PROYECTO ASFALTHIN. MEZCLAS BITUMINOSAS ULTRADELGADAS Y GUIA DE RECOMENDACIONES PARA UNA PAVIMENTACION MÁS SOSTENIBLE.

Javier Loma
Director de Tecnología de Padecasa
jloma@padecasa.com
Francisco Guisado
Gestor de Asistencia Técnica y Desarrollo de Repsol
francisco.guisado@repsol.com
Marisol Barral
Jefa de I+D+i de Campezo
mbarral@campezo.com

RESUMEN

Los distintos tipos de mezclas bituminosas en caliente recogidos en la normativa europea están definidos en la serie de normas EN 13018. Recientemente se ha publicado una nueva norma europea EN 13108-9, que desarrolla la caracterización de un nuevo tipo de mezclas bituminosas en caliente denominadas AUTL, *Asphalt for Ultra Thin Layer* o *mezclas bituminosas ultrafinas*.

Durante el año 2017 se creó un consorcio entre las empresas CAMPEZO –empresa líder-, PADECASA Y REPSOL, para realizar un proyecto de investigación sobre la utilización y caracterización de este tipo de mezclas bituminosas, con el objetivo de redactar un documento que sirva como guía de recomendaciones de este nuevo tipo de mezclas bituminosas en España, adaptándolas a las condiciones geográficas, climáticas y recursos disponibles en nuestro País. Además, teniendo en cuenta tecnologías de fabricación menos contaminantes y más sostenibles.

El proyecto, con el acrónimo de **ASFALTHIN**, tiene una duración de 3 años y, ha sido aprobado en el mes de diciembre de 2017 por el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial, CDTI, dentro del programa de “Proyectos de investigación y desarrollo PID” con referencia IDI-20171119, con un presupuesto conjunto del consorcio de 1 millón de euros.

El proyecto se divide en dos hitos y 6 actividades, incluyendo un estudio del arte y el estudio en profundidad de la normativa europea, estudios en laboratorio necesarios para identificar los requisitos exigibles a los materiales (tanto áridos, ligantes, polvo mineral o aditivos) y la propuesta de husos granulométricos para este tipo de mezclas con estructura y características diferentes, para el extendido en capas con espesores entre 1 y 2 centímetros.

El proyecto se encuentra actualmente desarrollando la actividad 4, donde en esta actividad se pretende hacer una caracterización en profundidad de las propiedades de al menos dos tipos de mezclas AUTL diseñadas en la actividad anterior. Una con un contenido de huecos por encima del 10% y otra con un contenido de huecos inferior al 10%.

En esta comunicación se presentan los trabajos realizados en las actividades 2, 3 y 4 del proyecto, es decir, se presentan el diseño de este tipo de mezclas y las características de las mismas a nivel de laboratorio.

1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha detectado la necesidad de establecer mecanismos y sistemas para la conservación de los pavimentos de las carreteras debido al desgaste sufridos por la falta de actuaciones de conservación y el incremento del tráfico que soportan las vías.

Un porcentaje importante de las carreteras de España, presentan un pavimento con un aspecto desgastado por la desaparición de las características superficiales del mismo, sin embargo, en muchos casos no se han perdido las propiedades estructurales del firme. Este desgaste afecta principalmente a la seguridad vial, al confort del usuario y una mayor generación de CO_2 a la atmosfera, así como a la propia estructura de la carretera que, si no se ejecuta una acción sobre el pavimento, provocaría la necesidad de realizar actuaciones más agresivas lo que implicaría un mayor coste económico, así como medioambiental.

Esta situación extrema es la que cada día es más crítica si nos basamos en la evolución del sector industrial en objetivos como economía circular y sostenibilidad, donde las premisas se basan en la búsqueda de un patrón de crecimiento que garantice el respeto ambiental y el uso racional de los recursos naturales ofreciendo un servicio o producto aceptado socialmente.

Prueba de este interés sobre el medioambiente se encuentra el sector de la construcción de carreteras. Este sector centra cada día más esfuerzos en desarrollar procesos y productos que permitan mejorar los aspectos medioambientales de la construcción de carreteras, potenciando tecnologías más sostenibles y modelos constructivos con mayor durabilidad. Los pavimentos son productos que necesitan ajustarse a estas necesidades modernas, ya que son materiales que están sometidos a una degradación estructural progresiva por agentes meteorológicos y por el tráfico de vehículos, lo que implica llevar a cabo trabajos constantes de rehabilitación de los mismos durante su vida útil.

