SR	21,2	19,6	12,8	16,23	15,91	12,13
R	59	55,5	36,3	45,9	44,99	34,31
Sr	7,5	6,18	9,75	6,53	7,07	7,21
r	21	17,5	27,58	18,49	20	20,38

Tabla 15: Equivalencia energías impacto-giratoria.

Mezcla/energía	Giros equivalentes a 75 golpes	Giros equivalentes a 50 golpes
AC32	160	80
AC22	160	100
AC16	100	80

#### 4.- Bibliografía

- UNE-EN 12697-6. Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas por el método hidrostático.
- UNE-EN 12697-8. Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas.
- UNE-EN 12697-10. Compatibilidad.
- UNE-EN 12697-23. Determinación de la resistencia a la tracción indirecta de probetas bituminosas.
- UNE-EN 12697-30. Preparación de la muestra mediante el compactador de impactos.
- UNE-EN 12697-31. Preparación de la muestra mediante el compactador giratorio.
- Moreno E., Guisado, F., Loma, J., Berbis, J., Potti J., Miranda, L., Gil, M., Barral, M., Vergel, P. Gil, S. *Estudio de*

*un ensayo de anillo de las características de una mezcla bituminosa a partir de la compactación de probetas por impacto y por giratoria.* V Jornadas Nacionales de Asefma. 2010.

- Barral, M., Romera, R., Miranda, L., Berbis, J., Felipe, J., Carmona, M., Izquierdo, S., Gil, S., Suarez, F., Cervantes, R., Loma, J., Potti, J. *Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto, parte II.* VI Jornadas Nacionales de Asefma. 2011
- R. Michael Anderson, Pamela A. Turner, Robert L. Peterson, Rajib B. Mallick. *Relationship of Superpave Gyrotory Compaction Properties to HMA Rutting Behavior.* NCHRP Report 478.
- Ahmed Faheem, Hussain Bahia. *Using the Gyrotory Compactor to Measure Mechanical Stability of Asphalt Mixtures.* Wisconsin Highway Research Program.

# Desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa

La moderación del tráfico es una de las medidas de seguridad vial más empleadas en las vías urbanas y travesías en España, y pueden ser ejecutadas in situ o prefabricadas. Entre los diferentes moderadores del tráfico actuales, se encuentra un nuevo dispositivo: el speed kidney. Debido a las características propias del dispositivo, ha sido necesario llevar a cabo el desarrollo tecnológico de su ejecución mediante mezcla bituminosa. En el artículo se describe el nuevo sistema de moderación, sus objetivos, los requisitos necesarios para su desarrollo y ejecución, el proceso constructivo y la mezcla bituminosa diseñada específicamente para este dispositivo.

**Palabras clave:** Moderación del tráfico, seguridad vial, desarrollo tecnológico, método constructivo, mezcla bituminosa

Traffic calming is one of the most used safety countermeasures in both urban streets and crosstown roads in Spain. Traffic calming measures can be constructed in situ or prefabricated. Among usual traffic calming measures, a new traffic calming measure has been developed: speed kidney. Unique characteristics of the device forced researchers to elaborate its execution's technological development. In this paper, the new traffic calming measure, objectives, development and execution requirements, constructive method and the designed asphalt concrete of speed kidney are described.

**Keywords:** Traffic calming, road safety, technological development, constructive method, asphalt concrete

Alfredo García García, [agarciag@tra.upv.es](mailto:agarciag@tra.upv.es)  
Ana Tsui Moreno, [anmoch@cam.upv.es](mailto:anmoch@cam.upv.es)

Universitat Politècnica de València

Jesús Guillén Valencia, [jguillen@pavasal.com](mailto:jguillen@pavasal.com)  
Jesús Felipo Sanjuán, [jfelipo@pavasal.com](mailto:jfelipo@pavasal.com)

PAVASAL E.C.S.A.

## 1. Introducción

No es necesario señalar la importancia de la seguridad vial en las sociedades que han alcanzado un avanzado nivel de desarrollo y altos niveles de movilidad en el transporte terrestre por carretera, como es el caso español. Por ello, la mejora de la

seguridad vial, tanto en zonas urbanas como en carreteras interurbanas, es uno de los principales objetivos de las diferentes agencias competentes en materia de tráfico del mundo.

En el caso de las vías urbanas, la moderación del tráfico es una de las medidas de seguridad vial más aplicadas, en aras de reducir tanto la frecuencia como la gravedad de los accidentes (Sanz, 2008). Esta medida se articula en base a actuaciones encaminadas a la reducción de la intensidad de circulación y la velocidad de los vehículos hasta que sean compatibles con las actividades que se desarrollan en las vías, es decir, emplea medidas y técnicas para modificar la percepción del conductor del área por la que circula, induciéndolo a conducir en consonancia con las circunstancias que existen en la vía y su entorno.

Entre los elementos utilizados en la moderación del tráfico, destacan los lomos transversales y los pasos peatonales

## Desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa

sobreelevados, ambos pertenecientes a las actuaciones que modifican el alzado de la vía. Estas medidas pueden ser prefabricadas o construidas in situ, aunque usualmente tanto los lomos transversales como los pasos sobreelevados se ejecutan in situ mediante mezcla bituminosa. El método constructivo convencional de estas medidas consiste en el fresado o creación de rozas de encaje, para conseguir el empotramiento del borde del dispositivo y la extensión y compactación de la mezcla bituminosa para lograr la geometría prevista.

Es importante destacar que el comportamiento de los vehículos al sobrepasar los pasos peatonales sobreelevados es diferente en función de la longitud del elemento, debido al cambio en la pendiente de sus rampas, que varía la aceleración vertical causada a los vehículos. Por ello, es importante obtener una adecuada geometría de los elementos construidos in situ, puesto que los procesos constructivos pueden generar cambios en la geometría de los mismos, afectando al comportamiento de los vehículos.

Por otro lado, las medidas de moderación anteriormente mencionadas poseen efectos negativos, que a veces ensombrecen sus beneficios, puesto que influyen en la conducción y causan incomodidad a los pasajeros, que incluso pueden desviar su trayecto para evitar el paso por estos elementos. Es más, el impacto de los neumáticos sobre los moderadores del tráfico causa daños mecánicos a los vehículos y genera ruidos y vibraciones. Otros estudios también reportan que las deceleraciones bruscas, al aproximarse a un moderador del tráfico, aumentan los niveles de emisiones y los consumos de carburante (Ahn y Rakha, 2008). Por otro lado, los vehículos de emergencia también se ven afectados por la moderación del tráfico, puesto que el tiempo de respuesta se incrementa (Ewing, 1999; Knapp,

2000; Transportation Association of Canada, 1998). Asimismo, la afección de los moderadores del tráfico no se limita únicamente a los vehículos ligeros y a los vehículos de emergencia, sino que también atañe al transporte público. De hecho, se han desarrollado guías específicas de moderación del tráfico para rutas de transporte colectivo, que califican tanto la explotación del autobús como la aceptación de las diferentes medidas (London Bus Priority Team, 2005). Es importante destacar que algunos usuarios se oponen a la moderación del tráfico porque los efectos negativos afectan a todos los usuarios, incluso a aquellos que circulan a una velocidad apropiada, segura y moderada.

### 2. Speed kidney

Los beneficios producidos por la moderación del tráfico, utilizando los métodos tradicionales, pueden quedar ensombrecidos por las molestias que producen a los conductores, que si mantienen moderada su velocidad y los aumentos en los tiempos de respuesta de los vehículos de emergencia. El nuevo dispositivo speed kidney, denominado así por su forma arriñonada en planta, busca reducir la velocidad del tráfico, con el incremento en la seguridad vial que ello supone, y, al mismo tiempo, minimizar los inconvenientes de los moderadores del tráfico habituales. Principalmente, se trata de un moderador de la velocidad que se emplea en las vías locales y en las zonas urbanas de las travessías, una vez se haya compatibilizado la velocidad con las condiciones del entorno por medio de otros dispositivos, con el fin de mantener una velocidad moderada, cómoda y segura.

Como se observa en la Figura 1, el dispositivo está compuesto por, al menos, un resalte por carril con forma en plan-



Figura 1. Speed kidney en la ronda este de Almussafes (Valencia)



Figura 2. Speed kidney en la UPV.

ta arriñonada y forma en alzado abultada, que invita a los conductores de vehículos de determinadas dimensiones que no quieran sufrir los efectos al pasar sobre él, a modificar su trayectoria, siguiendo un zigzag suave y, por consiguiente, a moderar su velocidad. La anchura de la proyección del resalte sobre el plano transversal a la vía, o la ocupación, es el parámetro de diseño que permite evaluar a qué vehículos afecta el speed kidney, de manera que, si la anchura de los ejes del vehículo es inferior a la ocupación, los vehículos que pretendan seguir una trayectoria recta tendrán que subir al resalte, sufriendo las molestias correspondientes, hasta ahora habituales. En cambio, aquellos vehículos con una mayor separación entre las ruedas de sus ejes, como autobuses, camiones y vehículos de emergencia, podrán mantener una trayectoria recta sin sufrir dichas molestias, aunque siempre con precaución, y, por consiguiente, con cierta moderación de su velocidad. En consecuencia, una de las principales hipótesis de diseño del speed kidney es la minimización de la afeción al tiempo de respuesta de los vehículos de emergencia. Con el fin de que los vehículos no puedan circular por el medio de dos dispositivos, se instala conjuntamente con ellos otro resalte complementario en el centro. El nuevo moderador del tráfico es, por tanto, un dispositivo que modifica el trazado en planta, en alzado, y, en menor medida, la sección transversal.

Los parámetros para determinar la geometría del speed kidney son: anchura (A), ocupación (O), radio (R), radio de redondeo (r) y longitud (L). Los valores recomendados, además del diseño geométrico, se detallan en García y Romero (2009). De acuerdo con los valores recomendados, la mínima anchura de la calzada de dos carriles para implementar una pareja de resaltes principales y un resalte complementa-

rio es de 7,40-7,60 m (García y Romero, 2009). No obstante, si la anchura de carril es inferior, se pueden disponer los bordillos acompasados en curva o en curva-contracurva, con el fin de mantener la separación entre el resalte principal y el bordillo (García et al., 2011).

Actualmente, se ha concluido la fase de experimentación para completar el desarrollo tecnológico del dispositivo, dividida en cuatro etapas. En la primera de ellas, se trazó sobre la superficie del pavimento la forma del speed kidney para evaluar la influencia del radio de los dispositivos, obteniendo las trayectorias a diferentes velocidades y con dos vehículos de características diferentes. En la segunda etapa, se construyó un speed kidney en una calle dentro del campus universitario de la Universidad Politécnica de Valencia (Figura 2). Aquí se han evaluado las velocidades de los vehículos, en el tramo de la vía, antes y después de la construcción del elemento, así como las trayectorias adoptadas por los conductores (García et al., 2011). También se investigó la señalización más adecuada, tanto horizontal como vertical.

La tercera etapa ha consistido en la construcción, en una pista de ensayos (Figura 3), de un total de 18 speed kidney con características geométricas diferentes, con el fin de desarrollar pruebas en ambientes controlados por conductores voluntarios y de evaluar experimentalmente la señalización, para que su funcionalidad y seguridad sean las óptimas. Así, los conductores participantes circularon por los dispositivos a diferentes velocidades objetivo, evaluando la comodidad, seguridad y reducción de velocidad en cada caso. Mediante el Laboratorio Móvil de Tráfico (García et al., 2010), se tomaron vídeos de las maniobras para determinar las trayectorias y velocidades de los conductores en cada una de las geometrías

## Desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa



Figura 3. Pista de ensayos en Puzol.

as y perfeccionar así el diseño del speed kidney. En total, se realizaron más de 4.200 pruebas controladas con vehículos ligeros, pesados y motocicletas.

En la última etapa se han implantado, entre otras actuaciones, siete unidades de speed kidney en la ronda este de Almusafes (Valencia), la cual está sometida a un intenso tráfico de camiones, con un porcentaje de pesados del 18% (Figura 4). Tras la puesta en servicio de las unidades de speed kidney, se han realizado sucesivas tomas de datos, para evaluar posteriormente el correcto funcionamiento del dispositivo. Entre los resultados obtenidos, se ha observado que la mitad de los conductores adopta una trayectoria curvada a su paso por el dispositivo y que la velocidad media de paso sobre el speed kidney es de 39 km/h en vehículos ligeros y de 36 km/h en vehículos pesados, mientras que la velocidad de operación ( $V_{85}$ ) es de 46 y 41 km/h, respectivamente. Además, se ha constatado una gran uniformidad de la velocidad a lo largo de la ronda. En consecuencia, los speed kidneys moderan la velocidad en vez de reducirla puntualmente, consiguiendo una

disminución notable de la sensación de ruido y del nivel de consumo de combustible y emisiones a lo largo de la ronda, habiéndose medido o estimado dichas repercusiones.

### 3. Objetivos

El objeto del estudio es el desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa. Debido a la particularidad del diseño del dispositivo, es necesario desarrollar tanto el proceso constructivo del mismo como la mezcla bituminosa que se va a emplear. Dentro del proceso constructivo, se deben definir tanto las etapas constructivas como los procedimientos y medios necesarios en cada una de ellas.

### 4. Proceso constructivo

El diseño del proceso constructivo para la ejecución del speed kidney in situ con mezcla bituminosa en caliente se fue perfeccionando a la par que sus características geométricas y el diseño de la mezcla. Dadas las particularidades propias del nuevo dispositivo y de su ubicación, ha sido necesario diseñar un proceso constructivo detallado.

Uno de los condicionantes principales del proceso constructivo es la propia geometría del speed kidney, ya que tiene una sección trapezoidal; planos inclinados para conformar las rampas de entrada y salida del elemento; una alineación curvada; elevada longitud de junta de unión con el firme existente respecto de su superficie; y la posibilidad de acumulación de agua en la zona cóncava, en caso de que la combinación de la pendiente longitudinal y transversal de la vía fueran insuficientes para desaguar las pluviales.



Figura 4. Speed kidneys en la ronda este de Almusafes (Valencia).





Figura 5. Pruebas iniciales.

Por otro lado, su ubicación en zona urbana limita las condiciones constructivas y requiere normalmente de trabajos con tráfico alternativo, con necesidad de apertura al tráfico y puesta en servicio inmediata tras su ejecución. Además, existe la necesidad de obtención de un proceso estandarizado, repetible y de coste razonable, de forma que su ejecución no limite el desarrollo del dispositivo y que sea capaz de competir en términos económicos con el resto de los moderadores del tráfico existentes en el mercado.

