

Mezclas asfálticas antiderrapantes ecológicas para la vialidad urbana



Dadas las actuales mayores velocidades de circulación en vía urbanas y rurales, tipologías de vehículos y el elevado número de accidentes ocasionados por los excesos de velocidad, surge la necesidad de considerar desde la tecnología de las mezclas asfálticas nuevos diseños que permitan mayor adherencia neumático calzada y mejor evacuación del agua de la calzada para así disminuir la distancia de frenado. Para tal fin se ha considerado utilizar micromezclas en caliente en donde, a efectos de garantizar una adecuada macro y microtextura, se otorgan discontinuidades en la curva granulométrica y en la relación tamaño máximo de árido versus espesor de la capa especial. Sin duda, para que estas condiciones de regularidad superficial permanezcan en el tiempo, y no se deterioren bajo la acción de las cargas del tránsito y de las condiciones ambientales se debe utilizar un ligante asfáltico modificado con polímero.

En el presente trabajo se presenta la factibilidad de modificar el asfalto con polvo proveniente del reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU), y observar el desempeño de este microaglomerado en comparación a otro considerado como blanco comparativo en donde el ligante asfáltico se modifica con un polímero virgen convencional, como lo es el estireno butadieno estireno, conocido como SBS, de mucho mayor costo sin considerar los beneficios ambientales del proceso de reciclado del caucho de los neumáticos.

Se concluye que los cambios producidos fundamentalmente en la microtextura es uno de los puntos más favorables en la disminución de la distancia de frenado.

INTRODUCCION

Se define como microaglomerado discontinuo en caliente, a aquella mezcla de granulometría discontinua, que es elaborada y colocada en caliente como capa de rodadura de calzadas. Sus materiales componentes son la combina-

ción de un cemento asfáltico modificado con polímeros, áridos que presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamaños intermedios del total de la gradación, relleno mineral y eventualmente aditivos. Su finalidad es dotar a la capa de rodamiento de adecuadas condiciones de resistencia mecánica, resistencia al deslizamiento y propiedades fono absorbentes.

Estas mezclas de espesor máximo de tres centímetros utilizan por lo general como árido grueso una piedra triturada de tamaño máximo 12 mm y un árido fino de aproximadamente tamaño máximo 3 mm, presentándose como ausente la fracción entre los 3 y 6 mm, situación que genera la discontinuidad en la curva de la mezcla de agregados.

Se deben considerar dos aspectos fundamentales en el diseño y proyecto de una mezcla asfáltica (Botasso et al, 2002): a) La función resistente y b) La función superficial, que determina las condiciones de textura para que resulten seguras y confortables.

En el caso de los microaglomerados, estos aportan solo función superficial, existiendo la necesidad de que los mismos se coloquen sobre mezclas asfálticas de mayor espesor que aportaron el coeficiente estructural necesario.

FENOMENOS DE SUPERFICIE

Desde las tecnologías de las mezclas asfálticas se pueden generar condiciones superficiales que permitan que la textura de la capa de rodamiento en conjunto con las características de los neumáticos provoquen la mejor combinación posible a fin de evacuar rápidamente el agua del nivel superior del pavimento y generar la mayor adherencia neumático calzada y disminuyendo el fenómeno de hidropilano.

Las mezclas que mejor desempeño desarrollan a nivel de superficie generando texturas ásperas y rugosas, son mezclas que en general serán de espesor menor que 3 cm denominadas microaglomerados asfálticos. Las texturas deseables se denominan (Botasso et al, 2002):

- Macrotextura: dada por la longitud de onda del tamaño del agregado grueso, es la que permite la evacuación

- Microtextura: dada por la aspereza del mástic asfáltico conformado por el ligante y los finos y fillers de la mezcla, permitiendo las mejoras en la adherencia neumático calzada

Ambas, en niveles adecuados, permiten disminuir las distancias de frenado, con pavimento mojado, ya que se evacua más rápidamente el agua y el agarre del neumático aumenta.

DISPERSIONES DE LOS POLIMEROS

Para que estas mezclas denominadas antiderrapantes mantengan sus valores en el tiempo, frente al amasado del tránsito y de la temperatura de la calzada, se hace necesario contar con asfalto modificado con polímero. Los polímeros se dispersan en el asfalto aportando una fuerte energía de corte y temperatura.

Se utilizan dos tipos de polímeros. Por otro lado el polvo proveniente de la trituración ambiental de los neumáticos fuera de uso, NFU y por un lado el Estireno Butadieno Estireno, SBS, polímero virgen en forma de pelets.

