

ASFALTO

y pavimentación

Número 42 · Volumen XI · Tercer trimestre · 2021

número **42**



VIATOP®

Liderando las SMA
desde 1988



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



Fibras diseñadas
por la naturaleza

Una compañía del grupo JRS

C/ Travesera de Gracia 56, 2º 2ª
08006 Barcelona
Tf. 933 262 880 · Fx. 933 262 897

www.jrsiberica.com · Info@jrsiberica.com



Número 42 · Volumen XI
Tercer trimestre · 2021

ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

Director

Juan José Potti

Comité de Redacción

María del Mar Colás,
Andrés Costa, Jesús Felipo,
Jacinto Luis García Santiago,
Lucía Miranda, José Luis Peña,
Nuria Querol, María del Carmen Rubio,
Ángel Sampedro, José Antonio Soto

Secretario

Andrés Pérez de Lema

Coordinador

Francisco Muriel

Secretaría

Lies Ober

Editorial Prensa Técnica, S. L.

Castiello de Jaca, 29 3º Puerta 2
28050 Madrid
Tel. 91 287 71 95
Fax 91 287 71 94
Directo 629 877 460
www.asfaltopavimentacion.com
asfalto@asfaltopavimentacion.com

Suscripción anual (4 números)

España: 10 €
Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189
Depósito Legal: M21967-2011

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

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

Sumario

Número 42 · Volumen XI · Tercer trimestre · 2021

Editorial

EAPA y Asefma, casi 50 años de historia.
La próxima XVI Jornada Nacional de Asefma

05

Tribuna

Pepe Soto

07

Tribuna

José Luis Peña

9

Tribuna

Andrés Pérez de Lema

11

Una vision sobre el procesamiento del material rap para su reutilizacion en planta

Ricardo Galvis

13

Secciones fijas

Ensayos, Normativa, Mirando al Pasado

25

Patologías de los Pavimentos

Andrés Costa

35

Determinacion de las propiedades visco-elasticas de una mezcla templada con emulsion asfaltica

Fernando Martínez - Marina C. Casaux - Luis Zorzutti - Silvia Angelone

43

Secciones fijas

Noticias del Sector; Calendario, Lecturas recomendadas,
Observatorio de Sector; Digitalización del Sector;
Afirmaciones Asfálticas

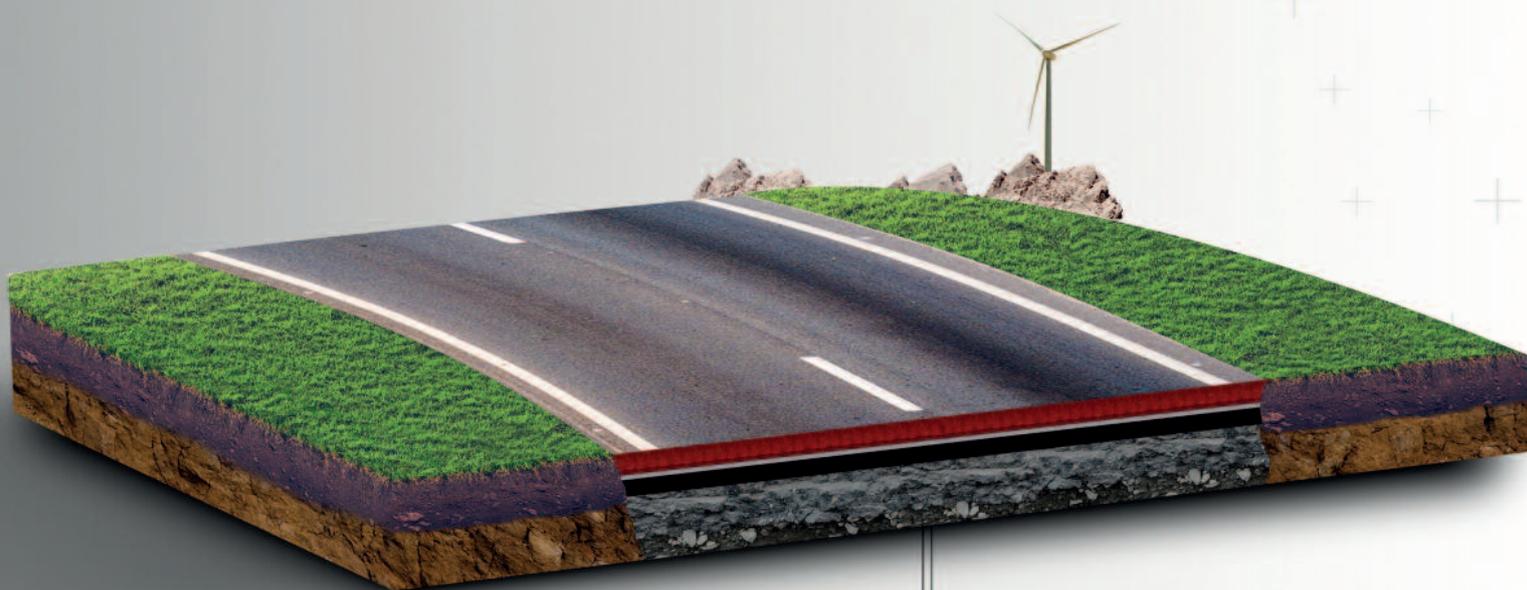
55



DESCUBRE LA GAMA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

Gracias a las **mejoras en la Gama de Emulsiones de Cepsa**, disfruta de soluciones específicas para cada aplicación y optimiza las prestaciones de cada tratamiento.

INFÓRMATE EN **cepsa.es**



Riegos de adherencia

Otros riegos auxiliares

Microaglomerados y Lechadas

Mezclas templadas

Riegos de adherencia termoadherente

Tratamientos superficiales con gravilla

Mezclas bituminosas en frío

Reciclados con emulsión

CEPSA

Tu mundo, más eficiente.

EAPA y Asefma, casi 50 años de historia. La próxima XVI Jornada Nacional de Asefma

La XVI Jornada Nacional de Asefma llevará por slogan: "Análisis de la evolución de la pavimentación en los últimos 50 años y mirada al futuro bajo la perspectiva actual". Esta XVI Jornada Nacional se quiere desarrollar en modo presencial, respetando estrictamente las exigencias marcadas por las autoridades sanitarias, los días 14 y 15 de diciembre de 2021. Por supuesto, además se desarrollará en modo digital y/o en realidad virtual VR/3D como viene siendo habitual en Asefma desde hace 10 años. Esto ya es una importante novedad respecto a la edición anterior y abre una ventana a que vayamos recuperando poco a poco la normalidad.

La XVI Jornada Nacional de Asefma quiere ser el primero de los actos que se van a celebrar en los próximos 2 años para celebrar el 50 aniversario de la constitución de EAPA, fundada en 1973 y de Asefma fundada en el año 1974. Ya lo ha explicado el Presidente de Asefma en alguna ocasión, Asefma fue creada para ser socio fundador de EAPA en el año 1973 pero Asefma estuvo totalmente constituida en el año 1974.

Hay otro hecho que sin duda afecta a la concepción de las Jornadas Nacionales de Asefma y más concretamente a la sesión dedicada a las comunicaciones libre. Es un cambio importante respecto de las comunicaciones técnicas libres. A partir de este año 2021, de acuerdo con la decisión de la Comisión Técnica de Asefma, las comunicaciones técnicas serán solicitadas para la Jornada Técnica de Asefma, como se expuso este año y por tanto, se solicitarán en breve los resúmenes de las comunicaciones libres para la Jornada Técnica de Asefma del año 2022.

En esta XVI Jornada Nacional de Asefma se va a poner el foco en las comunicaciones/propuestas que opten al premio de Mejores Prácticas Ambientales 2021 o premio MPA 2021. Las 6 mejores propuestas, tras la valoración por la Co-

misión Técnica de Asefma, serán expuestas por los autores durante la XVI Jornada Nacional de Asefma. El plazo ya está abierto.

Se aproximan unas fechas muy singulares para Asefma y para EAPA. Ambas instituciones fueron creadas hace casi 50 años. Estamos próximos, por tanto, a las fechas de celebración de estas asociaciones y parece el momento adecuado para hacer balance retrospectivo de estos 50 años. Es más, a partir de los archivos digitales que se van a generar en el desarrollo de esta XVI Jornada Nacional de Asefma se va a crear un archivo multimedia que pueda dejar para siempre una visión retrospectiva.

Por otro lado, y en una coyuntura más dinámica que nunca ante los retos a los que se enfrentan las infraestructuras y los nuevos actores que van a ser clave en el desarrollo de la movilidad tanto de personas como de mercancías, es preciso visualizar y analizar cuál debe ser el papel de las infraestructuras de transporte por carretera en los próximos años ante los vehículos autónomos, los vehículos conectados, la transformación energética, la electrificación, etc...

Bajo estas dos ópticas, visión retrospectiva de los últimos 50 años de la pavimentación y mirada al futuro a partir de los datos que se disponen hoy, en día se estructura esta XVI Jornada Nacional de Asefma que además va a ser presencial y digital/virtual.

Durante esta XVI Jornada Nacional se van a entregar varios premios: Premio MPA 2021 (Mejores Prácticas Ambientales), el Premio Asfaltero 4.0 2021 y algunos reconocimientos personales a personas/instituciones por su trayectoria profesional.

SMOPYC

2021

17-20 NOV
ZARAGOZA (ESPAÑA/SPAIN)

18 SALÓN INTERNACIONAL DE MAQUINARIA DE
OBRAS PÚBLICAS, CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA

18 INTERNATIONAL SHOW OF PUBLIC WORKS,
CONSTRUCTION AND MINING MACHINERY



¿PAGAR O NO PAGAR POR USO? ¡SI LAS CARRETERAS HABLASEN!



José Antonio Soto
Miembro de la revista
Asfalto y Pavimentación

 @soto228pepe

Imagínense por un momento que las carreteras pudiesen dar su opinión sobre algo que les afecta directamente, que pudiesen manifestar su punto de vista sobre algo que les atañe en primera persona: su salud.

Llevamos muchos años, desde estas páginas, levantando la voz en nombre de nuestras carreteras para manifestar la desinversión a que han sido sometidas por las diferentes administraciones responsables que han pasado por el gobierno desde 2008, y ahora, parece, que a todos les han entrado las prisas, apoyados en argumentos políticos, para decidir cómo tenemos que pagar lo que se ha destruido en estos últimos 13 años, aunque al menos, ya era hora, admiten que necesitan una rehabilitación urgente.

Estamos en plena discusión sobre si hay o no que pagar por el uso de estas carreteras sin escuchar lo que éstas nos están transmitiendo desde hace años y, lo que nos están transmitiendo no necesitan voz para entenderlo, basta con recorrer las diferentes autovías, autopistas, carreteras comarcales y autonómicas y MIRAR, simplemente mirar.

Se imaginan un enfermo que entra en la UCI, sin conocimiento, sin posibilidad de decir qué le duele, y los médicos, como no habla y no saben qué le duele le dejan, sin más, hasta que recupere el habla. Lo normal es que ese enfermo muera no tardando mucho. Pues lo mismo que un buen médico sabe lo que tiene que hacer en estos casos, un buen técnico de carretera sabe de sobra lo que hay que hacer para que una carretera recupere su salud, sin necesidad de que lo

manifieste y antes de que muera.

Ahora bien, partiendo de la premisa que las carreteras no pueden hablar, y como dijo J.J.Potti en la Semana de la Carretera de Santiago de Compostela “las carreteras no gritan, no lloran, no se manifiestan y los que trabajamos en ellas tampoco” los técnicos sí pueden ver cuál es su problema y cómo solucionarlo, queda el capítulo de quién paga eso. El debate sobre quién y cómo hay que pagar la conservación está servido.

Y en eso estamos y, puestos a imaginar, ¿qué dirían unas carreteras inteligentes y por ende parlantes, ante la falta de atención en cuanto a su mantenimiento y sabiendo que el poco presupuesto que tienen para ese mantenimiento lo tienen que compartir con otros cientos de kilómetros de autopistas que se incorporan a la dependencia del estado y sus presupuestos?

¿Qué nos dirían? Pues nos dirían que dejemos de “pensar tanto” y actuemos, que están en un estado crítico y no pueden aguantar más, que la medida que se adopte para el pago se adopte ya, que ni se les ocurra nombrar una comisión para estudiar el asunto porque entonces pasaremos a ser rutas tercermundistas antes de ver la solución. En fin, creo que todos estaríamos de acuerdo con ellas en que se pague como se pague y quien lo pague lo cierto es que hay que intervenir en su conservación ¡YA!

Los detractores de esta medida argumentan que por ser las carreteras un bien esencial dentro del estado deben continuar nutriéndose vía presupuestos generales ya que si no, y

¿PAGAR O NO PAGAR POR USO? ¡SI LAS CARRETERAS HABLASEN!

ahí surgen argumentos populistas pero no por eso sin cierta lógica, “que la enseñanza pública la paguen quien lleva sus hijos a esas escuelas”, y “los hospitales los paguen los enfermos que los usan”, “los ciclistas los carriles bici” y “los aeropuertos quien viaje en avión” y así se podrían citar decenas de servicios.

Por todo esto, dar una respuesta afirmativa o negativa a una cuestión tan compleja sería caer en un populismo barato. Ante esta complejidad, todo dependerá de a quién hagamos la pregunta.

Para el usuario contribuyente le parecerá una subida camuflada de impuestos directos, amparada en la obligación que tenemos todos para contribuir a una disminución de emisiones de GEI, que se utilizarían en mantener los pavimentos en buen estado (cuando un vehículo circula por un pavimento en buen estado contamina menos), en la disminución de la accidentalidad y mejora del confort.

Los responsables de las administraciones de carreteras verán el cielo abierto ya que por fin tendrán presupuestos para aplicar exclusivamente en carreteras (¿?). Todos sabemos que desde 2008 los mayores recortes se han producido en la conservación de nuestras carreteras (de las que ellos son responsables), a pesar de ser bienes esenciales. Lo importante será cómo invierten ese pago en construir nuevos tramos y conservar adecuadamente las existentes.

Para las empresas del sector dedicadas a la construcción y conservación de los firmes, será una gran noticia ya que podrán salir del bache en el que las ha mantenido durante tantos años de baja actividad, los datos que se manejan sobre el déficit en conservación son escalofriantes por lo que urge encontrar la forma para poder financiar estas inversiones tan necesarias al mismo tiempo que conllevaría una creación importante de puestos de trabajo.

Naturalmente, el gremio de transportistas rechaza cualquier tipo de pago adicional, quizás porque no valoran que sus vehículos sufrirán menos averías si circulan por carreteras en buen estado de conservación.

Lo más complicado será encontrar el mecanismo recaudatorio más adecuado, se barajan varias iniciativas como la del SEOPAN que propone un peaje con tarifas medias europeas en las autovías libres, pero ocultan el coste de instalación, se estima en 22 mil millones de euros, de los pódicos así como que ellos colaborarían en la inversión a cambio de la concesión y ¿gestión? de los contratos de conservación.

Otro modelo que se baraja es el de la viñeta, por el que cada vehículo paga una tarifa por circular controlado por un distintivo en el coche. Sería el más fácil de implantar además que, teniendo en cuenta que España es un país turístico, nos visitaban más de 80 millones de turistas y muchos de ellos con vehículo propio o de alquiler, y con el flujo en verano de personas que se dirigen al norte de África, nos daría una rentabilidad inmediata.

Hay una propuesta de la AEC, más novedosa e inteligente que, según Jacobo Díaz, director general de la AEC, “propone bonus, que gracias a su tecnología y su validación por satélite, permita máxima flexibilidad para perfilar usuarios e incentivar políticas medioambientales”. Con este bono pagaría más quien más kilómetros haga en el año ya que habría una franquicia gratuita a determinar (podrían ser 10.000 km e incluso mayor según el tipo de usuario). Otra medida atractiva de este sistema es que podría modularse según las emisiones de cada vehículo, incentivando así a los menos contaminantes.

Naturalmente, salvo el sistema de la viñeta, cualquiera de los otros llevará tiempo diseñar e instalar, por lo que o bien se acepta éste o nos tocará seguir esperando al sistema que nos permita traer a buen término una solución que ayude a salir del bache que se inició en 2008 en cuanto a la política de conservación de carreteras.

Lo que sí debemos tener claro es que, con cualquiera de los sistemas que implante la administración, el ingreso que se genere debe ser UNICA Y EXCLUSIVAMENTE para carreteras, y en este factor, el sector de carreteras debe estar ojo avizor ya que alguien podría caer en la tentación de utilizarlo en otras infraestructuras terrestres como el ferrocarril.

La conclusión es que si es inevitable y necesario el “pago por uso”, y aun sabiendo que las carreteras generan muchísimo más de lo que necesitan para su correcta conservación, creemos que lo más operativo, dado el estado en que se encuentran, sería la implantación de la viñeta y mientras tanto dar forma a la propuesta de la AEC.

Permítanme que termine con una licencia bucólica: en este momento nuestras carreteras me recuerdan a los pajariños asomando la cabeza por el nido, con los picos abiertos, y piando desesperadamente esperando recibir la comida que traen sus padres. Así esperan las carretas esos ingresos del Pago por Uso.

7º Eurobitume&Euroasphalt Congress (15-17 de junio de 2021) “Asfalto 4.0 para la movilidad del futuro”



Los congresos Eurobitume&Euroasphalt (E&E) son una referencia a nivel mundial en el sector de la pavimentación asfáltica. La calidad de sus contenidos hace que todos los técnicos del sector presenten en ellos publicaciones de gran calidad. Si a esto unimos la posibilidad de asistir a conferencias de renombrados expertos del sector, tenemos una mezcla perfecta de tecnología y análisis de tendencias del mercado, lo que atrae a profesionales de muy diversos perfiles: gerentes, investigadores, responsables de producción etc.,

La 7ª edición del E&E Congress ha tenido como especial novedad el uso del formato virtual debido a las limitaciones de movilidad que ha generado la pandemia de la COVID-19. De hecho, esta edición estaba previsto que se celebrase de forma presencial en Madrid en 2020, pero la pandemia hizo materialmente imposible la celebración del evento en formato presencial.

Antes de pasar a describir los principales elementos que albergó este congreso, merece la pena poner en contexto el lema del mismo: “Asfalto 4.0 para la movilidad del futuro”.

La digitalización en el sector del asfalto ya ha mejorado, y seguirá haciéndolo, áreas como la eficiencia de la producción y el proceso de pavimentación del asfalto, incluido su control de calidad. Además, va a contribuir a ofrecer una experiencia de alta calidad al cliente durante todas las etapas de la vida útil de la carretera, de forma inteligente, conectada y sinérgica. Paralelamente a estos cambios derivados de la digitalización, también estamos experimentando un aumen-

to de los requisitos para reducir el impacto medioambiental y mejorar aún más la salud y la seguridad en el trabajo.

Dado que más del 90% de las infraestructuras viarias europea contienen materiales asfálticos, esto significa que, como industria, también tendremos que dar cabida a futuras soluciones de movilidad, ya sea para el mantenimiento o la pavimentación. La continua integración de la digitalización en las prácticas de la industria, la necesidad de crear mejores plataformas de conectividad e intercambio de datos y la ambición general de ofrecer soluciones sostenibles desempeñarán un papel fundamental.

La transformación digital de la pavimentación de carreteras se refiere a una serie de sistemas inteligentes y autónomos impulsados por el big data, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT), etc. con capacidad para impulsar significativamente la eficiencia, la productividad, la calidad, la fiabilidad y la sostenibilidad de las carreteras asfaltadas. Esto implica el uso de herramientas digitales para automatizar, monitorizar y mejorar la forma en que la industria desarrolla actividades convencionales, como la gestión, la fabricación de mezclas bituminosas, el suministro o la colocación.

El uso de la tecnología digital mejorará la forma en que las organizaciones desarrollarán sus actividades y les ayudará a alcanzar sus objetivos. Además, también facilitarán y acelerarán la transición del sector de la movilidad hacia sus nuevos usuarios: los vehículos eléctricos y automatizados.

7º Eurobitume&Euroasphalt Congress (15-17 de junio de 2021) “Asfalto 4.0 para la movilidad del futuro”

Otro aspecto destacable de los congresos E&E es que suponen un esfuerzo conjunto de dos sectores que, aunque absolutamente complementarios, tienen entidad propia y una gestión autónoma: el sector de fabricantes de ligantes bituminosos, representado por Eurobitume, y el sector de los fabricantes de mezclas bituminosas, representado por EA-PA.

Que este evento tuviera como sede Madrid, responde a la decisión tomada después del Congreso 6º E&E de Praga (2017). Además, en este momento se da la circunstancia siguiente: en Eurobitume la vicepresidencia la ostenta Francisco José Lucas (Repsol) y en EAPA el cargo de presidente corresponde a Juan José Potti (Asefma).

Dada la gran cantidad de contenidos a exponer, el evento disponía de espacios diversos en los que se expusieron las diversas temáticas del sector. También hubo una zona expositiva para los stands. Otro espacio habilitado para la interacción fue el dedicado a los posters, en el que fue posible contactar con los autores de las diversas publicaciones y plantearles dudas o conocer su opinión.

La distribución de las temáticas en diversas salas y horarios permitía a los asistentes escoger el lugar y momento en el que los contenidos se adaptaban más a sus intereses.

Centrándonos en los contenidos del congreso, la sesión inaugural contó con la participación de Juan José Potti (Presidente de Asefma y de EAPA), Steve Phillips (Director General del Committee of European Road Directors, CEDR), Claude Le Noan (Responsable de proyectos industriales del Grupo Eiffage) y Enrique Benayas (Director General del Instituto de Economía Digital de ESIC Business & Marketing School).

Las sesiones técnicas abarcaron las siguientes temáticas:

- Carreteras del futuro y movilidad
- Prestaciones de las mezclas asfálticas y métodos de ensayo.
- Prestaciones de los ligantes bituminosos y métodos de ensayo.
- Emulsiones bituminosas
- Seguridad y salud laboral.
- Sostenibilidad y medio ambiente.
- Mezclas semicalientes y a baja temperatura.
- Mantenimiento y rehabilitación.
- Fabricación, extendido y compactación de mezclas bituminosas.

- Aplicaciones de mezclas bituminosas en otros sectores: ejemplos de aplicación.

- Sesión para futuros líderes.

- Taller sobre comunicación.

Hay que destacar, adicionalmente al excelente programa técnico, dos iniciativas transversales como fueron la “Sesión para Futuros Líderes” y el “Taller sobre comunicación”. Ambos tuvieron una magnífica acogida por los asistentes, y en los mismos se desarrollaron iniciativas para garantizar el futuro del sector, así como resultar mucho más cercanos a administraciones públicas de carreteras y sociedad.

Si el leitmotiv del congreso era la digitalización, el seguimiento en redes sociales y el propio formato del evento dan buena cuenta del grado de cumplimiento de los objetivos. Durante los tres días del evento en Twitter se generó un debate con el hashtag #EECongress2021 que registró más de 2.160 tweets procedentes de 375 cuentas con una audiencia potencial superior a los 979.000 usuarios.

La sesión de clausura corrió a cargo de François Chaignon (anterior Presidente de EAPA) y de Juan José Potti (el actual Presidente de EAPA). Durante dicha sesión, además de los protocolarios agradecimientos a los numerosos asistentes y a todas las personas, que de una manera u otra participaron en la organización del evento, se mostraron datos relevantes sobre el congreso:

- Más de 800 asistentes con casi 200 expositores y esponsores y cerca de 40 stands virtuales.

- 118 ponentes en 21 sesiones, con 276 publicaciones de las cuales 71 fueron presentadas y se exhibieron 200 posters.

También se recordaron otras iniciativas como la carrera “Asphalt runners” en la que participaron corredores de 9 países o las menciones a las personas más activas en las numerosas actividades que tenían que ver con redes sociales y, en general, con el mundo digital.

Como resumen, un evento que bajo el lema Asfalto 4.0 ha sabido aprovechar las oportunidades y recursos que el mundo digital está ofreciendo y que ha permitido minimizar las distancias físicas entre los asistentes. Tras el evento queda un espacio para la reflexión y el debate, así como una ingente cantidad de información que será de gran provecho para los técnicos del sector.

La gallina de los huevos de asfalto



Andrés Pérez de Lema
 Editor Revista
 Asfalto y Pavimentación
 @andresperezlema

Me encontraba este verano en ese momento dulce en el que estás a punto de caer en brazos de Morfeo después de un arroz con conejo, cuando escucho en ese duermevela de las noticias, que el Gobierno busca una fórmula para paliar el déficit de mantenimiento de carreteras y tranquilizar a Bruselas a la par. "Bonum numtium est".

Por fin se acredita, se documenta, se da fe, se asegura y se reconoce que tenemos UN DEFICIT DE MANTENIMIENTO.

Según la patronal de fabricantes de automóviles ANFAC, el Estado recaudo en 2019 la cósmica cifra de 30.888 millones de euros entre IVA, matriculación y circulación.

Agradeciendo la sensibilidad que demuestra este Ejecutivo hacia la carretera, valga un pequeño tirón de orejas para el ex Ministro Ábalos por insinuar que de algún modo, las carreteras son gratis. Me recordaba al Don Fanucci en El Padrino cuando le coge el dinero a Vito Corleone y le pellizca la mejilla de forma entre humillante y paternal.

La carretera ha pasado los 10 peores años de su historia entre abandono y ruina. Pero lejos de contentarse con eso, nos acusan de no aportar nada a la Hacienda Pública y de que debemos ser los usuarios los que debemos aportar al mantenimiento de la red.

¡Cúmplase! Pongan al pago por uso en la Autovías y destinen el 100% a su mantenimiento. Así nos veremos las caras cuando como si se tratara del fragmento de Don Mendo jugando a las 7 y media en cuanto nos tasan:

...Y un juego vil
 que no hay que jugarlo a ciegas,
 pues juegas cien veces, mil,
 y de las mil, ves febril
 Que o te pasas o no llegas.
 Y el no llegar da dolor,
 pues indica que mal tasas
 y eres del otro deudor.
 Mas ¡ay de ti si te pasas!
 ¡Si te pasas es peor!