En una primera fase, que se realizó a la par que el diseño geométrico del dispositivo, la geometría del speed kidney aún no estaba totalmente definida y se buscaba comprobar si la ejecución de lo diseñado era viable. En consecuencia, se probaron distintos radios, longitudes, anchuras, alturas, zonas de transición (Figura 5). Se pudo verificar que, efectivamente, era posible ejecutar el speed kidney con una geometría controlada, garantizando su durabilidad, dadas las solicitaciones a las que va a verse sometido durante su vida útil.

Partiendo de los condicionantes anteriores y las pruebas iniciales, se ha perfeccionado un proceso constructivo que abarca cuatro fases: definición geométrica; integración en el firme existente; extensión de la mezcla bituminosa en caliente; y pintado y acabado.

#### 4.1 Definición geométrica

En la ejecución de los primeros speed kidney, debido a su definición geométrica, el replanteo se realizó con el apoyo directo de topografía, probando distintos radios, longitudes y anchuras, entre otras características geométricas.

Bajo la óptica de poder construir varios dispositivos en una jornada, sin recurrir al empleo de topógrafos, se desarrolló un proceso que permitiese al equipo encargado el replanteo en términos de precisión adecuados y compatible con la maquinaria a emplear. Dado que el speed kidney se implementaría en entornos urbanos, estos cuentan con importantes barreras físicas alrededor, como bordillos, fachadas, superficies a diferente nivel, etc., que impiden un replanteo radiando a partir de un centro.

En consecuencia, se optó por el desarrollo y empleo de unas plantillas modulares con capacidad de ser transportadas en un vehículo industrial, a partir de las cuales quedan definidos los elementos geométricos principales del elemento a construir (Figura 6). Se disponen de tres plantillas correspondientes a elementos de radio interior de 10, 15 y 20 m.

#### 4.2 Integración en el firme existente

Existen dos principales condicionantes derivados de la geometría del elemento para diseñar la integración en el firme existente. La primera de ellas es que la propia geometría del speed kidney configura que la proporción de m de junta por m<sup>2</sup> de dispositivo sea muy elevada; además, los planos inclinados que conforman las rampas de entrada y salida requieren que el espesor de la capa cerca de la rasante de la vía sea próxima a cero. Por otra parte, el borde lateral exterior va a estar sometido a numerosos pasos de vehículos, luego debe garantizarse que la unión con el firme existente presente las suficientes garantías.

Para las primeras pruebas se contó con fresadoras que, bajo la supervisión de topografía, realizaban el encaje en la totalidad de la superficie y de una manera muy controlada,

## Desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa



Figura 6. Replanteo.



Figura 7. Proceso de integración en el firme existente.

con un corte con radial previo, con el objeto de que la zona de encaje fuese lo más limpia posible.

Tras el desarrollo del proceso, se concluyó que el trabajo se realiza de forma óptima a través de una fresadora de carro a lo largo del desarrollo del speed kidney. La propia máquina realiza las labores de barrido y limpieza (Figura 7).

El fresado se ejecuta en forma de cuña, con una profundidad aproximada de 3 a 4 cm en el borde exterior, persiguiéndose con ello que la zona de unión disponga de un espesor adecuado, así como una mayor homogeneidad de espesor de capa en los planos inclinados, reduciéndose el efecto de asentamientos diferenciales por esponjamiento.

El riego de adherencia utilizado fue con emulsión C57BP1 (ECR1 modificada), con dotación residual de 500 g/m<sup>2</sup>.

### 4.3. Extensión de la mezcla bituminosa en caliente

Del mismo modo que se ha descrito en las fases anteriores, el proceso fue evolucionando a medida que se iban constru-

yendo dispositivos. Aunque el primero fue construido experimentalmente de forma manual, con el apoyo de varillas de acero y lienzas, el objetivo principal era conseguir un procedimiento que permitiese que un equipo compacto, fácilmente transportable, pudiera ejecutar de forma industrializada y en condiciones de calidad los dispositivos.

Puesto que las características geométricas son fundamentales para el correcto funcionamiento del speed kidney, se determinó que la mezcla bituminosa debía ser depositada por una máquina extendedora, tanto por la configuración de la sección trapezoidal buscada como por la efectividad de la compactación que aportan las reglas vibrantes actuales, rechazándose los procesos manuales anteriormente citados. La principal limitación se encontraba en la regla de extendido, diseñada para ejecuciones de planos o secciones a dos aguas con pendientes limitadas, en ningún caso compatible con la sección transversal del speed kidney.

Puesto que un extendido en sección plana, con la retirada de material sobrante, no garantizaba la adecuada geometría,

se realizó una modificación sobre la regla, incorporando a la misma dos piezas prismáticas en forma de cuña, de forma solidaria y compatible con los reglajes de la máquina (amplitud y frecuencia de vibración), determinantes en el proceso de compactación. Se fabricaron dos juegos de diferente ángulo, con el fin de poder ejecutar dispositivos con una anchura de rampas laterales de 37,5 o 45,0 cm.

La extendedora empleada era lo suficientemente flexible como para realizar la extensión siguiendo la curvatura en planta del speed kidney marcada en el pavimento, gracias al guiado de otro operario (Figura 8). Dicha extensión se realizaba en toda la longitud con una sección transversal constante, por lo que, tras la misma, se conformaban manualmente las rampas de entrada y salida, retirando la mezcla bituminosa hasta conseguir la longitud de rampas que requería cada dispositivo.

Una vez comprobado que la mezcla bituminosa extendida tenía la sección adecuada, se realizaba la compactación manual con medios mecánicos. El propio diseño de la mezcla busca que la energía necesaria en compactación sea la

menor posible, con el fin de que durante la compactación no se modificase la geometría del dispositivo, provocada por movimientos verticales por esponjamiento y movimientos horizontales con los elementos de compactación. Por ello, además de la propia compactación que proporciona la regla vibrante, se emplean rodillos de lanza y pisones manuales, compactando primero la meseta central para consolidar posteriormente los planos laterales (Figura 9).

Posteriormente, para el control geométrico, se empleó el perfilómetro digital del GIIIC. Con el perfilómetro digital, es posible verificar si los elementos ejecutados se encuentran dentro de las tolerancias admisibles.

#### 4.4 Pintura y acabado

Tras el enfriamiento de la mezcla bituminosa, se realiza el pintado del dispositivo. La señalización horizontal del resalte principal se realiza con la meseta en rojo siguiendo su curvatura, y las rampas de entrada y salida en rojo. En la rampa de entra-



Figura 8. Extensión de la mezcla bituminosa en caliente.



Figura 9. Compactación de la mezcla bituminosa.

## Desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa

da, además se pinta un triángulo en blanco, con la base en la meseta central y la punta mirando a los vehículos, para que su pendiente pueda ser percibida por los conductores con mayor facilidad, así como la dirección adecuada para tomar el speed kidney con una trayectoria curvada. Dichas áreas se delimitan con cinta de carroceros para su correcto pintado (Figura 10).

En el caso más habitual, se podría utilizar la pintura habitual en señalización horizontal. No obstante, con el fin de aumentar la resistencia al deslizamiento, se emplea una pintura con base de sílice y cemento con resinas epoxi que, además de aumentar la tenacidad superficial de la mezcla, le confiere una mayor textura rugosa.

En cuanto a la señalización vertical, consiste en una señal informativa de 90 x 60 cm (Figura 4) que se coloca a la altura del dispositivo y la reglamentaria señal P-15a, de advertencia de resalto, colocada 25 m antes del speed kidney.

### 5. Mezcla bituminosa

Las mezclas bituminosas están diseñadas principalmente para soportar las cargas del tráfico a lo largo del tiempo, proporcionando una rodadura cómoda y segura a los usuarios. Pero, debido a la utilización tan específica que se plantea en el speed kidney, el diseño de la mezcla bituminosa debe ser replanteado desde el principio, pensando en que la mezcla debe cumplir una serie de requisitos que no son habituales en sus usos más convencionales.

Así pues, el primer paso es poder definir claramente cuáles son las necesidades de la mezcla a emplear, analizando en profundidad cuáles van a ser las solicitudes a las que se va a ver sometida, no solamente durante su periodo de uso, sino también durante el proceso de fabricación y puesta en obra.

Posteriormente, se identifican las características necesarias para cumplir con los requisitos específicos y se determina el diseño de la mezcla bituminosa.

#### 5.1 Requisitos de la mezcla bituminosa

Los principales requisitos que se han considerado en el diseño de la mezcla bituminosa a emplear en el speed kidney se derivan de la necesidad de garantizar que la geometría del dispositivo es la adecuada en el momento de su construcción y a lo largo de su vida útil. A partir de estos condicionantes, la mezcla bituminosa debe tener las siguientes características:

- Alta trabajabilidad durante el proceso de ejecución, para poder obtener la geometría correspondiente, cuestión fundamental para el buen funcionamiento del elemento.
- Energía de compactación baja. Una vez salida la mezcla de la extendidora con la geometría correspondiente, no se debe modificar dicha geometría en el proceso de compactación. Es por este motivo que la mezcla debe necesitar poca energía de compactación, para emplear la maquinaria adecuada en este proceso, que no sea agresiva con la mezcla y no modifique la geometría obtenida a la salida de la extendidora. Es decir, las mezclas a emplear deben ser consideradas prácticamente "autocompactables", siendo estas mezclas aquellas cuya energía de compactación es muy baja.
- La mezcla debe poder extenderse en espesores pequeños, sobre todo en los extremos, en las pendientes de entrada y laterales.
- Mayor temperatura de fabricación. Habitualmente, el proceso de aplicación de estas mezclas bituminosas en pequeñas cantidades es más lento de lo habitual, siendo un



Figura 10. Pintura y acabado.

requisito a considerar la posibilidad de que las mezclas se puedan fabricar a mayor temperatura de la habitual, y con mezclas que pierdan la temperatura más lentamente, así como que ofrezcan la posibilidad de compactar a temperaturas más bajas de lo habitual, dando de esta forma mayor tiempo para la compactación. En este último punto nos encontramos con las mezclas semicalientes, que se pueden fabricar con adición de productos al mezclador, incrementando este periodo de compactación, con modificación o no de las características reológicas del ligante.

- Soportar impacto de neumáticos. Durante el periodo de uso, y teniendo en cuenta que el resalte no debe sufrir un paso de tráfico muy pesado, tanto por su propia geometría como por su ubicación (travesías, calles locales...), la mezcla debe ser capaz de soportar los impactos de los neumáticos de los vehículos sin deformarse, ni desgranarse ni deteriorarse.

### 5.2 Características de la mezcla bituminosa

Tras diversos estudios sobre diferentes tipos de dosificaciones, se ha considerado que la mezcla, para que alcance a cubrir los requisitos que se plantean, debe tener las siguientes características generales:

- Elevado contenido de ligante. De esta forma, se asegura la trabajabilidad, así como una mayor facilidad de compactación de la mezcla. También ayuda a formar un mástico rico en ligante, que favorece un mejor comportamiento frente al agua, así como tener menor posibilidad de pérdida de áridos en el periodo de uso.
- Tamaño máximo de árido inferior a 10 mm. Por una parte, asegura la posibilidad del empleo de la mezcla en pequeños espesores, así como también mejora la compactabilidad y la trabajabilidad, facilitando el trabajo de obtención de la geometría correspondiente.
- Empleo de fibras de celulosa. Su uso busca evitar posibles escurrimientos de ligante debidos al elevado contenido de ligante de la mezcla y a la mayor temperatura de fabricación durante la fabricación y el transporte de la mezcla, así como para evitar posibles exudaciones en el periodo de uso.
- Empleo de PCMs ("Phase Change Materials"). Mediante el uso de estos productos, se busca mantener durante más tiempo una temperatura adecuada para la compactación, ya que, al producirse el cambio de fase durante el enfria-

miento de la mezcla, el aditivo aporta calor a la mezcla haciendo que esta pierda temperatura más lentamente. Además, la adición de este tipo de productos modifica la reología del ligante, haciendo que la viscosidad sea menor de la habitual a temperaturas superiores a 100 °C, pero incrementa dicha viscosidad de forma importante a temperaturas inferiores. Este hecho permite que la mezcla pueda ser compactada a unos 30 °C menos que habitualmente, facilitando y alargando el periodo de compactación.

### 5.3 Diseño de la mezcla bituminosa

Con todos los requisitos planteados y las características de la mezcla exigida, se ha diseñado una mezcla, con la denominación AC8 SURF 40/50 D. La mezcla está compuesta por los siguientes componentes con la dosificación de la Tabla 1.

En cuanto a su dosificación (Figura 11), destacar que es una mezcla muy cerrada, con elevado contenido de ligante y mástico, que da como resultado una sensibilidad al agua adecuada.

Como se puede comprobar, para la fabricación de esta mezcla se empleó un 7,4% de betún de penetración 40/50, aditivando en el mezclador un 3% sobre ligante de aditivo modificador de las características reológicas del ligante sobre el betún y fibras de celulosa. Para mejorar la manejabilidad de la mezcla, la temperatura de fabricación y extendido es ligeramente superior a las mezclas convencionales, habiéndose fabricado la mezcla con una temperatura objetivo de 170 °C.

Por otro lado, una de las características que se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar y fabricar esta mezcla ha sido la necesidad de una menor energía de compactación de la misma. Para comprobar la compactabilidad de la mezcla se han fabricado probetas a distintas energías de compactación, mediante el compactador de impacto. Los resultados están expresados en la Tabla 3.

**Tabla 1. Dosificación de la mezcla bituminosa para el speed kidney**

Componente	Porcentaje (%)
Ligante	7,4
Áridos	92,0
Fibras celulosa	> 0,3
Aditivo	> 0,2

## Desarrollo tecnológico de la ejecución del speed kidney mediante mezcla bituminosa

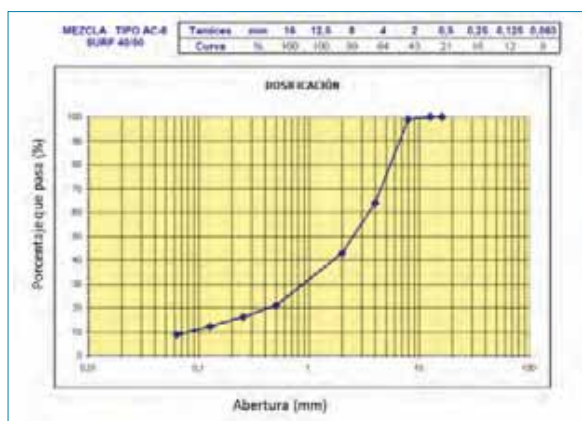


Figura 11. Dosificación granulométrica.