Las **mezclas bituminosas ultrafinas AUTL** pueden ser una alternativa adecuada para conseguir los retos definidos dentro de los objetivos descritos que permite la apertura del abanico de posibilidades para el mantenimiento y la construcción de carreteras. Este tipo de mezclas bituminosas empleadas en algunos países de la

Unión Europea, han mostrado propiedades que permiten definir requisitos normativos adaptados a la normativa europea para el marcado CE, fruto de ello está la norma EN 13108-9 en la que se recoge una serie de propiedades que permitirá el marcado CE de este tipo de mezclas en un futuro muy próximo (en la actualidad no es una norma armonizada hasta que se publique en el DOUE).

La incorporación de esta nueva familia de mezclas bituminosas permite abrir nuevas vías de investigación para el desarrollo de materiales colocados en espesores reducidos. Por este motivo, en el verano de 2017 se presentó al CDTI la solicitud del proyecto de investigación denominado **ASFALTHIN** a la convocatoria Proyecto de Investigación y Desarrollo en Cooperación -Proyectos de I+D de Cooperación Nacional y que fue aprobado a finales de 2017.

El proyecto se está desarrollando en colaboración con tres empresas privadas que son REPSOL, PADECASA y CAMPEZO. El presupuesto aprobado por el CDTI para este proyecto es de casi un millón de euros en total y el presupuesto que se financia asciende al 75% del presupuesto aprobado.

El proyecto ASFALTHIN pretende desarrollar una nueva familia de mezclas bituminosas tipo AUTL, colocadas en espesores reducidos (entre 1 y 2 centímetros) con excelentes propiedades de comportamiento y durabilidad. Este objetivo se alcanzará mediante el desarrollo de nuevas formulaciones con diferentes fracciones y tipos de materiales, con el fin también de garantizar la sostenibilidad medioambiental de las nuevas mezclas, desarrollándose además con técnicas de fabricación a menor temperatura y aditivos que aporten mejores prestaciones que sus homólogas.

2 PROYECTO ASFALTHIN

2.1 Objetivo del proyecto

El objetivo general del proyecto ASFALTHIN es desarrollar en España nuevas mezclas bituminosas de tipo AUTL que permitan extenderlas en un espesor comprendido entre 1-2 cm y que mejoren las propiedades y las características superficiales de los pavimentos actuales desde un punto de vista del confort, seguridad y sostenibilidad ambiental.

Con el objeto de conseguir mezclas con un espesor menor de 2 cm y altas prestaciones en sonoridad y resistencia al deslizamiento se debe comenzar investigando o seleccionando el tipo de materias primas que permitan alcanzar estas

altas prestaciones. Áridos de elevada calidad, es decir, áridos con excelente forma y características de resistencia a la fragmentación, desgaste y al pulimento, ligantes bituminosos modificados de altas prestaciones y diferentes tipos de emulsiones de adherencia, así como aditivos especiales que aseguren poder alcanzar buenas características superficiales de resistencia al deslizamiento y macrotextura.

El proyecto ASFALTHIN pretende estudiar las principales características de estos materiales con el fin de obtener mezclas bituminosas de tipo AUTL con las siguientes características principalmente, buena resistencia mecánica, buena macrotextura y durabilidad en bajos espesores para carreteras y/o vías de comunicación con todo tipo de tráfico.

Por otro lado, con este tipo de mezclas ultra delgadas es fundamental asegurar un buen comportamiento de adherencia al pavimento antiguo, por lo que es preciso estudiar emulsiones bituminosas con **alto poder de adherencia,** capaz de mantener perfectamente adherida la totalidad del reducido espesor de la mezcla bituminosa AUTL al soporte.

No está de más indicar que con el desarrollo de estas nuevas mezclas AUTL, además se alcanzarán otros beneficios de tipo ambiental como son:

- Máxima durabilidad debido a la incorporación de altas dotaciones de ligante en la mezcla.
- Mínimos consumos de materias primas por unidad de superficie.
- Mínimos impactos ambientales.