La venganza de Don Mendo

Es decir, pretenden recaudar unas cantidades que de ninguna manera han destinado ellos al mantenimiento y que saben que jamás podrán asignar de forma finalista, ya que nuestro sistema impositivo lo impide.

Concluyendo, que mucho me temo que van a retorcer un poco más el pescuezo a la gallina de los huevos de asfalto, otro día más en la oficina...



asefma

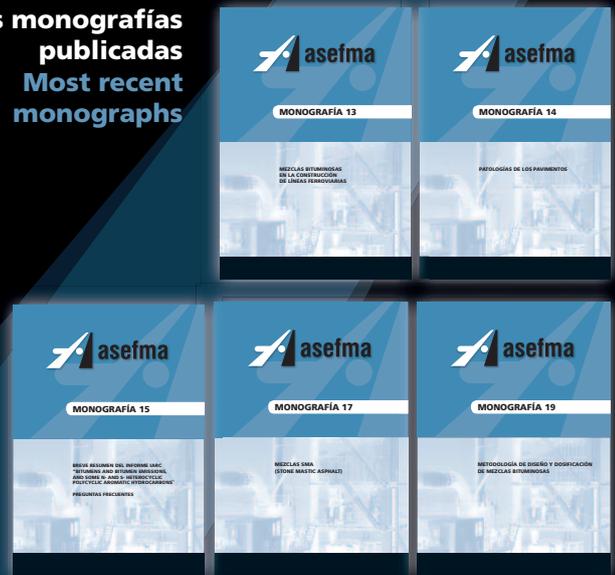
“reforzamos el firme, consolidamos el futuro”
“by reinforcing pavements, we guarantee the future”

Digital impact of @asefma_es through Twitter, Facebook, Instagram and LinkedIn social networks

- More than 26,000 messages sent
- More than 18,000 engaged followers
- More than 1,000,000 reactions



Últimas monografías publicadas Most recent monographs

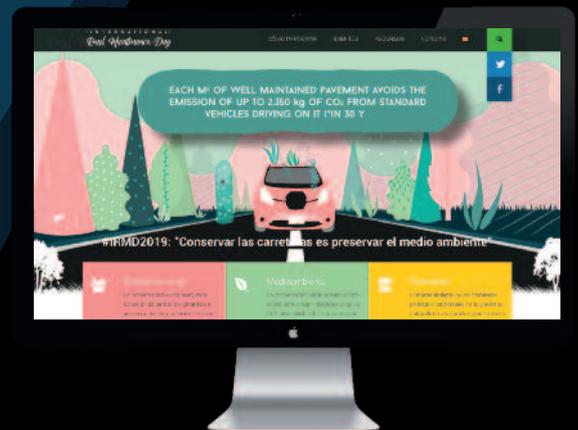


Asefma is promotor of the International Road Maintenance Day (IRMD)

www.roadmaintenanceday.org

Catálogo de Capacidades Técnicas

Catalogue of Technical Capacities



Síguenos en: / Follow us on:

- @asefma_es
- @asefma
- @asefma
- company/asefma

www.asefma.es

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

SPANISH ASSOCIATION OF PRODUCERS OF ASPHALT MIXES

Avda. General Perón, 26
28020 Madrid (Spain)
www.asefma.es

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

Una visión sobre el procesamiento del material RAP para su reutilización en planta

Ricardo Galvis,

ricardo.galvis@ammann.com

La inclusión de la tecnología del reciclaje de pavimentos en nuestra vialidad, tiene más de 40 años siendo aplicado en países del continente Europeo y Americano, sin embargo podemos notar una gran diferenciación entre ambos continentes con relación a los porcentajes promedios actuales de reciclaje en caliente siendo estos de un 85% en Europa y de un 36% en América; esto presume claramente tres aspectos que pudieran influenciar: el conocimiento y divulgación de la técnica, la tecnología de las plantas de asfalto empleadas y el manejo de los materiales reciclados. Este documento pretende enfocarse sobre la experiencia en el manejo del material reciclado en nuestra industria. El documento inicia presentando una perspectiva actual del reciclaje de pavimentos en caliente y conceptos, luego se revisaran las distintas técnicas para obtención del material reciclado ventajas y desventajas de cada técnica, así como su procesamiento, y por último se generan recomendaciones basadas en la experiencia Europea y en la práctica para la inclusión de mayores porcentajes de reciclaje en la cotidianidad de nuestra industria a través de un mejor procesamiento del material reciclado RAP.

Palabras Clave: Reciclaje de Pavimentos, Manejo de Reciclado, Reutilización de Pavimentos Asfálticos.

La inclusión de la tecnología del reciclaje de pavimentos en nuestra vialidad, tiene más 40 años siendo aplicado en países del continente Europeo y Americano, sin embargo podemos notar una gran diferenciación entre ambos continentes con relación a los porcentajes promedios actuales de reciclaje en caliente siendo estos de un 85% en Europa y de un 36% en América; esto presume claramente tres aspectos que pudieran influenciar: el conocimiento y divulgación de la técnica, la tecnología de las plantas de asfalto empleadas y el manejo de los materiales reciclados. Este documento pretende enfocarse sobre la experiencia en el manejo del material reciclado en nuestra industria. El documento inicia presentando una perspectiva actual del reciclaje de pavimentos en caliente y conceptos, luego se revisaran las distintas técnicas para obtención del material reciclado ventajas y desventajas de cada técnica, así como su procesamiento, y por último se generan recomendaciones basadas en la experiencia Europea y en la práctica para la inclusión de mayores porcentajes de reciclaje en la cotidianidad de nuestra industria a través de un mejor procesamiento del material reciclado RAP.

Keywords: Pavement Recycling, Recycling Management, Asphalt Pavement Reuse..

1. INTRODUCCIÓN

El mundo se encuentra en una etapa de transición de las operaciones dominadas por el factor económico, a las operaciones dominadas por el valor ecológico de los bienes produ-

cidos y consumidos. Esto se ve reflejado por la conciencia de la humanidad, en reducir el consumo de energía para disminuir considerablemente las emisiones contaminantes.

El reto de los ingenieros viales en la actualidad, radica en la obligación y responsabilidad con el planeta de desarrollar

Una visión sobre el procesamiento del material RAP para su reutilización en planta

nuevas técnicas o implantación de técnicas exitosas que permitan la utilización más racional de los recursos naturales disponibles. Los obstáculos como la Legislación, el mercado de suministro y demanda, la divulgación y el conocimiento de las técnicas, la inversión en equipos y tecnología, son obstáculos que con la organización de todos los miembros del sector y un sentido de responsabilidad con nuestro desarrollo sostenible pueden convertirse en estímulos utilizando experiencias exitosas de otros continentes más avanzados en el mejor manejo de los recursos.

El Pavimento Asfáltico Reciclado, mejor conocido por sus siglas en inglés RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), es un material con altos contenidos de recursos naturales dispuestos en nuestras carreteras para su mejor reutilización aprovechamiento. Estos recursos naturales son escasos por lo que la reutilización y reciclaje de pavimentos se hace ineludible para conseguir el desarrollo sostenible de nuestras naciones, lo que implica un mejor manejo y almacenamiento de este material RAP y así conseguir mayores tasas de reutilización.

2. LA NECESIDAD DE RECICLAR O REUTILIZAR PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La construcción, rehabilitación y mantenimiento de vías asfaltadas y engranadas requiere de actividades para la ob-

tención, procesamiento, transporte y manufactura, de grandes cantidades de materiales de construcción. Estas actividades requieren y utilizan cantidades substanciales de energía que a su vez generan gases de efecto invernadero (GEI).

Hay grandes diferencias de consumo de energía en diferentes construcciones, rehabilitaciones y técnicas de preservación. Estas diversas técnicas también proporcionan variadas cantidades de vidas útiles de los pavimentos. Para cada tratamiento de preservación, la vida útil de un pavimento puede ser comparada así también como la energía y emisiones de GEI para determinar el nivel del uso de energía anual y de emisiones de GEI. Para minimizar el uso de energía y las emisiones de GEI sobre la vida útil de los pavimentos, los tratamientos pueden ser elegidos para que consuman la menor energía y también reduzcan la emisión de GEI [1].

Como se muestra en la Figura 1, una tonelada de mezcla asfáltica genera 50kg de CO₂, en donde los agregados y el ligante incorporan el 42% de las emisiones. Si pensamos en reciclar o reutilizar Pavimentos Asfálticos Reciclados (RAP), esto nos generaría una reducción inmediata en su proporción de hasta un 42% de estas emisiones y de al menos 5000 MJ de energía por tonelada producida.

Cuando seleccionamos un sitio de préstamo, saque o cantera, estamos obligados a considerar los costos ecológicos:

- Producidos por la tala de árboles.

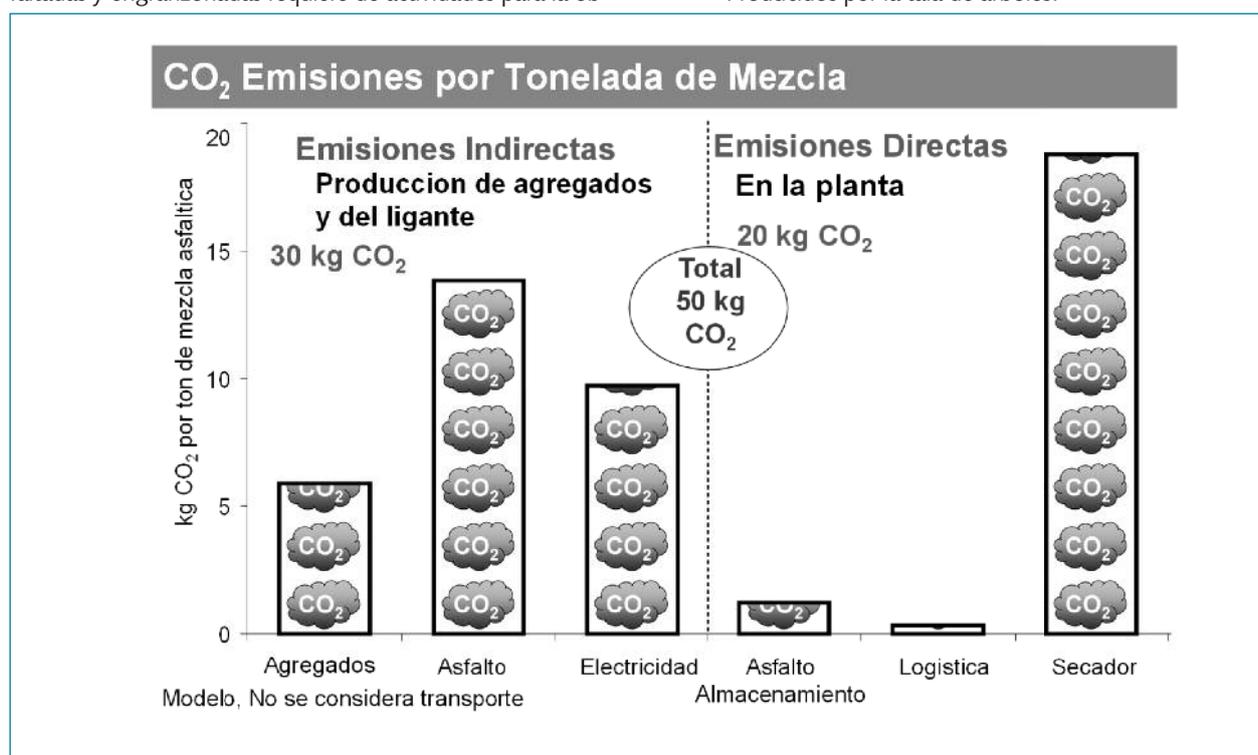


Figura 1. Emisiones en la producción de mezcla asfáltica [2].

- La alteración de los ecosistemas inmediatos a las zonas de excavación y/o voladura.
- Las emisiones producidas por el movimiento de equipo y maquinaria pesada.

Si hacemos una introspección de nuestros trabajos en el continente americano, indiscutiblemente estamos generando anualmente costos ecológicos, que pudiéramos reducir al aumentar la consciencia, con esto no se quiere decir que no se han generado esfuerzos en algunos países, por supuesto que ha ocurrido una generación de información técnica y transferencia de tecnología importante por lo menos de más de 30 años, pero en la práctica seguimos observando el mal uso de estos materiales, que si queremos medir económicamente contribuyen en la disminución de metas físicas de las obras, principalmente por los altos costos del transporte de materiales granulares. En definitiva si observamos nuestros resultados, estamos extraviados en el camino de conseguir el desarrollo sostenible, recordemos la definición de ese concepto, por su máxima exponente la Dra. Gro Harlem Brundtland, “el desarrollo sostenible es el desarrollo que cumple con las necesidades de la generación presente sin comprometer las necesidades de nuestra generación futura”.

Como se muestra en la Figura 2, si queremos cumplir con la sostenibilidad en los pavimentos asfálticos debemos cumplir con los objetivos de: conservación de recursos y reducción del

consumo energético y de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Sin embargo estos objetivo no se sustenta por si solos y deben correlacionarse para conseguir la sostenibilidad.

El reciclaje de materiales permite la conservación de los recursos naturales y disminución del consumo de energía; los combustibles limpios permiten la disminución del consumo de energía y la disminución de emisiones de carbono; la preservación del aire permite la conservación de recursos naturales y disminución de las emisiones de carbono[3]. En tal sentido para lograr la sostenibilidad de un proyecto se hace necesario contar en el mismo con el reciclaje, el uso de combustibles ecológicos y preservar el aire el cual se consolida mediante la disminución de emisiones y de la deforestación.

Estos factores ambientales y de sostenibilidad del planeta, nos obliga a pensar siempre en preservar, recuperar y reutilizar los materiales existentes. Tenemos un solo hogar y es nuestro planeta tierra, un planeta que tiene la capacidad de regenerarse en el tiempo, el cual es un tiempo que comparado con el tiempo de una civilización como la nuestra tiende al infinito, el planeta siempre ha estado allí y las civilizaciones han desaparecido. El reciclaje y la reutilización de pavimentos es el grano de arena que la Ingeniería Civil ha aportado para el desarrollo sostenible y debe ser indispensable en nuestros proyectos. [4].

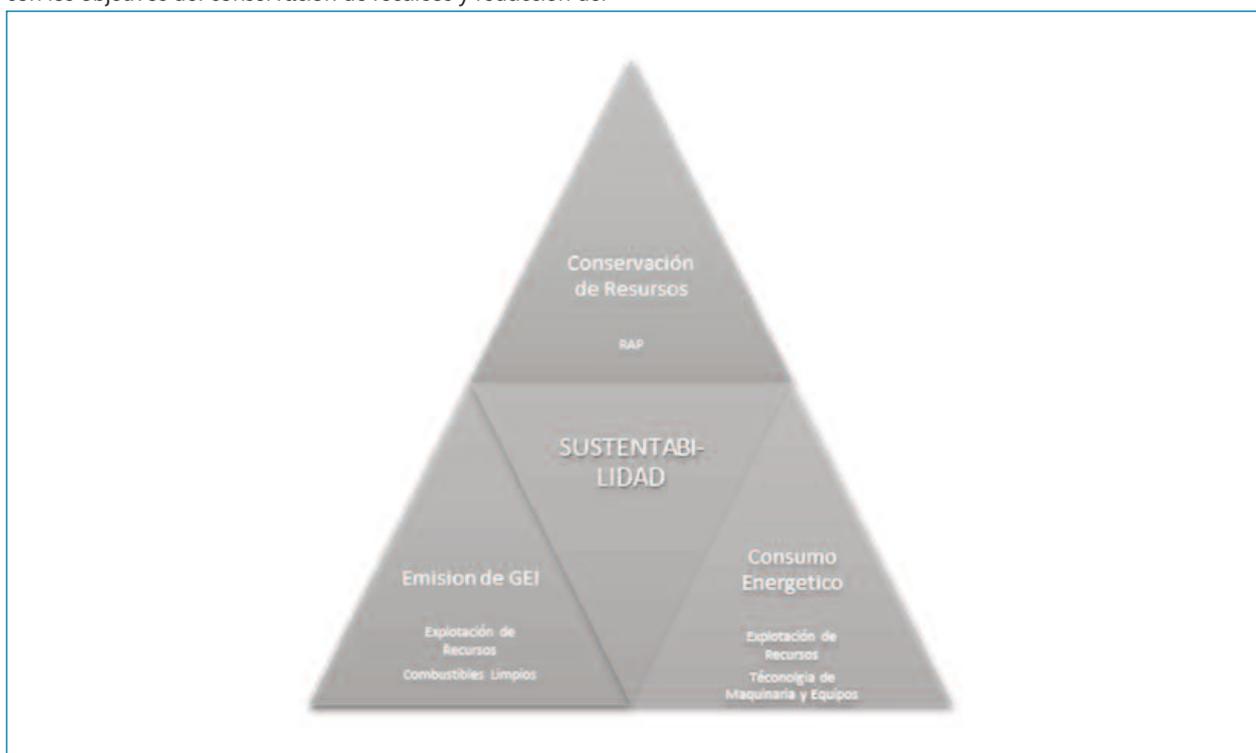


Figura 2. Objetivos de sostenibilidad para pavimentos asfálticos

Una visión sobre el procesamiento del material RAP para su reutilización en planta

3. CONCEPTOS SOBRE LA REUTILIZACIÓN Y RECLAJE Y SU APLICACIÓN ACTUAL

El reciclaje y la reutilización son importantes para preservar los recursos naturales y asegurar que existirán productos adecuados en las futuras generaciones. Esta descripción encaja perfectamente con el “Desarrollo Sostenible”.

La industria Europea del asfalto es una industria consciente ambientalmente, que siente la responsabilidad por la vida útil de los productos que se desarrolla; en tal sentido la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos (EAPA), soporta fuertemente todos los esfuerzos que sean necesarios para optimizar la reutilización y reciclaje del asfalto.

La EAPA ha clasificado y definido el uso del reciclaje y la reutilización como:

- Reutilización significa adicionar el RAP en nuevas mezclas asfálticas, en donde el asfalto envejecido y los agregados realizan las mismas funciones como en su aplicación original.
- Reciclar significa la utilización del RAP como subrasante, relleno o base, con un agregado y asfalto envejecido realizando una menor prestación comparado con su aplicación original.

Según estadísticas de la Asociación Europea de pavimentos asfálticos, el 90% de las vías pavimentadas del mundo están construidas con pavimento asfáltico. El mismo es construido haciendo uso de recursos naturales como los agregados y el ligante asfáltico.

En Europa, el 94% de las carreteras son asfálticas y la producción anual de mezclas en caliente ronda las 300 millones de toneladas con una operación instalada de más de 4.000 plantas fijas que estarían en condiciones de reciclar. Entre los países que destacan en la reutilización por la mayor cantidad de pavimento asfáltico recuperado (RAP) son: Hungría, Luxemburgo, Austria, Alemania, Holanda y Dinamarca. El total de RAP disponible es alrededor de 56 millones de toneladas, asegurándose más del 85% de re uso del mismo.

Las principales tendencias europeas son el fresado selectivo y el delicado procesamiento del RAP, desde el almacenamiento debajo de coberturas o techos para reducir su humedad y la separación del RAP en tamaños y contenidos de bitumen para un mejor re uso. El objetivo o tendencia es el uso de plantas que pueden procesar hasta el 100% del RAP producido, siendo Suiza y Alemania los principales países en el uso de esta técnica,

la cual cada vez más crece por su confiabilidad.

En Estados Unidos que sería el referente en el continente Americano, el 90% de las carreteras son de asfalto y la producción anual de mezclas en caliente es prácticamente la misma que en Europa, con una operación instalada de más de 1.100 plantas en 48 Estados, que estarían en condiciones de reciclar. El porcentaje promedio de RAP reportado disponible es el 36%, pero desde hace unos cinco (05) años se han visto los esfuerzos en utilizar hasta un 99% del RAP que se puede generar al año.

Algo para destacar es que se da la particularidad de que aquellos Estados que generan menos RAP (Georgia, Ohio, Tennessee, Washington, Maine) lo reutilizan en mayor medida en la producción de mezclas asfálticas, y en cambio algunos de los que más generan son los que menos lo reutilizan (por ejemplo: Florida con 30% del total reportado como generación y apenas 22% de re uso en las nuevas mezclas [5].

En la comunidad de Pavimentos de Estados Unidos aún se siente una percepción negativa, sobre el uso de materiales de pavimento asfáltico reutilizados en nuevas mezclas de asfalto y prefieren reciclarlos. Esfuerzos realizados por la NCAT, han llegado a las mismas conclusiones de sus homólogos Europeos en determinar que las mezclas con contenido de RAP de moderado a alto, no es un producto de inferior calidad.

Las mezclas recicladas se han diseñado y producido con éxito durante muchos años. La prueba está en el rendimiento: un estudio reciente que compara el rendimiento de Mezclas recicladas versus mezclas vírgenes basadas en el rendimiento del pavimento a largo plazo (LTPP) datos de 18 estados de EE. UU y provincias canadienses muestran que las mezclas que contengan al menos 30% de RAP son iguales a las mezclas con materiales vírgenes [6].

Contando con la premisa de que la calidad de las mezclas es igual, se infiere que el RAP debe ser clasificado como un agregado y el mismo debe ser procesado y almacenado para lograr la mejor eficiencia y uso del mismo.

4. ORIGEN DEL RAP

El RAP puede ser clasificado según su origen en:

- Fresado
- Demolición
- Desecho

4.1 Fresado

El RAP se obtiene mediante el uso de Perfiladoras y/o Fresadoras, este sería el procedimiento de obtención que genera los mayores beneficios en una actividad de repavimentación y son citados a continuación [6]:

- Remover pavimentos fatigados deteriorados.
- Mantiene los espesores en los puentes, evitando el superposición de capas y por consiguiente el aumento de la carga muerta del puente.
- Mantiene los niveles de bordillo y estructuras de drenaje.
- Restaura el perfil longitudinal y transversal de la vía.
- Crea una estructura rugosa que genera mejor fricción y adherencia con la superposición de las nuevas capas.

Adicional hay que tener en cuenta y tomar notas para la futura clasificación del RAP, la temperatura del pavimento al momento de generarse el fresado, la velocidad y profundidad del corte, así como el desgaste de las puntas y bases. Estos factores influenciarán directamente sobre las características que tendrá el RAP.

4.2 Demolición

El RAP se obtiene en bloques mediante el uso de excavadoras, retroexcavadora y/o tractor frontal. Este es un proceso que normalmente se limita a pequeñas áreas de pavimento pero al ser espesor total de la carpeta asfáltica, se genera un volumen mayor, es un proceso más lento comparado al uso de fresadoras, pero no limita a realizar reciclaje en lugares o sitios donde las fresadoras son difíciles de adquirir por su costo o disponibilidad.

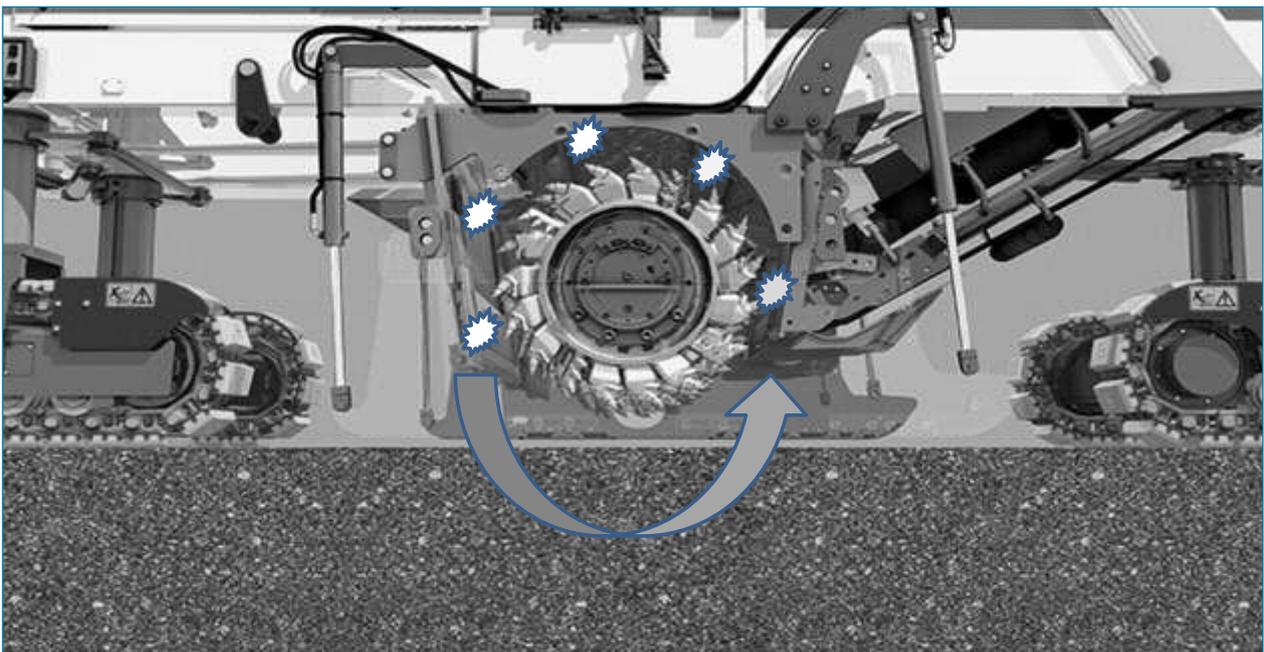


Figura 3. Reducción agregada en tambor de fresadora y/o perfiladora

Es importante mencionar que la manera que un tambor logra la energía necesaria para realizar su trabajo de fresado con la menor energía requerida es mediante el uso de las compuertas completamente cerradas, tal como se puede ver en la Figura 3, lo que genera en mayor o menor medida, dependiendo de la dureza y fragilidad del agregado, se produzca una degradación añadida (para no repetir agregados) sobre el RAP debido a los impactos generados del agregado con las compuertas.