Como se puede comprobar en los datos anteriores, prácticamente con 25 golpes por cara se puede obtener la energía de compactación suficiente para alcanzar la densidad adecuada (prácticamente el 100% de compactación). Este resultado indica que la mezcla cumple con los requisitos y es fácilmente compactable, incluso con el empleo de ma-

quinaria de mano, como planchas vibrantes, para obtener su compactación.

### 6. Conclusiones

En el presente artículo se ha presentado el desarrollo tecnológico de la ejecución mediante mezcla bituminosa de un nuevo moderador del tráfico: el speed kidney. Este dispositivo modera la velocidad de los vehículos, a la vez que minimiza los inconvenientes de los actuales dispositivos de moderación del tráfico.

Las características geométricas del dispositivo, entre las que destaca su forma curvada, como un riñón, su sección trapezoidal y las rampas de entrada y salida del dispositivo; su implementación en vías urbanas y travесías; y las solicitaciones a las que se ve sometido durante su vida útil, conforman una serie de condicionantes que hacen necesario un diseño específico de su proceso constructivo, así como de la mezcla bituminosa con la que se ejecuta.

Tabla 2. Características de la mezcla bituminosa.

Ensayo	Norma	AC-8
Temperatura fabricación		168°C
% Betún s/m	UNE-EN 12697-1	7,4 s/mezcla
% Betún s/a	UNE-EN 12697-1	7,99 s/arido
Densidad máxima	UNE-EN 12697-5	2521 kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparente	UNE-EN 12697-6	2458 kg/m <sup>3</sup>
Relación filler/betún	UNE-EN 13108-1	1,13
% huecos	UNE-EN 12697-8	2,5 %
Estabilidad Marshall	NLT-159	9,7 kN
Deformación	NLT-159	3,8 mm
Tracción indirecta seca	UNE-EN 12697-23	1,35 kPa
Tracción indirecta húmeda	UNE-EN 12697-23	1,23 kPa
Sensibilidad al agua	UNE-EN 12697-12	93,3 %

Tabla 3. Compactabilidad de la mezcla bituminosa.

Nº DE GOLPES	DENSIDAD OBTENIDA (kg/m <sup>3</sup> )	COMPACTACIÓN (%)
75	2,458	100,0
50	2,456	99,9
25	2,446	99,5

El proceso constructivo del speed kidney se divide en cuatro fases. La primera de ellas es la definición geométrica, la cual se realiza mediante planchas metálicas completas con las que se marca el contorno del dispositivo. Una vez replanteado, se procede a realizar la integración en el firme existente, cortando el borde con una radial y fresando en cuña el contorno del speed kidney. El fresado tiene una anchura mínima de 40 cm y una profundidad mínima de 3 cm.

Posteriormente, se realiza el extendido de la mezcla bituminosa con una extendidora con regla modificada con sendas cuñas para conformar las rampas laterales del elemento. Las rampas frontal y posterior se conforman, tras la extensión, de forma manual con retirada de material. A continuación, se procede a la compactación, prestando especial atención a la geometría de la curva y de las rampas. Finalmente, se pinta el elemento una vez el aglomerado se ha enfriado y se coloca la señalización vertical informativa y de advertencia de resalto.

Por otro lado, los requisitos propios del dispositivo y las cargas de tráfico a las que se ve sometido a lo largo de su vida útil hicieron necesario el diseño de una nueva mezcla bituminosa que tiene una alta trabajabilidad, una energía de compactación baja y una mayor temperatura de fabricación, entre otras características. La dosificación de la mezcla bituminosa se compone de un elevado porcentaje de ligante, del 7,4% sobre mezcla, fibras de celulosa y un aditivo para mantener durante más tiempo una temperatura adecuada para la compactación.

A partir de los resultados obtenidos en las diferentes fases del estudio, se ha podido desarrollar y perfeccionar la ejecución del speed kidney para que su proceso constructivo sea estandarizado, repetible y de coste razonable, quedando las características geométricas del dispositivo dentro de las tolerancias admisibles. Además, se ha verificado la comodidad, funcionalidad y seguridad del dispositivo con numerosas pruebas. Por tanto, el speed kidney se encuentra totalmente desarrollado y en condiciones adecuadas de comodidad, funcionalidad y seguridad para ser construido y puesto en servicio en cualquier vía pública que requiera moderación del tráfico, con un proceso constructivo específico y que es capaz de competir en términos económicos con el resto de los moderadores del tráfico existentes en el mercado.

## 7. Agradecimientos

La presente investigación ha sido posible gracias a la subvención del CEDEX del Ministerio de Fomento, con referencia PT-2007-052-23/APM, y de la Conselleria de Educació de la Generalitat Valenciana, con referencia ACOMP/2010/016. También se desea agradecer la colaboración del Ministerio de Fomento (Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana) y de la empresa AUMAR-ABERTIS, por la cesión de los terrenos donde se realizaron las pruebas controladas del speed kidney. La ejecución de los speed kidney en servicio fue posible gracias a la aceptación de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana para su incorporación dentro de la actuación de moderación del tráfico de la ronda este de Almussafes.

## 8. Referencias

- Ahn, K., y H. Rakha. (2008). *Energy and Environmental Effects of Traffic Calming Measures*. 87<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Ewing, R. (1999). *Traffic Calming State of Practice*. Institute of Transportation Engineers, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.
- García, A., y M.A. Romero. (2009). *Speed Kidney, un nuevo dispositivo moderador de la velocidad: descripción y desarrollo geométrico*. Rutas, Vol. 134, pp. 13-20.
- García, A., Romero, M.A., Moreno, A.T. y C. Llorca. (2010). *Desarrollo y aplicaciones de un nuevo laboratorio móvil de tráfico*. Rutas, Vol. 139, pp. 11-30.
- García, A., Moreno, A.T., y M.A. Romero. (2011). *Technological development and validation of speed kidney, a new traffic calming device*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No 2223, pp. 43-63.
- Knapp, K. (2000). *Traffic Calming Basics*. Civil Engineering. American Society of Civil Engineers, Washington, D.C.
- London Bus Priority Team. (2005). *Traffic Calming Measures for Bus Routes*, technical advice note BP2/05. London.
- Sanz, A. (2008). *Calmar el Tráfico*. Ministerio de Interior, Madrid.
- Transportation Association of Canada. (1998). *Canadian Guide to Neighborhood Traffic Calming*. Transportation Association of Canada, Ottawa, Canada.

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](http://www.proas.es)

**PROAS**

*Innovando para ti*



# La declaración de prestaciones: nuevo requisito del Reglamento de Productos de la Construcción

El objetivo del Reglamento de Productos de la Construcción (CPR) consiste en realizar una clarificación de los conceptos básicos del Mercado CE, con el fin de hacerlo más simplificado, sobre todo para las PYMES y que, a su vez, aumente la credibilidad del proceso.

Lucía Miranda, lmirandaperez@gmail.com

El CPR ya ha entrado en vigor, pero no será de obligado cumplimiento hasta el 1 de julio de 2013. Dentro de este proceso, se distinguen dos fases:

- Fase de preparación, en la que se está estableciendo el marco organizativo y la preparación de los documentos. Esta fase tiene como fecha límite el día 30 de junio de 2013.
- Fase de operación, en la que los fabricantes deberán proceder a realizar las declaraciones, y que será de obligado cumplimiento a partir del día 1 de julio de 2013.

En estos momentos, y según se ha indicado, nos encontramos dentro de la fase de preparación, y para ello es necesario adaptar los nuevos requisitos teniendo en cuenta las modificaciones que se van a introducir.

Con el objetivo de que estos cambios lleguen a todos los implicados dentro del proceso de Mercado CE, se incluye a continuación un resumen de los puntos que se van a ver afectados y cómo se puede proceder para su adaptación.

## *Especificaciones técnicas armonizadas*

Corresponde a las normas armonizadas que se conocen hasta ahora, pero además existirán otros documentos, que se llamarán "Documentos de Evaluación Europeos" (DEE) o las guías DITES. A partir de ahora, se podrá proceder al Mercado CE de los materiales de la construcción a través de las normas armonizadas (según se viene haciendo), o bien, en el caso de que un producto no disponga de una norma armoni-

zada, se podrá recurrir a los documentos DEE o DITES. Estos serán elaborados dentro de la Unión Europea y aprobados por un Organismo de Evaluación Técnica (OET), que, tras la evaluación de las características de un producto, emitirá una Evaluación Técnica Europea (ETE), semejante a una norma, para su producto, que podrá ser utilizado como guía para realizar la declaración de prestaciones.

## *Documentación técnica*

Para conseguir el Mercado CE, es necesario realizar una Declaración de Prestaciones del producto y, para ello, el Reglamento incluye la necesidad de disponer de una documentación técnica que describa la evaluación y verificación de dichas prestaciones. Esta documentación, que deberá estar almacenada durante un periodo de 10 años (periodo que puede ser modificado por la comisión, según el tipo de producto), no es más que la recopilación de la información que se disponga y que sea necesaria para describir las características del producto.

Dentro del Reglamento, por ahora no existe una descripción de cuál podría ser la documentación técnica necesaria, pero, entre otros, estaría formada por:

- Fichas técnicas del producto.
- La norma del producto.
- Fórmula de ensayo y ensayo de tipo.
- El sistema de control de producción.
- Certificado de control de conformidad emitido por el organismo notificado.
- Toda la información requerida para el caso de los productos que no dispongan de una norma armonizada.
- Instrucciones e información de seguridad del producto.

## La declaración de prestaciones: nuevo requisito del Reglamento de Productos de la Construcción

- Declaración de Prestaciones
- Marcado CE del producto

### Declaración de Prestaciones

Es el documento que sustituye a la Declaración CE que recogía la Directiva. La nueva declaración indicará las prestaciones del producto en relación con sus características esenciales. Será emitida por el fabricante, como máximo responsable, cuando el producto sea introducido en el mercado. Esta declaración se realizará en base a una norma armonizada. Si se trata de un producto cuyas características se especifican en una DEE o una guía DITE, no es obligatorio obtener la ETE y emitir la Declaración de Prestaciones, por lo que en este caso el proceso es optativo y voluntario para el fabricante.

Para la emisión de la Declaración de Prestaciones, en el Reglamento se indican varias exclusiones para los siguientes casos: los productos fabricados por unidad; los productos fabricados en la propia obra, así como a los productos para la conservación del patrimonio.

Se establece también, dentro del Reglamento, la posibilidad de enviar la Declaración, tanto en papel como por vía electrónica, permitiendo además la posibilidad de incluirla dentro de la página web del fabricante.

### Contenido de la Declaración de Prestaciones

A continuación, en la imagen adjunta, se incluye la información que debe recoger la Declaración de Prestaciones.

Además de toda la información administrativa relacionada con los datos

del fabricante, así como del organismo notificado, la parte correspondiente a las prestaciones del producto para el que se solicita el Marcado CE, se recoge en la tabla adjunta y la información que se ha de completar para cada una de las columnas es la siguiente:

- En la primera columna se deben incluir todas las características que recoge en la norma para el producto en concreto, y que corresponden a las que figuran en el anexo ZA de cada norma. En el caso de disponer de una DEE, se incluirán todas las características que se recojan en dicho documento.
- En la segunda columna se indicará el valor de la prestación para la característica esencial definida. Este valor puede ser un dato numérico, un intervalo o una clase. Se deberá declarar, al menos, un valor de prestación, no se podrá emitir una declaración poniendo NPD en todas las

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES PARA PRODUCTOS CUBIERTOS POR UNA NORMA ARMONIZADA		
Nº (Ref. de la Declaración de prestaciones): .....		
1. Código de identificación único del producto: .....		
2. Tipo, lote o número de serie o cualquier otro elemento que permita la identificación del producto:.....		
3. Uso o usos previstos (con arreglo a la especificación técnica armonizada aplicable): .....		
4. Nombre, marca registrada y dirección de contacto del fabricante: .....		
5. En su caso, nombre y dirección de contacto del representante autorizado: .....		
6. Sistema o sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones: .....		
7. Identificación y tareas del organismo notificado:		
7.1 Nombre del organismo notificado: .....		
7.2 Número de identificación del organismo notificado: .....		
7.3 Descripción de la tarea realizada por el organismo notificado: .....		
7.4 Sistema de evaluación de las prestaciones: .....		
7.5 Documento emitido (certificado de constancia de prestaciones, certificado de conformidad del control de producción en fábrica, informes de ensayo o cálculo —según corresponda): .....		
8. Prestaciones declaradas:		
Características esenciales (ver nota 1)	Prestaciones (ver nota 2)	Especificaciones técnicas armonizadas (ver nota 3)
9. Las prestaciones del producto identificado en los puntos 1 y 2 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 8. La presente declaración de prestaciones se emite bajo la sola responsabilidad del fabricante identificado en el punto 4. Firmado por y en nombre del fabricante por:		
.....		
(nombre, cargo)		
.....		
(lugar y fecha de emisión)		(firma)

filas de la tabla. En el caso de que el producto se rija por una DEE, será obligatorio declarar el valor de la prestación de todas las características.

- En la tercera columna, para cada una de las características, se indicará la referencia europea de la norma armonizada del producto, incluyendo su fecha de publicación (no se recogerá la norma española, porque las fechas no siempre corresponden con la de la aprobación inicial de la norma). En el caso de una DEE, se incluirá su número de referencia, así como la fecha de la ETE obtenida.

### *Marcado CE*

Se podrá obtener sólo para los productos a los que el fabricante ha emitido la Declaración de Prestaciones. Con el Marcado CE, el fabricante asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto con las prestaciones incluidas en la declaración. El contenido debe ser el siguiente:

- El logotipo CE.
- Las dos últimas cifras del año de su primera obtención.
- Nombre y domicilio registrado del fabricante o de la marca.
- Nombre y código de identificación única del producto tipo, que debe coincidir con el definido en la Declaración de Prestaciones.
- El número de referencia de la Declaración de Prestaciones.
- La referencia de la norma armonizada o el DEE que se aplica.



- El uso previsto del producto.
- El número de identificación del Organismo Notificado.
- La lista de las características esenciales y el nivel o clase de cada una de ellas.
- Se incluirá un pictograma o marca que indique algún riesgo particular del producto.