Dadas las posibles ventajas que presentan este tipo de mezclas bituminosas y el escaso conocimiento que existe actualmente en España, este proyecto además de profundizar en el estudio, composición y características de este tipo de mezclas, pretende finalizar desarrollando una guía de recomendaciones que podría servir como posible pliego de prescripciones técnicas.

2.2 Actividades del proyecto

El proyecto ASFALTHIN, de 3 años de duración, está dividido en 6 actividades, encontrándose actualmente desarrollándose la actividad 4, es decir, ya se ha desarrollado algo más del 50% del proyecto.

Las seis actividades del proyecto son las siguientes:

- Actividad 1. Estudio del estado del arte.
- Actividad 2. Estudio de las materias primas.
- Actividad 3. Formulaciones. Diseño de las mezclas tipo AUTL

- Actividad 4. Ensayos de caracterización de las mezclas diseñadas en la actividad 3.
- Actividad 5. Tramos de pruebas.
- Actividad 6. Análisis de resultados y difusión.

El estudio de la actividad 1 fue presentado en el Symposio Nacional de firmes celebrado en Madrid en el mes de octubre de 2018, es decir, el estudio que se llevó a cabo en profundidad sobre normativa a nivel internacional, europeo y nacional. En esta comunicación se presentan los resultados más importantes obtenidos en el desarrollo de la actividad 2, 3 y 4 de este proyecto debido a la limitación en la extensión.

ACTIVIDAD 2: ESTUDIO DE LAS MATERIAS PRIMAS.

El objetivo de esta actividad ha sido seleccionar y analizar las características de los componentes de las mezclas AUTL. Para ello las empresas Padecasa y Campezo han seleccionado los áridos que disponen dentro de su ámbito de influencia y han procedido a su caracterización completa. Así mismo Repsol, se ha encargado de estudiar y seleccionar el ligante bituminoso más adecuado para el objetivo de este proyecto. Este análisis se ha llevado a cabo desde dos perspectivas:

1.- Desarrollar ligantes que permitan su utilización a diferentes temperaturas de fabricación y extendido.
2.- Desarrollar emulsiones específicas para el riego de adherencia.

En el trabajo completo se han estudiado 4 tipos de betunes modificados uno convencional como es el betún BMP 45/80-65 y cuatro tipos de betunes modificados especialmente diseñados para este proyecto que permiten trabajar a diferentes temperaturas.

En esta comunicación se presentan solo los ensayos de los materiales, áridos y ligantes, seleccionados con los resultados más interesantes.

LIGANTES

Para el diseño de los ligantes para las mezclas ultrafinas (AUTL), se ha tenido en cuenta especialmente las temperaturas de fabricación y compactación. Un aspecto importante, en este tipo de mezclas tan finas, es que el riesgo de enfriamiento se agrava debido al bajo espesor de la capa a extender y hay que tener en cuenta que la compactación de dicha capa debe ser superior a 130ºC (tecnología en caliente) con el fin de garantizar una densificación adecuada de la capa para dar durabilidad y unas propiedades mecánicas conforme a las definidas en la fórmula de trabajo.

La reducción de las temperaturas de fabricación se halla hoy entre los principales objetivos del diseño de mezclas y su producción se basa en el empleo de procedimientos de fabricación específicos o bien en el uso de aditivos o ligantes exclusivos con un diseño/formulación muy específicos, especialmente si son ligantes modificados. Constituyen, sin duda, tecnologías de futuro ya muy actual, que apuestan por reducir los impactos ambientales de las mezclas bituminosas afectando mínimamente a su comportamiento en servicio.

Incluso la producción de mezclas bituminosas en caliente debe tenerse en cuenta reducciones de temperatura suficientemente significativas como para que ciertos aspectos sean tenidos en cuenta en sus diseños más habituales: tipo de betún, aditivos, tipo de obra, ejecución, tiempos y distancias de transporte, dirección de obra, confort de los trabajadores, trabajabilidad, posibles incidencias, etc. influyen decisivamente en esa temperatura. Por ejemplo, situaciones extremas o especificas pueden suponer temperaturas de fabricación de 20 a 30 ºC superiores a las mínimas necesarias para asegurar temperaturas de compactación adecuadas, es decir, valores del mismo orden que la reducción de temperaturas ofrecida por las mezclas semicalientes en comparación con mezclas bituminosas en caliente, por lo que un primer paso para reducir la temperatura de fabricación consistiría en dejar de fabricar mezclas bituminosas muy calientes, temperaturas superiores a >165 ºC.