El gran reto de obtener el RAP en bloques se refiere a su proceso para reutilizar el material, para lo cual se limita al uso de disgregadores para su mejor manejo y proceso. En este tipo de procesos hay que tener mucho cuidado con la contaminación, pues esto de inmediato limitaría su uso.

Una visión sobre el procesamiento del material RAP para su reutilización en planta



Figura 4. Bloques de material RAP apilados en planta

4.3 Desecho

El RAP se obtiene mayoritariamente de restos generados en las plantas de asfalto del tipo continuo mayoritariamente, las cuales durante su operación generan residuos durante la puesta en marcha, la transición entre mezclas y al finalizar durante la limpieza. El RAP obtenidos del inicio y cierre de operación normalmente tiene contenidos de asfalto muy bajos.

Otras formas de desechos es la mezcla rechazada de un proyecto por temperatura inadecuada, por el resultado de las inclemencias del tiempo, por mala logística que a la final se traduce en una mezcla rechazada que no se pudo colocar. Aunque estas mezclas de residuos no han sido sometido a envejecimiento ambiental por años de servicio, las mismas deben ser mezclada y homogeneizadas.

4.4 Contaminación del RAP en el origen

Los acopios de RAP son el material más valioso en el patio de la planta, por lo que el mismo debe ser extremadamente cuidado y protegido. Cada conductor de camión debe estar claramente instruido sobre la carga y descarga del material, la limpieza de su camión debe ser igual al de una mezcla nueva, por lo que la palabra desecho debe eliminarse durante la operación para evitar las eventuales confusiones.

Cuando los escombros del pavimento están seriamente contaminados con las capas subyacentes y el suelo, es mejor que este material sea procesado y utilizado como material de base.

Es importante que las acopios se mantengan libres de contaminantes desde el principio, evitando suciedad, basura, o vegetación en las reservas de RAP.

Todo el personal de la planta, en especial el personal de

control de calidad de la planta y el operador de la cargadora continuamente deben monitorear los productos sin procesar y procesados, para evitar que sean almacenados con materiales nocivos; en caso de encontrarlos es importante limpiarlos antes que sean cubiertos con otro RAP.

5. TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTO Y MANEJO DEL RAP

Los objetivos principales en el procesamiento del RAP, son mantener la granulometría original, evitar finos adicionales y polvo, así como llevar cada uno de sus materiales a su forma original sin dañar su estructura. A continuación revisaremos las diferentes técnicas para su procesamiento y manejo, y comentaremos sus ventajas y comparativos.

5.1 Triturador de Cono

La Trituradora de cono o molino de cono es un equipo adecuado para triturar minerales o rocas semiduros y duros. Tiene la ventaja de ser de alta productividad, ajuste fácil y menos costos en la operación.

Tal como se muestra en la Figura 5, el equipo consta de dos conos, el trabajo es efectuado por el engranaje cónico pequeño y el engranaje cónico grande, en conjunto con la rotación del excéntrico; presionando el eje del cono, de manera que el anillo de material compuesto a partir de un cono fijo y el cono dinámico producen la cavidad de trituración constante bajo la presión, aplastado, doblado y partido. Después de repetidas veces apretando, presionando y flexionando, el material es triturado al tamaño de partícula requerido, saliendo por la parte inferior de la descarga. El tipo de cámara de trituración depende del tamaño de la alimentación y la finura del producto triturado, el tipo estándar se aplica a trituración media, el tipo mediano se aplica a trituración media o fina y la de tipo cabeza pequeña se aplica a trituración fina. [7,8]

5.1.1 Ventajas y desventajas del Triturador de Cono

Si el objetivo de este trabajo fuera la trituración de agregados el sistema contaría con muchas ventajas, sin embargo el enfoque es directo a la trituración del RAP, en ese sentido la principal ventaja es que es un sistema comprobado de trituración de materiales.

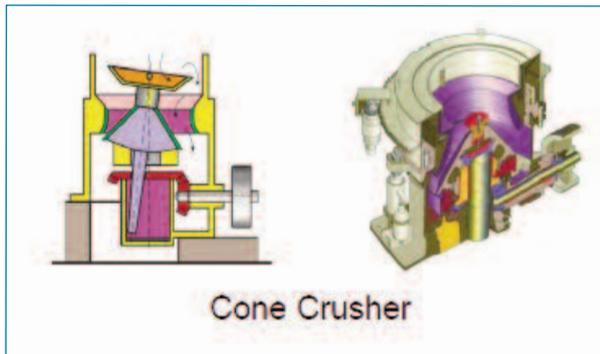


Figura 5. Tritrador de Cono

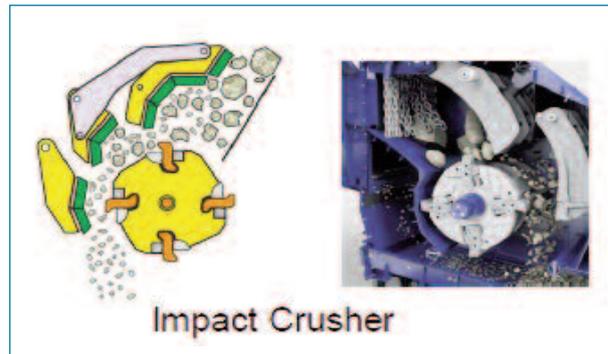


Figura 6. Tritrador de Impacto

Entre las desventajas podemos contar:

- Sistemas que necesitan de permisos especiales de transporte, y pesos operativos por encima de las 40ton
- El RAP triturado deja de tener la misma forma y textura.
- Generaría mayor producción de Modificaría la forma del RAP dando lugar a lascas y agujas o bien: Generaría un mayor porcentaje de agujas y lascas en el RAP.
- Si se emplea el circuito cerrado no es adecuado para la producción de material mezclado de menos de 30mm
- Producción de Polvo.

5.2 Trituradores de Impacto

La trituradora de impacto es una máquina que hace uso de la energía de impacto para triturar el material. Por lo general, estas máquinas dan un mejor factor de forma que el resto de tipos de trituradoras, su gran desventaja es trabajar con materiales abrasivos por el gran desgaste que genera en la trituradora. Existen tres metodologías: barras de choque, martillos y molino de martillo.

5.2.1 Tritrador de Impacto horizontal

La trituradora de Impacto Horizontal o tambien conocido como barras de choque, básicamente constan de una carcasa más o menos cúbica, cámara de trituración, que se ve cruzada por un eje que se apoya mediante rodamientos en dos de sus caras laterales opuestas. Abrazando al eje, está el rotor donde se alojan los elementos de percusión, que golpean y lanzan el material dentro de la cámara de impacto contra las placas de choque, situadas en la cara superior y frontal. [8]

5.2.2 Tritrador de Impacto Vertical

La trituradora de Impacto vertical o también conocido como de martillo, consta de un rotor y grupo de martillos que giran libremente sobre su eje incrustado en el rotor, como se puede ver en la figura 7.

Este tipo de triturador permite un mayor número de impactos por unidad de tiempo sobre la piedra que en el triturador de barras, ya que al haber varios martillos en línea cada uno de ellos puede golpear independientemente la misma piedra en la misma revolución. El esfuerzo de percusión se limita por la velocidad del rotor y la masa del martillo. Se caracterizan por una capacidad de reducción muy alta, entre 20 y 30.[8]

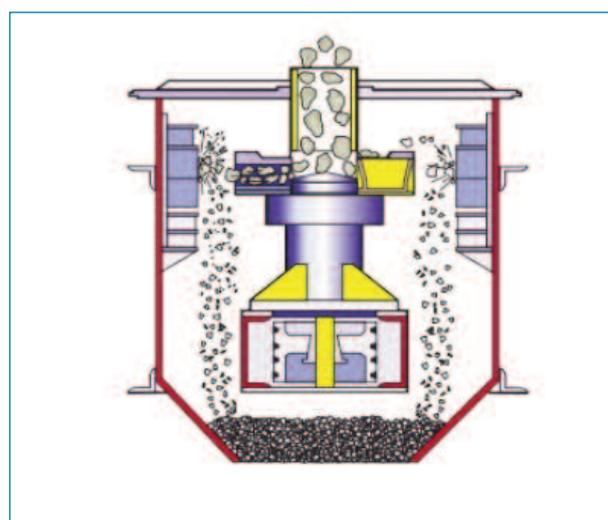


Figura 7. Tritrador de Impacto Vertical

Una visión sobre el procesamiento del material RAP para su reutilización en planta

5.2.3 Molino de Martillo

Los molinos de martillos funcionan bajo el principio del impacto, donde los materiales se aplastarán, romperán o pulverizarán. Tal como puede verse en la Figura 8 el proceso sería el siguiente [9]:

- El material se alimenta a la cámara del molino a través del conducto de alimentación, generalmente por gravedad.
- El material es golpeado por martillos agrupados (generalmente piezas rectangulares de acero endurecido) que se unen a un eje que gira a alta velocidad dentro de la cámara de molienda del molino.
- El material se tritura o se rompe por una combinación de impactos repetidos de martillo, colisiones con las paredes de la cámara de molienda y partículas sobre impactos de partículas.
- Las rejillas metálicas perforadas o las rejillas de la barra que cubren la abertura de descarga del molino retienen el material grueso para seguir moliendo, mientras que permiten que los materiales del tamaño adecuado pasen como producto final.



Figura 8. Molino de Martillo

En la operación de este tipo de triturador hay que manejar los siguientes criterios en caso de querer producir los siguientes

tes materiales:

- Materiales Finos: para la producción de este tipo de material, se debe aumentar la velocidad del rotor, mayor cantidad de martillo largos y un malla fina.
- Materiales Gruesos: para la producción de este tipo de material, se debe disminuir la velocidad del rotor, menor cantidad de martillos y un malla gruesa.

5.2.4 Ventajas y desventajas del Triturador de Impacto

La principal ventaja es de mantener la cubicidad de los materiales, y que es un sistema comprobado de trituración. Entre los sistemas de trituración por Impacto el más beneficioso por sus características para el RAP, es el molino de martillo, sin embargo es importante separar los finos con un cribado previo al ingreso del material a cualquier sistema de impacto.

Entre las desventajas podemos contar:

- Sistemas que necesitan de permisos especiales de transporte, y pesos operativos por encima de las 40ton
- El RAP triturado deja de tener la misma granulometría.
- Generaría mayor producción de finos en el RAP.
- Al ser el RAP un material abrasivo genera altos costos operativos.
- Las barras de ejes horizontal y vertical tienen una alta capacidad de reducción por lo que para el uso del RAP perderíamos su gradación original.
- Si se emplea el circuito cerrado no es adecuado para la producción de material mezclado de menos de 30mm
- Producción de Polvo.

5.3 Disgregadores

Los disgregadores nacen con la finalidad de reducir al máximo durante el procesamiento su intervención en la modificación de la granulometría del material RAP. Si observamos la Figura 10, donde se comparan los resultados entre un disgregador y un molino de impacto, el impactor termina generando mayores cantidades de fino y no mantiene la granulometría original.

Si observamos la Figura 10, donde se comparan los resultados entre un disgregador y un triturador de cono, podemos resumir que el Cono genera menos finos que el disgregador pero modifica su granulometría de tamaños de 8 – 16mm por 1 – 8mm. Es importante señalar que para poder lograr salidas de

0 - 16mm es necesario configurar el cono para que la entrada de materiales no exceda los 70mm.

todo contrario y es posible procesar RAP que pueda venir con alguna instrucción o contaminante metálico.

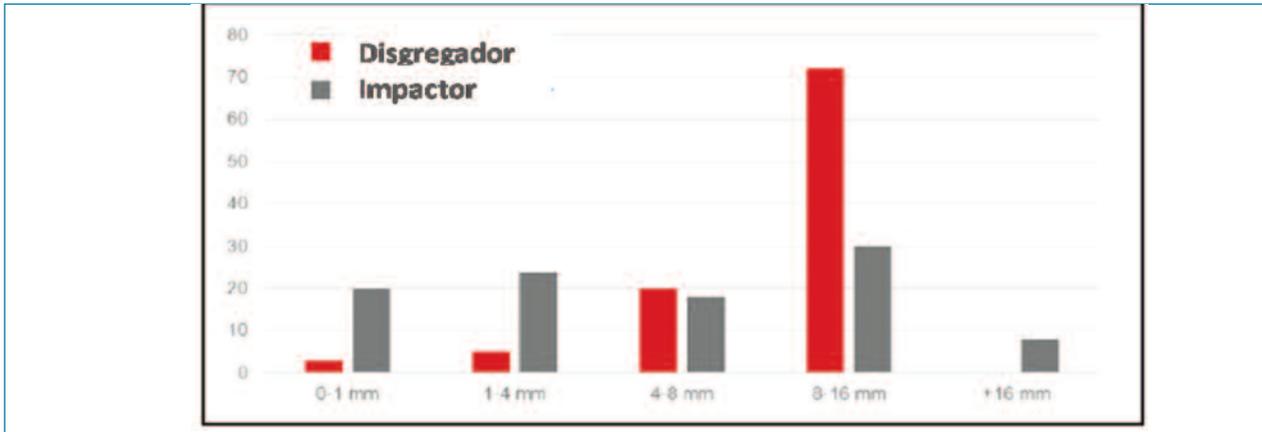


Figura 9. Grafico comparativo de resultados en procesamiento del RAP (Impactor – Disgregador)

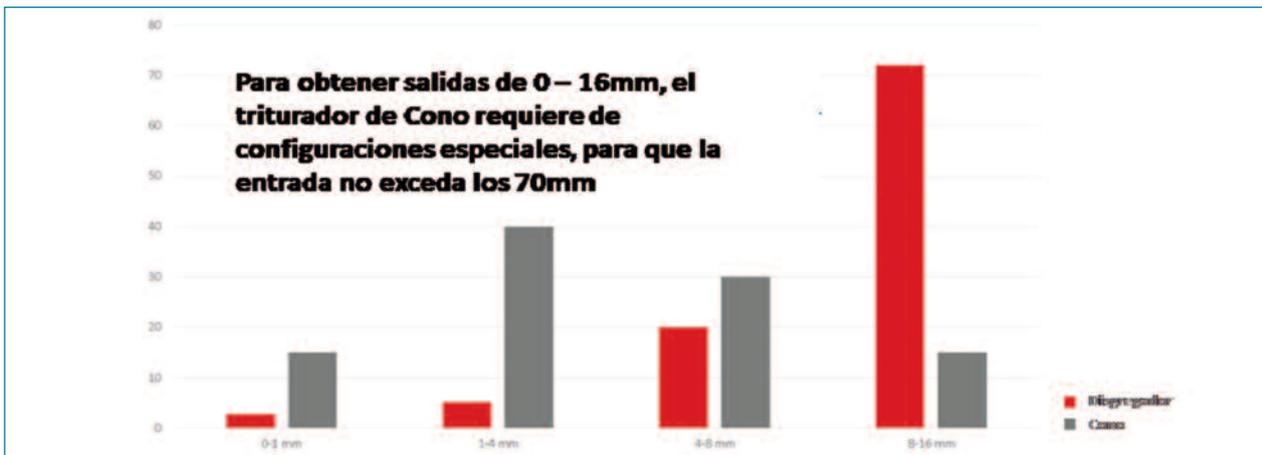


Figura 10. Grafico comparativo de resultados en procesamiento del RAP (Cono – Disgregador)

El disgregador consta de dos tambores que rotan a una velocidad muy baja, por lo que no generan impacto, y tienen la capacidad de mantener el mismo tamaño de salida. En caso de producirse alguna obstrucción tiene sistemas para rotar en sen-

Al emplear bloques de RAP los mismos para evitar el efecto de flotación, son tomados por unos empujadores que ayudan al proceso de disgregación, como se observa en la Figura 11.

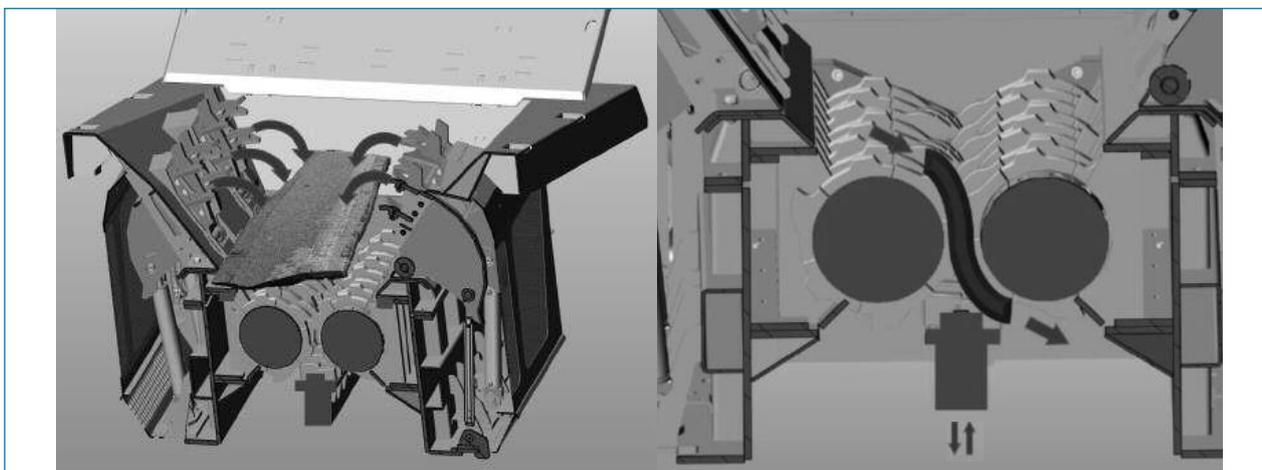


Figura 11. Procesamiento del RAP en Disgregadores

Una visión sobre el procesamiento del material RAP para su reutilización en planta

A continuación en la Figura 12 se presentan dos ejemplos haciendo uso de disgregadores, en donde fue comparada la curva con las especificaciones de mezcla, en ambas se observa que el producto final mantiene la gradación de la mezcla y es bastante aproximada a la especificación.

6. CONCLUSIONES SOBRE LAS DISTINTAS OPCIONES DE PROCESAMIENTO DEL RAP

Basado en el origen del RAP, y los distintos equipos disponibles en el mercado para su procesamiento, podemos definir los procesos en cinco (05) bloques los cuales se comentan en la figura 13.

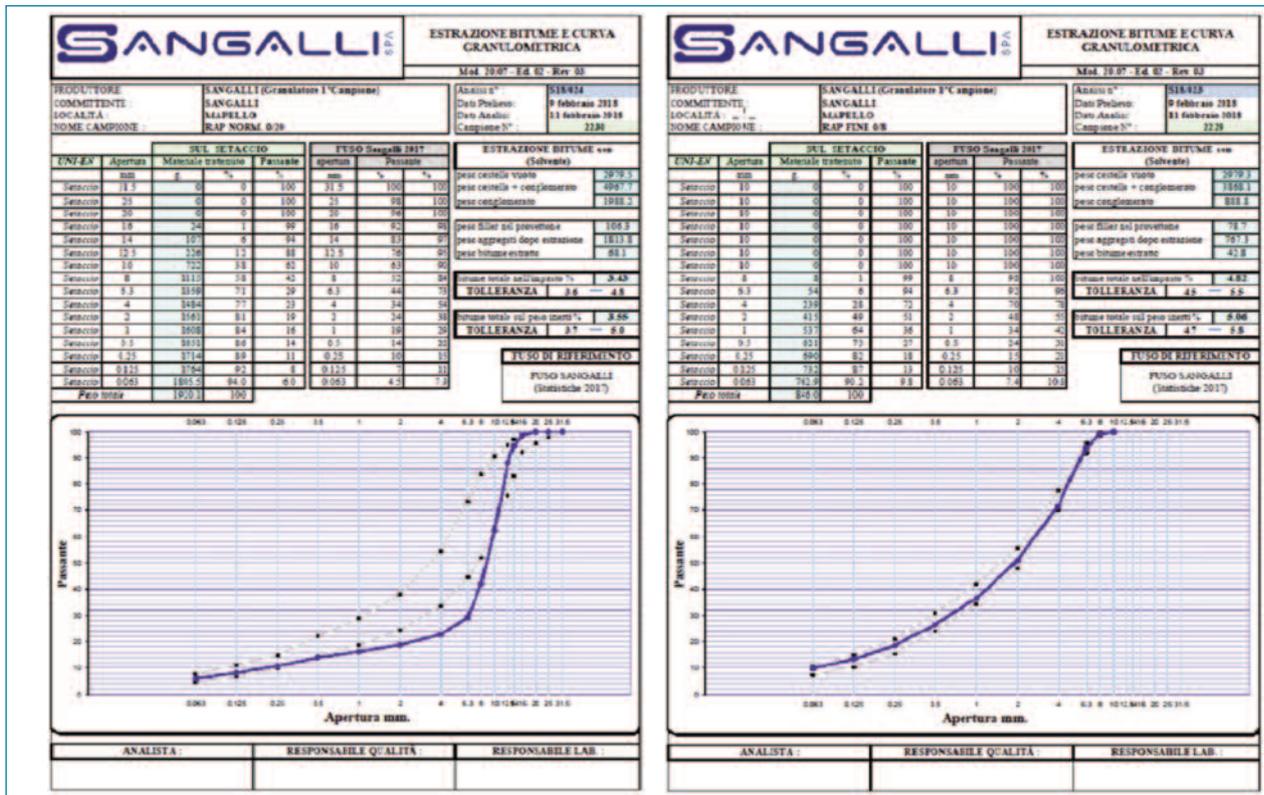


Figura 12. Ejemplos de Curva Granulométrica lograda con el uso de disgregadores.

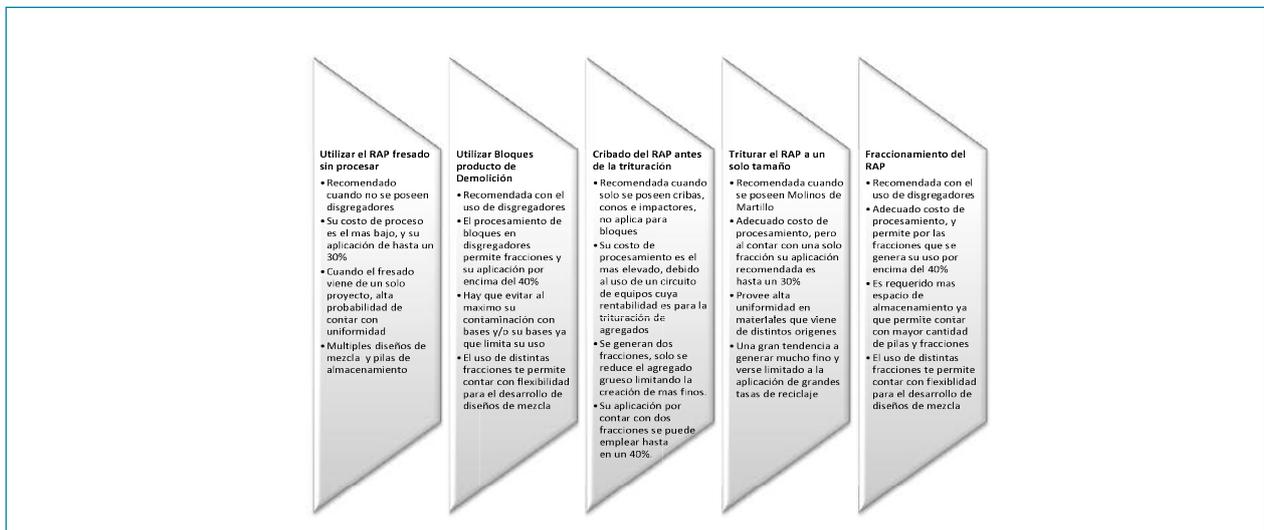


Figura 13. Sumario de Conclusiones de las distintas opciones de procesamiento de RAP

7. REFERENCIAS

- [1] Irrgang, Patricia, et al. Uso de energía y emisión de gases de efecto invernadero en los procesos de preservación de pavimentos para Pavimentos de concreto asfáltico. (2010). Argentina.
- [2] Biedermann, Andreas. Sustainable Asphalt. (2012). Langenthal, Suiza: Ammann Group.
- [3] Hussain, Bahia, et al. Building Sustainable Asphalt Pavements with RAP, Wisconsin, Estados Unidos: Wisconsin University.
- [4] Molero, Cris, et al. El uso de la estabilización de suelos para reducir los consumos energéticos y emisiones en la construcción de pavimentos, Santa Ana, Costa Rica.
- [5] Saenz, Enrique. La NAPA estadounidense señala que el 99% de los materiales retirados se usaron en asfalto reciclado. (2016) Estados Unidos: Carretera Pan-Americanas.
- [6] West, Randy. Reclaimed asphalt pavement management: best practices. (2010). Estados Unidos: National Center for Asphalt Technology
- [7] SKD. CS Serie de Trituradoras de Cono. (2019). China
- [8] Yopez, Victor. Trituradoras de Cono y de Impacto. (2019). Valencia, España
- [9] Schutte Hammermill. How does a Hammermill Works?. (2019). Bufalo, New York, Estados Unidos.

#93

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las mezclas asfálticas ultradelgadas, AUTL, aúnan grandes prestaciones en confort y seguridad vial con un coste por unidad de superficie competitivo”. (Proyecto ASFALTHIN)

#HECHOS_ECONÓMICOS



EVENTOS
VR / 3D

EVENTOS EN REALIDAD VIRTUAL 3D

itafec incorpora la tecnología de realidad virtual (VR / 3D) a los eventos técnicos para conectar mejor a los profesionales del sector. Ahora el contacto personal, gracias a un avatar personalizado, es perfectamente posible así como las acciones comerciales, el desarrollo de stands virtuales, reuniones privadas, etc... y todo ello con un sonido 3D totalmente compatible con emisión en streaming HD.