### *Bibliografía*

- Reglamento N° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.
- Guía para la preparación de la documentación a elaborar por el fabricante para el Marcado CE (mayo 2012). Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

# No es lo mismo!!

## Biotecnología

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

## VII Jornada Nacional de Asefma

Bajo el lema 'Reforzando el firme, consolidando el futuro', Asefma celebró su VII Jornada Nacional en Madrid el pasado día 24 de mayo, en la que se defendió la conservación de las carreteras españolas, que forman parte de nuestro patrimonio, y de la seguridad vial.

**Andrés Costa Hernández**, [acosta@ohl.es](mailto:acosta@ohl.es)

Coordinador de la VII Jornada Nacional de Asefma

Durante el encuentro, coordinado por Andrés Costa, se trataron cuestiones como desarrollos técnicos en la fabricación de las mezclas bituminosas; análisis del estado actual de conservación de los firmes de las carreteras de España; previsiones en refuerzo de firmes en 2012; seguridad vial; nuevas monografías de Asefma; y presentación de comunicaciones libres.

En el acto inaugural participaron Pere Macías, presidente de la Comisión de Seguridad Vial del Congreso de los Diputados, y Juan Jose Potti, presidente ejecutivo de Asefma, quien, inició la presentación señalando que la temática recogida en el programa permite obtener 'una visión completa acerca de la realidad del sector'.

A continuación, Potti pasó a detallar las circunstancias en que se celebraron e hitos marcados por las anteriores jornadas de Asefma, hasta llegar a la presente, que en su opinión contaba con 'los mejores ponentes imaginables'. Por primera vez, el encuentro pudo seguirse en tiempo real y a través de las

redes sociales, un aspecto que viene a facilitar la difusión de los contenidos presentados, con un impacto mediático récord, a la vez que se reducen los costes para las empresas.

El presidente ejecutivo de Asefma realizó un esbozo de la actualidad del sector, resaltando el descenso continuado en la producción de mezclas bituminosas, que constituye la mayor caída de Europa, tanto en términos absolutos como relativos.

Con la vista puesta en el futuro, Potti resaltó como prioridad la conservación de carreteras, antes que la ampliación de la red existente, puesto que la inversión en refuerzo de infraestructuras es muy inferior a lo que representa el valor patrimonial del que disponemos. En esta línea, advirtió que una política continuada de refuerzo de firmes, al modo en que la practica Francia, es más eficaz y rentable que la ejecución de planes de choque espaciados en el tiempo, cuando el deterioro de la carretera ya es importante.

A continuación intervino Pere Macías, que felicitó a Asefma por su trabajo, 'serio y riguroso', y por ir 'más allá de la mera defensa de su sector, para trascender al campo del interés público, como son las carreteras, cuyo estado de conservación nos interesa a todos'.



La Jornada fue retransmitida en todo el mundo a través de las redes sociales.



Intervención de Pere Macías, presidente de la Comisión de Seguridad Vial del Congreso de los Diputados.

## VII Jornada Nacional de Asefma

Macías señaló que la conservación de carreteras tiene una importancia clave en la seguridad vial, además de garantizar la movilidad sostenible en un sector clave, como es el transporte de mercancías.

El diputado catalán explicó que, en un contexto de ajuste fiscal como en el que estamos inmersos, es difícil destinar grandes dotaciones a la conservación. Para paliar estas carencias presupuestarias, abogó por la aplicación de la denominada Euroviñeta, un impuesto de pago por el uso de las carreteras, de cuya recaudación puede obtenerse una importante suma para la conservación y la provisión de ayudas al transporte terrestre. Macías citó estudios del CEDEX, Universidad Politécnica de Madrid y Barcelona, Colegio de Ingenieros de Caminos y Seopan para cuantificar esta suma entre 1.800 y 4.000 millones de euros al año.

Al final de su intervención dio por inaugurada la VII Jornada Nacional de Asefma.

La primera sesión, titulada '**Desarrollos técnicos en la fabricación de mezclas bituminosas**', contó con la intervención de Francisco Sinis (CEDEX) y Ángel Sampedro (Universidad Alfonso X), quienes desarrollaron conjuntamente un tema muy interesante, como es el análisis del ciclo de vida de la fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas.

A continuación, se trató el estado del arte en el desarrollo en la fabricación de mezclas bituminosas a baja temperatura, analizado desde tres puntos de vista diferentes: por un lado, los ligantes desarrollados y disponibles para esta técnica, por parte de Vicente Pérez (Cepsa) y Francisco José Lucas (Repsol); a continuación intervinieron Carlos Hernández (Eiffage) y Nuria Huguet (Probisa), quienes trataron los últimos desarrollos en la fa-

bricación de mezclas bituminosas a menor temperatura; por último, y desde el punto de vista de la maquinaria disponible para la fabricación de estas mezclas, intervinieron Rafael Cegarra (EMSA) y Diego Peinado (Intrame), haciendo especial hincapié en la técnica de la espumación del betún.

Para finalizar este tema, tuvo lugar un coloquio entre los ponentes, acompañado de preguntas y observaciones por parte del público asistente.

Por último, y dentro de esta primera sesión, intervino Alberto Bardesi (como expresidente del Eurobitume) para hablar sobre las conclusiones del informe IARC sobre la actividad de pavimentación con mezclas bituminosas (monografía de IARC sobre el betún y los humos del betún).

La clasificación del betún, que databa del año 1987, ha sido revisada por IARC en octubre de 2011 y ha establecido la clasificación siguiente:

- Exposición ocupacional a betunes oxidados y sus emisiones en caliente: **2A**.
- Exposición ocupacional a los betunes convencionales durante su empleo en pavimentación: **2B**.

El Grupo 2A corresponde a productos **PROBABLEMENTE CARCINOGENICOS PARA HUMANOS**, donde podemos encontrar también los humos de las freidurías, el tricloroetileno, la exposición ocupacional en peluquerías, etc.

El Grupo 2B corresponde a productos **POSIBLEMENTE CARCINOGENICOS PARA HUMANOS**, donde podemos encontrar también el negro de humo, el plomo, el níquel, la gasolina, el café, etc.



Representantes de las Administraciones Autonómicas presentaron los planes de conservación en sus respectivas demarcaciones.

Finalmente, Alberto Bardesi propuso unas líneas de trabajo para profundizar en el estudio de este tema y en la conveniencia de potenciar las tecnologías bituminosas a baja temperatura.

A continuación, y después del café, se iniciaba la segunda sesión, con el desarrollo del Tema 2, bajo el título '**Previsiones de conservación en refuerzo de firmes y análisis del estado actual de conservación de los firmes de carretera en España**'. La sesión comenzó con la presentación, por parte de Jacobo Díaz (director general de la Asociación Española de la Carretera) de los resultados obtenidos en la última campaña de inspección visual en las carreteras españolas, que refleja un notable deterioro en materia de conservación, lo que supone un retroceso de 25 años y un déficit acumulado de 5.500 millones de euros en concepto de costes de reparación, con la consiguiente pérdida de competitividad interterritorial, creciente riesgo de siniestralidad en carretera y aumento de las emisiones contaminantes, entre otras consecuencias negativas.

Díaz pidió considerar el peso específico que tienen los diferentes modos de transporte para invertir en correspondencia, señalando que, con sólo retrasar la construcción de 96 kilómetros de la alta velocidad ferroviaria, podrían cubrirse las necesidades de conservación de carreteras.

A continuación se desarrolló una mesa redonda donde el coordinador de la Jornada, Andrés Costa, dio pie a la participación de representantes de las administraciones, a los que planteó que expusieran la política de conservación de firmes en su ámbito de competencia, los porcentajes del presupuesto destinados a esta partida y los criterios establecidos para el mantenimiento del valor patrimonial de las carreteras.

Iván Maestre, director general de Carreteras de la Comunidad de Madrid; Vicente Vilanova, subdirector general de Conservación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento; Margarita Torres, directora general de Carreteras de la Junta de Castilla-La Mancha; y Antoni Herreu, subdirector general de Explotación Viaria de la Generalitat de Cataluña, desgranaron los criterios que van a seguir sus respectivos departamentos en materia de conservación durante los próximos años. Todos ellos incidieron en que la situación económica lastra la inversión en infraestructuras, a pesar de lo cual pusieron de manifiesto la propuesta de redistribuir los próximos presupuestos para potenciar el mantenimiento y refuerzo de firmes, máxime teniendo en cuenta



Jorge Urrecho, director general de Carreteras del Ministerio de Fomento, y María Seguí, directora general de Tráfico, junto con el presidente de Asefma, Juan José Potti.

que la red de carreteras actual, en sus ámbitos de competencias, es suficientemente amplia.

Como final de la sesión de la mañana y desde el punto de vista de la seguridad vial, Juan José Potti presidió una mesa en la que participaron Jorge Urrecho, director general de Carreteras del Ministerio de Fomento, y María Seguí, directora general de Tráfico, que refirió los aciertos y fracasos obtenidos en materia de mejora de carreteras, y en lo que compete a la entidad que dirige, la seguridad vial. Por su parte, el director general de Carreteras se refirió a las características de la Red de Carreteras del Estado y su decisiva contribución en el objetivo de reducir la siniestralidad vial, tanto en la frecuencia como en la gravedad de los accidentes, por cuyos avances la administración española ha recibido el reconocimiento de sus homólogos europeos. Entre las medidas preventivas que se han adoptado, figura la mejora de la calidad de la Red en materia de señalización, vigilancia o rehabilitación y refuerzo de firmes. Sobre este aspecto, Urrecho señaló que 'el refuerzo de firmes será una política prioritaria de la Dirección General de Carreteras'.

En la tercera sesión, que se desarrolló por la tarde, dedicada fundamentalmente a la presentación de documentos técnicos relacionados con la actividad de las mezclas bituminosas, hubo una primera parte donde se presentaron dos nuevas monografías preparadas por los Grupos de Trabajo del Comité Técnico de ASEFMA y una segunda parte dedicada a las comunicaciones libres presentadas a la Jornada.

El primer bloque, dedicado a las nuevas monografías de Asefma, comenzó con la presentación del documento número 13, sobre 'Mezclas bituminosas en la construcción de líneas ferroviarias' y la experiencia obtenida en el empleo de mezcla asfáltica en líneas ferroviarias de alta velocidad, y en

## VII Jornada Nacional de Asefma



Jorge Ortiz presenta las comunicaciones no seleccionadas.



Mesa de Clausura.

particular la Línea de AVE Norte, a cargo de Jesús Felipo, coordinador del Grupo V de Asefma, y varios representantes de la Dirección de Proyectos y Obras de Alta velocidad de ADIF: Francisco Cabrera (técnico de Calidad), Vanesa Campillos (técnico de Proyectos) y Luis Zaera (jefe de Infraestructuras), además de Carlos García Serrada, de la empresa Collosa.

Por su parte, Andrés Costa, coordinador del Grupo I de Asefma, se ocupó de presentar la monografía 14, sobre 'Patologías de los firmes'.

En el bloque siguiente, dedicado a las comunicaciones libres, hubo una primera parte donde se presentaron las siete comunicaciones seleccionadas por el Comité Técnico. Andrés Costa resaltó la alta calidad de los 34 documentos entregados, lo que ha dificultado al Comité la selección de las siete que finalmente se presentaron. Los títulos de las comunicaciones y los encargados de exponerlas fueron los que figuran a continuación:

- Estudio comparativo de la metodología de compactación giratoria-impacto (Javier Loma).
- Huella de carbono de las mezclas bituminosas (Miguel Ángel del Val).

- Estudio de la difusión de rejuvenecedor en betún por espectroscopia de infrarrojos (Verónica Contreras).
- Comportamiento a fisuración térmica y por fatiga de las mezclas SMA (Ramón Botella).
- Diseño de mezclas SMA, como capa de rodadura e intermedia, para su empleo en España (Lucía Miranda).
- Mezclas bituminosas autotempladas (Jesús Felipo).
- C75B4, emulsiones concentradas de betún (Nuria Querol).

Jorge Ortiz, expresidente de Asefma, fue el encargado de preparar y presentar a los asistentes un resumen de las comunicaciones no seleccionadas para su presentación por los autores, señalando también la alta calidad de estos trabajos, muchos de los cuales podrían haber sido seleccionados, siendo el tiempo disponible lo que limitó el número de presentaciones.

Andrés Costa destacó la alta calidad profesional que caracteriza al sector, para preguntarse si España puede permitirse prescindir de él, teniendo en cuenta que su supervivencia depende de las actuaciones de conservación preventiva y programada de los firmes, con lo que se consigue una cantidad económica muy reducida. Desde el sector se pide la elaboración de un programa a escala nacional y por decisión consensuada en el Parlamento de un plan nacional de conservación de firmes.

Por último, y tras una deliberación del jurado encargado de ello, se eligió como mejor comunicación de las presentadas la siguiente: **C75B4, emulsiones concentradas de betún (Nuria Querol)**.

Recibiendo Nuria Querol, de manos de Carlos García, en representación de los ganadores del año pasado, el Premio a la Mejor Comunicación de la VII Jornada Nacional de ASEFMA del año 2012.

La clausura de la Jornada correspondió a Juan José Potti, quien quiso destacar el alto impacto alcanzado, no sólo en el sector, sino también en los medios de comunicación tradicionales y en las redes sociales. También hizo hincapié en la novedad que supone la difusión on line de la jornada, que muchos han podido seguir. Por último, agradeció el esfuerzo a todos aquellos que han participado con sus comunicaciones técnicas, además de resaltar la labor realizada por Jorge Ortiz en su etapa como presidente de Asefma y de Andrés Costa como coordinador de la Jornada, dándola por clausurada con estas palabras.



# El 5º Congreso Euroasphalt&Eurobitume celebrado en Turquía bate récords

Con un claro foco en la sostenibilidad, el pasado mes de junio se desarrollaron las sesiones del 5º E&E celebrado en el centro de congresos Lutfi Kirdar de Estambul. El lema del congreso: "Asfalto, el camino sostenible hacia el éxito" atrajo a más de mil asistentes y una cincuentena de expositores batiendo los registros de este evento cuatrienal.