Estas consideraciones son las que debemos tener en cuenta en la tecnología a emplear en la fabricación de las mezclas bituminosas ultra finas, que por sus características en cuanto a espesor, contenido de ligante, tipo de ligante (modificado), rango de temperaturas adecuadas de trabajabilidad y compactibilidad, nos obligan a gestionar aspectos muy importantes para obtener las máximas prestaciones que nos ofrecen.

Centrándonos más detenidamente en las diferentes tecnologías de fabricación que emplean temperaturas por encima de los 100 ºC, y con las indicaciones anteriores, tenemos:

- Caliente con temperaturas de fabricación entre 145 – 175 ºC en función del tipo de mezcla y ligante a emplear. Aquí se ha planteado diseñar un ligante modificado que permita fabricar las mezclas ultra finas a 165 ºC y que admita compactar adecuadamente con inicios entre 160 hasta 145 ºC con valores finales sobre 130 ºC. Se ha desarrollado el ligante modificado denominado Asfalthin II.
- Semicaliente con temperaturas de fabricación entre 130-145 ºC en función del tipo de mezcla y ligante empleado. Aquí se ha definido un ligante con aditivos especiales que permita fabricar entre 140-145 ºC e iniciar la compactación entre 130-135 ºC y finalizarla sobre los 120 ºC. Se ha desarrollado el ligante modificado denominado Asfalthin I.

Las características empíricas y prestacionales de los dos ligantes modificados seleccionados para la tecnología de fabricación en caliente (Asfalthin II) y semicaliente (Asfalthin I) son las siguientes. Así mismo se presentan las características de sus betunes modificados homólogos, PMB 45/80-65 y PMB 45/80-75 respectivamente.

PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	ASFALTHIN II	ASFALTHIN I	PMB 45/80-65	PMB 45/80-75
PENETRACIÓN, 25ºC, 100G, 5S.	EN 1426	1/10 mm	46	51	49	66
PUNTO REBLANDECIMIENTO	EN 1427	ºC	89	80	68	78
ÍNDICE DE PENETRACIÓN		s/u	5.2	4.4	2.4	4.8
VISCOSIDAD BROOKFIELD	AASTHO T316					
135ºC		cP	2430	1295	2980	3887
145ºC		cP	1467	777	1056	1690
165ºC		cP	635	356	454	552
FUERZA DUCTILIDAD 5ºC	EN 13589 Seguido EN 13703	J/cm^2 cm	7.6 >40	7,8 >40	6.3 >40	6.7 >40
RETORNO ELÁSTICO POR DUCTILIDAD	EN 13398	%	91	82	90	95
GRADO PG	AASTHO T315		*PG 76-22 E PG 82-22 H*	*PG 76-22 H PG 82-22 S*	*PG 76-22 H*	*PG 82-28*

ARIDOS

Los áridos seleccionados y analizados por Campezo han sido de naturaleza ofítica y por parte de Padecasa con áridos de naturaleza corneana.

Árido fino

El árido fino se define como la fracción que pasa por el tamiz 2 milímetros y retiene el tamiz 0,063 milímetros.

Los áridos finos tienen la función de aportar cohesión a la mezcla y mejorar la adhesividad del conjunto de los materiales, formando parte de la estructura de unión entre las partículas gruesas y el mastico filler-ligante.

Se han realizado diferentes ensayos para la caracterización de los áridos finos , como son la determinación de la densidad y absorción, equivalente de arena y azul de metileno. Las características de los áridos finos utilizados son las siguientes:

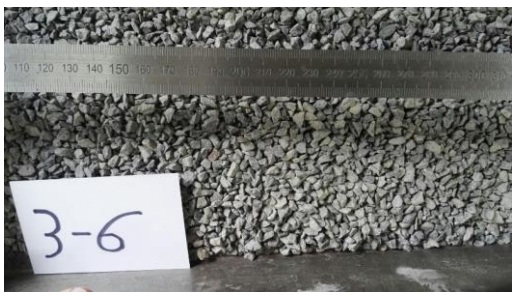
CARACTERISTICAS DEL ÁRIDO FINO	NORMA	RESULTADO
DENSIDAD APARENTE (PICNÓMETRO EN AGUA), MG/M^3	**UNE EN 1097-6:2014**	2,85-2,70
ABSORCIÓN EN AGUA, %WA$_{24}$		1,1-0,5
EQUIVALENTE DE ARENA (FRACCIÓN 0/2 MM)	**UNE EN 933-8:2012+A1:2015/1M:2016**	65-60

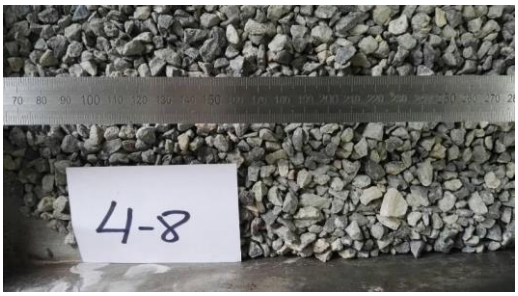
Árido grueso

Áridos de naturaleza ofitica y corneana, que aportan resistencia al conjunto de la estructura pétrea y características superficiales, obteniendo valores altos para la resistencia al deslizamiento y coeficiente de dureza (LA).

Se han empleado fracciones de áridos con granulometrías 3/6 milímetros y 4/8 milímetros, cumpliendo las siguientes características para el material de menor tamaño:

CARACTERISTICAS DEL ÁRIDO GRUESO	NORMA	**3/6 mm**
DENSIDAD APARENTE (PICNÓMETRO EN AGUA), MG/M^3	UNE EN 1097-6	2,75-2,95
ABSORCIÓN EN AGUA, %WA$_{24}$		0,5-1,5
% PARTÍCULAS TOTAL Y PARCIALMENTE TRITURADAS	UNE EN 933-	100
% PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS		0
ÍNDICE DE LAJAS, %	UNE EN 933-4	10-20
COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES	UNE EN 1097-2	<16
MICRO-DEVAL	UNE EN 1097-1	<15





ACTIVIDAD 3: FORMULACIONES. DISEÑO DE LA MEZCLA TIPO AUTL

Con el fin de estudiar las características de estas nuevas mezclas en un rango amplio de posibilidades. Se planteó el trabajo dividiendo el estudio en dos partes, por un lado estudiar mezclas con contenido de huecos inferiores al 10% (tarea a desarrollar por Campezo) y por otro lado Padecasa se centraría en mezclas abiertas con huecos superiores al 10%.

Además, se han estudiado dos tipos de mezclas por cada grupo donde el tamaño máximo del árido ha sido de 8 mm y de 5.6 mm, pero en este trabajo se van a presentar los resultados de la mezcla mas fina.

En primer lugar, se han definido unos husos granulométricos teniendo en cuenta la norma UNE EN 13108-9. Los husos establecidos son los siguientes:

TIPO DE MEZCLA	HUSO GRANULOMETRICO				
	11,2	8	5,6	2	0,063
AUTL 5,6 Abierta		100	90-100	15-25	5-10
AUTL 8 Abierta	100	90-100		10-25	5-10
AUTL 5,6 Densa		100	90-100	20-35	5-10
AUTL 8 Densa	100	90-100		20-35	5-10

El contenido mínimo de betún se fijó en un 6 % en peso sobre el total de la mezcla bituminosa, teniendo en cuenta la corrección necesaria según la densidad del árido a utilizar.

Partiendo de estas premisas las mezclas diseñadas presentaban la siguiente curva granulométrica:

TAMIZ UNE (MM)	% PASA AUTL 5.6 ABIERTA	% PASA AUTL 5.6 CERRADA	HUSO MIN.	HUSO MAX.
11.2	100	100	100	100
8	100	100	100	100
6.3	100	100	100	100
5.6	93	99	90	100
4	47	76		
2	20	33	15	25
0.5	11	19		
0.063	7.5	10,0	5	10

El contenido de betún optimo definido para ambas mezclas ha sido de 6.2 % s/m. Las dos mezclas llevan como aditivo fibras en una proporción del 0.3-0.5%.