1 Conferencias **2 Exposiciones** **3 Networking**

Estands virtuales multimedia · e-posters · presentaciones interactivas · encuentros profesionales · salas de reuniones online · auditorios virtuales · aulas digitales · espacios lúdicos y formales para interacción y networking · agenda digital de contacto de asistentes

itafec.com, motor de transformación digital

realidadvirtual@itafec.com

UNE-EN 12697-24/2019

Resistencia a la fatiga. Anexo D: Flexión en cuatro puntos sobre probetas prismáticas (4PB-PR).

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

Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

1. Objeto y principio del ensayo

Ensayo a fatiga de un material bituminoso compactado mediante la aplicación de una carga sinusoidal u otra carga controlada. El criterio de fallo se considera al número de cargas necesario para la disminución del módulo complejo hasta la mitad de su valor inicial.

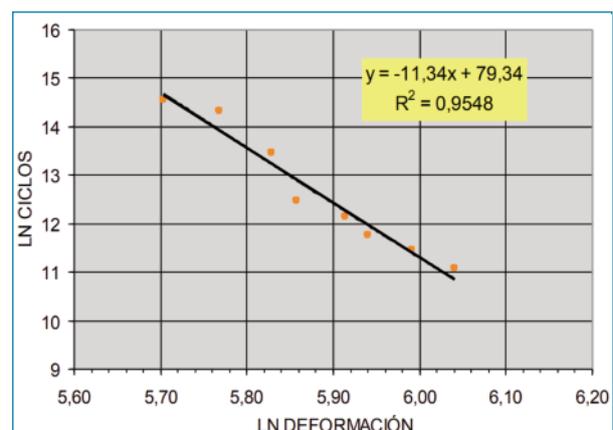
Este ensayo se utiliza para clasificar las mezclas bituminosas en función de su resistencia a la fatiga, considerándose como fatiga de una mezcla bituminosa a la reducción de la resistencia de un material bajo la aplicación de una carga repetida en comparación con la resistencia inicial. El ensayo puede utilizarse para clasificar la mezcla en función de su resistencia a la fatiga, como guía relativa al comportamiento de la mezcla en el pavimento, para estimar su comportamiento estructural en la carretera o dictaminar el cumplimiento de especificaciones.

2. Método operativo

La norma describe el procedimiento para realizar el ensayo empleando diferentes metodologías y tipos de probetas: flexión en 2 puntos sobre probetas trapezoidales (anexo A), flexión en 2 puntos sobre probetas prismáticas (anexo B), flexión en 3 puntos sobre probetas prismáticas (anexo C), flexión en 4 puntos sobre probetas prismáticas (anexo D) o tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (anexo E). En esta ficha se recoge únicamente el procedimiento descrito en el anexo D, utilizado en España, sobre el ensayo a flexión en 4 puntos sobre probetas prismáticas.

Antes de comenzar el ensayo las probetas deben permanecer a temperatura ambiente por debajo de los 20°C, apoyadas sobre una superficie plana y almacenadas entre 14 y 42 días. Las probetas de ensayo se obtienen de probetas prismáticas de grandes dimensiones cumpliendo los requisitos de tamaño y esbeltez que indica la norma, fabricadas con el equipo de rodillo (UNE EN 12697-33). Tras el aserrado de las probetas de ensayo se determinan las dimensiones y densidad aparente sin diferir entre ellas en más de un 1%.

Las probetas se colocan sobre un equipo de ensayo capaz de aplicar cargas periódicas de flexión sinusoidal en cuatro puntos, sobre las dos mordazas interiores en sentido vertical y perpendicular al eje longitudinal de la probeta, con rotación y traslación libres en todos los puntos de carga y de reacción, creando una deformación constante entre las dos mordazas interiores. Se registra en cada ensayo la fuerza aplicada, la deflexión medida y el desfase entre ambas.



El modo de carga corresponde a 106 ciclos hasta la fatiga, representando la línea de fatiga en escala log-log y determinando la microdeformación al millón de ciclos (E6).

Las condiciones para el ensayo establecidas en España son las siguientes: temperatura de 20°C y una frecuencia de 30

UNE-EN 12697-12:2019 Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa.

Hz, sobre 6 probetas para cada punto de microdeformación ensayando 3 puntos distintos (total 18 probetas). Se determinan los ciclos necesarios en cada caso hasta llegar al 50 % de la carga inicial.

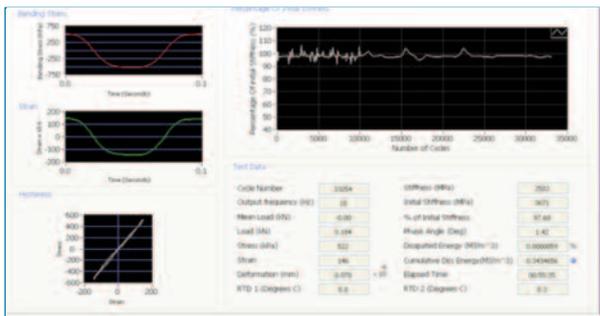
3. Equipamiento

El equipamiento necesario para la realización del ensayo tiene un coste elevado, y es el siguiente:

- Máquina de ensayo con célula de carga con tolerancia de ± 2000 N, para aplicar una carga en la zona intermedia entre las dos probetas, con una frecuencia predefinida dentro de un rango entre 0,1 Hz a 60 Hz con precisión de 0,1Hz y capaz de medir la deformación en la zona superior o inferior entre las dos mordazas interiores.



- Dispositivo de sujeción (mordaza) de las probetas con libertad de rotación y movimientos horizontales.
- Cámara termostática para el acondicionamiento de las probetas con una tolerancia de ± 1 °C y una precisión de 0,5 °C.
- Equipo para el registro de los datos.



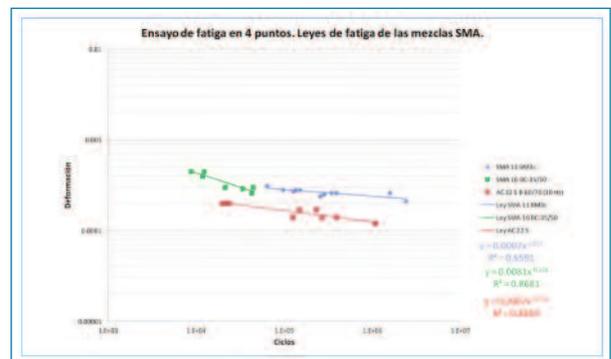
Además de este equipo, es necesario disponer de un equipo de compactación de probetas con rodillo para la realización de las probetas con las dimensiones indicadas en la norma, así como una sierra para la preparación de las probetas de ensayo.

4. Puntos Críticos

Para la realización de este ensayo es necesario utilizar equipos especiales que tienen un coste elevado, tanto en la parte de preparación de las probetas (equipo de rodillo+sierra de corte) como en la ejecución del propio ensayo de fatiga.

Este ensayo tiene una duración elevada, en mayor grado en el caso de ensayos con probetas con alta resistencia a la fatiga que requieran ensayos a bajas microdeformaciones.

Es un ensayo utilizado únicamente en la fase inicial de estudio o diseño en el laboratorio para determinados tipos de mezcla o para mezclas de alto módulo MAM por estar sujetas a una especificación en el PG3.



5. Comentarios

La información que aporta el ensayo está directamente relacionada con la durabilidad y comportamiento del material. Resultados con valores más elevados indican una mayor resistencia a la fatiga y por tanto mayor durabilidad.

Como se ha indicado no es un ensayo que se utilice de forma habitual en los estudios o controles de calidad, por su elevado coste y tiempo de ejecución, pero suele tenerse en cuenta en la determinación de estas características en trabajos de investigación o determinar su comportamiento en condiciones especiales (pe. resistencia a la fisuración).

En el PG-3, Artículo 542, solamente esta especificado para mezclas MAM exigiendo un valor de ϵ_6 superior a 100 mi-

crodeformaciones al millón de ciclos.

6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-6. Determinación de la densidad en mezclas bituminosas.
- UNE-EN 12697-29. Determinación de las dimensiones de las probetas de mezclas bituminosas.
- UNE-EN 12697-33. Compactación con rodillo.

La resistencia a la fatiga nos permite conocer el comportamiento de una mezcla bituminosa por la pérdida de resistencia frente a la aplicación cargas sinusoidales, en determinadas condiciones de deformación, frecuencia y temperatura, pudiendo valorar así la capacidad de las mismas para mantener en el tiempo cierta resistencia (durabilidad).

Madrid, 14 y 15 de Diciembre de 2021

XVI Jornada Nacional asefma 2021

PROVISIONAL

PROGRAMA

**XVI Jornada Nacional
asefma 2021**

Madrid, 14 y 15 de Diciembre de 2021

#XVIJornadaAsefma

**Análisis de la evolución
de la pavimentación
en los últimos 50 años
y mirada al futuro bajo
la perspectiva actual**

Jornada presencial / digital en entorno virtual

Coordinador:

Dr. Ing. Ángel Sampedro

Organiza:

 asefma

T.: 91 129 36 60 / M.: 680 210 537 · e-mail: asefma@asefma.com.es
www.asefma.es

Jornada presencial

**Análisis de la
evolución de
la pavimentación
en los últimos
50 años y mirada
al futuro bajo la
perspectiva actual**

INSCRIPCIONES

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

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

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

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

 asefma

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES
DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

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

T.: +34 911 293 660 / M.: 680 210 537
F.: +34 911 293 566
E.: asefma@asefma.com.es

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

En esta sección se lista la actualización de la legislación y otras disposiciones, las normas EN que se han publicado, así como las nuevas normas que se han incluido para su revisión y que se encuentran en proyecto, para diferentes materiales relacionados con las mezclas bituminosas (áridos, ligantes bituminosos y mezclas).

En esta entrega se recoge el listado de normas desde el 19 de febrero hasta el 7 de septiembre de 2021.

BETUNES Y LIGANTES BITUMINOSOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 51/SC1)

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-pr EN 12846-1 (Última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia por medio de un viscosímetro de flujo. Parte 1: Emulsiones bituminosas.
- **PNE-pr EN 12846-2 (Última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia por medio de un viscosímetro de flujo. Parte 2: Betunes fluidificados y fluxados.
- **PNE-pr EN 12847 (Última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación de la tendencia a la sedimentación de las emulsiones bituminosas.
- **PNE-pr EN 12850 (Última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación del pH de las emulsiones bituminosas.
- **PNE-prEN 13614 (Última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la adhesividad de las emulsiones bituminosas por inmersión en agua.
- **PNE- prEN 14023 (Última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Estructura de especificaciones de los betunes modificados con polímeros
- **PNE-pr EN 17643 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación de la temperatura del módulo de corte equidistante utilizando un reómetro de corte dinámico (DSR). Ensayos BTSV

MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC2))

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 12272-1 (última publicación año 2002). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo. Parte 1: Índice y regularidad de la dispersión del ligante y de las gravillas
- **PNE-prEN 12272-3 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo. Parte 3: Determinación de la adhesión entre ligante y árido por el método de ensayo de choque de la placa Vialit.
- **PNE-EN 12697-1 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Contenido de ligante soluble
- **PNE-EN 12697-2/prA1 (última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
- **PNE-EN 12697-6 (última publicación año 2012). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas
- **PNE-prEN 12697-7 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 7: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas mediante rayos gamma
- **PNE-EN 12697-11 (última publicación año 2012). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación de la afinidad entre áridos y betún.
- **PNE-EN 12697-14 (última publicación año 2001). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 14: Contenido de agua

MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC2)

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-prEN 12697-15 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 15: Determinación de la sensibilidad a la segregación
- **PNE-EN 12697-19 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 19: Permeabilidad de las probetas
- **PNE-EN 12697-20 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 20: Ensayo de indentación utilizando probetas cúbicas o Marshall
- **PNE-EN 12697-21 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 21: Ensayo de indentación utilizando probetas planas
- **PNE-EN 12697-22 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Ensayo de rodadura
- **PNE-EN 12697-28 (última publicación año 2001). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 28: Preparación de muestras para la determinación del contenido de ligante, contenido de agua y granulometría
- **PNE-EN 12697-29 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 29: Determinación de las dimensiones de las probetas bituminosas
- **PNE-EN 12697-34 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 34: Ensayo Marshall
- **PNE-prEN 12697-36 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 36: Determinación del espesor de pavimentos bituminosos
- **PNE-prEN 12697-37 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 37: Ensayo de arena caliente para determinar la adhesividad del ligante sobre la gravilla preenvuelta para HRA
- **PNE-prEN 12697-38 (última publicación año 2006). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 38: Equipos comunes y calibración
- **PNE-EN 12697-39 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 39: Contenido de ligante por ignición
- **PNE-EN 12697-40 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 40: Drenabilidad in situ
- **PNE-prEN 12697-41 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 41: Resistencia a los fluidos de deshielo
- **PNE-EN 12697-42 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto recuperado
- **PNE-EN 12697-43 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 43: Resistencia a los combustibles.
- **PNE-EN 12697-45 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 45: Ensayo de rigidez a tracción tras acondicionamiento en saturación (SATS)
- **PNE-EN 12697-46 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 46: Fisuración y propiedades a baja temperatura mediante ensayos de tracción uniaxial
- **PNE-prEN 12697-48 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 48: Adherencia entre capas
- **PNE-prEN 12697-49 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 49: Determinación del rozamiento tras el pulido
- **PNE-CEN/TS 12697-50 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 50: Resistencia al desgaste
- **PNE-EN 12697-53 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 53: Incremento de la cohesión por el método de la esparsión
- **PNE-EN 12697-54 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 54: Curado de las muestras para el ensayo de mezclas con emulsión de betún
- **PNE-EN 12697-55 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 55: Evaluación organoléptica de la compatibilidad de los materiales constituyentes de una mezcla con emulsión de betún
- **PNE-EN 12697-56 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 56: Preparación de muestras mediante compactación estática

MEZCLAS BITUMINOSAS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 41/SC-2)

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 13036-5 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR**

Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de los índices de regularidad superficial longitudinal

- **PNE-EN 13108-2 (última publicación año 2007). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 2: Hormigón bituminoso para capas muy delgadas
- **PNE-EN 13108-3 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 3: Mezclas bituminosas tipo SA
- **PNE-EN 13108-4 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4: Mezcla bituminosa tipo HRA
- **PNE-EN 13108-5 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA
- **PNE-EN 13108-6 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6: Másticos bituminosos
- **PNE-EN 13108-7 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezclas bituminosas drenantes
- **PNE-EN 13108-20 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo
- **PNE-EN 13108-21 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica
- **PNE-EN 13108-31 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 31: Hormigón asfáltico con emulsión bituminosa
- **DIN EN 17392-1 (norma nueva). ESTADO: RETIRADA** Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for road materials - Part 1: Bituminous mixtures; German and English version prEN 17392-1:2020 / Note: Date of issue 2020-03-13
- **PNE 41265-2 IN (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Firmes de carreteras. Ejecución y control. Parte 2: Prefisuración de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos

ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146/SC3)

NORMATIVA PUBLICADA

- **UNE EN 1097-2 (Publicada en Julio 2021).** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación
- **UNE EN 1097-8 (Publicada en junio 2021).** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado

ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146/SC3)

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 932-3 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada
- **PNE-EN 933-2 (última publicación año 1999). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas
- **PNE-prEN 933-5 (última publicación año 1999). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de partículas trituradas en áridos naturales gruesos e integrados
- **PNE-prEN 933-6 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 6: Evaluación de las características superficiales. Coeficiente de flujo de los áridos

ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146/SC3)

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-prEN 933-9 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
- **PNE-prEN 933-11 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR**
Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11: Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- **PNE-EN 1097-1 (última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 1: Determinación de la resistencia al desgaste (Micro-Deval)
- **PNE-prEN 1097-6 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** 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-prEN 1097-7 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 7: Determinación de la densidad real del filler. Método del picnómetro
- **PNE-prEN 1744-4 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 4: Determinación de la sensibilidad al agua de los materiales de relleno para mezclas bituminosas
- **BS-EN 16236 (Norma nueva). ESTADO: BAJO REVISIÓN EN 2018 EN BSI** Assessment and Verification of the Constancy of Performance (AVCP) of aggregates. Type testing and Factory Production Control.
- **PNE-CEN/TS 17438 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Origen de los materiales considerados en el desarrollo de las normas de áridos del CEN/TC 154

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

Se han publicado dos normas de áridos sobre las propiedades mecánicas y físicas la UNE EN 1097-2 y UNE EN 1097-8, destacar sobre todo la norma 8 de pulimento acelerado.

En cuanto a las normas que se están revisando destacar las siguientes:

- Las de viscosidad para emulsiones bituminosas y betunes fluxados correspondientes a la UNE EN 12846-1 y UNE EN 12846-2 respectivamente
- Las de caracterización de tratamientos superficiales correspondientes a la UNE EN 12272-1 y UNE EN 12273-3 sobre la determinación de la dispersión de ligante y gravillas, así como la adhesión árido-ligante mediante placa Vialit.
- Destacar que la norma que estaba en proyecto DIN 17392-1 sobre las declaraciones ambientales de producto, ha sido retirada de la revisión.

Mirando al pasado

LA REUTILIZACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

Boletín PROAS Volumen III pág. 198-200 Mayo-Junio 1975.

En el momento actual, de máxima utilización de los recursos disponibles y reutilización de los materiales viejos, merece la pena citar, dentro del campo de los pavimentos asfálticos, el ensayo recientemente realizado en los Estados Unidos (Estado de Nevada) sobre reutilización del pavimento asfáltico en una carretera interestatal.

Se utilizó para el ensayo un tramo que había sido construido en 1959 y se componía de aproximadamente 10cm de aglomerado asfáltico sobre una capa de base de grava machacada de 25 cm.

Se levantaron aproximadamente 1600 metros de calzada, levantando la totalidad del pavimento asfáltico y unos 3 cm de la base de grava, cargando el material así obtenido en camiones que lo transportaban a una instalación de machaqueo donde se trituraba de forma que la totalidad del material obtenido pasara por el tamiz de una pulgada.

A continuación se transportó el material a una unidad en la que se calentaba a 140°C aproximadamente. La unidad en cuestión es muy parecida a un secador convencional para planta de aglomerado y en ella se calientan los materiales sin contacto directo con la llama, sino por un proceso de conducción. En el extremo de salida del calentador se añadía a la mezcla obtenida nuevo betún asfáltico fundido más un agente ablandador para el asfalto antiguo, haciendo pasar a continuación la mezcla por un mezclador convencional, después de lo cual se manejaba como un aglomerado asfáltico cualquiera, transportándose a obra en camiones y extendiéndose con terminadora.

Según quienes han intervenido en el experimento, el pavimento obtenido mediante este proceso no se distingue visualmente de un pavimento normal construido directamente a partir de áridos y betún asfáltico. Actualmente este tramo experimental está en periodo de observación encaminada a determinar si efectivamente sus propiedades son satisfactorias y se mantienen durante el tiempo adecuado.

Evidentemente, este procedimiento podrá resultar aconsejable, una vez terminado el periodo de control a que acabamos de referirnos, si del estudio económico de una obra determinada se deduce que es posible realizar este proceso con costos inferiores a los de un pavimento nuevo, lo que a primera vista parece difícil, aunque hemos creído interesante informar a nuestros lectores del experimento como novedad relativamente interesante.



LA
CARRETERA
DEL
FUTURO

PATOLOGÍAS DE LOS PAVIMENTOS.

ENTREGA 14.

Andrés Costa

Miembro Comité Revista Asfalto y Pavimentación

PATOLOGIAS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS Y AEROPUERTOS

Denominación de la patología: **13 ARCEN EN MAL ESTADO.**



Arcén con anchura muy escasa



Arcén en mal estado no utilizable



Arcén inexistente, y calzada reducida por mordientes laterales deteriorados

Descripción de la patología:

Esta patología se produce cuando el arcén, en alguna zona o en toda la carretera, es impracticable por encontrarse en mal estado, es insuficiente o es inexistente, no permitiendo circular por él en cualquiera de los casos especiales anteriormente descritos, obstaculizando la fluidez y seguridad de la circulación. El arcén cumple una función fundamental para garantizar la comodidad y seguridad de la circulación, permitiendo la detención ocasional de los vehículos (avería, incidentes); supone un margen de seguridad para la circulación (despistes, salidas de carril), permite que los vehículos lentos (tractores, ciclomotores) y servicios de emergencia puedan circular por él; supone un sobrancho de la plataforma que permite la circulación en situaciones de emergencia (accidentes, retenciones); facilita las labores de conservación y reparación en la carretera (sobrancho para desvíos provisionales); supone una franja donde se almacena la nieve retirada en carreteras de alta montaña, etc.

Causas de la patología:

Esta patología se debe a distintas razones:

- a) **Presencia de suciedad, elementos u obstáculos, debido a una deficiente conservación y mantenimiento de la vialidad.**
- b) **Pavimentación en mal estado, por cualquiera de los defectos del firme reseñados en la presente Monografía.**
- c) **Deterioro de los bordes del firme (mordientes), por roturas y pérdidas de firme en zonas de borde.**
- d) **Agrietamientos longitudinales del firme, por asentamientos post-constructivos en los rellenos (terraplenes), o en el terreno natural de apoyo.**
- e) **Anchura de arcén insuficiente, debido a un diseño de la carretera deficiente, por razones de economía, ampliación de carriles, cambio de las condiciones de tráfico consideradas en proyecto, o dificultades en los márgenes.**
- f) **Aparición de láminas de agua y charcos en caso de lluvia.**
- g) **Arcenes agrietados en curvas interiores por circulación de los vehículos pesados, no teniendo el arcén un firme adecuado para soportar este tráfico.**

Incidencia de la patología en la vía y en los usuarios:

La ausencia de un arcén de ancho adecuado o impracticable causa problemas de fluidez y seguridad vial en la carretera, debido a que deja de cumplir sus funciones de forma adecuada y no se dispone de espacio suficiente para la detención ocasional de los vehículos en caso de necesidad o avería, desaparece el margen de seguridad que supone ante pérdidas del control del vehículo o adelantamientos inadecuados, se dificulta la circulación de vehículos lentos y de servicios de emergencia, se complican las obras de conservación, etc.

Reparación de la patología:

Dadas las diferentes causas que pueden dar lugar a la presente patología, las acciones correctoras son también muy distintas:

- Limpieza y despeje adecuado de estas zonas, mediante equipos de vigilancia y mantenimiento de la vialidad que actúen en tiempo real ante cualquier incidencia.
- Reparación del firme conforme a los métodos definidos en la presente Monografía para las distintas patologías.
- Levantamiento y reconstrucción del firme y su apoyo en los bordes de la carretera hasta el pavimento.
- Consolidación del relleno o refuerzo del terreno, para la corrección de los asentamientos post-constructivos, y posterior reparación del firme.
- Ensanche de la plataforma, para proporcionarle los anchos de arcenes adecuados a la carretera, necesarios para circular con comodidad y seguridad.
- Corrección del bombeo (tramo recto) o peralte (curva), que permita la salida controlada del agua que cae sobre la calzada, y disposición del oportuno sistema de desagüe y drenaje.
- Dotar al arcén del mismo firme que la calzada en aquellas zonas donde el tráfico pesado pueda circular de forma habitual por el mismo.

Acciones preventivas:

Esta patología se evita con un correcto diseño de la plataforma y del firme de la carretera, así como con una adecuada vigilancia, conservación y rehabilitación de estas zonas.

Mientras no se solucione el problema, se deben balizar las zonas de riesgo, para avisar a los conductores, y adecuar los márgenes de la carretera para facilitar la posible salida del vehículo de la plataforma, en caso de ser necesaria.



Arcén sucio, con arrastres



Arcén inutilizado por desprendimientos



Arcén inutilizado por mordiente en mal estado



Arcén agrietado por asiento de terraplén

Denominación de la patología: 14 DESCARNADURAS.



Descarnadura del pavimento

Descripción de la patología:

La patología descarnadura es un defecto funcional localizado en la capa de rodadura, caracterizado por la pérdida de áridos en la mezcla bituminosa y que es detectable a simple vista.

Al producirse en la capa de rodadura, esta patología es fácil de identificar, por lo que su rápida evaluación a edades tempranas es muy importante e incide directamente en su evolución, permitiendo su tratamiento en cuanto se detecte y evitando que evolucione a peor.



Detalle de la descarnadura

Causas de la patología:

Esta patología se produce por alguna de estas causas:

- Falta de adhesividad árido/betún
- Betún envejecido
- Dosificación baja de betún en la mezcla
- Falta de compactación de la mezcla bituminosa puesta en obra
- Tamaño máximo inadecuado para el espesor de capa



Descarnadura en fase avanzada con pérdida parcial de la capa de rodadura

Incidencia de la patología en la vía y en los usuarios:

En este tipo de deterioro, en su fase inicial, la influencia en la seguridad vial para los vehículos no es significativa (solo rodadura menos cómoda); pero hay que tener en cuenta que en esta fase, hay gravilla que se va soltando de la mezcla con lo que se pueden producir proyecciones y esta sí que influye en los usuarios ya que esta gravilla puede impactar en personas si este defecto se produce en vías urbanas; así como proyecciones a otros vehículos con posibles rotura de cristales y abolladuras. También es peligroso en esta primera fase para los motoristas, ya que, esta gravilla puede hacer deslizarse la moto y provocar un accidente.

Si este defecto no se trata en esta fase inicial, evoluciona a un bache, que es una cavidad localizada en la calzada de distinta profundidad (espesor de la capa de rodadura), irregularidad y de distintos tamaños. En este estadio los problemas causados por este defecto son mayores con riesgos de accidente.