**Alberto Bardesi**, [abardesi@repsol.com](mailto:abardesi@repsol.com)

Ex-presidente de Eurobitume

En la sesión inaugural, el ministro de transportes, Sr. Binali Yildirim, realizó una apasionada presentación de los programas de inversión en carreteras que está desarrollando el gobierno turco. Desde los 6.100 kilómetros de red nacional de carreteras existente en 2002, Turquía ha visto crecer esta red hasta los 16.000 kilómetros actuales. Se han llegado a construir hasta 2.000 km/año de nuevas vías, lo que ha representado hasta un 72% de las inversiones totales en infraestructuras. La producción de mezclas asfálticas ha pasado de los cinco millones de toneladas de 2002 a los 26 Mt de 2011. En total, se han invertido 35.000 millones de dólares, repartidos entre inversión directa y concesiones, en nuevas autopistas y desdoblamientos de carreteras. Con un periodo de amortización de cinco años, según el nivel calculado de retorno, el impacto socioeconómico ha sido brutal: un aumento del tráfico del 100%, una reducción de los accidentes del 41%, un ahorro de 1 Mm<sup>3</sup>/año de combustibles y una reducción de 2,5 Mt/año de CO<sub>2</sub>.

Por su parte, J. L. Marchad, presidente de Eurobitume, tanto en su presentación inicial como en la de clausura, puso un especial énfasis en la necesidad de acelerar la puesta a punto y el desarrollo de las técnicas de reducción de temperatura (*Warm mix asphalt*). Defendió la necesidad de cambiar la forma tradicional de pensar y señaló que existen docenas de formas de producir mezclas a baja temperatura. Se mostró crítico con la posición europea: sólo el 2% de las mezclas producidas en Europa emplean estas técnicas, y puso como ejemplo la posición norteamericana, con más de 100 Mt en

2011 (alrededor del 30% del total). Estas técnicas son el camino para afrontar correctamente la reducción de consumo de combustibles en las plantas, de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y de minimizar el impacto de su puesta en obra en la salud de los trabajadores de la industria.

Entre el resto de conferenciantes invitados a la sesión inaugural destacaron varias intervenciones. Así, Vilrid Femoen, de la Federación Noruega de Carreteras, habló sobre los beneficios económicos de la construcción de carreteras, poniendo ejemplos, como las masivas inversiones realizadas en este campo desde 1985 por el gobierno chino y su efecto directo en la reducción de los niveles de pobreza de la población. Por su parte, André Broto, vicepresidente de Cofiroute, en referencia a la red francesa, explicó que hay 8.500 de autopistas de peaje, pero que el resto de los 12.000 kilómetros de la red nacional requieren 6.000 millones de euros para mantenimiento y otros 22.000 millones para completarla. Además, señaló que se necesita poner el foco en las carreteras locales y rurales, que son las que, al fin y la postre, permiten completar el sistema de transportes. En relación con



## El 5º Congreso Euroasphalt&Eurobitume celebrado en Turquía bate récords



los temas de salud, Carl Robertus, de BP, hizo una exposición poniendo el énfasis en la diferenciación entre el peligro teórico de algunas actividades de pavimentación y el riesgo real de los trabajadores. Destaca, por último, la intervención de Siobhan McKelvey, de Nynas, sobre la relación del sector con los medios de comunicación. En su opinión, el sector debe hacer un acercamiento a los ciudadanos con un mensaje más sencillo, menos tecnológico y más basado en percepciones que les resulten más próximas.

Las sesiones técnicas que recogieron las casi 300 comunicaciones aceptadas por el Comité Técnico atendieron a los ocho temas clave del congreso. Destacaron los siguientes:

- **Energía y carbón.** Sistemas prácticos de reducción del consumo de energía en los procesos mediante el empleo de las diferentes tecnologías desarrolladas para la fabricación puesta en obra de mezclas a baja temperatura. Procedimientos fiables de valoración de la Huella de Carbono de las diferentes técnicas y de lo que aportan las nuevas tecnologías. Asimismo se trataron los temas relacionados con el Ciclo de Vida de los pavimentos.
- **Durabilidad y prestaciones.** Nuevos ensayos para valorar las prestaciones tanto de los ligantes como de las mezclas. Betunes modificados con diferentes aditivos. Mejora de los sistemas de diseño de mezclas y pavimentos. Aspectos ligados al envejecimiento, destacando la contribución del empleo de la cal en la durabilidad.
- **Uso de recursos y reciclado.** Poniendo el foco en la sostenibilidad, lema principal del Congreso, se trataron aspectos

como el uso eficiente de los recursos, los últimos avances en sistemas de reciclado de mezclas, incluyendo las técnicas en frío, propiedades de las mezclas con RAP, empleo de rejuvenecedores y de subproductos de otras industrias, con un papel destacado para los neumáticos fuera de uso.

- **Temas sociales, de salud y seguridad.** Destacando las numerosas comunicaciones relativas a la contaminación acústica y la reducción del ruido, así como las relativas a la mejora de la resistencia al deslizamiento. Además, se trataron los temas relativos a la evaluación de la exposición ocupacional a las emisiones de las mezclas y sus aspectos regulatorios.

En resumen, un congreso de enorme éxito por el número de participantes y expositores, pero también, por encima de todo, un congreso de enorme interés por los temas tratados y por el nivel de las presentaciones invitadas y las comunicaciones recibidas.

Un congreso que, probablemente, está señalando un cambio, si no radical, al menos significativo en cuanto a tendencias en el mundo del asfalto para los próximos años. Las mezclas a baja temperatura, el reciclado integral y reiterado de pavimentos, el compromiso incuestionable con el medio ambiente, la salud y la seguridad, el foco en la durabilidad y la sostenibilidad, en suma, están definitivamente instalados en nuestro quehacer.

# Métodos de ensayo.

## UNE-EN 12697-39:2006.

### Contenido de ligante por ignición

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

Javier Loma, jloma@ohl.es

Asfaltos y Construcciones ELSAN

#### 1. Objeto y principio del ensayo

Determinación del contenido de ligante en una mezcla bituminosa mediante la ignición en un horno. La norma describe dos métodos de ensayo, según los dispositivos incorporados en el horno: con balanza interna (A) o con balanza externa (B).

Se puede emplear para el control de producción de la mezcla o verificación de la conformidad, precisando previamente un proceso de calibración para determinar la pérdida de árido durante la ignición (ver anexo A), siendo adecuado para cualquier tipo de mezclas con ligantes modificados o sin modificar.

#### 2. Método operativo

La preparación de la muestra se efectúa siguiendo las instrucciones de la norma UNE-EN 12697-28. La muestra debe estar seca o determinar su humedad y la cantidad que se va a utilizar depende del tamaño máximo del árido utilizado, según se indica en la Tabla 1.

El horno se precalienta y se registra la temperatura al comienzo del ensayo. Se coloca la muestra en el cesto, regis-

trando su masa, y se introduce en el horno, evitando el contacto con las paredes, activando el programa de ignición. En el interior del horno se produce la combustión del betún que lleva la mezcla, quedando el árido limpio.

En el equipo con balanza interna (A) el ensayo concluye cuando la masa se estabiliza durante tres pesadas consecutivas, asegurando así que se ha eliminado todo el betún. En el caso del equipo que no dispone de balanza interna (B), la muestra se introduce en el horno y se mantiene durante un tiempo, retirándola y determinando su masa. El ensayo concluye cuando, tras repetir esta operación varias veces, la masa del conjunto se estabiliza (límite masa constante), considerando que ha perdido todo el ligante.

El porcentaje de ligante final (corregido) se calcula a partir de la masa de betún eliminada durante el proceso de ignición y la masa inicial de la mezcla, una vez tenida en cuenta la humedad y el factor de corrección del árido.

Los resultados de precisión que aparecen en la norma son los siguientes: repetibilidad  $r$  de 0,31% en masa y reproducibilidad  $R$  de 0,56% en masa.

#### Anexo A (normativo): Calibración

La norma permite tres procedimientos distintos para efectuar la calibración: con mezclas bituminosas preparadas en laboratorio, mediante análisis paralelos con métodos de extracción o mediante el análisis en seco (sin betún) del árido constitu-

Tabla 1: Tamaño de la muestra. En paréntesis el límite máximo de masa constante (gramos).

Tamaño máximo árido (mm)	Masa muestra (g)	Tamaño máximo árido (mm)	Masa muestra (g)
4	1.000 a 1.400 (0,15)	22 a 22,4	1.000 a 2.400 (0,25)
5,6 a 10	1.000 a 1.600 (0,15)	31,5	1.000 a 3.000 (0,30)
11,2 a 16	1.000 a 1.700 (0,20)	40 o 45	1.000 a 4.000 (0,40)

## Métodos de ensayo. UNE-EN 12697-39:2006. Contenido de ligante por ignición



Horno de ignición, capaz de quemar todo el ligante que lleva la mezcla.

yente. No se aceptan valores de calibración superiores a 0,70% (hasta 0,85% por infrarrojos) y, en todos los casos, se debe asegurar que no se modifica la granulometría del árido. En el ensayo se debe utilizar el mismo equipo empleado en la calibración (notas 1, 2 y 3 del punto A.1.2).

### 3. Equipamiento

El equipo principal es el horno de ignición, capaz de quemar todo el ligante que lleva la mezcla. La ignición se puede producir con distintos sistemas: por resistencias, por microondas o por infrarrojos. Deben disponer de una cámara con capacidad suficiente para almacenar la muestra, así como los sistemas de seguridad adecuados. Dispondrán de un sistema de ventilación que permita dirigir los gases de la combustión hacia el exterior. En el caso del método A, dispone una balanza interna y un sistema de recogida de las pesadas y pérdida de la masa a intervalos de un minuto; y cestas metálicas de chapa perforada de acero inoxidable que permitan la circulación del aire a través de la muestra.

### 4. Puntos críticos

El ensayo requiere conocer el tipo de árido empleado en la mezcla y realizar previamente el proceso de calibración, limitando, con ello, su aplicación a los laboratorios cuando no se pueda garantizar.

La temperatura del horno influye en el resultado del ensayo (modifica el valor de calibración), parámetro que puede

ser modificado de no efectuarse adecuadamente el proceso de mantenimiento del equipo y limpieza de los conductos de salida de gases.

Antes de instalar este equipo, se debe estudiar la ubicación y el paso de los gases y pavesas a través de las conducciones de salida, previamente a la instalación.

### 5. Comentarios

Esta metodología se introduce en España como una alternativa al ensayo con disolventes (UNE-EN 12697-1), donde se utilizan disolventes peligrosos para la salud y sujetos a unos límites de exposición profesional señalados en la legislación en vigor. Es un procedimiento muy utilizado en los laboratorios de control de calidad de las plantas asfálticas, donde es importante conocer este dato con la mayor rapidez. Todavía existe discrepancia sobre el correcto funcionamiento para todos los materiales, no habiéndose efectuado, hasta el momento, un estudio en profundidad sobre ello.

### 6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-1. Contenido de ligante soluble.
- UNE-EN 12697-14. Contenido en agua.
- UNE-EN 12697-28. Preparación de muestras para la determinación del contenido de ligante, contenido de agua y granulometría.
- UNE-EN 12697-39. Contenido de ligante por ignición.
- NLT.- 384. Contenido de ligante en mezclas bituminosas por el método de combustión.

Es un método rápido y preciso, bien controlada la temperatura y la naturaleza y composición de los áridos, que reduce la manipulación de la muestra por el operador durante la ejecución del ensayo, eliminando el riesgo de exposición a los disolventes.

# 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 8 de mayo de 2012 hasta 15 de julio de 2012.

## Sección Normativa

NORMAS DE ÁRIDOS		
Norma	Título	Anula
UNE-EN 933-1: 2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método tamizado	UNE-EN 933-1:1998/A1:2006
UNE-EN 933-8: 2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena	UNE-EN 933-8:2000
Proyecto norma	Título	
PNE-EN 932-5 (*)	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 5: Equipo común y calibración	
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-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	Anula
UNE-EN 58: 2012	Betunes y ligantes bituminosos. Toma de muestras de ligantes bituminosos	UNE-EN 58:2005
UNE-EN 1428: 2012	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas. Método de destilación azeotrópica	UNE-EN 1428:2000
Proyecto norma	Título	
PNE-EN 1425 (*)	Betunes y ligantes bituminosos. Caracterización de las propiedades perceptiles	
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-EN 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-EN 14769 (*)	Betunes y ligantes bituminosos. Acondicionamiento por envejecimiento a largo plazo acelerado usando un recipiente de envejecimiento a presión (PAV)
PNE-EN 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-EN 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-EN 12697-1 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble
PNE-EN 12697-6 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas
PNE-EN 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-EN 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-EN 12697-34 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 34: Ensayo Marshall
PNE-EN 12697-39 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 39: Contenido en ligante por ignición
PNE-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-EN 12697-45 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 45: Ensayo de módulo de tracción después de saturación condicionada
PNE-EN 12697-46 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 46: Fisuración a baja temperatura y propiedades mediante ensayos de tracción uniaxial
PNE-prEN 12697-49	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 49: Determinación del rozamiento tras el pulido
PNE-prEN 16333	Lechadas bituminosas. Especificaciones para aeropuertos

**NORMAS DE CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES**

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

**Comentario**

Como se puede observar en el listado de normas, son muchas las que en estos momentos se encuentran pendiente de traducción al español, sobre todo para el caso de las normas de ensayos sobre mezclas y ligantes bituminosos, cuya revisión ha sido realizada tras haber pasado los 5 años establecidos.

**Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones****Legislación y otras disposiciones (Actualizada a 17 de julio de 2012)****SUBPROGRAMA INNPACTO**

Orden ECC/1345/2012, de 20 de junio, por la que se aprueba la convocatoria del año 2012, para la concesión de las ayudas correspondientes al Programa Nacional de Cooperación Público-Privada - subprograma INNPACTO, dentro de la línea instrumental de Articulación e Internacionalización del Sistema, 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, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» número 143 de 13 de junio de 2009, 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, modificada por la Orden CIN/1149/2010, de 28 de abril y por la Orden CIN/952/2011, de 8 de abril, se aprueba la presente convocatoria de concesión de ayudas para la realización de las actuaciones en los términos definidos en la presente orden.

El Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i), para el período 2008-2011, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros en su reunión de 14 de septiembre de 2007, ha sido prorrogado por Acuerdo de Consejo de Ministros en su reunión de 7 de octubre de 2011 hasta el momento en el que el Gobierno apruebe el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica, establecido por la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

La Estrategia Estatal de Innovación aprobada en Consejo de Ministros el 2 de julio de 2010 que continua vigente hasta que el Gobierno no apruebe la Estrategia Española de Innovación establecida por la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, ha sido diseñada para contribuir a transformar nuestra economía en una economía sostenible, con empleos de alto valor añadido y más estable ante fluctuaciones del ciclo económico.