Para determinar el contenido óptimo de ligante, se ha comenzado realizando los ensayos de escurrimiento y de contenido de huecos para ajustarlos en el intervalo deseado. Para la mezcla cerrada el contenido de huecos se centraría entre 3-8% y para la mezcla abierta que estuviera entre 12-18%.

Para la compactación de las probetas se ha utilizado el compactador de impacto a 25 golpes por cara, utilizando una masa de aproximadamente 700 g para conseguir un espesor teórico de 35-45 mm. También, se ha utilizado el compactador giratorio utilizando 40 giros, energía estimada para alcanzar la densidad de referencia.

La mezcla se fabricó a 165 ºC con el asfalthin II y se compactó a 150 ºC. La mezcla con asfalthin I se fabricó a 140 ºC y se compactó a 130 ºC.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

CARACTERÍSTICA	NORMA EN	AUTL 5.6 A ASFALTHIN I	AUTL 5.6 C ASFALTHIN I	AUTL 5.6 A ASFALTHIN II	AUTL 5.6 C ASFALTHIN II
ESCURRIMIENTO SCHELLENBERG, %	12697-17	0.08	0.02	0.04	0.04
IMPACTO 25 GOLPES POR CARA					
DENSIDAD APARENTE SSD, KG/M³	12697-6	2.206	2.418	2.205	2.404
DENSIDAD APARENTE GEOMÉTRICA, KG/M3		2.087	2.339	2.068	2.306
DENSIDAD MÁXIMA, KG/M³	12697-5	2.489	2.581	2.508	2.578
CONTENIDO DE HUECOS EN AIRE,%	12697-8	16.2 (dvol.)	6.3 (dssd)	17.5 (dvol.)	6.8 (dssd)
CONTENIDO DE HUECOS EN ÁRIDO, %		28.7	20.9	30	21.2
GIRATORIA 40 GIROS					
DENSIDAD APARENTE SSD, KG/M³	12697-6	-	2.294	-	2.289
DENSIDAD APARENTE GEOMÉTRICA, KG/M³		1.925	2.149	1.907	2.121
CONTENIDO DE HUECOS EN AIRE,%	12697-8	22.6 (dvol)	11.1	24 (dvol.)	11.2 (dssd)
CONTENIDO DE HUECOS EN ÁRIDO, %		34.2	24.9	35.4	25

Así mismo se estudió la compactibilidad de las mezclas con la giratoria, compactando probetas a 250 giros. Los valores de K y n (1) son los siguientes:

	VALOR DE K	VALOR N (1)
AUTL 5.6 A ASFATLHIN I	-2.811	31.43
AUTL 5.6 C ASFALTHIN I	-2.285	24.137
AUTL 5.6 A ASFALTHIN II	-2.802	34.03
AUTL 5.6 C ASFALTHIN II	-2.023	22.38

En cuanto a las propiedades mecánicas, si se tiene en cuenta lo que se indica en la norma EN 13108-9, los ensayos a realizar son los siguientes:

- **Sensibilidad al agua** (EN 12697-12) que recoge las categorías para el método A, valores entre 75 y 95 y también el ensayo de inmersión compresión (valores entre 75-95%).

- **Propiedades a baja temperatura** según la norma EN 12697-46. Las probetas se deben compactar según la norma EN 13108-20 Tabla C1, donde el rango entre los límites máximos y mínimos seleccionados deben ser de un 2% para el grado de compactación y de un 3% para el contenido de huecos, valores de TSRTS max. entre -15 a -30 dependiendo de la temperatura de rotura que esta varía entre -15 y -30 ºC.

- **Resistencia a la fricción** (EN 12697-49). Este ensayo se puede evitar declarando el PSV del árido.

- Y luego ciertas **propiedades específicas** para aplicación **en aeropuertos** como resistencia al fuel según la EN 12697-43 y hielo-deshielo según la EN 12697-41.