Se caracterizaron las dispersiones poliméricas en base a lo fijado con la norma IRAM 6596 (2010). En la *Tabla 1* se pueden observar los valores obtenidos.

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

Las mezclas asfálticas de superficie trascienden el diseño de laboratorio convencional. Vale decir no alcanza valores de estabilidad, flujo, vacíos, sino que se necesita considerar la prestación en obra una vez colocada a fin de valorar su desempeño en condición de pavimento mojado frente a un frenado de emergencia, situación ésta considerada crítica en la distancia que recorre un vehículo al intentar esa maniobra; es por esto que se ha propuesto el diseño del modelo de laboratorio.

En general se clasifican como MAC M8 o M10 y MAC F8 o F10.

En el presente trabajo se diseña un MAC F10 con asfaltos modificado con NFU y SBS. La macrotextura se puede medir en forma puntual con el ensayo denominado parche de arena según la norma IRAM 1555 (2010). La microtextura se puede medir en forma puntual con el ensayo denominado péndulo inglés TRRL según la Norma IRAM 1850 (2010).

MODELO DE LABORATORIO

No se ha desarrollado aún en laboratorio, según han indagado los autores en la literatura técnica, un modelo que permita predecir la futura macro y microtextura de una mezcla, antes de ser colocada al menos en un tramo de prueba. Menos aún evaluar resultados instantáneos para ciclos de temperatura y tránsito, observando el deterioro de la macro y microtextura de una mezcla con aumentos en la aplicación del número de pasadas de ejes del tránsito.

En el presente trabajo se ha desarrollado una experiencia que utiliza modernos ensayos dinámicos diseñados para otros fines y que dadas sus características pueden constituirse en el modelo buscado.

Se propone en laboratorio hacer modelos que superen la escala de una probeta del ensayo Marshall, constituyendo una pieza de mayor superficie, de 30 cm x 30 cm. El modelo de probeta proviene del ensayo de ahuellamiento (Wheel Tracking Test) estandarizado en la norma europea BS EN 12697-22 (2003) y homologada en la Argentina para estudiar las deformaciones plásticas permanentes en las mezclas asfálticas de capacidad estructural, por acción del tránsito pesado. El equipo del ensayo WTT aplica en la probeta una carga con ciclos sinusoidales, tal cual lo hace el tránsito en la calzada con una frecuencia de 26,5 ciclos por minuto, pudiendo variarse la temperatura de ensayo según las condiciones climáticas de diseño en donde se encuentre la obra. La idea es que esta carga sea la que produzca el deterioro de las condiciones de superficie para los dos tipos de modificadores (el NFU y el SBS) utilizados en el microaglomerado.

El moldeo de una probeta se realiza con un equipo de compactación que simula las condiciones mínimas de compactación que una micromezcla necesita en la obra.

Una vez obtenidas estas muestras proceder sobre esta superficie a medir la macrotextura en forma puntual con el ensayo del parche de arena y la microtextura en forma puntual con el péndulo inglés TRRL en condición de pavimentos mojado.

Luego de esta determinación se somete a las muestras a la acción de la rueda del equipo de Wheel Tracking Test, con el fin de que simule la acción del tránsito y provoque el deterioro en las condiciones iniciales de textura. La mezcla utilizada es una MAC F10 con las características presentadas en la *Tabla 2*.

Para el diseño de la mezcla se ha utilizado agregado granítico y un cemento asfáltico que por sus valores de

Ensayo	Unidad	CA-20+ 8% NFU	CA-20+ 3% SBS
Penetración	1/10 mm	44	69
Punto de ablandamiento	°C	56	65
Recuperación elástica torsional	%	33	71
Ductilidad a (5°C)	cm	15	42

TABLA 1 - CARACTERIZACION DE LOS ASFALTOS MODIFICADOS CON NFU Y CON SBS

Mezcla Asfáltica	Densidad Marshall (g/cm³)	Densidad Rice (g/cm³)	Vacíos (%)	Estabilidad (kg)	Fluencia (mm)	Vacíos Agregado Mineral (%)	Relación Betún Vacíos (%)
Modificado con 8% de Caucho	2,302	2,453	6,2	875	4,3	18,6	66,8
Modificado con SBS	2,312	2,443	5,4	1096	4,4	17,9	69,7

viscosidad clasifica como un CA-20. La cantidad de asfalto en cada mezcla fue el mismo, un 5,4 por ciento en peso de la mezcla.

La cantidad de ligante asfáltico se ha determinado como el valor óptimo de las mezclas. La cantidad óptima que permitió alcanzar valores similares entre los dos ligantes fueron la adición del 8 % de NFU y del 3 % de SBS.