Reparación de la patología:

Al inicio del defecto, en su fase inicial, podemos hacer un tratamiento superficial como por ejemplo una lechada bituminosa o microaglomerado en frío, que evita la progresión del defecto y devuelve la comodidad de la conducción en la capa de rodadura.

También como solución en su fase inicial se puede hacer un fresado y reposición del deterioro con una mezcla análoga a la inicial; esto supondría un mayor coste si lo comparamos con el tratamiento superficial.

Cuando el efecto es generalizado, se debe de eliminar por fresado toda la capa en mal estado, incluso un centímetro más de la capa inferior, y reponerla con mezcla bituminosa nueva, similar a la inicialmente existente, para tener continuidad en todo el pavimento.

Acciones preventivas:

Las acciones preventivas van encaminadas al control de los materiales, fabricación y puesta en obra.

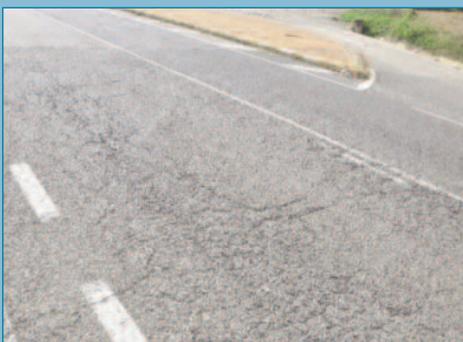
- **Control de los áridos.-** Para detectar posibles fallos por la falta de adhesividad de los áridos con el betún, se deben hacer ensayos de adhesividad y en su caso utilizar activantes de adhesividad en la mezcla.
- **Betún utilizado.-** Hay que tener en cuenta la zona geográfica en la que se va a poner la mezcla bituminosa para elegir el betún más idóneo para las condiciones climáticas que va a soportar el pavimento.
- **Control de la fabricación.-** En la fabricación se somete al betún a altas temperaturas con lo que este envejece, por lo que hay que tener mucho cuidado con la temperatura del betún en los tanques de almacenamientos, así como en la temperatura de la mezcla. También hay que controlar en planta la dosificación del betún en la mezcla, ya que la falta de betún en la mezcla tiene una importancia vital en este defecto por falta de conglomerante.
- **Control de puesta en obra.-** La compactación de la mezcla en obra, también es un parámetro importante en este defecto, ya que, una deficiente compactación crea un mayor número de huecos y esto hace que los agentes meteorológicos externos puedan atacar más fácilmente a la mezcla y hacer que ésta pierda cohesión con lo que se producirían desprendimientos de los áridos de la mezcla.
- Que el espesor de la capa sea el adecuado al tamaño máximo del árido de la mezcla bituminosa.



Descarnadura en fase avanzada y con árido suelto



Descarnadura en fase inicial



Descarnadura en fase muy avanzada que requiere fresado y reposición total de la capa

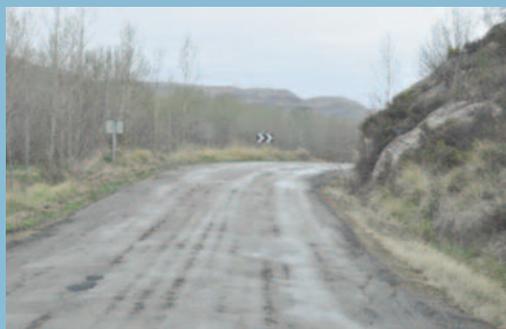
Denominación de la patología: 15 PELADURAS.



Peladura aislada



Peladura generalizada en una capa de lechada bituminosa



Peladuras en tratamientos superficiales de riegos con gravillas

Descripción de la patología:

Se denomina peladura a la pérdida de la capa de rodadura que se produce de manera aislada en alguna zona del pavimento de una calzada. En ocasiones, especialmente con los tratamientos superficiales, la pérdida de la capa de rodadura es más generalizada y progresiva en el tiempo.

Se distingue de las descarnaduras, que en ocasiones también llegan a perder la capa de rodadura en alguna zona localizada, porque en las peladuras, la mezcla bituminosa alrededor de la misma, se mantiene en buen estado.

La patología peladuras solo se produce, como tal, en capas de rodadura bituminosas muy delgadas, especialmente cuando son tratamientos superficiales.

Causas de la patología:

Las peladuras se suelen producir por una o varias de las causas siguientes:

- **Inadecuado diseño de la técnica y tipo de mezcla empleada para la fabricación de la capa de rodadura en relación al tráfico de la vía.**
- **Deficiente preparación del soporte a tratar, limpieza, saneamiento e imprimación.**
- **Envejecimiento prematuro del producto bituminoso utilizado.**
- **Mala adherencia entre la capa de rodadura muy delgada y la superficie sobre la que se apoya (por ejemplo de hormigón).**
- **Incidencias en el proceso de fabricación y aplicación de la mezcla:**
 - § Dosificación de los componentes.
 - § Temperaturas de trabajo.
 - § Compactación de la capa.

Incidencia de la patología en la vía y en los usuarios:

En general este tipo de patología tiene poca incidencia en la comodidad y seguridad del usuario. Solo puede haber algún problema con lluvia por la formación de un charco en la peladura y el riesgo de hidroplaneo.

Respecto al firme, la peladura puede ser una zona de entrada de agua hacia las capas inferiores o a la interfaz entre la capa de rodadura y la inmediatamente inferior. Pérdida de la impermeabilidad.

Reparación de la patología:

Según el tipo de patología y su causa, así será la reparación.

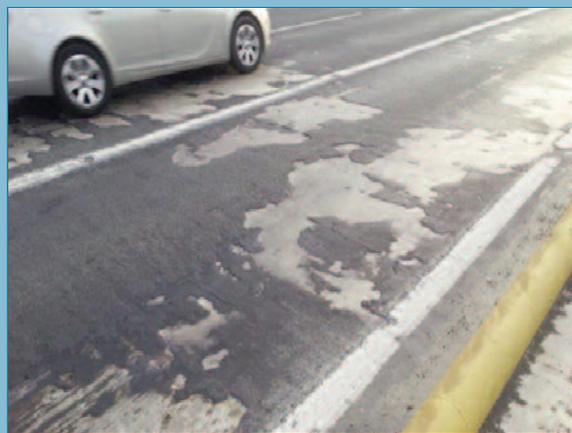
Cuando se trata de una peladura aislada, es suficiente con parchear la zona afectada tratando de eliminar previamente la causa que ha motivado la patología (suciedad, mala adherencia, presencia de grietas por las que sale agua y finos, etc.).

Cuando la peladura es generalizada, será necesario volver a ejecutar la capa de rodadura nuevamente, tratando de evitar las causas que han producido la peladura inicial.

Acciones preventivas:

Diseñar la capa de rodadura adecuadamente para el uso previsto de la vía, definiendo la técnica más conveniente, el tratamiento y el tipo de mezcla y materiales a utilizar.

Controlar rigurosamente el proceso de preparación de la superficie a tratar, la fabricación y la puesta en obra de la mezcla o técnica bituminosa seleccionada.



Peladuras en capas bituminosas muy delgadas sobre pavimento de hormigón

PATOLOGIAS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS Y AEROPUERTOS

Denominación de la patología: 16 EXUDACIONES.



Exceso dotación del riego de adherencia



Exudación en un tratamiento con microaglomerado en frío



Exceso de ligante muy blando

Descripción de la patología:

Se entiende como patología denominada exudación a la afloración superficial de betún o de mástico en la capa de rodadura del firme de una carretera, creando una película superficial resbaladiza, de aspecto brillante y sin textura rugosa adecuada.

Causas de la patología:

Las principales causas que originan la aparición de exudaciones en la superficie del pavimento son las siguientes:

- **Sobredosificación del ligante bituminoso.**
- **Defecto en el diseño de la mezcla (bajo contenido de huecos en la mezcla).**
- **Utilización de betunes no adecuados a la zona térmica (betunes blandos).**
- **Excesiva dotación del riego de adherencia.**
- **Deficiente adhesividad árido-ligante (aglutinación de ligante libre).**
- **Deficiente dosis y efectividad de los inhibidores de escurrimiento.**
- **Utilización de productos antiadherentes inadecuados (gasóleo y derivados del petróleo).**
- **Derrame de solventes.**

Incidencia de la patología en la vía y en los usuarios:

Esta patología puede causar los siguientes problemas en la vía y en los usuarios:

- **Disminuye la resistencia al deslizamiento reduciendo la seguridad de los conductores. Este defecto se agrava especialmente en condiciones de lluvia.**
- **Pérdida de características estructurales incluso degradación prematura del pavimento.**
- **Formación de roderas por deformación plástica debido al exceso de ligante blando.**

Reparación de la patología:

En general los problemas de exudaciones de ligante solo se eliminan mediante la retirada completa de la capa bituminosa que tiene el problema, especialmente si sobre esta capa se coloca una nueva capa bituminosa de pequeño espesor, pues en este caso la exudación acaba reflejando se de nuevo en la capa superior.

Este problema puede verse aminorado si el ligante es bastante antiguo y se ha oxidado en gran medida envejeciéndose. En este caso es posible que la exudación no se refleje en la capa superior de nueva construcción.

Para decidir el tipo de actuación se deben evaluar el nivel de severidad y la extensión del problema. En función de estos dos criterios, las actuaciones a desarrollar pueden ser las siguientes:

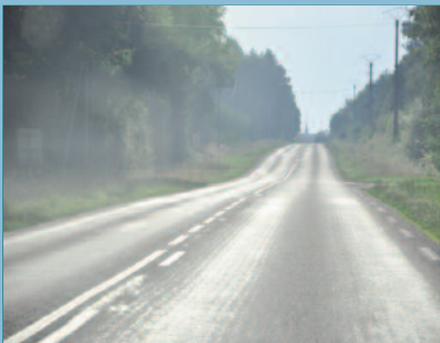
Repetibilidad	Severidad		
	Baja	Moderada	Alta
< 20 % (BAJA)	Ninguno	Ninguno	Fresar y reponer la zona afectada
20-50 % (MODERADA)	NO SE PRODUCE	Fresar y reponer la zona afectada (1)	Fresar y reponer la zona afectada
> 50 % (ALTA)	NO SE PRODUCE	Fresar y reponer la zona afectada (1)	Fresado y reposición de toda la capa

(1) Siempre que la presencia de las exudaciones afecte a la seguridad de los usuarios de la carretera. En caso contrario no actuar.

Acciones preventivas:

Las siguientes consideraciones deben tomarse en cuenta, al diseñar las capas bituminosas de una carretera, de cara a prevenir la aparición de exudaciones:

- a) Elaboración de la fórmula de trabajo analizando el posible riesgo de exudación.
- b) Los parámetros volumétricos relacionados con la exudación están vinculados al contenido de huecos (mezcla y áridos), cumplir las especificaciones relativas a estos parámetros.
- c) Empleo de ligantes adecuados.
- d) La dotación de emulsión en los riegos de adherencia viene indicada en las especificaciones del pliego, siendo muy importante mantenerse en los límites establecidos (Mín. – Máx.).
- e) La utilización de activantes de adhesividad siempre mejora el comportamiento de la mezcla, también su trabajabilidad.
- f) El uso de inhibidores de escurrimiento cuando se diseñan mezclas bituminosas con un alto contenido de ligante.
- g) Para la limpieza de herramientas en el extendido y como producto antiadherente en las cajas de los camiones, utilizar productos que no sean solventes de los ligantes asfálticos.
- h) El vertido o fuga de productos derivados de hidrocarburos (combustibles, lubricantes, productos químicos...) son incidencias aisladas muy difíciles de prevenir. Favorecen la aparición de exudaciones, generalmente localizadas.
- i) Evitar que los equipos de riego, cuando se paran, tengan perdidas sobre la capa del firme a pavimentar.



Exudación con nivel de severidad media



Exudación con nivel de severidad alta

Determinación de las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión asfáltica

Fernando Martínez,
fermar@fceia.unr.edu.ar

Marina C. Casaux,
marina_cc02@yahoo.com.ar

Luis Zorzutti,
luis.zorzutti@hotmail.com

Silvia Angelone,
sangelon@fceia.unr.edu.ar

Las mezclas templadas con emulsión asfáltica (MTE) son parte de una tecnología emergente relativamente nueva, rentable y respetuosa con el medio ambiente. Por definición, las mismas se producen utilizando una combinación de agregados calentados a aproximadamente 100°C y un porcentaje de una emulsión bituminosa a una temperatura de alrededor de 60°C para que la temperatura de mezcla y compactación resulte entre 80 y 90 ° C. Este tipo de mezclas asfálticas ha tenido un desarrollo significativo en España y Portugal, donde se utilizaron para capas de base y rodadura. Aunque hay recomendaciones para la formulación de este tipo de mezclas y muchas referencias a sus propiedades mecánicas convencionales, existe una falta de información con respecto a sus propiedades visco-elásticas. Este trabajo presenta los primeros resultados de un proyecto de investigación en curso sobre el diseño y el desempeño de mezclas templadas con emulsión asfáltica. Se han determinado el Módulo Dinámico (E^*) y el Ángulo de Fase (ϕ) a diferentes temperaturas y frecuencias de carga bajo condiciones de carga sinusoidal continua con el objetivo de producir datos experimentales que puedan ser utilizados como insumos en los procedimientos de diseño de pavimentos basados en principios mecanísticos. Se presentan las principales características volumétricas y mecánicas de la mezcla considerada en este trabajo así como los resultados obtenidos del módulo dinámico y el ángulo de fase.

Palabras Clave: Mezclas Templadas, Emulsión Asfáltica, Módulo Dinámico, Visco-elasticidad.

The Half Warm Asphalt Mixtures (HWAM) is part of an emerging technology relatively new and environmentally friendly. By definition, this kind of mixtures are produced using a combination of aggregates heated up to 120 °C and a percentage of asphalt emulsion at a temperature of 60 °C in order that the mixing and compaction temperature is around 80 to 90 °C. This kind of mixtures have has a great development in Spain and Portugal. Even there are recommendations for the formulation of this kind of materials and many references regarding their conventional mechanical properties, there is a lack of information about their viscoelastic properties. This paper presents the first results of an ongoing research project about the design and performance of Half Warm Asphalt Mixtures. The dynamic modulus and phase angle at different frequencies and temperatures using haversine loading conditions were measures in order to have experimental results that could be used as inputs in pavement design procedures based on mechanistic principles. The main volumetric, mechanical and viscoelastic properties (dynamic modulus and phase angle) of the considered HWAM are presented and discussed.

Keywords: Half Warm Asphalt Mixtures, Bitumen Emulsion, Dynamic Modulus, Viscoelasticity.

1. INTRODUCCIÓN

Los requerimientos de sustentabilidad que se imponen ac-

tualmente en la construcción, mantenimiento y rehabilitación de caminos hacen necesario reutilizar materiales, reducir la generación de residuos, minimizar el empleo de materiales virge-

Determinación de las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión asfáltica

nes, reducir las demandas energéticas y moderar las emisiones de gases de efecto invernadero.

De una manera general, las mezclas asfálticas pueden ser clasificadas según su fabricación y colocación en dos grandes tipos: las mezclas asfálticas en caliente (MAC) y las mezclas asfálticas en frío (MAF).

En las primeras (MAC) se emplean ligantes asfálticos que se calientan a elevadas temperaturas, superiores a los 150 °C de manera de reducir su consistencia y ser mezclados con los agregados pétreos para ser luego colocados en la carretera. Este tipo de material, empleado mayoritariamente en la construcción y mantenimiento de los pavimentos flexibles, presenta un excelente desempeño estructural pero son demandantes de elevados consumos energéticos para alcanzar las altas temperaturas requeridas para su fabricación a las cuales además, se producen emisiones de componentes volátiles de los ligantes asfálticos que son perjudiciales para la salud y el medio ambiente.

Las segundas (MAF) emplean ligantes asfálticos con viscosidad reducida tales como las emulsiones asfálticas que permiten fabricar y aplicar las mezclas asfálticas a temperatura ambiente por lo que este tipo de mezcla no requiere ni el calentamiento de los agregados pétreos ni del ligante asfáltico. Se trata de un material que demanda bajos consumos de energía, con muy limitadas emisiones de sustancias perjudiciales y una óptima huella ambiental pero por el contrario, su desempeño estructural es menos eficiente cuando se lo compara con el de las mezclas en caliente, especialmente a corto y medio plazo, lo que ha limitado su empleo en carreteras con tránsitos medios y bajos o en rutas de países en desarrollo como primera alternativa de pavimentación de las mismas.

Con el objeto de mitigar las desventajas energéticas y de emisión de sustancias volátiles y humos perjudiciales de las mezclas asfálticas en caliente pero con iguales prestaciones mecánicas que éstas, se ha desarrollado una generación de mezclas elaboradas a menores temperaturas denominadas "Mezclas Tibias" (en España, "Mezclas Semicalientes") que permiten fabricar y colocar mezclas asfálticas a temperaturas entre 30 o 40 °C por debajo de las temperaturas habituales de las mezclas en caliente. En ese sentido, distintas tecnologías se han desarrollado recientemente y que involucran el uso de aditivos orgánicos o químicos y procesos de espumación a base de agua o que contienen agua. Aunque estas tecnologías son diferentes, todas tienen el objetivo de producir una menor vis-

cosidad del asfalto, una mejor trabajabilidad de la mezcla y menores emisiones perjudiciales [1].

Este tipo de mezcla cuenta con un muy importante grado de desarrollo y en Argentina se presentan especificaciones que regulan su diseño y uso. Las ventajas de trabajar a menores temperaturas respecto a los consumos energéticos e impacto medioambiental son importantes pero, dada la necesidad de alcanzar todavía temperaturas altas para producir el secado de los agregados, por encima de la de evaporación del agua, la reducción en los consumos de energía no son tan significativos.

Buscando optimizar este aspecto, se ha comenzado a desarrollar una generación de mezclas asfálticas elaboradas por debajo de la temperatura de evaporación del agua denominadas "Mezclas Templadas con Emulsión (MTE)" (Half-warm asphalt mixtures en inglés o Enrobes semi-tiedes en francés) en donde el ligante es una emulsión asfáltica.

En estas Mezclas Templadas con Emulsión la mezcla de áridos con la emulsión bituminosa se produce a una temperatura de fabricación por debajo de los 100 °C con un proceso que permite obtener condiciones de puesta en obra y prestaciones adecuadas para el uso previsto en función del tipo de tráfico y el clima. Las mismas han tenido un desarrollo significativo en España y Portugal, donde se utilizaron para capas de base y rodadura.

López et al. [2] realizan un estudio comparativo de una MTE elaborada con una emulsión catiónica súper estabilizada respecto a una mezcla en caliente convencional con probetas compactadas usando el procedimiento Marshall por impacto y mediante la compactación giratoria. Se concluye que el uso de compactador por impacto no permite alcanzar las propiedades volumétricas que se alcanzan con una mezcla en caliente pero la densificación de estas mezclas por medio del compactador giratorio si resulta en una densificación similar. También destacan que las propiedades mecánicas de la MTE evaluada resultan menores que las de la mezcla en caliente de comparación.

Singh et al. [3] realizaron un estudio experimental comparando las propiedades mecánicas de mezclas MTE respecto a su equivalente de mezcla asfáltica en frío. El estudio experimental comprendió dos tipologías de mezclas diferentes (densa y semidensa) y se utilizaron probetas Marshall compactadas con 75 golpes por cara. El estudio concluye que las mezclas templadas con emulsión para ambas tipologías consideradas

presentan mayores estabilidades y resistencias a la tracción indirecta respecto a sus equivalentes elaboradas en frío.

Dinis Almeida et al. [4] presentan un caso de estudio en Portugal para el mantenimiento de una ruta en servicio con una MTE. Se prepararon muestras de laboratorio para los ensayos Marshall e inmersión-compresión con diferentes contenidos de emulsión, diferentes temperaturas de compactación y mezclado y distintos procedimientos de curado. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos utilizando el método de diseño de mezcla Marshall y su comparación con las pruebas de inmersión-compresión utilizadas para la formulación de mezclas en frío con emulsión, se concluye que la metodología Marshall usada para las mezclas en caliente convencionales parece ser más adecuado para el diseño de mezclas MTE adaptando las temperaturas de mezclado y compactación así como el procedimiento de curado posterior.

García Santiago y Lucas Ochoa [5] presentan la aplicación de MTE con reutilización de RAP con tasas alta y total. En este trabajo se propone una metodología específica de diseño en laboratorio de mezclas recicladas templadas a tasa total (reutilizando el 100% del RAP) y tasa alta (con el 50% o más de RAP) en razón que los métodos tradicionales no responden adecuadamente a su diseño debido a las características particulares de este tipo de mezclas. La utilización de estas mezclas como capas de base en tramos experimentales mostró un muy buen comportamiento, sin indicio de deformaciones u otra patología luego de dos años en servicio.

García Prieto et al. [6, 7] han llevado a cabo la fabricación y puesta en obra de un reciclado templado con emulsión bituminosa y una mezcla drenante templada con emulsión bituminosa. En ambos casos se presenta la metodología para definir la fórmula de trabajo así como el proceso de fabricación y colocación destacándose que la ejecución y puesta en obra de estas mezclas bituminosas a bajas temperaturas es factible pudiéndose obtener resultados plenamente satisfactorios.

En Argentina, una experiencia de aplicación de una MTE fue presentada por Colombo et al. [8]. En la misma se diseñó una mezcla drenante templada con emulsión utilizando el ensayo Cántabro para definir el contenido óptimo de emulsión de una manera análoga a como se procede en el caso de las mezclas drenantes en caliente.

Lizárraga et al. [9] han presentado el diseño y aplicación de mezclas asfálticas templadas con 100% de material reciclado. Se evaluó el comportamiento relativo de estas mezclas res-

pecto a una mezcla en caliente equivalente con probetas compactadas con el compactador giratorio ajustado de manera de obtener contenidos de vacíos comprendidos entre el 4 y el 6% para todos los casos. Se realizaron ensayos para determinar la rigidez a 20 °C, la sensibilidad al agua y la resistencia a las deformaciones permanentes concluyéndose que las mezclas templadas presentan un comportamiento bastante similar al de las mezclas en caliente de comparación.

Un estudio de similares características fue llevado a cabo por Swaroopa et al. [10] comparando propiedades mecánicas de una mezcla en frío, una mezcla templada con emulsión y una mezcla intermedia a estas dos, en la cual los agregados han sido calentados a sólo 70°C. Se concluye que tanto esta mezcla intermedia como la templada con emulsión presentan mejores propiedades mecánicas que la mezcla en frío de comparación.

Dado que no existe un marco normativo para el diseño de las MTE, estos estudios considerados se han llevado a cabo siguiendo distintas metodologías en lo que se refiere a la temperatura de los materiales, métodos de compactación y condiciones de curado.

Miranda Pérez et al. [11] presentan una descripción general sobre las MTE incluyendo las condiciones de fabricación y puesta en obra. El estudio muestra que las mismas pueden presentar prestaciones semejantes a las de las mezclas en caliente, proveer un aumento de la distancia de transporte y mejorar las condiciones de trabajo del personal que ejecuta las obras. Además destacan que el desarrollo de la MTE se ha realizado siguiendo consignas resultantes de la experiencia práctica y por semejanza a como se procede para las mezclas en caliente y en frío sin que exista una normativa que acredite esas actuaciones.

A ese respecto, la Asociación Técnica de la Emulsión Bituminosa de España ha realizado una recopilación de las experiencias llevadas a cabo con este tipo de mezclas en una monografía redactada con el objeto de ser una guía para el empleo de las MTE [12]. Por otro lado la Agencia de Obras Públicas de la Junta de Andalucía ha desarrollado unas recomendaciones para el empleo de mezclas templadas en lo que respecta a los materiales, plantas de fabricación, control de calidad y puesta en obra [13].

Estos estudios muestran que las mezclas templadas con emulsión pueden ser utilizadas en la construcción de pavimen-

Determinación de las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión asfáltica

tos con un comportamiento similar al de otras mezclas asfálticas utilizadas convencionalmente aunque no se han encontrado referencias respecto a su comportamiento reológico.

En ese contexto, el objetivo de este trabajo es determinar las propiedades visco-elásticas lineales de una mezcla templada con emulsión bituminosa para distintas condiciones de temperaturas y frecuencias de sollicitación para posibilitar su aplicación en metodologías de diseño de estructuras de pavimentos basadas en principios mecánicos. Se presenta una descripción de los procedimientos y materiales utilizados, los resultados obtenidos, un análisis comparativo de los mismos y las conclusiones alcanzadas.

2. RESPUESTA VISCO-ESLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁTICAS

Si una mezcla asfáltica es sometida a la acción uniaxial de una tensión de variación sinusoidal de la forma

$$\sigma(t) = \sigma_0 \cdot \text{sen}(\omega t) \quad (1)$$

en condiciones estacionarias ésta responde con una deformación también sinusoidal pero desfasada en el tiempo

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cdot \text{sen}(\omega t - \phi) \quad (2)$$

donde $\sigma(t)$ es la tensión aplicada dependiente del tiempo t , σ_0 es la amplitud de la tensión aplicada, $\varepsilon(t)$ es la deformación resultante dependiente del tiempo t , ε_0 es la amplitud de la deformación resultante, ω es la frecuencia angular (radianes/segundo) y ϕ es el ángulo de fase (en radianes).

En estas condiciones, el módulo dinámico $|E^*|$ (o módulo del módulo complejo E^*) es definido como:

$$E^* = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \quad (3)$$

Es posible definir dos parámetros E_1 y E_2 denominados módulo de almacenamiento (*storage modulus*) y módulo de pérdida (*loss modulus*) respectivamente como:

$$E_1 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \cdot \cos(\phi) \quad (4)$$

$$E_2 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \cdot \text{sen}(\phi) \quad (5)$$

resultando:

$$\tan(\phi) = \frac{E_2}{E_1} \quad (6)$$

De una manera simple, el parámetro E_1 puede ser interpretado como la componente elástica y E_2 la componente viscosa del módulo dinámico. El ángulo de fase ϕ caracteriza la mayor o menor respuesta elástica del material. Si ϕ es igual a cero ($E_2 = 0$), las tensiones y deformaciones están en fase tal como ocurre en los materiales perfectamente elásticos. Por el contrario, si ϕ es igual a $\pi/2$ ($E_1 = 0$), las tensiones y deformaciones están absolutamente fuera de fase como ocurre en un material perfectamente viscoso ideal.