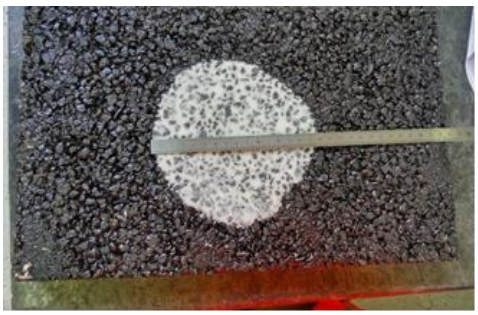
En esta tarea que corresponde con la actividad 4 del proyecto, se están estudiando las propiedades que se indican en la norma EN 13108-9 pero además se están llevando a cabo otros ensayos que pueden aportar información importante por el tipo de comportamiento que tienen estas mezclas en servicio, como es el caso del ensayo cántabro en seco y en agua en las mezclas AUTL diseñadas abiertas.

Así mismo, se están realizando ensayos de macrotextura y medida del CRT mediante el péndulo sobre probetas de pista, ensayo Fénix, ensayo de adherencia entre capas para definir la emulsión de riego más adecuada, etc.

Actualmente, se está desarrollando la actividad 4 por lo que no se dispone de la totalidad de los resultados de todos los ensayos mencionados. En esta comunicación se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados hasta el momento, como son los ensayos de sensibilidad al agua y cántabro, con las probetas fabricadas con espesores inferiores a 45 milímetros, además de alguno de propiedades a baja temperatura, Fénix y deformación en pista.

Los resultados obtenidos en el ensayo de sensibilidad al agua con los ligantes asfalthin I y asfalthin II, para cualquiera de las mezclas estudiadas, han dado lugar a resistencias conservadas (ITSR) por encima del 90 %, ya sean fabricadas con impacto o con la compactadora giratoria. Las resistencias a tracción indirecta ligeramente por encima para la mezcla más cerrada que para la mezcla fabricada con el huso abierto.

Los resultados obtenidos en el ensayo cántabro de pérdida por desgaste, tanto en seco como tras inmersión, hasta el momento son inferiores al 10 % de pérdida en todos los casos.



Los ensayos de tracción uniaxial para caracterizar la resistencia con el ligante Asfalthin I frente a la fisuración a baja temperatura, empleado para evaluar su relajación térmica (TSRST), manteniendo su longitud constante y sometida a un proceso de disminución de la temperatura a ritmo constante para originar contracción térmica con tensión criogénica, han dado valores muy bajos cercanos a los – 30ºC.

Los ensayos Fénix, para probetas de 25 golpes por cara para espesores variables entre 60-30 mm con Asfalthin I, empleado para medir índices de tracción, indices de rigidez, deformación, y determinar energías de fractura y tenacidad, han dado parametros de rotura similares para los diferentes espesores a la misma temperatura.

Los ensayos de deformación en pista, aunque no es un ensayo que deba caracterizar a este tipo de mezclas, han dado resultados buenos, siempre por debajo de 0,07 de pendiente de deformación (WTS).

CONCLUSIONES

Como conclusiones, de los resultados obtenidos hasta el momento se destacan los siguientes:

- Se ha realizado un estudio de las características de los materiales constituyentes para realizar una propuesta de valoración para la futura selección de los aridos y los ligantes.
- Posteriormente se ha realizado una caracterización completa para dos tipologias de mezclas distintas, cerradas y abiertas, para su utilizacion en diferentes tipos de firmes.
    - En esta fase se han establecido criterios distintos en la metodologia de alguno de los ensayos empleados, obteniendo buenos resultados.
    - Se han evaluado diferentes ligantes modificados para tecnología de mezclas en caliente y semicaliente, que permiten versatilidad/trabajabilidad en las temperaturas de fabricación y compactación.
- En las fases actuales del proyecto se tiene previsto ejecutar varios tramos de ensayo con este tipo de mezclas.
- Se esta trabajando en la realizacion de un pliego de condiciones para estas mezclas con la recomendación de posibles especificaciones, que sirvan de ayuda para su diseño, seleccion de materiales y fabricación y puesta en obra.
- En todos los trabajos que se han realizado hasta la fecha, se ha comprobado que las mezclas ultradelagadas estudiadas pueden mejorar las caracteristicas superficiales de los pavimentos, empleando materiales en poco espesor pero con alta durabilidad y prestaciones.

AGRADECIMIENTOS

Repsol, Padecasa y Campezo como miembros del consorcio, desean expresar su agradecimiento al CDTI, bajo cuya co-financiación se esta desarrollando las actividades de este proyecto ASFALTHIN (IDI-20171118)