Ante la situación actual de crisis económica, el Gobierno identifica el aumento de la capacidad innovadora de nuestro tejido empresarial, como uno de los mecanismos para conseguir competir internacionalmente, para potenciar la creación de empleo y para la mejora de los niveles del bienestar social. En el marco de las medidas de austeridad propuestas por el Gobierno, la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad, lanza esta convocatoria para el fomento de la inversión privada con el objetivo de mejorar la participación privada en la financiación del desarrollo tecnológico y la innovación. De esta forma se potenciará la capacidad innovadora de las empresas, la movilidad de recursos humanos y un crecimiento significativo de la exportación de bienes y servicios de alta y media tecnología.

Con corrección de errores de la Orden ECC/1345/2012, en BOE de 12 de julio de 2012, nº 166.

### PLAN AVANZA 2

Resolución de 5 de junio de 2012, de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, por la que se efectúa la convocatoria 1/2012 para la concesión de ayudas para la realización de proyectos en el marco de la Acción Estratégica de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica en el subprograma de Competitividad I+D.

La Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información considera que el apoyo y la promoción de las actividades contempladas en esta convocatoria constituyen una estrategia básica dentro de las políticas dirigidas a favorecer el desarrollo de la sociedad de la información.

Las iniciativas que la presente convocatoria pone en marcha se enmarcan dentro de las elaboradas en el ámbito europeo, en consonancia con la «Agenda Digital Europea», aprobada por la Comisión Europea el 19 de mayo de 2010, dando prioridad a las líneas de actuación de competitividad de la PYME, Smart Cities y administración electrónica, contenidos y servicios interoperables y sin fronteras y servicios en un entorno de movilidad.

Los objetivos fundamentales que persigue esta convocatoria 1/2012 para la concesión de ayudas, han sido definidos en la Orden ITC/3227/2011, de 18 de noviembre («Boletín Oficial del Estado» núm. 284, de 25 de noviembre), modificada por la Orden IET/722/2012, de 11 de abril («Boletín Oficial del Estado» núm. 89, de 13 de abril), por la que se establecen las bases reguladoras de la concesión de ayudas para proyectos y actuaciones en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones y la sociedad de la información en el marco de la estrategia del Plan Avanza2.

El escenario presupuestario actual exige la máxima eficiencia en el uso de los recursos públicos. Por ello esta convocatoria se limita a los ámbitos temáticos del subprograma Competitividad I+D con mayor potencial en este sector de la industria española.

Con el fin de facilitar el acceso a la financiación, el pago de las ayudas, en sus dos modalidades de subvención y préstamo, se efectuará siempre con carácter anticipado y por el importe total de la ayuda, con independencia del carácter anual o plurianual de la ejecución del proyecto. Dicho pago está condicionado a la presentación de garantías por el 35 por ciento del importe de los préstamos que se concedan.

Las ayudas bajo la modalidad de préstamo se otorgarán a un tipo de interés del 3.95%, con un plazo de amortización de 7 años, incluidos 3 de carencia.

En esta convocatoria, se ha tenido en cuenta lo establecido en el artículo 58 de la Ley 39/2010, de 22 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para 2011, que se encuentran prorrogados por Real Decreto-ley 20/2011, de 30 de diciembre, de medidas urgentes en materia presupuestaria, tributaria y financiera, para la corrección del déficit público, para la concesión de préstamos y anticipos con cargo a los créditos del capítulo 8 de los Presupuestos Generales del Estado.

### DERECHOS DE EMISIÓN

El 22 de mayo de 2012 se publican las Directrices relativas a determinadas medidas de ayuda estatal en el contexto del régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. (Texto pertinente a efectos del EEE) {SWD(2012) 130 final} {SWD(2012) 131 final}. C 2012 (3230 final)



## Informe Cotec 2012

Cotec acaba de publicar su "Informe 2012 sobre Tecnología e Innovación en España" que recoge, en sus 226 páginas, la evolución de los principales indicadores de I+D e innovación, a escala nacional y por Comunidades Autónomas, y su comparación internacional.

El documento, que ha sido presentado el día 12 de julio en Madrid durante una rueda de prensa en la que han participado el Director General de Cotec, Juan Mulet, y el Subdirector General de Cotec, Federico Baeza, incluye también, como todos los años, la opinión de más de un centenar de expertos sobre la evolución del sistema español de innovación y un capítulo especial dedicado este año al capital humano para la innovación.

Tanto los resultados de los indicadores como la opinión de los expertos consultados por Cotec, señalan que los efectos de la crisis ya están incidiendo claramente en el deterioro del sistema español de innovación, que va a mantenerse durante los próximos años. También ponen de manifiesto la urgencia de impulsar la innovación y la I+D, ahora más que nunca como pilares de un necesario nuevo modelo productivo de la economía española, tal y como están haciendo los principales países de nuestro entorno como Alemania, que va a aumentar este año un 5% sus recursos dedicados a I+D, o Francia, que se ha comprometido a destinar unos 35.000 millones de euros a estas actividades.

Ante esta situación, Cotec concluye en su informe que se deben considerar los resultados de los importantes esfuerzos que se hicieron en la época de bonanza, que consiguieron crear un pequeño sistema de innovación que ha demostrado ser consistente y que es necesario conservar, porque tendrá que ser la base de nuestra competitividad futura. Y alerta de que hasta ahora, poco se ha hecho en este sentido, mientras que para países avanzados esta ha sido y sigue siendo una prioridad.

Según el informe de Cotec, un análisis detallado del comportamiento de la I+D empresarial muestra dos hechos relevantes. En primer lugar, que su disminución es más importante que la del gasto total. Desde el máximo de 2008 (8.074 millones de euros corrientes y 7.327 millones de euros constantes), el gasto en I+D de las empresas ha caído en 2010 en un 7% en euros corrientes, hasta los 7.506 millones, y en un 8,5% en euros constantes, hasta los

6.707 millones. Y, en segundo lugar, que el comportamiento de las partidas destinadas a gastos corrientes y a gastos de capital han evolucionado de forma muy distinta antes y durante la crisis. Así, mientras que entre 2004 y 2008 los gastos de capital crecieron en un 122%, los corrientes crecieron prácticamente la mitad, un 57%. Pero al llegar la crisis, este comportamiento se invirtió, de modo que entre los años 2008 y 2010, los gastos de capital disminuyeron en un 43%, mientras que los gastos corrientes crecieron en un modesto 1,3%.

Esto parecería indicar que las empresas, que aprovecharon intensamente la época de bonanza económica para mejorar sus activos fijos para I+D, han reducido el ritmo de inversión con la crisis, pero no por ello han dejado de mantener su actividad de investigación y desarrollo. Sin embargo, según los resultados avance del INE de su Estadística sobre Actividades de I+D para 2011 la tendencia es que ambos gastos empeorarán durante el próximo año, ya que el gasto empresarial en I+D experimentaría una disminución del 5,4%, con una bajada de un 5,1% en los gastos corrientes y de un 7,4% en los gastos de capital.

Todo ello, además, en el marco de unas partidas dedicadas a la Política 46 de I+D+i en los Presupuestos Generales del Estado para el ejercicio 2012 que se reducen en un 26% (2.200 millones de euros) con respecto al año anterior, y que sitúan estas partidas de gasto por debajo de las que se dedicaron en el año 2006.

El resultado de la encuesta anual realizada al panel de expertos de Cotec, formado por más de un centenar de personalidades empresariales, académicas y responsables públicos, al que se le consulta anualmente desde hace más



## Noticias del sector

de 15 años sobre la importancia de los problemas que afectan al sistema español de innovación y su previsible evolución en el futuro inmediato, muestra que existe en el país una mala valoración de las condiciones actuales y un claro pesimismo sobre su evolución futura, que se refleja en el índice sintético de opinión de Cotec para 2012, que ha caído hasta su valor histórico más bajo, el 0,848.

Entre los problemas planteados a este panel de expertos, que hasta el momento siempre ha acertado en sus predicciones, más de tres cuartas partes de los expertos consideran muy importantes la escasa dedicación de recursos financieros y humanos para la innovación en las empresas, el escaso efecto tractor de la demanda nacional para la innovación, la falta de cultura de apoyo a la innovación en los mercados financieros, y la escasa propensión a la colaboración de las empresas entre sí y entre estas y los centros de investigación.

Por último, el informe Cotec dedica un capítulo específico a tratar el tema del "capital humano e innovación", porque cualquier actividad innovadora depende de que las

personas sean capaces de generar conocimiento e ideas aplicables en sus entornos laborales y, en general, en la sociedad, lo que ha justificado que desde hace años una de las principales prioridades de los países más avanzados haya sido el desarrollo de personas con mejores capacidades en dicha generación de conocimiento, a través de la educación y de la formación práctica.

Entre las conclusiones de este capítulo se señalan algunas particularidades negativas de nuestro país como los malos resultados de las recientes ediciones del informe PISA de la OCDE, el elevado porcentaje de alumnos que cursan estudios universitarios, superior a la media de la Unión Europea, frente a un colectivo que cursa formación profesional muy inferior al de los países más desarrollados (en 2008 sólo el 19% de las personas tenían estudios terminados de formación profesional en España, frente al 54% en Alemania) o el escaso porcentaje de empresas españolas que proporcionan formación de algún tipo a sus empleados, por debajo de la media de la UE-27, que representan barreras

# 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](mailto:marc.mir@sodemin.com) - [www.sodemin.com](http://www.sodemin.com)

para avanzar hacia una economía basada en el conocimiento, que permitiría mejorar la competitividad del país.

## Las carreteras españolas necesitan 6.200 millones para recuperar el firme

El diario "El Economista" del día 26 de julio de 2012 denuncia que en los últimos cuatro años el Ministerio de Fomento solo ha licitado, para la conservación de los firmes de sus carreteras, 40 millones de euros, lo que se traduce en un deterioro acelerado de nuestros pavimentos. Este diario recoge una información relativa al agujero que tiene actualmente la conservación.

Hasta 2011 la estimación de necesidades de inversión de la AEC (Asociación Española de la Carretera) fue de 1.576 millones de euros para las carreteras del Estado, mientras que en las autonómicas deberían haber tenido un inyección de 3.593 millones de euros. Esta era la inversión que necesitaban los firmes de carretera y que, sin embargo, no llegaron y, como reconoce el propio presidente ejecutivo de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma), Juan José Potti, la situación se complica cada vez más para el sector:

Según los últimos datos, hasta el año 2008 la licitación en refuerzo de firmes era superior a 500 millones de euros anuales. "Desde entonces, hasta la fecha se han licitado apenas 40 millones si sumamos todo lo que se ha licitado en refuerzo de firmes en 2009, 2010, 2011 y lo que llevamos de 2012", explica Juan José Potti, que insiste en la necesidad de diferenciar entre lo que es la conservación de carreteras (limpieza, señales, seguridad, retirada de animales...), de la partida destinada al asfalto por el que circulan los coches. Las consecuencias, asegura el responsable de Asefma, se traducen en el "deterioro acelerado de nuestros pavimentos".

En el cuadro siguiente aparecen las estimaciones de necesidades de inversión en los firmes de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado (RCE) y en las redes dependientes de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, así como la valoración del estado de sus firmes según la encuesta de estado de las carreteras realizada por la Asociación Española de la Carretera y que se ha publicado en el mes de abril de 2012.

	ESTADO DEL FIRME 2011 (*)		USA Y/O	
	MILLONES DE EUROS	Índice Firme	MILLONES DE EUROS	Índice Firme
Andalucía Occidental	97	187	604	209
Andalucía Oriental	92	200	231	381
Aragón	179	245	220	258
Asturias	54	345	-	-
Cataluña	38	258	-	-
Castilla-La Mancha	299	187	90	217
Castilla y León Occidental	218	230	452	237
Castilla y León Oriental	137	244	532	298
Cataluña	112	235	266	203
Comunidad Valenciana	104	157	103	151
Euzkadi	78	160	148	170
Galicia	158	228	252	205
La Rioja	25	230	76	340
Madrid	36	176	102	200
Murcia	26	136	126	215
N Navarra	-	-	219	245
Pais Vasco	-	-	175	185
<b>TOTAL RCE</b>	<b>1.576</b>	<b>228</b>	<b>3.393</b>	<b>221</b>

(\*) Índice Firme: Entre 0-100 bueno; Entre 100-200 aceptable; Entre 200-300 malo.

## Un ejercicio de responsabilidad

El pasado día 27 de junio de 2012 hubo una comparecencia del Secretario de Estado de Infraestructuras, Transportes y Vivienda, D. Rafael Catalá Polo en la Comisión de Fomento del Senado. La comparecencia, que fue muy extensa, respondía a dos peticiones de información sobre su plan de trabajo (petición del Grupo Parlamentario Socialista) y sobre el anteproyecto de ley de medidas de flexibilización y fomento del mercado de alquiler de viviendas, 713/000191 (a petición del Grupo Parlamentario Entesa pel Progrés de Catalunya). En lo relativo a la conservación de carreteras, el Secretario de Estado dijo, entre otras cosas, lo siguiente:

"Por lo que se refiere a la red convencional, vamos a centrar nuestros esfuerzos en el acondicionamiento y en el mantenimiento eficiente de las vías, especialmente de aquellas que tengan un mayor uso por parte de los ciudadanos. Estos últimos días hemos leído algunos comentarios críticos sobre el estado de conservación de nuestro patrimonio viario de carreteras. Tengo que decirles que, por la parte que corresponde al Ministerio de Fomento —la Red de Carreteras del Estado—, existe un plan de conservación y mantenimiento exigente, de alta calidad y con altos estándares. Es verdad que en los Presupuestos Generales del Estado para el año 2012 puede haber algún ajuste, alguna dotación económica y presupuestaria inferior a la de años anteriores, pero que no debemos quedarnos en la cuantía porque el hecho de disponer de menores recursos no significa en absoluto que se esté llevando a cabo un mantenimiento de

menor calidad; por el contrario, el ministerio está haciendo un mayor esfuerzo, dadas las circunstancias de este año. Por ejemplo, se han generado ahorros en las partidas de conservación en el caso del plan de vialidad invernal —al que dedicamos buena parte de los recursos para que las carreteras estén disponibles cuando haya hielo o nieve— dado que este invierno ha sido relativamente benigno en buena parte de la geografía; también ha ocurrido lo mismo en el coste de buena parte de los materiales o de algunos otros elementos de los contratos de conservación —al igual que el resto de la economía de nuestro país— que han experimentado un ajuste. Por lo tanto, por decirlo de una manera gráfica, con menos dinero podemos garantizar una calidad de conservación de alto nivel, como el que, en todo caso, mantiene la Red de Carreteras del Estado.