El módulo dinámico $|E^*|$ es la propiedad de mayor interés de las mezclas asfálticas y utilizado en métodos de cálculo de tensiones y deformaciones en sistemas de capas elásticas estratificadas tales como en la Guía de Diseño Empírico Mecánico de Pavimentos (MEPDG por su designación en inglés *Mechanical Empirical Pavement Design Guide*) [14].

Este módulo dinámico, además de depender de las características de formulación de la mezcla asfáltica, es fuertemente influenciado por la temperatura y la frecuencia. Para tener en cuenta este comportamiento, la variación del módulo dinámico es modelada matemáticamente y de manera habitual en función de la frecuencia de acuerdo a una Curva Maestra para una dada Temperatura de Referencia (TR) elegida arbitrariamente sobre la base del principio de superposición de frecuencia - temperatura para materiales de comportamiento termo-reológicamente simples.

En estas condiciones, la Curva Maestra puede ser descrita matemáticamente con una función sigmoideal de la forma:

$$\log E^* = \log(E_0) + \frac{\log(E_\infty) - \log(E_0)}{1 + e^{(\beta + \gamma \cdot \log f_R)}} \quad (7)$$

para la que E_0 (MPa) es el valor mínimo de $|E^*|$ para una frecuencia f_R tendiendo a cero, E_∞ (MPa) es el valor máximo

de $|E^*|$ para una frecuencia f_R tendiendo a infinito, γ y β son parámetros adimensionales que describen la forma de la función sigmoïdal y su punto de inflexión.

En la construcción de estas curvas maestras, los valores de módulo dinámico obtenidos a múltiples temperaturas se desplazan en el sentido de las frecuencias mediante la aplicación de un factor de traslación que describe la dependencia de la temperatura del material y se define como:

$$aT = \frac{f_R}{f} \quad (8)$$

donde f_R es la Frecuencia Reducida (frecuencia de sollicitación a la temperatura de referencia), f es la frecuencia a la temperatura de ensayo y aT es el factor de desplazamiento.

En primera instancia en este trabajo se ha adoptado una ecuación del tipo Arrhenius para describir el factor de desplazamiento aT en función de temperatura de la forma:

$$aT = e^{C_A \left(\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_R} \right)} \quad (9)$$

donde C_A es la constante de Arrhenius del material (°K), T_i es temperatura de ensayo de interés (°K) y T_R es la temperatura de referencia (°K).

El mismo modelo puede ser empleado de manera equivalente para el trazado de curvas maestras que muestren la variación de $|E^*|$ en función de la temperatura para una frecuencia de referencia seleccionada arbitrariamente.

Sin embargo, esta modelización resulta insuficiente para caracterizar el comportamiento Visco-Elastico Lineal de las mezclas asfálticas (VEL) porque no toma en cuenta el desfase que se observa entre las tensiones aplicadas y las deformaciones resultantes en este tipo de materiales como un factor de importancia.

Por ello en este trabajo se ha adoptado complementariamente el Modelo Huet-Sayegh (H-S) el cual es un modelo mecánico en el que el comportamiento real del material visco-elástico es asimilado a un conjunto de elementos mecánicos ideales vinculados en serie o paralelo [15]. El mismo está compuesto por dos resortes ideales y dos elementos de flujo $J_1(t)$ y $J_2(t)$ de respuesta parabólica respecto al tiempo conectados como muestra la Figura 1.

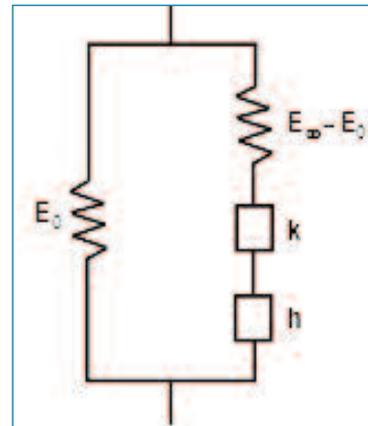


Figura 1. Modelo de Huet-Sayegh (H-S)

Para este modelo, la expresión analítica del módulo complejo correspondiente resulta:

$$E^*(i\omega) = E_0 + \frac{E_\infty - E_0}{1 + \delta(i\omega\tau)^{-k} + (i\omega\tau)^{-h}} \quad (10)$$

donde E_∞ , es el módulo instantáneo para tiempos de carga tendiendo a cero, E_0 es el módulo estático que caracteriza la rigidez del sistema mecánico bajo una tensión estática de duración infinita, ω es la frecuencia angular de excitación de la tensión sinusoidal, τ es el tiempo característico dependiente de la temperatura, h , k , δ son parámetros de ajuste del modelo e i es la unidad de los números imaginarios ($i = (-1)^{1/2}$).

A partir de la ecuación (10) que utiliza álgebra compleja, es posible hallar por descomposición las componentes E_1 y E_2 del módulo complejo que resultan:

$$E_1 = E_0 + \frac{E_1'}{\left[\frac{E_1'}{(E_\infty - E_0)} \right]^2 + \left[\frac{E_2'}{(E_\infty - E_0)} \right]^2} \quad (11)$$

$$E_2 = - \frac{E_2'}{\left[\frac{E_1'}{(E_\infty - E_0)} \right]^2 + \left[\frac{E_2'}{(E_\infty - E_0)} \right]^2} \quad (12)$$

con:

$$E_1' = [E_\infty - E_0] \cdot \left\{ 1 + \left[\delta(\omega\tau)^{-k} \cdot \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right] + \left[(\omega\tau)^{-h} \cdot \cos\left(\frac{h\pi}{2}\right) \right] \right\} \quad (13)$$

$$E_2' = [E_\infty - E_0] \cdot \left\{ -\left[\delta(\omega\tau)^{-k} \cdot \sen\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right] - \left[(\omega\tau)^{-h} \cdot \sen\left(\frac{h\pi}{2}\right) \right] \right\} \quad (14)$$

Determinación de las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión asfáltica

Con los datos experimentales de IE^* y ϕ obtenidos a distintas frecuencias y temperaturas y previa descomposición en las componentes E_1 y E_2 , es posible proceder al ajuste del modelo determinando los 6 parámetros E_∞ , E_0 , τ , h , k y δ . Luego, el módulo dinámico IE^* y el ángulo de fase f resultan:

$$E^* = E_1^2 + E_2^2 \quad (15)$$

$$\phi = \arctan \frac{E_2}{E_1} \quad (16)$$

La variación de τ respecto a la temperatura también ha sido considerada con una ecuación del tipo Arrhenius como la empleada anteriormente. Diversos autores han hecho uso del modelo H-S para describir el comportamiento visco-elástico de mezclas asfálticas [16, 17, 18].

3. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

3.1 Mezcla asfáltica templada con emulsión bituminosa (MTE)

Para este estudio se ha diseñado una Mezcla templada con emulsión (MTE) siguiendo las recomendaciones de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía [13] para una mezcla del tipo Semidensa (identificada como MBT AC 16) cuya composición de agregados resulta en la curva granulométrica que se muestra en la Figura 2.

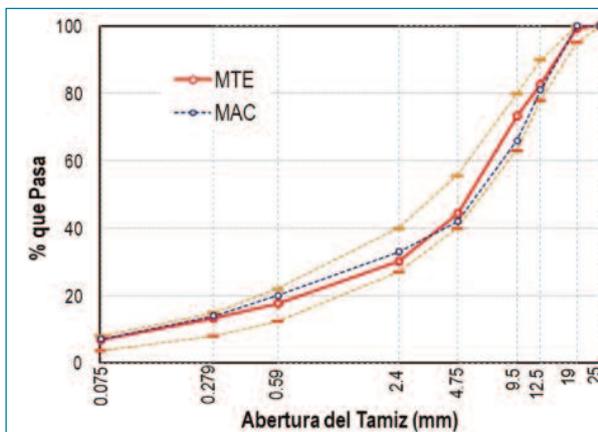


Figura 2. Curva granulométrica de la MTE

Se ha utilizado una emulsión bituminosa catiónica súper estable que cumple con los requerimientos establecidos en la

Norma IRAM Argentina N° 6691 para emulsiones tipo CRS con un residuo asfáltico mínimo del 60%. La emulsión utilizada tiene un residuo asfáltico del 61.1% y para éste, la Penetración a 25°C es de 90 1/10 mm con un Punto de Ablandamiento (Anillo y Bola) de 46.3°C.

Para el moldeo de probetas se ha calentado el conjunto de agregados a una temperatura de 120 °C y la emulsión a 60°C de tal manera que el mezclado manual durante no más de 120 segundos y la inmediata compactación de la mezcla se realiza a una temperatura comprendida entre 80 y 90°C.

Se han compactado probetas del tipo Marshall con 75 golpes por cara y contenidos variables de ligante asfáltico residual entre 4.5 y 6% a las cuales se les determinaron sus parámetros volumétricos y mecánicos básicos (Estabilidad y Fluencia Marshall) siguiendo los mismos lineamientos que se emplean en el caso de mezclas en caliente. Finalmente, en base a estos resultados obtenidos y atendiendo a las recomendaciones de la Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (ATEB) referidas al contenido mínimo de ligante residual [12], se ha adoptado un porcentaje igual al 5% sobre el total de la mezcla. Al terminar la compactación, las probetas han resultado con un contenido de humedad remanente inferior al 1.5% y han sido curadas al aire hasta peso constante, condición que se alcanzó a las 120 horas aproximadamente como se muestra en la Figura 3.

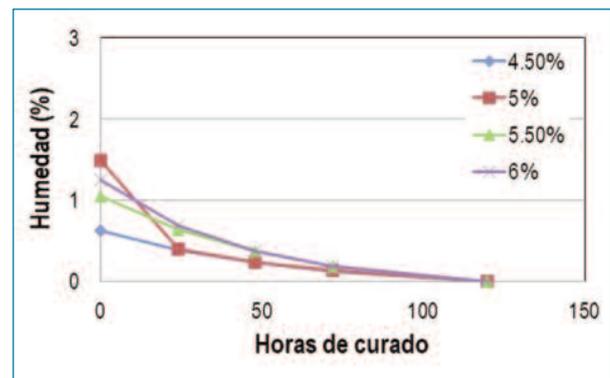


Figura 3. Evolución de la humedad residual en función del tiempo de curado

Adicionalmente y con fines comparativos se ha considerado una mezcla asfáltica en caliente (MAC) del tipo concreto asfáltico denso formulado con agregados graníticos y un ligante convencional (calificado como ligante asfáltico 70-100 por la Norma IRAM 6604 de Argentina) analizada en un trabajo previo [20]. La curva granulométrica de la misma (MAC) se

muestra en la Figura 2 con un ligante asfáltico que tiene una Penetración a 25°C de 82 1/10 mm y un Punto de Ablandamiento (Anillo y Bola) igual a 46.1°C. Posteriormente a la finalización de los ensayos se ha recuperado el ligante asfáltico de la mezcla MAC resultando una Penetración a 25°C igual a 77 1/10 mm y un Punto de Ablandamiento igual a 50.3 °C. Esta mezcla asfáltica en caliente fue seleccionada para las comparaciones de resultados por cuanto presenta características similares a las de la MTE. La Tabla 1 resume las principales propiedades volumétricas y mecánicas de estas mezclas.

Tabla 1. Propiedades de las mezclas consideradas

Mezcla	Ligante asfáltico (%)	DM (Kg/dm ³)	DTM (Kg/dm ³)	Vacíos (%)	VAM (%)	RBV (%)	Estabilidad (kN)	Fluencia (mm)	E/F (kN/mm)
MTE	5.0	2.428	2.550	4.8	16.9	71.7	3.77	3.2	1.21
MAC	5.1	2.546	2.618	2.8	15.7	82.5	9.92	3.1	3.20

3.2 Procedimiento experimental para la determinación de $|E^*|$ y ϕ

La determinación del módulo dinámico ha sido realizada usando la técnica de tracción indirecta por compresión diametral con cargas sinusoidales (Haversine) utilizando un equipo de ensayos servo-neumático, desarrollado en el Laboratorio Vial de la Universidad de Rosario [19]. El marco de carga está encerrado en una cámara de temperatura con un sistema de control en el rango de 0 a 50°C. Las mediciones del módulo dinámico se llevaron a cabo sobre dos probetas gemelas para 7 frecuencias de sollicitación (f) (5, 4, 2, 1, 0,5, 0,25 y 0,10 Hz) y 4 temperaturas (T) (10, 20, 30 y 40 °C) con el fin de tener una caracterización completa del comportamiento visco-elástico de estas mezclas asfálticas.

4. RESULTADOS OBTENIDOS, ANÁLISIS Y MODELIZACIÓN

Los resultados experimentales del módulo dinámico $|E^*|$ y ángulo de fase ϕ para las dos probetas ensayadas de cada una de las mezclas así como los respectivos valores promedios se presentan en la Tabla 2. Los mismos han sido utilizados para el ajuste de los modelos sigmoidal y H-S como se describe a continuación.

4.1 Caracterización reológica mediante un modelo sigmoidal

Los resultados experimentales de ambas mezclas han sido considerados para obtener las respectivas curvas maestras de variación de $|E^*|$ de acuerdo al modelo sigmoidal de la Ecuación (7) a través de un proceso de optimización usando la función Solver de la hoja de cálculo Excel.

La Figura 4(a) muestra las curvas maestras de variación de $|E^*|$ en función de la frecuencia para una temperatura de referencia de

25°C en tanto que la Figura 4(b) presenta la variación de $|E^*|$ en función de la temperatura para una frecuencia de referencia de 10 Hz utilizando el mismo modelo de comportamiento y para ambas mezclas asfálticas consideradas. De igual manera la Figura 5(a) muestra la variación del ángulo de fase ϕ función de la frecuencia para una temperatura de referencia de 25°C mientras que la Figura 5(b) hace lo propio en función de la temperatura a la frecuencia de referencia de 10 Hz.

La MTE presenta un comportamiento visco-elástico de similares características a una mezcla en caliente convencional: los módulos dinámicos son mayores a menores temperaturas o mayores frecuencias y menores para los casos contrarios. De igual manera, los ángulos de fase también responden a un comportamiento equivalente al de las mezclas en caliente con un aumento de los ángulos de fase para una reducción de la frecuencia o un incremento de la temperatura hasta un valor máximo para luego decrecer cuando se reduce la frecuencia o se aumenta la temperatura.

Los módulos dinámicos de la MTE son menores que los de la MAC para todas las frecuencias y temperaturas consideradas experimentalmente. En valores promedios los valores de $|E^*|$ para la MTE son aproximadamente el 48% de los correspondientes a la MAC. Para los ángulos de fase, los valores de ϕ para la MTE son mayores que los de la MAC en un 25% indicando que la MAC presenta en general, un comportamiento más elástico que la MTE.

La Figura 6 muestra la variación del coeficiente de traslación a_T en función de la temperatura observándose que la curva re-

Determinación de las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión asfáltica

Tabla 2. Resultados experimentales obtenidos

		MTE						MAC					
Temp. (°C)	Frec. (Hz)	IE* (MPa)	ϕ (°)										
		Prob. 9		Prob. 11		Promedio		Prob. 33		Prob. 34		Promedio	
0	5	9643	018.6	11362	17.2	10503	17.9	17343	8.0	18107	8.6	17725	8.3
0	4	9493	20.9	9856	19.7	09675	20.3	17074	10.6	17919	9.2	17497	9.9
0	2	8358	25.1	8819	19.9	8589	22.5	16160	12.1	17251	12.1	16706	12.1
0	1	7235	27.5	8102	20	7669	23.8	15129	13.6	16443	14.5	15786	14.1
0	0.5	6309	28.9	7173	21.5	06741	25.2	13986	15.2	15482	16.8	14734	16.0
0	0.25	5323	30	6195	23.3	5759	26.7	12742	16.4	14359	18.8	13551	17.6
0	0.1	3925	32.8	4806	28.2	4366	30.5	10978	18.9	12638	21	11808	20.0
10	5	6789	29.2	6457	26.6	6623	27.9	13395	18.2	14172	16.9	13784	17.6
10	4	6319	33.8	6268	27.7	6294	30.8	12700	19.4	14312	18.2	13506	18.8
10	2	4999	35.5	5293	28.9	5156	32.2	10936	22.1	12620	21.3	11778	21.7
10	1	3934	39.7	4297	30.9	4116	35.3	9240	24.9	10518	23.3	9879	24.1
10	0.5	3261	41.9	3632	32.1	3447	37.0	7560	27.4	8821	26	8191	26.7
10	0.25	2671	42	2746	35.3	2709	38.7	6361	27.9	7293	29	6827	28.5
10	0.1	1404	45	2016	38.1	1710	41.6	4652	28.1	5398	33.2	5025	30.7
20	5	3257	37.5	3252	35.4	3255	36.5	6910	23.9	7598	31.2	7254	28.5
20	4	2715	40.7	3096	37.4	2906	39.1	6619	26	7397	30.5	7008	28.3
20	2	2114	41.8	2333	37.7	2224	39.8	5274	28.3	6010	28.6	5642	28.5
20	1	1431	44.4	1754	38.3	1593	41.4	4232	32.1	4733	33.8	4483	33.0
20	0.5	1098	45.3	1248	37.7	1173	41.5	3309	34.2	3515	35.8	3412	35.0
20	0.25	762	45.9	1090	39.6	926	42.8	2568	36.1	2568	35.5	2568	36.8
20	0.1	639	45.4	712	39.9	676	42.7	1754	38	1744	37.9	1749	38.0
30	5	1088	40.4	1632	38.1	1360	39.3	3010	35.6	2734	39.9	2872	37.8
30	4	1056	39.5	1570	39.9	1313	39.7	2885	34.5	2367	41	2626	37.8
30	2	776	39.8	972	37.6	874	38.7	2140	37.1	1859	37.9	2000	37.5
30	1	528	40.3	644	41.3	586	40.8	1542	40.3	1303	37.3	1423	38.8
30	0.5	358	41.9	620	41.3	489	41.6	192	37.2	1043	33.9	1118	35.6
30	0.25	288	40.5	505	40.8	397	40.7	829	38.4	724	32.7	777	35.6
30	0.1	212	39.5	283	39.9	248	39.7	555	35.8	491	31.3	523	33.6
40	5	476	41.3	555	38.2	516	39.8	954	38.9	930	35.6	942	37.3
40	4	401	39.7	527	37.4	464	38.6	851	38.7	781	35.8	816	37.3
40	2	372	39.7	457	36.7	415	38.2	610	33	595	32.4	603	32.7
40	1	358	39.5	304	35.4	331	37.5	482	29.8	422	31.5	452	30.7
40	0.5	286	38.6	277	38.2	282	38.4	378	27.2	297	31.5	338	29.4
40	0.25	156	37.2	0214	34.3	185	35.8	294	24.9	289	27.6	292	26.3
40	0.1	86	35.7	94	35.7	90	35.7	237	20.1	270	25.5	254	22.8

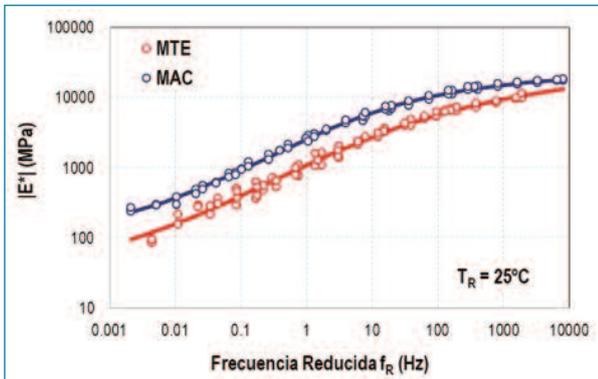


Figura 4(a). Variación del módulo dinámico $|E^*|$ en función de la frecuencia

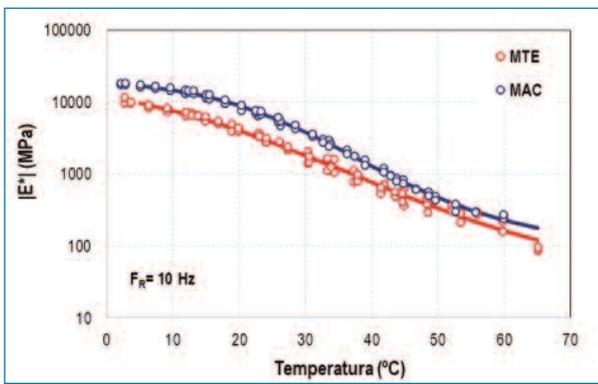


Figura 4(b). Variación del módulo dinámico $|E^*|$ en función de la temperatura

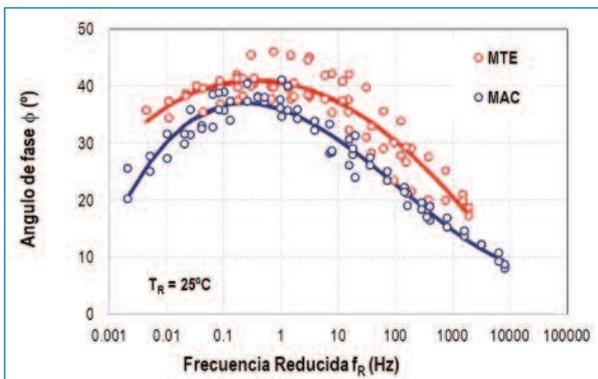


Figura 5(a). Variación del ángulo de fase ϕ en función de la frecuencia

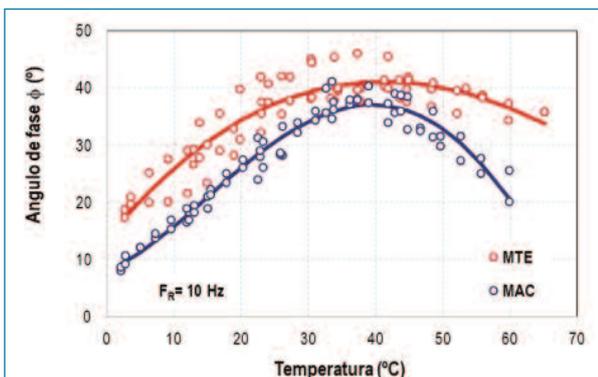


Figura 5(b). Variación del ángulo de fase ϕ en función de la temperatura

representativa para la MAC resulta más empinada que la correspondiente a la MTE. Dado que este coeficiente representa la susceptibilidad térmica de la mezcla, resulta que la MTE es menos susceptible a las variaciones de temperatura que la MAC.

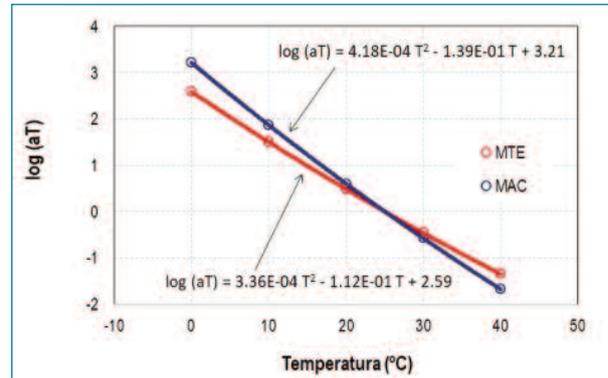


Figura 6. Variación del coeficiente aT en función de la temperatura

A fin de posibilitar la aplicación de estos resultados para el diseño estructural de pavimentos basados en principios mecánicos, la Tabla 3 presenta los parámetros resultantes para la MTE y la MAC del modelo sigmoideal de la Ecuación (8).

Tabla 3. Resultados experimentales obtenidos

Mezcla	E_0 (MPa)	E_∞ (MPa)	β	γ	C_A (°K)
MTE	19	21740	-0.290	-0.573	19385
MAC	89	21081	-0.457	-0.755	24090

4.2 Caracterización reológica mediante el modelo de Huet-Sayegh (H-S)

Al igual que para el modelo sigmoideal, se han ajustado los parámetros que definen el modelo H-S utilizando la función Solver de la hoja de cálculo Excel mediante un proceso de optimización por mínimos cuadrados de las diferencias entre valores medidos y resultantes del modelo.

Las Figuras 7(a) y (b) muestran la comparación entre valores medidos y resultantes de los modelos H-S de ambas mezclas analizadas para los módulos dinámicos $|E^*|$ y ángulos de fase ϕ respectivamente, de todas las combinaciones de frecuencias y temperaturas cubiertas por la experiencia.

El análisis de estas figuras muestra que los valores resultantes de los modelos para las mismas condiciones empleadas en las determinaciones experimentales se sitúan ajustadamente y a ambos lados de la línea de igualdad siendo esta tendencia mucho más marcada

Determinación de las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión asfáltica

para el módulo dinámico $|E^*|$ que para el ángulo de fase ϕ . Entonces, puede considerarse que los modelos H-S ajustados son suficientemente adecuados para describir el comportamiento reológico de estos materiales.

La Figura 8(a) muestra la variación del ángulo de fase ϕ en función de $|E^*|$ (Diagrama de Black) en la cual se observa que la MTE al igual que la MAC se comportan como materiales termo-reológicamente simples debido a la superposición de los datos obtenidos a diferentes temperaturas (0 a 40°C) y frecuencias (5 a 0.1 Hz) lo que posibilita el trazado de curvas maestras. Por otra parte, la MAC presenta un mayor comportamiento elástico a menores valores de $|E^*|$ aunque la situación es levemente inversa para los valores altos del módulo dinámico.

La Figura 8(b) muestra la variación de la componente viscosa E_2 en función de la componente elástica E_1 de $|E^*|$ (Diagrama Cole-Cole). Ambas mezclas presentan trazado similares con una marcada di-

ferencia en el valor máximo de E_1 para $E_2 = 0$. La Tabla 4 presenta los valores de los parámetros que definen los respectivos modelos H-S de la MTE y la MAC.

Los parámetros δ , h y k se vinculan a las características de fluencia de los elementos de respuesta parabólica respecto al tiempo del modelo observándose que la mezcla MTE presenta muy similares valores a los de la MAC, situación que podría explicarse a partir de la similitud de propiedades del residuo asfáltico de la MTE respecto al ligante 70-100 de la MAC [21].

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se han determinado las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión bituminosa (MTE) utilizando la metodología experimental de tracción indirecta con cargas sinusoidales a diferentes frecuencias y temperaturas. Con fines com-

Tabla 4. Parámetros del modelo H-S para las mezclas analizadas

Mezcla	E_∞ (MPa)	E_0 (MPa)	δ	k	h	C_A (°K)	τ_0 (s)
MTE	17230	22	1.01	0.48	0.48	17644	2.043×10^{-3}
MAC	21360	111	1.00	0.47	0.47	23122	$6,710 \times 10^{-3}$

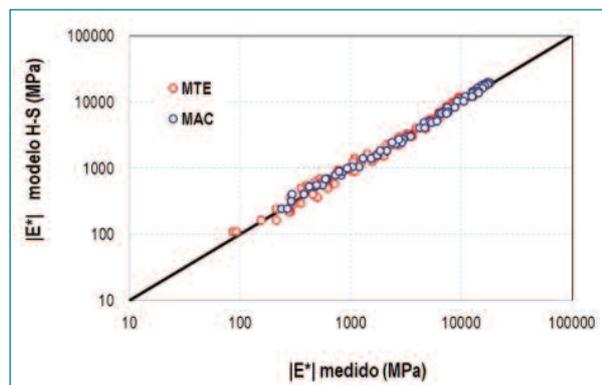


Figura 7(a). Comparación de valores medidos y modelados de $|E^*|$

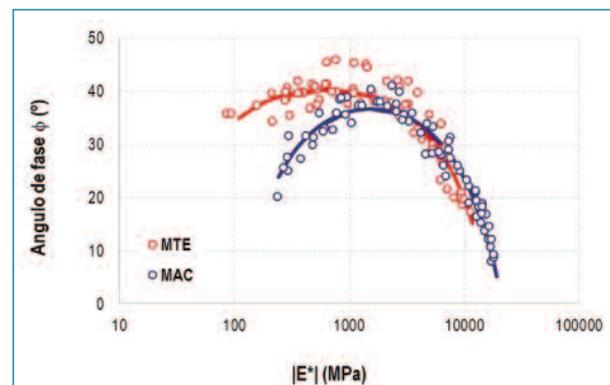


Figura 8(a). Diagrama de Black para las mezclas analizadas

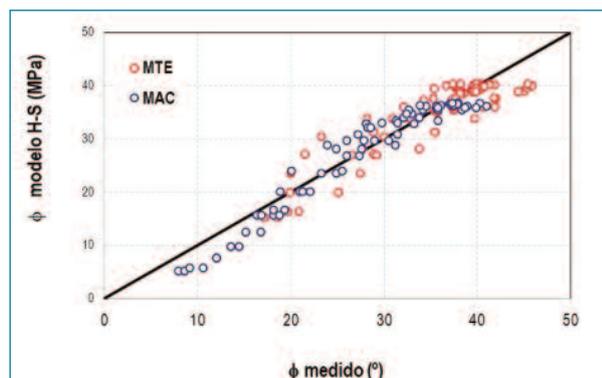


Figura 7(b). Comparación de valores medidos y modelados de ϕ

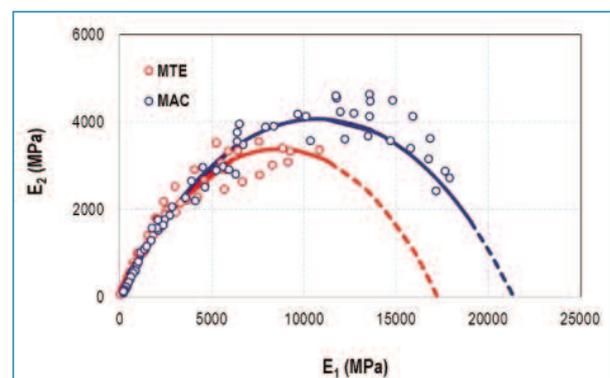


Figura 8(b). Diagrama de Cole-Cole para las mezclas analizadas

parativos, los mismos han sido contrastados con los obtenidos para una mezcla asfáltica convencional en caliente (MAC) y en ambos casos, se han empleado el modelo sigmoïdal y el modelo de Huet-Saeygh para describir el comportamiento reológico de las mismas.

La MTE presenta un comportamiento visco-elástico de similares características a una mezcla en caliente convencional: los valores de E^* son mayores a menores temperaturas o mayores frecuencias y menores para los casos contrarios. Ambas mezclas presentan un comportamiento termo-reológicamente simple permitiendo la utilización del principio de superposición frecuencia - temperatura y el trazado de curvas maestras de comportamiento.

Los ángulos de fase también muestran un comportamiento equivalente al de las mezclas en caliente con un aumento de los ángulos de fase para una reducción de la frecuencia o un incremento de la temperatura hasta un valor máximo para luego decrecer cuando se reduce la frecuencia o se aumenta la temperatura.

Los módulos dinámicos de la MTE son menores que los de la MAC para todas las frecuencias y temperaturas consideradas experimentalmente. Debe considerarse que durante la preparación de la mezcla en caliente, el ligante asfáltico se encuentra en condición de película delgada a altas temperaturas y ello podrá producir una rigidización del mismo y consecuentemente, una mayor rigidez de la mezcla asfáltica elaborada.

Finalmente, se presentan los parámetros que definen los modelos reológicos de ambas mezclas a fin de posibilitar e impulsar, al menos como una primera aproximación, la consideración de las mezclas templadas con emulsión en metodologías de diseño de pavimentos basadas en principios mecánicos.

6. REFERENCIAS

- [1] Rubio, M.C., Martínez, G., Baena, L. & Moreno, F. (2001). Warm mix asphalt: an overview. *Journal of Cleaner Production* 24, pp. 76-84.
- [2] López, C., Thenoux, G., Sandoval, G., Armijos, V., Ramírez, A., Guisado, F. & Moreno, E. (2017). Study of warm mix asphalt with super stabilized emulsion. *Estudio de mezclas asfálticas templadas con emulsión superestabilizada*. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, Vol. 32 N°1, pp. 57-64.
- [3] Pandey, Y., Shri M.P., Yadav, A. & Tare, V. (2015). Comparative Study of Emulsion Based Half Warm Mix and Cold Mix for Construction of SDBC and DBM. *International Journal for Scientific Research and Development* 3.3, pp 2933-2935.
- [4] Dinis Almeida, M., Castro Gomes, J. & Antunes, M. (2010). Mix Design Criteria for Half Warm Asphalt Recycling (HWMR) - Case Study. 16th International Road Federation World Meeting 2010, Lisbon, Portugal.
- [5] Garcia Santiago, J. L. & Lucas Ochoa, F. J. (2014). Mezclas templadas con reutilización del RAP con tasa alta y tasa total. Aplicación, experiencias reales y resultados. *Revista Asfalto de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas*, Número 14, Volumen IV, Tercer trimestre, pp 51-65.
- [6] García Prieto, A., Soto Sánchez, J. A. & Carvalho, T. (2009). Fabricación y puesta en obra de un reciclado templado con emulsión bituminosa. XV CILA, Lisboa, Portugal. pp 1075-1083.
- [7] García Prieto, A., Soto Sánchez, J. A. & Viera, L. (2009). Fabricación y puesta en obra de una mezcla drenante templada con emulsión bituminosa. XV CILA, Lisboa, Portugal. pp 1085-1093.
- [8] Guillermo José Colombo, G. J., Balige, M., Bisio, A. & Devoto, M. (2009). Pavimentación con mezclas asfálticas de bajas emisiones. XV CILA, Lisboa, Portugal. pp 985-994.
- [9] Lizárraga, J. M., Jiménez del Barco-Carrión, A., Ramírez, A., Díaz, P., Moreno-Navarro, F. & Rubio, M. C. (2017). Mechanical performance assessment of half warm recycled asphalt mixes containing up to 100 % RAP. *Materiales de Construcción*, Vol. 67, Issue 327, pp 1-10.
- [10] Swaroopa, S., Sravani A & Jain, P K. (2015). Comparison of mechanistic characteristics of cold, mild warm and half warm mixes for bituminous road construction. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*. Vol. 22, pp. 85-92.
- [11] Miranda Pérez, L., García Santiago, J. L., Uguet, N., Andaluz, D., Colás Victoria, M. del M., Lucas, F. J. & Gil, S. (2013). Mezclas templadas con emulsión bituminosa. *Revista Carreteras* Número Extraordinario, 4ª. Época. Asociación Española de la Carretera (AEC), pp. 30-36.
- [12] Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (ATEB). (2014). Mezclas templadas con emulsión bituminosa. Monografía
- [13] Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. (2012). Recomendaciones para la redacción de: pliegos de especificaciones técnicas para el uso de mezclas bitu-

Determinación de las propiedades visco-elásticas de una mezcla templada con emulsión asfáltica

minosas a bajas temperaturas.

- [14] NCHRP 1-37a.(2004). Mechanistic-Empirical design of new and rehabilitated pavement structures. Draft Report. Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC,.
- [15] Sayegh, G. (1967). Viscoelastic properties of bituminous mixtures. Proc. Second International Conferences on the Structural Design of Asphalt Pavements, Ann Arbor, Michigan, USA,.
- [16] Yusoff, N. I., Shaw, M. T & Airey, G (2011). Modelling the linear viscoelastic rheological properties of bituminous binders. *Construction and Building Materials* 25, pp. 2171–2189.
- [17] Olard, F. (2003). Comportement thermomécanique des enrobés bitumineux à basses températures. Relations entre les propriétés du liant et de l'enrobé. These. Ecole Doctorale des Sciences pour l'ingénieur de Lyon, France.
- [18] Cauhapé Casaux, M., Angelone, S. & Martínez, F. (2017). Evaluación del comportamiento visco elástico de mezclas asfálticas mediante modelos mecánicos. XIX CILA. Medellín, Colombia.
- [19] Martínez, F. & Angelone, S. (2010). Validación del módulo dinámico de mezclas asfálticas usando el ensayo de tracción indirecta. XXXVI Reunión del Asfalto. Comisión Permanente del Asfalto, Buenos Aires.
- [20] Martínez, F., Angelone, S., Andreoni, R. y Martinuzzi, R. (2007). Caracterización de mezclas asfálticas modificadas con adición de caucho reciclado de neumáticos descartados. XIV CILA, La Habana, Cuba.
- [21] Carret, J. C., Di Benedetto, H. & Sauzéat, C. (2018). Characterization of asphalt mixes behaviour from dynamic tests and comparison with conventional cyclic tension-compression tests. *Applied Sciences*, 8 (11).

Noticias del sector

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

La Asociación Española de la Carretera se posiciona con respecto al pago por uso de las carreteras y el “bono de movilidad”

La Asociación Española de la Carretera ha emitido un comunicado, a raíz de hacerse pública la intención del Gobierno de España de implantar un pago por usar las carreteras a partir del año 2024, con objeto de aportar consideraciones al debate y, en concreto, la propuesta “bono de movilidad”.

La red viaria española acumula un déficit de mantenimiento cifrado en 7.500 millones de euros, cantidad mínima necesaria para devolverlas a un estado aceptable, según el Informe sobre Necesidades de Inversión en Conservación de las Carreteras Españolas, publicado en julio de 2020. Este déficit de mantenimiento ha supuesto además un incremento en las emisiones de gases a la atmósfera que la AEC cifra en al menos 25 millones de toneladas de CO2 en la última década.

Ante esta situación de gravedad en términos económicos, medioambientales y de seguridad vial de la que no se prevén mejorías en los próximos años debido a los limitados recursos públicos y la prioridad en atender el gasto social (desempleo, pensiones, sanidad, educación...) frente a la conservación del patrimonio viario, la AEC entiende que es necesario replantear el modelo tradicional de financiación de las carreteras “dando paso a nuevas fórmulas -como la Euroviñeta- recogidas en la Directiva 2011/76/UE sobre la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras” que se sustentan sobre el principio de que “quien usa paga y quien contamina paga”.

La Asociación Española de la Carretera propone una “herramienta de financiación que permitiría recuperar los déficits de conservación acumulados, mejorar la calidad del

servicio y optimizar la movilidad gracias a la digitalización y la gestión medioambiental” asociada al pago por el sobreuso de las vías. “Lo recaudado debería conformar un fondo exclusivo para carreteras y transporte que permitiera acabar con el déficit, realizar acondicionamientos puntuales, minimizar emisiones, crear carriles reservados, reducir la accidentalidad o adaptar las vías a modos de movilidad que están por llegar”. Pero para que fuera efectivo “el Bono de Movilidad debería implantarse en todas las redes viarias, independientemente de su titularidad”.

Para la propuesta de escenario de implantación del sistema “Bono de Movilidad” la AEC propone partir de un hito 0 referencia a la que se irán sumando sucesivas estimaciones temporales:

- Despliegue de sistemas de control y sanción: hito 0 + 2 años a pleno rendimiento y con el período de pruebas superado
- Despliegue del sistema de geolocalización y puesta en servicio del modelo, con los sistemas informáticos en funcionamiento y el proceso completo de almacenamiento y gestión de datos: hito 0 + 3 años
- Equipamiento de OBU en todo el parque de vehículos: en un máximo de hito 0 + 4 años vía instalación obligatoria en ITV

El consejo gestor de ALEAS ha creado la figura de director y elige a Javier Loma para ocupar dicho cargo

La Agrupación de Laboratorios de Entidades Asociadas a ASEFMA (ALEAS) mantuvo el pasado mes de julio una reunión por videoconferencia para abordar, entre otras cuestiones, la revisión del reglamento de régimen interno.

Una de las decisiones más relevantes que se tomaron fue la creación de la figura de director, que ha pasado a formar parte también del consejo gestor, y la votación de la

persona que iba a ocupar dicho cargo.

Javier Loma, director de tecnología y desarrollo de PADECASA, fue la persona elegida por unanimidad como el nuevo director de ALEAS, el primero en ocupar dicho cargo desde que se constituyó la entidad en noviembre de 2012. Juan José Potti, presidente de ALEAS, quiso destacar tras conocer el resultado de la votación “la profesionalidad, compromiso con la investigación en materia de mezclas asfálticas y el impulso que Javier Loma siempre ha dado a ALEAS”.

Hasta la fecha, la entidad ha publicado distintos documentos y recursos disponibles libremente online que contribuyen a generar y minimizar las dispersiones de los ensayos. Además, ALEAS también viene participando asidua y activamente en las jornadas técnicas que organiza anualmente ASEFMA para presentar los avances de sus últimos trabajos.

La ATC ha presentado un documento sobre evaluación del firme de una carretera BIT a partir de su inspección visual

El nuevo documento elaborado por la ATC sobre “Metodología para la evaluación del firme en una carretera de baja intensidad de tráfico a partir de su inspección visual” ya ha salido a la luz. Su presentación oficial tuvo lugar el pasado 8 de julio en una jornada promovida por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y de la que son patrocinadores ASEFMA, ACEX, ANTER y ATEB. Dicho documento responde a las necesidades encontradas tras recabar información sobre la gestión de la conservación en las carreteras de baja intensidad de tráfico en diputaciones provinciales, forales y cabildos.

ATC explicó en una nota informativa que “Se consideran carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) en España a todas aquellas que tienen una IMD inferior a 2.000 vehículos/día o bien cuya categoría de tráfico pesado sea T31 o inferior (menos de 200 vehículos pesados/carril y día)” y de los trabajos que desarrolla su Comité Técnico de Carreteras de Baja Intensidad, autor del nuevo documento publicado. En ella también menciona la encuesta realizada por dicho comité sobre la gestión de la conservación en las carreteras BIT. “Los resultados son heterogéneos y con porcentajes bajos especialmente en las carreteras dependien-

tes de las diputaciones provinciales, forales y cabildos (DPFC)” Sin embargo, resalta que “en lo relativo a los firmes, en el 89% de las comunidades autónomas y en el 100% de las DPFC se hace inspección visual del firme, complementando así la escasa auscultación que se realiza”.

Fueron precisamente los resultados de dicha encuesta los que motivaron al Comité a elaborar un documento sobre “Metodología para la evaluación del firme en una carretera de baja intensidad de tráfico a partir de su inspección visual” con “propuesta de posibles actuaciones de conservación del firme mediante soluciones técnicas sostenibles” que permite unificar los criterios de evaluación visual del firme y que, mediante unos indicadores facilitase evaluar el estado del firme y su evolución en el tiempo, sirviendo como un sistema de gestión de los firmes muy elemental.

“El documento tiene como objetivo ayudar a las Administraciones responsables de las carreteras BIT cuando tengan que tomar decisiones sobre la conservación de los firmes de sus carreteras”, explicó el Comité de la ATC. “Suele ser habitual que la conservación del firme se gestione siguiendo la línea de la conservación curativa, pero es muy importante, siempre que sea posible, realizar actuaciones de tipo preventivo, pues son más económicas a medio y largo plazo y mantienen la carretera en un estado de servicio cómodo y seguro para el usuario”.

La publicación “Metodología para la evaluación del estado del firme en una carretera de baja intensidad de tráfico a partir de su inspección virtual” explica los tipos de firmes habituales en carreteras BIT, deterioros a valorar y caracterización de los mismos. Respecto al estado del pavimento, propone una evaluación numérica del estado del firme a partir de la inspección visual y cálculo de indicadores de estado de deterioro (IED) y de la carretera (IEC). Finalmente aporta criterios generales para priorizar las actuaciones y recomienda propuestas de actuación para cada deterioro.

PADECASA y la UAX crean una cátedra sobre pavimentación viaria

El campus de la UAX en Villanueva de la Cañada acogió el pasado 15 de junio la reunión inicial de la nueva cátedra PADECASA-UAX por la que se desarrollarán “actividades de asesoramiento, formación, investigación y difusión relacionados con los próximos retos del sector de la pavimenta-

ción viaria, entre los que destacan las nuevas técnicas y materiales, la transición ecológica y la transformación digital“. Así lo ha anunciado la Universidad madrileña en un comunicado online.

A dicha reunión acudieron en representación de PADECASA, Francisco Díez y Javier Loma, CEO y director de Tecnología y Desarrollo respectivamente; y por parte de UAX, el presidente Jesús Núñez, la rectora Isabel Fernández, el director de la Escuela Politécnica Superior (EPS), Luis Couceiro, la directora de la Fundación Universidad Alfonso X el Sabio (FUAX), Carmen Caballero, y el director del Área de Ingeniería y Arquitectura, Ángel Sampedro, quien ha sido nombrado director de la Cátedra PADECASA-UAX.

“Hemos iniciado un nuevo camino integrando nuestra empresa dentro de la universidad mediante la creación de esta cátedra que nos permitirá incrementar nuestros conocimientos a la vez que aportamos toda nuestra experiencia a los futuros ingenieros“, destacó al respecto el director de tecnología Javier Loma. Por su parte, Ángel Sampedro, que dentro de ASEFMA también es coordinador del GT-4, expresó “Es un honor ser protagonistas de esta colaboración universidad-empresa entre PADECASA y UAX para recorrer juntos la Década de la Acción, incidiendo en la innovación y la sostenibilidad“.

La relación entre ambas entidades comenzó ya antes de dicha reunión de inicio de actividad, informan desde PADECASA y la UAX. Estudiantes de la Escuela Politécnica Superior están realizando sus prácticas externas en distintos departamentos de la empresa que, además, ya ha acogido distintas visitas de estudiantes a sus instalaciones y obras. A partir del próximo curso académico 2021-22 esta vinculación se estrechará y los alumnos de la UAX podrán realizar sus Trabajos Fin de Grado y Máster en proyectos desarrollados por la Cátedra.

Becsa ha conseguido la aprobación de la ayuda correspondiente a la convocatoria de la Agència Valenciana de la Innovació (AVI) del Programa de Consolidación de la Cadena de Valor Empresarial por la concesión del proyecto ReCyclingLane

<https://t.co/fYQpbULNKA?amp=1>

El pasado 27 de julio fueron publicadas las ayudas correspondientes a la convocatoria de la Agència Valenciana de la Innovació (AVI) del Programa de Consolidación de la Cadena de Valor Empresarial, concediéndose a BECSA el proyecto ReCyclingLane, un proyecto dirigido al estudio y caracterización de pavimentos compuestos por materiales reciclados para su uso en carriles bici.

Actualmente, el sector de los transportes es responsable de casi un tercio del consumo energético y un cuarto de las emisiones de CO2 producidas en el mundo, suponiendo su construcción entre un 10% y un 20% de dichas emisiones. Es por ello por lo que se hace cada vez más necesario el uso de materiales reciclados que permitan reducir el impacto ambiental y que amplíen la vida útil de las materias.

Por el momento se desconocen los beneficios que puede conllevar el diseño de pavimentos con materiales reciclados en vías exclusivas para ciclistas, pero sus reducidas exigencias estructurales hacen pensar que el contenido pueda ser muy superior al empleado en carreteras, consiguiendo incluso pavimentos 100% reciclados.

Por ello, el proyecto ReCyclingLane tiene como objetivo el estudio y caracterización del comportamiento de pavimentos compuestos por materiales reciclados provenientes de residuos de construcción y demolición para su uso en carriles bici. Estos materiales se proponen como sustitutos de los áridos naturales utilizados en la fabricación de pavimentos de carreteras para su empleo en la construcción de vías ciclistas.

En base a dicho estudio, se propondrán nuevas mezclas dirigidas a obtener infraestructuras más duraderas y seguras, a la par que sostenibles al emplear residuos en su construcción incrementando su ciclo de vida.

Se planea recoger toda la información y resultados de

la investigación en una guía de diseño de secciones de firme para carriles bici compuestos por materiales reciclados, junto con recomendaciones para la fabricación y puesta en obra de pavimentos reciclados para carriles bici y recomendaciones para la utilización de pavimentos reciclados como moderadores de tráfico.

ACEX convoca la XVII edición del Premio Nacional ACEX

La Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX) ha convocado la decimo-séptima edición del Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación 2021, abierto a todas las empresas o particulares que presenten trabajos basados en la seguridad en la conservación y en el mantenimiento de infraestructuras.

El plazo de recepción de candidaturas ha finalizado el pasado día 7 de septiembre de 2021.

La votación por internet se ha podido realizar entre los días 15 y 30 de septiembre de 2021.

Por último, la entrega del premio se realizará el día 19 de octubre de 2021.

#94

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las carreteras con pavimentos bien mantenidos con mezclas bituminosas ofrecen una superficie de rodadura cómoda, silenciosa, segura y con bajo consumo de combustible” (Editorial)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

XI Jornada Técnica de Asefma

Los días 26 y 27 de mayo de 2021 se celebró, de forma virtual, la decimoprimer Jornada Técnica de Asefma, que llevó por título “Una mirada hacia el futuro. Puerta abierta a los retos de la sostenibilidad”.

Antes de entrar en la temática tratada en la misma, así como en las conclusiones obtenidas, puede ser interesante hacer un poco de historia.

En el año 2011 se inició la andadura de una nueva jornada organizada por Asefma, que se denominó “Jornada de ensayos”, cuyo principal objetivo era dar visibilidad a todas aquellas comunicaciones libres presentadas a la jornada anual y a las que no se les podía dedicar toda la atención requerida por falta de tiempo.

Con el paso de los años, esta jornada fue creciendo tanto en prestigio como en asistentes, convirtiéndose en la jornada técnica de referencia de mezclas bituminosas del sector en España.

Entre sus características más importantes destacan, por una parte, la capacidad de difusión de los trabajos técnicos, tanto a nivel nacional como internacional (no en vano, desde su segunda edición en el año 2012, fue emitida en streaming, alcanzando gran repercusión en redes sociales). También destaca por ser un foro de comunicación entre expertos, favoreciendo la interactividad y el debate.

Pues bien, tras 10 años de “Jornada de ensayos”, se inicia una nueva etapa, cambiando su denominación a “Jornada técnica de Asefma”, pero manteniendo la numeración, así como también sus objetivos fundamentales de difusión y debate técnico entre expertos, favoreciendo la participación de los asistentes.

Así, la XI Jornada Técnica planteó una serie de retos que el sector tiene que abordar en un futuro no muy lejano, con el objetivo de que, en las próximas ediciones, se reciban y difundan trabajos que puedan plantear soluciones a dichos retos.

Entrando ya en detalle, la jornada estuvo dividida en 5 sesiones, en las que se expusieron los retos que plantea la sostenibilidad de las mezclas bituminosas. En dichas sesiones



se trataron temas tan importantes como la relación de las materias primas con la sostenibilidad de las mezclas bituminosas, la contribución del sector a la descarbonización, o la durabilidad de las mezclas y sus soluciones.

Tras las presentaciones y los coloquios realizados, surgieron una gran cantidad de retos, que el sector deberá superar en un futuro cercano.

Si hablamos de economía circular, hubo consenso en que el sector está preparado para reutilizar sus propios residuos e incluso reciclar los de otros procesos; pero se debe priorizar la reutilización del fresado frente a la incorporación de residuos que puedan afectar a la reutilización de las mezclas bituminosas. Quedan cuestiones muy importantes por definir y en las que hay que avanzar, como pueden ser la aplicación de nuevos ensayos para el control y diseño de mezclas que incorporan material fresado, o la mejora del tratamiento de

Eventos

este material para transformarlo en una materia prima de calidad. También se planteó el reto de la adaptación y modernización de las instalaciones para promover la reutilización del material fresado.