Como es evidente no podría hacerme responsable o ni siquiera conocedor del estado de conservación de las carreteras de titularidad autonómica, local o de las diputaciones provinciales, que a veces se confunde, lo que genera una cierta imagen de que todo es lo mismo pero, como les digo, al menos en el ámbito de nuestra responsabilidad tenemos un compromiso absoluto con el mantenimiento, con la calidad y con la garantía, todo ello asociado en última instancia con la seguridad vial, que es el objetivo fundamental del Gobierno”.

Una vez terminada su extensa intervención, le respondió el portavoz del Grupo Socialista en esta Comisión y en la nueva respuesta del Secretario de Estado, dijo, entre otras muchas cosas lo siguiente: “La política de conservación de infraestructuras es fundamental. Tenemos un patrimonio de infraestructuras de transportes extraordinario. Nuestra red de aeropuertos, puertos, carreteras, ferrocarriles, hoy ya —y sin perjuicio de todo lo que queda por hacer— es magnífica, y, por tanto, la política de conservación es fundamental.

Hemos atendido algunos mensajes que tenían que ver con la insuficiencia en la conservación de las carreteras y que, en algún caso, son mensajes que me parecen hasta irresponsables, porque no sé si tienen soporte científico sostenible y razonable. Son de carácter general, lo mismo hablan de las carreteras de una diputación, que puede tener problemas de sostenibilidad financiera y que a lo mejor no está asignando recursos, que de carreteras del Estado.

Yo puedo afirmar que la parte que me corresponde, que es la red de carreteras del Estado —25 000 kilómetros— tiene un nivel de conservación y de garantía de cali-

dad altísimo. Estamos asignando más de 800 millones de euros, que es una partida muy importante, aunque, bien es verdad que con problemas, asociados, incluso, a que cuando llegamos al ministerio en el mes de diciembre nos encontramos con que buena parte de los sectores de conservación no tenían contrato en vigor; no sabemos muy bien a quién se había dejado la conservación, si al de al lado, o que pasasen unos meses sin que se mantuviese la conservación. Hemos intentado poner en orden esa situación, dando importancia a los contratos de conservación.

Como respuesta a esta intervención y de manera especial a las afirmaciones contenidas en el segundo párrafo recogido anteriormente, donde se hace una acusación de irresponsabilidad de algunos mensajes emitidos en los últimos tiempos, en una clara referencia al informe del estado de las carreteras realizado por la Asociación Española de la Carretera y publicado en abril de 2012, el presidente de la citada Asociación, D. Miguel María Muñoz Medina, ha enviado a los medios de comunicación la carta que reproducimos íntegramente a continuación, por su indudable interés:

### ‘Un ejercicio de responsabilidad’

Miguel M<sup>a</sup> Muñoz Medina

Presidente de la Asociación Española de la Carretera

*Que la Asociación Española de la Carretera decidiera acometer recientemente una nueva edición de la Inspección del Estado de las Carreteras para detectar las necesidades de conservación de nuestras redes ha sido un ejercicio de responsabilidad.*

*Dichos estudios habían comenzado a realizarse bienalmente en 1985, y en la edición actual, desarrollada en 2011, arrojan los peores resultados de estos 25 años.*

*Contra lo que a veces se piensa, esta Asociación no es un lobby que actúa en nombre y por cuenta de las empresas —y sus respectivas asociaciones profesionales— ligadas a los diversos sectores económicos que operan en el ámbito de la carretera. De hecho, estas representan el 60% de los asociados. Las Administraciones Central, Autonómica, Provincial y Local configuran el 40% restante de la nómina asociativa de la AEC.*

*Lo que sí está en la razón de ser de la Asociación Española de la Carretera es constituirse en un lobby que traslade a la sociedad y a los poderes públicos las ventajas de todo tipo que la*

carretera ofrece sobre otras infraestructuras de transporte. Una función de lobby que también es un ejercicio de responsabilidad.

De hecho, la última edición del estudio sobre las Necesidades de Inversión en Conservación a la que me vengo refiriendo, que fue presentada públicamente el pasado día 4 de abril, se realizó ante la inquietud acerca del deterioro progresivo de nuestras carreteras, experimentada por la totalidad de los miembros de esta Asociación —incluidos los técnicos de los órganos públicos de carreteras, que han alabado el trabajo y nos han animado a seguir por el camino emprendido—. Todos ellos estaban advirtiendo de la situación en diferentes foros con escaso éxito. Por eso, cuando la Asociación Española de la Carretera aborda, ejecuta y difunde el estudio, aún en la plena conciencia de que el mismo iba a crear tensiones, no hace sino reflejar la realidad, y eso es un ejercicio de responsabilidad.

Con todo ello, la AEC se ha limitado a decir la verdad con el rigor técnico que se deriva de su estudio, y eso es, de nuevo, un ejercicio de responsabilidad.

De lo que no estoy tan seguro es de que pueda rectamente calificarse como de análogo ejercicio de responsabilidad al acto voluntarista, sin demostrar nada ni dar datos, por parte del Secretario de Estado de Infraestructuras, que en una reciente comparecencia parlamentaria se ha permitido negar la evidencia del deterioro de nuestras carreteras y soslayar el hecho ineluctable de la caída en picado de las inversiones públicas en conservación, caída que arranca del año 2000, mucho antes, pues, de que la crisis golpease con saña la política de inversiones en infraestructuras del transporte. Negar la evidencia no es un ejercicio de responsabilidad. Como decía el Clásico: “Arrojar la cara importa, que el espejo no hay por qué”.

Igualmente no es un ejercicio de responsabilidad —y en ello han incurrido políticos de todos los niveles, de todos los colores y de las más variadas adscripciones territoriales— apostar incondicional y acríticamente por otros medios más contaminantes y menos eficientes, argumentando algo tan gaseoso como la vertebración o la igualación interterritorial, cuando defienden a toda costa la supuesta necesidad de llevar las líneas de alta velocidad a dos comunidades autónomas, como Extremadura y Galicia, caracterizadas, entre otras cosas, por su escasa densidad de población y, lógicamente, por una enorme dispersión de la misma. Creemos que lo que iguala territorialmente no es el hecho de que cuatro de cada diez mil de las personas que se desplacen por tierra desde La Coruña o Badajoz a Madrid (según datos de la propia RENFE referidos a las líneas menos deficitarias) lo hagan en este medio, sino

que todos los ciudadanos de ambas comunidades puedan desplazarse dentro y fuera de las mismas por unas carreteras que ofrezcan fluidez, comodidad y seguridad. Porque, no lo olvidemos, el medio que hace que el ciudadano llegue al centro de salud, a la escuela, al registro civil... o incluso a las faraónicas terminales ferroviarias o aeroportuarias que tanto complacen a nuestros gobernantes —también en este caso, sea cual sea su ideología y su ámbito territorial de competencias— es cabalmente la carretera.

Por ello, quiero reafirmar con convicción el carácter social de las inversiones en carreteras y proclamar —pido perdón si la siguiente afirmación suena a populista— que si hace un siglo invertir en carreteras era hacerlo en favor de los ricos, hoy es justamente lo contrario. Y decirlo así, aunque a alguien le resulte inconveniente, también es un ejercicio de responsabilidad.

Y es un ejercicio de responsabilidad advertir de que unas carreteras deterioradas o con fallos importantes en su señalización o iluminación son factores que pueden hacer más dificultosa la tarea de conducir y que ello puede tener consecuencias negativas en la seguridad vial. ¿O es que acaso lo responsable sería guardar silencio a la espera de que aumenten los accidentes, para entonces analizar su etiología y llegar a la conclusión de que unas obras de conservación habrían podido evitar un número indeterminable a priori de víctimas?

Pero no quisiera concluir este apasionado alegato sin recordar que la Asociación Española de la Carretera es una organización seria, que no hace afirmaciones indemostrables, sino que, por el contrario, siempre cimienta sus opiniones en estudios técnicos solventes. Por cierto que para elaborar el estudio que da lugar al presente artículo se ha seguido una metodología técnica en virtud de la cual, entre otras cosas, no se han mezclado los datos referentes a las carreteras del estado, las autonómicas y las provinciales (estas últimas tan siquiera han sido objeto de análisis), como ha creído entender el señor Secretario de Estado. Creemos que un examen un poco más detenido sí hubiera sido un ejercicio de responsabilidad.

Por la misma razón, la Asociación Española de la Carretera no solo critica situaciones, sino que propone soluciones. En la presente coyuntura económica no hemos querido entrar en el debate —que tiene inequívocos componentes ideológicos, lo cual podría comprometer uno de los principales activos de la Asociación que es la independencia política— sobre si la prioridad máxima debe ser la contención del déficit o podría compensarse con una incentivación de la obra pública como motor de la economía. Nos limitamos a ofrecer una solución dentro de las coordenadas ideo-

*lógicas y presupuestarias vigentes; para atender las necesidades más perentorias de conservación en la Red de Carreteras del Estado basta con aplazar, no cancelar, durante unos años —ojalá no sean muchos— la construcción de 96 kilómetros de AVE; tan solo hasta que la tormenta económica haya amainado.*

*De no ser factible esta solución, nos veremos abocados indefectiblemente hacia el “pago por uso”, un debate que la Asociación Española de la Carretera no rehúye con una condición sine qua non: que el dinero recaudado por este concepto revierta en la mejora generalizada de las infraestructuras viarias y del transporte por carretera.*

*Y hacer este estilo de propuestas también es un ejercicio de responsabilidad.*

### **Las constructoras reconocen que el AVE a Galicia se caerá por el rechazo de Montoro**

La construcción del AVE a Galicia es uno de los proyectos estrella del Ministerio de Fomento y de su titular, Ana Pastor. Las constructoras creen que el proyecto no seguirá adelante o, al menos, sufrirá un retraso considerable, por los problemas actuales para encontrar financiación, en plena crisis del crédito, y por la duda de que Hacienda dé luz verde a una obra cuyo presupuesto inicial supera los 9.500 millones de euros. A esto habría que añadir que la línea será, probablemente, deficitaria, según los estudios realizados.

Las empresas prefieren que se anuncie la paralización de esta obra antes que se saque a licitación, se adjudique y que después no se pueda desarrollar, como ha pasado con la red de alta velocidad que uniría Madrid y Lisboa. “Por mucho que una obra esté contemplada en los Presupuestos, si luego no alcanza el dinero... Ya se han liquidado obras licitadas porque no se podía atender lo comprometido. Por otra parte, no es sólo un problema de la alta velocidad a Galicia. Si no se solventa el problema de la financiación en el sector, cualquier iniciativa que se plantee va a tener problemas”, insisten fuentes del sector de las empresas constructoras. Las fórmulas mixtas, por las que el sector privado asumirá una parte de la financiación para amortizarla a lo largo de la concesión, chocan con la crisis de los bancos y los problemas de acceso al crédito. El ex ministro José Blanco estimó en un 43% el porcentaje de colaboración público-privada para

el AVE a Galicia. No ayudará que los datos de tráfico para la línea que maneja el sector sean poco alentadores.

“El propio Ministerio lo admite *sotto voce*. El tramo entre Olmedo (Valladolid) y Santiago, que tendrá un coste superior a 9.000 millones de euros, podría albergar unos dos millones de viajeros cada año. El consenso en el sector es que mil millones de inversión se rentabilizan con un millón de viajeros. Si ese escenario es correcto, se van a cuadruplicar los fondos que se pueden rentabilizar. No sé si somos tan ricos como para afrontar un desembolso semejante”, aseguran fuentes próximas al departamento de Pastor, que además inciden en los costes adicionales que implica la alta velocidad: “Mantener un kilómetro de AVE cuesta 150.000 euros al año. No es sólo la inversión inicial, es una hipoteca. Las cuentas no salen, otra cosa es que compense políticamente”, zanján.

Según datos facilitados por el Ministerio de Fomento, la línea de alta velocidad Madrid-Galicia habrá recibido 9.570 millones de euros cuando entre en circulación. Se trata de los fondos correspondientes a los tramos comprendidos entre Olmedo y Santiago. A ese montante hay que sumar los 4.072 millones invertidos para el trayecto entre Madrid y Olmedo/Medina (138 kilómetros). De acuerdo con los Presupuestos para 2012, el Estado y los diferentes entes públicos y sociedad mercantiles estatales dispondrán de 11.386,89 millones para inversiones en infraestructuras, de los que 5.107,11 se destinarán al ferrocarril. La alta velocidad y, en concreto, el Corredor Norte-Noroeste es una de las prioridades, con la mayor parte de los tramos para la línea gallega ya licitados.

El AVE ha sido tradicionalmente señalado por muchos como un exceso propio de nuevos ricos. A mediados de 2010, Rafael Fernández, miembro de la Comisión de Infraestructuras de CEOE, aseguraba: “Mantener un kilómetro de AVE cuesta 200.000 euros al año. Nuestros trenes hacen 1.000 kilómetros al día, mientras que el TGV francés hace 2.000. Las tasas de amortización son mucho peores. Veremos si podemos mantener ese lujo”. Juan Lazcano, vicepresidente de la patronal, remachaba: “Se dijo que toda ciudad estaría a menos de una hora de una estación del AVE. Y no va a ser posible. Si el AVE tiene que costar más, tendrá que costar más, pero los servicios tienen que ser autosuficientes”. La reacción se producía apenas días después de que Renfe suprimiera la línea Toledo-Albacete-Cuenca, que transportó apenas 2.800 usuarios en seis meses con un coste de 18.000 euros diarios.

# Calendario de eventos

AÑO 2012		
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	4 <sup>th</sup> International Conference on Accelerated Pavement Testing djones@ucdavis.edu	Davis, California (EUA) www.ucprc.ucdavis.edu
19-22 de septiembre TRB	7 <sup>th</sup> Symposium on Pavement Surface Characteristics: SURF 2012 Rcunard@NAS.edu	Norfolk, VG (EEUU) www.trb.org
20-21 de septiembre	8 <sup>th</sup> Asian Bitumen 2012 www.cconnection.org/conference/AsB/2012	Bangkok (Tailandia)
25-28 de septiembre ARRB	25 <sup>th</sup> ARRB Conference lydia.chong@arb.com.au	Perth (Australia)
27 sept. - 19 oct. ATC	Curso de firmes. Materiales, Diseño y Rehabilitación info@atc-piarc.com	Madrid (España) www.piarc.org/es
1-3 de octubre ISAP TC APE	ISAP 2 <sup>nd</sup> 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
8-11 de octubre Dir. Vialidad - M° Obras Públicas y Pontificia Un. Católica de Chile	PROVIAL 2012. Innovación Tecnológica para la Gestión Vial	Santiago de Chile (Chile) www.provial.cl
8-12 de octubre Corasfaltos	8 <sup>a</sup> Jornada Internacional del Asfalto 5° Seminario Latinoamericano del Asfalto jornadas@corasfaltos.com	Bogotá (Colombia) jornadas.corasfaltos.com/
10 de octubre AEC - ACEX	Jornada Técnica Financiación de la Conservación ¿Pago por uso?	Cáceres - España www.acex.ws www.aecarretera.com/jornadas.asp
10-12 de octubre AEMA - IBEF	ISAET'12. 5 <sup>th</sup> International Symposium on Asphalt Emulsion Technology krissoff@aema.org	Arlington - VG - EUA www.aema.org
22-26 de octubre Comisión Permanente del Asfalto	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
29 oct. - 2 nov. Asphalt Institute	Rheobit (Rheology of Bituminous Materials) Workshop	Lexington, Kentucky (EEUU) www.asphaltinstitute.org/public
8-9 de noviembre Asoc. Peruana Caminos	Congreso Nacional del Asfalto y Congreso Nacional de Cemento apccomitedelasfalto@speedy.com.pe / apccaminos@speedy.com.pe	Lima (Perú)
13 de noviembre Asphalt Institute	Airport Pavement Workshop www.asphaltinstitute.org/public	Denver, Colorado (EEUU)
15-19 de noviembre AASHTO	AASHTO 2012 Annual Meeting	Pittsburgh, Pennsylvania (EEUU) www.transportation.org
17 de noviembre Canadian Technical Asphalt Association	57 <sup>th</sup> Annual CTA A Conference	Vancouver (Canadá) www.ctaa.ca/conference
21-23 de noviembre SITEB - Padova Fiere	Asphaltica asphaltica@padovafiery.it	Padua (Italia) www.asphaltica.it
10-12 de diciembre AEC	III Feria Carretera y Nieve congresos@aecarretera.com	Andorra www.aecarretera.com



**itafec**  
[www.itafec.com](http://www.itafec.com)

**ITAFEC**

EVENTOS  
FORMACION





# Mirando al pasado: Las emulsiones catiónicas fabricadas a pie de obra

Publicar en la Revista de Obras Públicas un artículo sobre la fabricación de emulsiones catiónicas fabricadas a pie de obra en el año 1962, como hizo Ramón Inaraja Arizti, ingeniero de caminos de la Jefatura de Obras Públicas de Orense, sorprende hoy, sobre todo, por el contenido innovador que conlleva este hecho. También sorprende por el hecho de su publicación, ya que en este país no somos muy dados a escribir sobre experiencias a pie de obra, sobre todo cuando se han producido algunos fracasos.

En el artículo podemos ver cómo, cuando se tiene necesidad de hacer una buena conservación de las carreteras, si se tiene imaginación, criterio y conocimiento de los materiales, áridos y ligantes, que se van a utilizar en obra, es posible conseguir el objetivo. También se aprecia en el artículo el conocimiento de cómo debería ser la ejecución. Sabían lo que hacían y sabían reconocer sus errores cuando algo no salía como debiera haber salido. ¡Y esto hace 50 años!

Todo surgió de la necesidad de realizar bacheos y riegos con independencia de la climatología. En las primeras pruebas "*fuimos de fracaso en fracaso*", achacando éstos a la mala dispersión obtenida con la caldera para riegos con molinete de aspas movida a mano, con la que sólo llegaron a obtener unas madejas viscosas de color marrón.

Un mal servicio de un suministrador de la emulsión les hizo continuar con la ayuda de un proveedor del 'emulador' utilizado. A partir de ahí, empezaron a pensar que el misterio estaba en la 'fluidificación' del betún, por lo que empezaron a utilizar gasoil y gasolina, desechando ésta por la peligrosidad que representaba, aunque con el gasoil eran muy lentas las cohesiones en obra. Todo cambió con el uso del petróleo como fluidificante, que les permitía abrir el tráfico cuatro horas después de finalizado el riego.

Resuelto el problema de los riegos, acometieron la fabricación de emulsiones para la fabricación de aglomerados en frío, "llegando a la conclusión de que la estabilidad de la emulsión aumentaba con el fluidificante y con pequeñas variaciones en la dosificación de emulsionante y ácido clorídrico".

Los medios auxiliares eran: bidones de 200 cortados a la mitad, cubos para las dosificaciones, caldera de riego 'cho-

colatera', otra con agitador de aspas manejada a mano, una medida de volumen para el emulsionante y una probeta de plástico para el ácido.

Curiosa es la descripción de la fabricación, en la que se dan datos de temperatura del agua en donde se diluye el ácido, temperatura del betún, cómo se tiene que añadir el emulgente y el fluidificante. Cuando está todo preparado, ligante y el agua caliente con su ácido, se "echa primero el agua y luego el betún con su emulador y petróleo, agitándose la mezcla con las aspas". Esta operación la hacían en continuo para no parar de regar.

Discutible, hoy, la conclusión a la que llegan: "para las emulsiones catiónicas fabricada a pie de obra no se precisan molinos coloidales ni maquinaria especial, basta una clásica 'chocolatera'... y los resultados pueden verse en los muchos baches corregidos de la provincia de Orense.

El artículo, completísimo, da las fórmulas de las dos emulsiones, rápida y lenta, señalando las correcciones en el ácido según su riqueza, recomendando pH bajos.

Habla del color de la emulsión que cambia al romper, de las causas que producen espuma, recomiendan acopiar las mezclas durante varios días, de cómo debe rellenarse un bache o hacerse un riego superficial y de la calidad de las gravillas, tamaño, limpieza, forma... Con todo esto han podido trabajar en invierno, llegando las carreteras a la primavera en un buen estado.

Ante un trabajo de esta categoría, sólo cabe descubrirse ante los técnicos que, con aquellos medios, fueron capaces de lograr conservar sus carreteras en un buen estado.



## 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

# Más de 10.000 descargas de la revista desde [www.asfaltoypavimentacion.com](http://www.asfaltoypavimentacion.com)

Las redes sociales siguen sumando millones de usuarios día tras día. Las cifras no dejan lugar a dudas: a día de hoy, el 75% de los internautas en España usan redes sociales. Somos el quinto país del mundo que más utiliza estas redes, superando a Francia y Alemania.

## Asfalto y Pavimentación en la red

Las redes sociales ofrecen muchas posibilidades para dar a conocer y promocionar nuestras actividades en todo el mundo. Así, la revista Asfalto y Pavimentación está presente de forma muy activa en las redes sociales. El grupo que lleva su nombre en LinkedIn supera los 200 usuarios que participan en este foro de intercambio de opiniones y transmisión de información. Además, es posible consultar todos los números de la revista y descargarse sus artículos y secciones fijas en [www.asfaltoypavimentacion.com](http://www.asfaltoypavimentacion.com).

Desde su lanzamiento, la web ha recibido un total de 7.619 visitas. Teniendo en consideración que la página se puso en marcha bien entrado el mes de marzo, por lo que se éste excluye del cómputo, la media mensual ha sido de

1.806 visitas, que han descargado un total de 12.064 archivos (2.858 mensuales), tanto de la revista completa como de secciones o de artículos específicos. Por tanto, **ya hay más descargas en pdf que revistas en papel.**

Si consideramos la procedencia de los usuarios, tenemos que España representa el 25% de los accesos, lo que da muestra de su fuerte proyección internacional y significa que **la revista tiene ya más lectores de fuera que dentro de nuestro país.** El país que más visitas y descargas aporta al cómputo es Estados Unidos, con una media superior al 50%.

<b>Total visitas:</b>	<b>7.619</b>
<b>Media mensual de visitas:</b>	<b>1.806</b>
<b>Total de descargas de archivos:</b>	<b>12.064</b>
<b>Media de descargas mensuales:</b>	<b>2.858</b>

## El sector de las redes sociales

Facebook es la red social más utilizada del mundo, con más de 800 millones de usuarios, de los cuales 15 millones se encuentran en España. Según el ranking elaborado por la auditoría en Internet Alexa ([www.alexa.com](http://www.alexa.com)), se trata de la segunda página más vista en España, después de Google. Por su parte, Twitter supera los 200 millones de seguidores en todo el mundo, de los cuales 100 millones son activos. Aunque no existen datos oficiales, se estiman 4,5 millones de usuarios en España. Tuenti se caracteriza por aglutinar al público más joven: el 90% de sus usuarios tiene entre 14 y 35 años y alcanzó, en octubre de 2011, los 12 millones de usuarios. La nueva red social de Google ha alcanzado los 62 millones de usuarios en el mundo, si bien es cierto que, sólo un 14%, unos 9 millones, son activos. LinkedIn, la red social de los profesionales, supera los 135 millones de usuarios en el mundo, llegando en España a los dos millones.



Fuente: Inés Gómez. Concepto 05. Estadísticas de redes sociales en España 2012.



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

# Nuevas mezclas SMA

Durables y sostenibles



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



Fibras diseñadas  
por la naturaleza  
Una compañía del grupo JRS

C/ Venezuela, 103, 4ª planta., 08019 Barcelona  
Tel: 93 476 66 67 • Fax: 93 476 92 65  
[www.jrsiberica.com](http://www.jrsiberica.com) • [info@jrsiberica.com](mailto:info@jrsiberica.com)

[www.sma-viatop.com](http://www.sma-viatop.com)

# Lecturas recomendadas

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



## *Artículo "Buried instruments reveal secrets of perpetual pavements"*

Este artículo de la publicación Asphalt Pavement Magazine, correspondiente a la edición de Mayo-Junio de 2012, recoge diversas experiencias de instrumentación de carreteras con tipología de "pavimentos perpetuos". Los datos analizados muestran que el comportamiento de las secciones de firme analizadas tienen un comportamiento mejor de lo esperado.

<http://www.nxtbook.com/nxtbooks/naylor/NAPS0312/index.php#/16>



## *Artículo "Test track shows outstanding results for warm mix with 50% RAP"*

Este artículo hace referencia a los resultados del análisis de los tramos de ensayo llevados a cabo en el NCAT, utilizando mezclas semicalientes con altos contenidos de RAP. Los resultados preliminares son sobresalientes, por lo que los ensayos han continuado en 2012. El número de Marzo-Abril de 2012 de la Asphalt and Pavement Magazine recoge este artículo, que también puede consultarse en: <http://www.eurobitume.be/press/news/eu-safety-environmental-legislation>



## *"Untersuchungen zur Nahtausbildung in Offenporigen Asphaltdeckschichte"*

Este informe recoge el trabajo de investigación relativo al estudio de la formación de fisuras en mezclas drenantes utilizadas en capas de rodadura.

Documento descargable bajo pago (15,50€) desde la página web de BAST:

[http://www.nw-verlag.de/shop/product\\_info.php/info/p2991\\_untersuchungen-zur-nahtausbildung-in-offenporigen-asphaltdeckschichten.html](http://www.nw-verlag.de/shop/product_info.php/info/p2991_untersuchungen-zur-nahtausbildung-in-offenporigen-asphaltdeckschichten.html)



## *Monografía "Proyectar vías ciclistas"*

Este documento, elaborado por la Diputación de Valencia, muestra una detallada guía para elaborar proyectos de vías ciclistas, temática de gran actualidad ligada al desarrollo de la sostenibilidad del transporte.

# 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 31 de julio de 2012, las licitaciones correspondientes al grupo 32 continúan siendo cero, con los que nos acercamos a 20 meses seguidos desde la última licitación, con clave 32-HU-6050, que se produjo el día 30 de diciembre de 2010.

En la tabla adjunta se recoge la evolución mensual de los precios del betún entre noviembre de 2009 y diciembre de 2011, poniendo de manifiesto el fuerte crecimiento experimentado por este indicador, de hasta un 48,46 por ciento en el periodo de 26 meses, encareciendo de forma significativa los costes de producción en el campo de construcción y conservación de carreteras.

Por su parte, los índices de revisión de precios de los materiales presentan un fuerte incremento tanto en el precio de la energía como de los ligantes. Algo más de estabilidad, con una cierta tendencia a la baja, podemos encontrar en lo que se refiere al cemento, debido al fuerte descenso registrado en las ventas.

## Las licitaciones, cero sobre cero

Revisando las cifras de licitación pública referenciadas por Seopan, la patronal de las grandes constructoras, tenemos que, en lo que va de año, la Dirección de Carreteras únicamente ha licitado en el mes de febrero, por valor de 139.318.000 euros. Durante los cinco meses restantes, el volumen de licitación de este departamento del Ministerio de Fomento ha sido, en todos y cada uno de ellos, cero, cifra similar a la destinada a inversión, por parte de la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre (SEITT), durante el primer semestre del año.

En conjunto, el volumen de licitación por parte de la Administración Central durante los seis primeros meses del año presenta un descenso del 40,6% en comparación con igual periodo de 2011. Las comunidades autónomas no han ido a la zaga, con una reducción similar, del 41%, en este semestre.



## 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

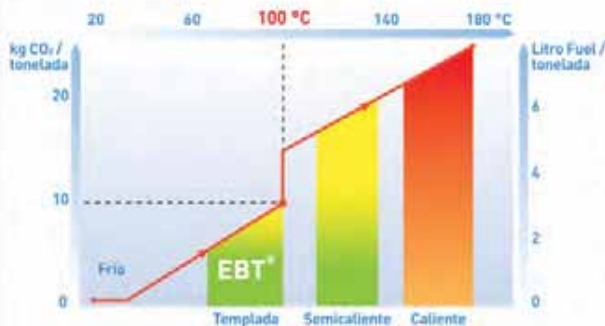
E-mail

Página web

Forma de pago:

Enviar por Fax a la dirección de correo electrónico [asfalto@asfaltoypavimentacion.com](mailto:asfalto@asfaltoypavimentacion.com). Gracias por su colaboración.

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](http://www.infraestructuras.eiffage.es)





## INNOVAR está en nuestros genes

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

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](http://repsol.com)