Durante la jornada, quedó claramente expuesta la relación de la sostenibilidad con las materias primas y los procesos de producción, abordándose temas como la fabricación a menor temperatura o las buenas prácticas ambientales en relación con el uso de los áridos.

Mención aparte merece la sesión dedicada a la durabilidad, donde se dio una visión global de la influencia de los diferentes factores que afectan a la durabilidad, tanto desde el punto de vista de diseño de las soluciones del firme, como de la selección del tipo de producto adecuado a emplear en función de las necesidades, adecuando el diseño de las mezclas bituminosas a la aplicación concreta. Esta durabilidad de la solución se analizó tanto desde el punto de vista estructural como funcional, haciendo especial hincapié en las buenas prácticas en la fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas.

Como no podía ser de otra forma en este tipo de jornada, se plantearon diferentes retos relacionados con la medición de las características de las mezclas, tanto convencionales como las fabricadas a menor temperatura, proponiéndose la adaptación de algunos ensayos existentes, así como la incor-

poración y el empleo de otros nuevos.

Debido a que todas las cuestiones anteriormente planteadas vienen afectadas por la normativa vigente, se propusieron posibles modificaciones y mejoras en la misma para avanzar hacia la mayor sostenibilidad buscada.

Otro reto que salió a la luz fue el de la necesidad de la aplicación de la digitalización al sector, tanto en el proceso de fabricación como en el de puesta en obra. Es el Asfalto 4.0, que ayudará a incrementar la durabilidad mediante el control de los procesos en tiempo real.

Finalmente, se analizaron algunas herramientas disponibles para poder medir la sostenibilidad del proceso, como son las Declaraciones Ambientales de Producto o el Análisis del Ciclo de vida (de la cuna a la cuna), planteándose los retos pendientes en este campo.

En definitiva, durante la jornada, se pudo observar que el sector continúa avanzando por el camino de la sostenibilidad, quedando diferentes retos por resolver.

Por ello, desde el Comité Técnico de Asefma, se hace un llamamiento a los técnicos del sector para continuar avanzando, estando prevista la solicitud de comunicaciones libres para la XII Jornada Técnica de Asefma, a celebrar en el año 2022, que se basará principalmente en las aportaciones técnicas recibidas, manteniendo los objetivos de difusión de los trabajos técnicos y debate sobre los mismos.



Calendario de eventos

AÑO 2021		
30 de septiembre 1 de octubre EAPA	7th International Seminar Asphalt Pavements 2021	Opatija (Croacia) www.eapa.org
4-5 de octubre EUROBITUMEN	IDRRIM Congress	Rennes-(Francia) www.eurobitume.eu
11 de octubre ASEFMA	Día Mundial de la Carretera Madrid (España)	www.worldroadday.org
21-22 de octubre	25º Symposium Nacional de Vías y Obras de la Administración Local (Vyodeal)	Pontevedra (España)
26-28 de octubre AEMA	ISAET'21 (International Symposium on Asphalt Emulsion Technology)	Virtual www.aema.org
26-28 de octubre ATC	XVI Jornadas de Conservación de Carreteras	Sevilla-(España) www.atc-piarc.com
2-4 de noviembre ACEX	Trafic	Madrid (España) www.acex.eu
10-12 de noviembre	31ª Semana de la Carretera	Madrid (España)
18 de noviembre ATEB	#SeminarioATEB	Virtual
23-24 de noviembre EAPA	AV'21 Conference Asphalt Pavements	Republica Checa www.eapa.org
23-25 de noviembre ITAFEC	#interCILA 2021	www.intercila.com
4 de diciembre EUROBITUMEN	Asfalt Dag	Amersfoort-(Países Bajos) www.eurobitume.eu
14-15 de diciembre ASEFMA	XVI Jornada Nacional de Asefma	Madrid-(España) www.asefma.es
15-16 de diciembre	2º Congreso Español de Smart Roads	Madrid-(España)
15-16 de diciembre	III Congreso InterCISEV (Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial)	Madrid-(España)
AÑO 2022		
9-13 de enero TRB	TRB 2022 Annual Meeting	Washington DC (EUA) www.trb.org
20 de enero EUROBITUMEN	Recontres Bitume 2022	Paris (Francia) www.eurobitume.eu
23-26 de enero NAPA	2022 NAPA Annual Meeting	The Phoenician (EUA) www.eapa.org
8-11 de febrero PIARC	XVI Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia de la carretera	Calgary (Canada) www.atc-piarc.com
23-de marzo EUROBITUMEN	Asphalt and Bitumen Day 22	Bruselas (Bélgica) www.eurobitume.eu
25 de octubre PIARC	2ª Conferencia Internacional de PIARC sobre la explotación y la seguridad de los túneles de carretera y VIII Simposio Nacional de Túneles	Granada (España) www.atc-piarc.com
AÑO 2023		
8-12 de enero TRB	2023 NAPA Annual Meeting	Washington DC (EUA) www.trb.org
2-6 de octubre NAPA	27th World Road Congress	Praga (República Checa) www.eapa.org



ADVANTAGE 36: Safer for the highway workers #AsphaltAdvantages

Reducimos **EMISIONES**, REFORZANDO el firme →

OCTUBRE 2021

Colaboran:

EVENTOS

- 11 de octubre
#WorldRoadDay
#DiaMundialdeLaCarretera
- 20-21 de octubre
#XVIJornadaAsefma

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



ADVANTAGE 56: Smooth asphalt pavements contribute to fuel consumption savings #AsphaltAdvantages

Reducimos **EMISIONES**, REFORZANDO el firme →

NOVIEMBRE 2021

Colaboran:

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

Lecturas recomendadas

Normativa "Technical basis of changes to Guide to Pavement Technology. Parts 2 and 5". Mayo 2021.

Austrroads ha publicado dos informes técnicos en los que se recoge la investigación en la que se basan los cambios introducidos en la Guía de Tecnología de Pavimentos.

Los informes detallan la base técnica de los cambios introducidos en la Guía de Tecnología de Pavimentos Parte 2: Diseño Estructural de Pavimentos y en la Guía de Tecnología de Pavimentos Parte 5: Diseño de Evaluación y Tratamiento de Pavimentos.

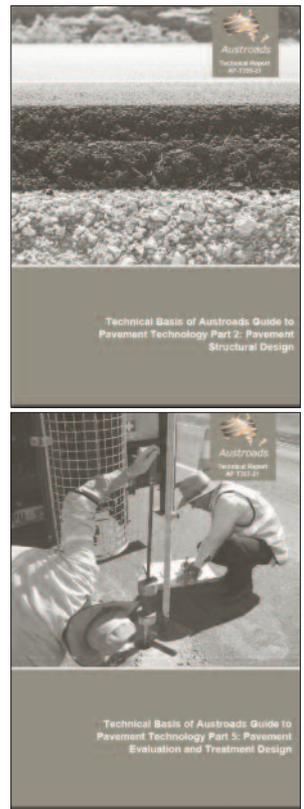
"La Guía de Tecnología de Pavimentos Parte 2: Diseño Estructural de Pavimentos" proporciona los procedimientos básicos de diseño de pavimentos de carreteras utilizados por todas las agencias de carreteras de los estados y territorios australianos, la Agencia de Transporte de Nueva Zelanda y la mayoría de los gobiernos locales.

Los resultados de muchos proyectos de investigación y desarrollo se incorporaron a la edición de 2017 en la Parte 2, lo que hace que su lanzamiento sea uno de los hitos más significativos en la larga historia de los procedimientos de diseño de pavimentos de Austrroads.

La edición de 2017 de la Parte 2 ha incluido mejoras en el diseño de pavimentos flexibles, una revisión significativa de los procedimientos utilizados para calcular el tráfico de diseño, nuevos procedimientos para el diseño de pavimentos con explanadas estabilizadas con cal, y métodos mejorados para predecir la vida de fatiga en servicio de los materiales tratados con cemento y estimar los módulos de diseño de asfalto y materiales tratados con cemento.

"La Guía de Tecnología de Pavimentos Parte 5" proporciona orientación sobre la selección y el diseño de los tratamientos de refuerzo para rehabilitar los pavimentos. Se trata de una parte integral de la gestión de una red de carreteras.

La edición más reciente de la guía ha mejorado el procedimiento de diseño y ha ampliado su uso a una amplia gama de tratamientos de refuerzo, incluidos los recubrimientos asfálticos, las incrustaciones, los bacheos importantes y la estabilización de las capas del pavimento y la subrasante. El procedimiento es idéntico al procedimiento mecánico-empírico para el diseño de nuevos pavimentos (detallado en la Parte 2), con la adición de una fase inicial que determina las propiedades de los materiales del lecho de la carretera.



<https://austrroads.com.au/latest-news/technical-basis-of-changes-to-guide-to-pavement-technology>



Informe “Structural Study of Cold Central Plant Recycling Sections at the National Center for Asphalt Technology (NCAT) Test Track: Phase III”. Virginia Transportation Research Council. 2021. 28 p.p.

El Departamento de Transporte de Virginia (VDOT) contrató al Centro Nacional de Tecnología del Asfalto (NCAT) en 2012 para instalar, instrumentar y supervisar tres secciones de prueba de pavimento en la pista de pruebas del NCAT. El propósito de este estudio era evaluar el rendimiento de dos de las tres secciones de prueba originales después de aproximadamente 30 millones de cargas de eje equivalentes (ESAL) de 18 kip.

Ambas secciones de prueba, las secciones N4 y S12, incluían una capa de mezcla bituminosa en frío reciclada en planta, de 5 pulgadas de espesor, colocada encima de una capa de soporte.

La capa de reciclado en frío en planta (CCPR) se colocó encima de una base de árido compactado (Sección N4) y sobre una base estabilizada con cemento (Sección S12) producida usando el equipo y los procedimientos Full Depth Reclamation (FDR). Los tramos de ensayo se evaluaron mediante la instrumentación del pavimento y la monitorización periódica de las prestaciones para medir la respuesta y las posibles tensiones derivadas de la carga de los camiones.

El estudio concluyó que los dos tramos de ensayo son ejemplos de estructuras de pavimento nuevas o reconstruidas que incluyen CCPR o una capa de base estabilizada (similar al FDR) que puede lograr una larga vida útil bajo el tráfico de camiones pesados. La sección S12, que contiene la capa de base estabilizada (similar a la FDR), mostró niveles de deformación muy bajos y sin deterioro evidente en la superficie después de 30 millones de ESAL.

https://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/21-R22.pdf

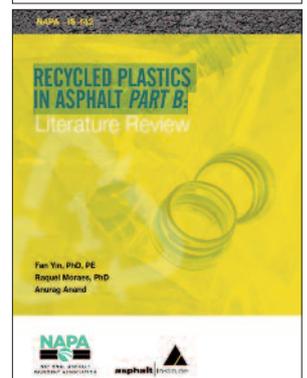
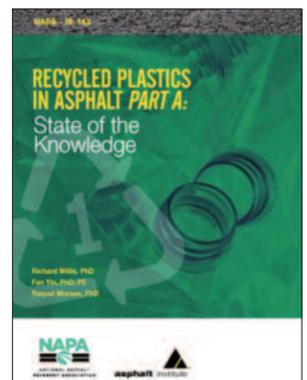
Informes “Recycled plastics in asphalt. Parts A and B”: Asphalt Institute. Octubre 2020

Este documento describe cómo los tecnólogos de la pavimentación asfáltica han sido líderes durante años en el mundo del reciclado/reutilización. Este informe resume varios de los materiales que se han reciclado (o evaluado), y utiliza esta experiencia para tratar un tema de interés mundial: el reciclaje del plástico.

Un aspecto a destacar es que la ingeniería, la ciencia y la economía han conducido a resultados exitosos, pero reciclar por reciclar puede no ser lo mejor para la durabilidad de los pavimentos asfálticos o, incluso, la opción más sostenible.

Este informe, junto con el documento de síntesis que lo acompaña intentan evaluar el estado actual de los conocimientos sobre el reciclado de plásticos en nuevas mezclas asfálticas.

<https://member.asphaltpavement.org/Shop/Product-Catalog/Product-Details?productid=%7BF14FF467-921F-EB11-A813-000D3A4DF1CD%7D>



Transnational Research Programme (CEDR)

<https://www.cedr.eu/research-and-innovation>

La "Conference of European Directors of Roads" (CEDR) es una organización compuesta por administraciones nacionales de carreteras europeas que promueve la excelencia en la gestión de las carreteras.

Dentro de sus actividades ordinarias gestiona una convocatoria de proyectos de I+D+i que desde 2008 ha permitido el desarrollo de tecnologías diversas relacionadas con la construcción, mantenimiento y gestión de las carreteras.



La última convocatoria, publicada en 2020, y que se cerró en febrero de 2021, tenía dos programas de actuación:

- Impact of CAD on Safe Smart Roads
- Resource Efficiency and Circular Economy

El objetivo del programa de investigación "impacto of CAD on Safe Smart Roads" es preparar a las autoridades nacionales de carreteras para los futuros retos de la conectividad, la digitalización y la automatización para llegar a un flujo de tráfico bien gestionado de forma autónoma. Este programa de investigación tiene los siguientes subtemas:

- Infraestructura digital

- Conectividad
- Gestión del tráfico

El objetivo del segundo programa de investigación es acelerar la transición del sector de las infraestructuras viarias en Europa, pasando de la economía lineal a la economía circular buscando eficiencia de recursos. Este programa de investigación tiene los siguientes subtemas

- Medición y gestión de las prestaciones
- Contratación pública para fomentar la innovación circular
- Investigación de materiales para la infraestructura viaria

Dada la relevancia que tienen los miembros de CEDR en la gestión de la red de carreteras europea, su apoyo a la I+D+i transmite un mensaje de apoyo a la innovación que es clave en unos momentos en los que cuestiones como la descarbonización de todas las actividades y el desarrollo de la conducción automatizada/autónoma van a ser elementos centrales en la planificación estratégica de las administraciones públicas de carreteras.

CEDR también promovió la convocatoria Infravation que estaba financiada por el programa europeo ERA-NET Plus sobre innovación en infraestructuras, que se desarrolló entre 2014 y 2018. El objetivo del programa Infravation era apoyar la investigación que generara soluciones innovadoras casi listas para llegar al mercado para resolver los problemas actuales de las infraestructuras viarias, mejorando al mismo tiempo la relación coste-rendimiento de las infraestructuras en un 50%.

Otro proyecto de I+D+i de gran relevancia en el que ha participado CEDR es Infra4Dfuture, correspondiente al programa marco H2020, cuyo objetivo es identificar temáticas futuras que van a requerir desarrollos de I+D+i <http://www.i4df.eu/>.

Soluciones Medioambientales

ADITIVOS PARA MEZCLAS SEMICALIENTES
AGENTES ANTIADHERENTES Y LIMPIADORES
RECICLADO DE PAVIMENTOS
LIMITADORES DE EMISIONES



Your road to **Green** solution



Observatorio del sector

PRODUCCIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN 2020

“Asphalt in Figures” es una publicación anual de EAPA (European Asphalt Pavement Association) que recopila información sobre producción de mezclas bituminosas en Europa y EE.UU. La información está desglosada por países y recoge los datos enviados por las diversas asociaciones nacionales que forman EAPA.

Esta publicación es la fuente de referencia, no solo para estudios de mercado, sino como sistema de prospectiva tecnológica, ya que incluye información detallada sobre un importante número de factores que afectan al devenir futuro de la pavimentación asfáltica.

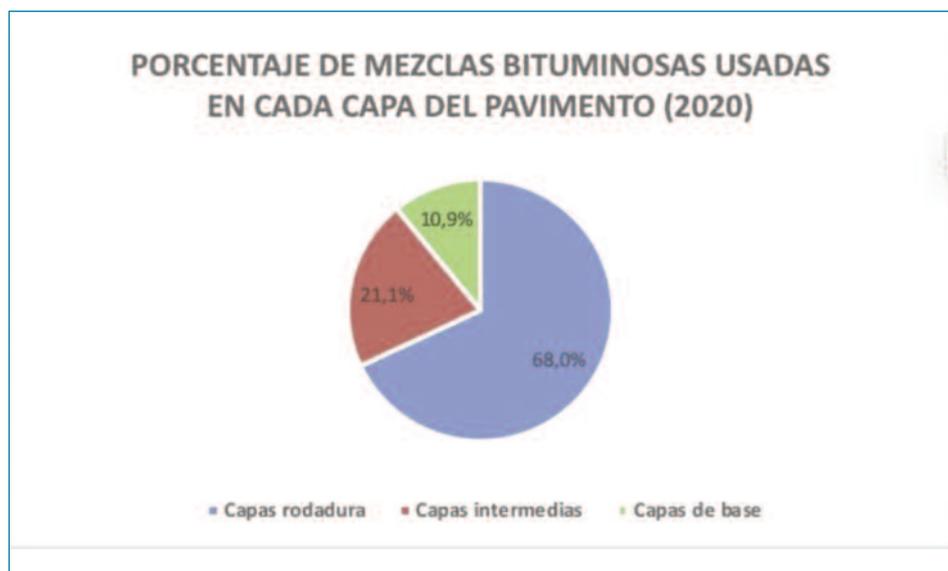
En los próximos meses se publicarán los datos correspondientes al año 2020, pero, como anticipo, se muestran a continuación los datos de España.

La producción total de mezclas bituminosas en 2020 ha sido de 17,1 millones de toneladas, lo que supone una caída del 9% respecto a los datos del 2019, lo que rompe la lenta senda de recuperación que se había iniciado en 2016. Estas cifras muestran una imagen preocupante ya que siguen estando muy lejos de las que serían normales para un país con una red de carreteras que es la segunda en extensión en Europa.

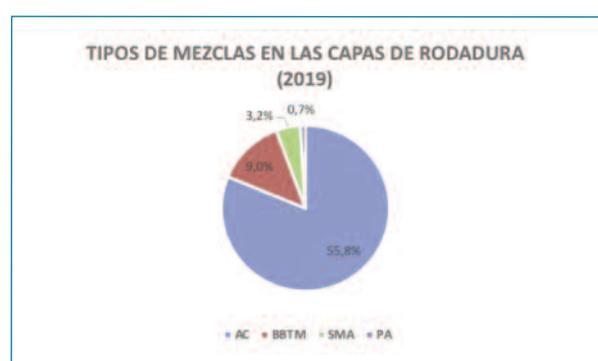
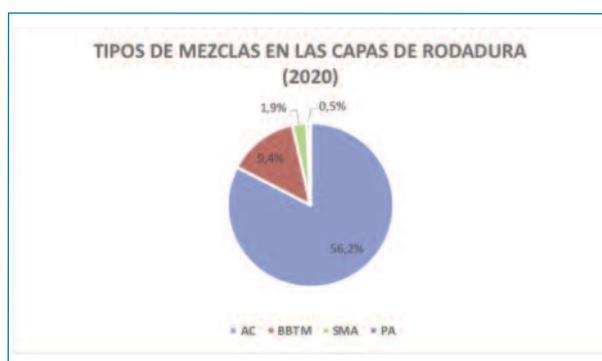


Secciones fijas

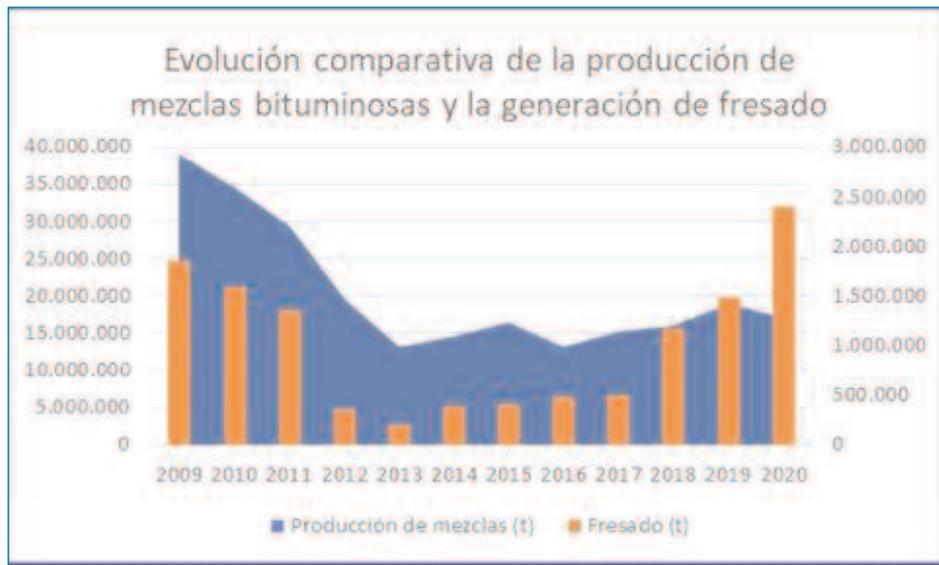
Analizando más en detalle la tipología de mezclas que se engloban bajo las cifras anteriormente mencionadas, se vuelven a confirmar los datos observados de 2019 en los que había una mayor participación de las mezclas destinadas a capas intermedias y de base.



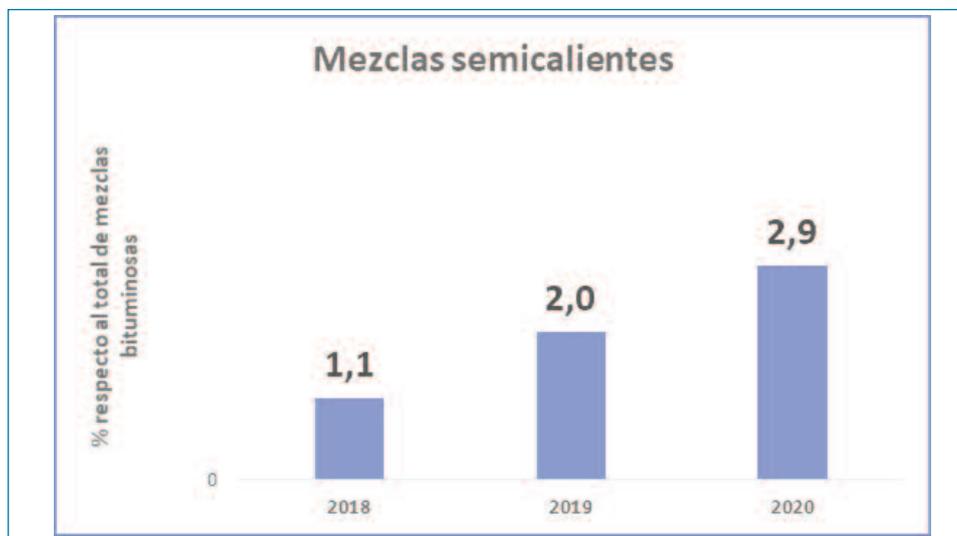
Centrándonos en las capas de rodadura, los datos recogidos en 2020 tienen como principal novedad respecto a los de 2019 una ligera caída de las mezclas SMA, lo que rompe un historial alcista de este tipo de mezclas a lo largo de los últimos años. La proporción relativa de mezclas BBTM y PA continúa con unos porcentajes similares.



Otro elemento destacable de la encuesta es la generación de material fresado proveniente de materiales asfálticos. En este punto hay que señalar que el importante incremento en la generación de fresado se puede deber a un cambio metodológico en la recopilación de datos que, muy probablemente, hacía que los datos de años anteriores estuviesen minusvalorados. También hay que reseñar, que la cantidad de asfalto recuperado (es decir, aquel que se emplea para fabricar mezclas bituminosas) respecto al asfalto retirado (el material retirado de pavimentos asfálticos) supone, aproximadamente, un 59%, lo que indica que queda un importante campo de mejora en la aplicación de la economía circular en el sector.



Además de potenciar el uso de asfalto recuperado, el uso de mezclas bituminosas fabricadas a baja temperatura es un elemento que apoya la sostenibilidad ambiental de los pavimentos asfálticos. Como puede verse en el gráfico siguiente, su utilización ha aumentado ostensiblemente lo que es una muy buena noticia para el sector. En los últimos dos años, casi se ha triplicado el uso de estas mezclas pero su utilización sigue siendo reducida dentro del mercado de mezclas bituminosas.



Como resumen, en 2020 hemos asistido a una caída del mercado de mezclas bituminosas que, posiblemente, se haya debido a la incidencia general en la economía de la pandemia de la COVID-19. Los datos recogidos muestran una tendencia creciente hacia operaciones de rehabilitación de mayor envergadura que en los últimos años, lo que es un indicador del mal estado de los firmes.

En cuanto a la implicación del sector en la economía circular, los datos de uso de asfalto recuperado muestran a uno de los sectores líderes en la reutilización. Si a esto unimos un despegue del uso de tecnologías de fabricación con menor impacto ambiental, podemos decir que nos encontramos en la senda adecuada para apoyar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.



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: Noxepur[®],
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.



European Asphalt Pavement Association

Newsletter 30 August 2021



EAPA's YouTube Channel

Do you know that EAPA has recently created its own YouTube channel? Several videos have already been provided on this platform, e.g. an EAPA Technical Talk with Davide LoPresti and Breixo Gomez, videos related to the E&E Congress 2021 and the EAPA Webinar Sustainability Assessment of Asphalt Pavements. Just recently the first "Generation α sphalt" video on re-use has been finalised, featuring EAPA Technical Director Breixo Gomez to explain "The largest thing you can re-use".

Get connected to the EAPA YouTube Channel and receive all information on asphalt-related topics and the industry in the future.

[Generation asphalt – re-use](#)

[EAPA's YouTube Channel](#)



Innovar está en nuestros genes

En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia.

Trabajamos para proporcionar a la sociedad las mejores **infraestructuras con respeto al medio ambiente**. Por eso, aplicamos todo nuestro potencial innovador en desarrollar **soluciones verdes** en la **industria del asfalto**.



[Repsol.com](https://www.repsol.com)