Luego se procede al diseño en la metodología Marshall, la cual arrojó los valores volumétricos y mecánicos mostrados en la *Tabla 3*.

Los valores obtenidos tanto en forma volumétrica como mecánica cumplen con lo exigido habitualmente para este tipo de mezclas discontinuas en las especificaciones técnicas vigentes en la Argentina para mezclas de bajo espesor redactadas por la Comisión Permanente del Asfalto, en el año 2006. Luego se procede al moldeado de las probetas para el modelo seleccionado.

Una vez confeccionadas las probetas de 30 x 30 cm y acondicionadas durante dos horas a 60°C, se procede a la utilización del equipo de Wheel Tracking Test (WTT) para la simulación del tránsito sobre las probetas. Dicha simulación se realizará en tres franjas contiguas (cada una de ancho igual a la de la rueda) sobre la superficie de las probetas, esto con el fin de generar una superficie lo suficientemente ancha que permita la realización de los ensayos de evaluación de macro y microtextura luego de la simulación del tránsito.

ANTES Y DESPUES

Las medidas puntuales de macrotextura se realizan con el equipo parche de arena, que consiste en extender sobre la superficie de un pavimento un volumen determinado de arena uniforme.

En la *Tabla 4* se pueden observar los valores medios de macrotextura en los dos microaglomerados y la disminución de este parámetro cuando fue sometido a la acción del tránsito durante 2 horas en cada franja, totalizando un total de tres franjas de carga a una temperatura extrema de 60° C.

La microtextura se puede medir en forma puntual con el ensayo denominado péndulo inglés TRRL (norma IRAM 1850). Este ensayo consiste en medir la pérdida de energía de un péndulo de características conocidas. Esta ope-

ración se realizó antes y después de la simulación del tránsito en el modelo.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A la luz de las experiencias realizadas se pueden observar en el proceso de caracterización desarrollado las siguientes particularidades. Al dispersar polvo de NFU en el cemento asfáltico CA-20 utilizado se han logrado aumentar el punto de ablandamiento del ligante asfáltico original y aumentar la recuperación elástica por torsión. Para ello el equipo dispersor ha demostrado ser una herramienta que permite la microdispersión.

Se observa que la densidad Marshall alcanzada con el asfalto modificado con 8% de NFU, es menor que la que se obtiene con el asfalto modificado con SBS. Esto es posible que se deba al efecto de amortiguación que genera el polvo de caucho triturado en la mezcla asfáltica. De hecho el 8% fue el porcentaje máximo admitido entre los valores de modificación óptimos del ligante asfáltico y las pérdidas de densidad en las mezclas, siendo estas dos valoraciones, grado de modificación alcanzado por el asfalto versus densidad de las mezclas, dos valores que se tensionan entre sí. Los valores obtenidos volumétricos y mecánicos cumplen con lo exigido en las especificaciones para este tipo de mezclas discontinuas finas.

Las mediciones en los modelos realizados han permitido evaluar la macrotextura y la microtextura. Los valores de macrotextura son un poco menor en el microaglomerado con caucho que en el realizado con polímero virgen. Es posible se deba a la mayor cantidad de vacíos obtenidos en la mezcla con adición de NFU. La pérdida de macrotextura en la mezcla realizada con asfalto modificado con caucho de NFU, es mayor que en el microaglomerado convencional; también se puede inferir que esto sea debido al mayor porcentaje de vacíos de la mezcla. Sin embargo ambas pérdidas mantienen entornos razonables de serviciabilidad dadas las condiciones de temperatura de 60°C a las que se han sometido en el modelo de ensayo de WTT. En ambos casos resultan ser superiores a los valores habitualmente exigidos para planificar una próxima intervención superficial debido al deterioro de la macrotextura, siendo este umbral de H = 0,5 mm.

Los valores de microtextura obtenidos antes y después del proceso de

Materiales componentes	Nomenclatura	Porcentajes en mezcla
Piedra triturada granítica	6:12	62,4
Arena granítica de trituración	0:3	27,4
Filler: Cal	cal	4,8
Asfalto utilizados en cada caso	CA-20+ 8 % de NFU	5,4
	CA-20+ 3 % SBS	5,4

TABLA 2 - DOSIFICACION DE LAS MEZCLAS DISEÑADAS CON ASFALTO MODIFICADO CON NFU Y SBS

Mezcla MAC F10	Antes WTT	Después WTT	Disminución de la macrotextura (%)
	H (mm)	H (mm)	
Con NFU	1.100	0.591	46.3
Con SBS	1.114	0.684	38.6

TABLA 4 - DETERIORO DE LA MACROTEXTURA

solicitación del modelo son satisfactorios y los microaglomerados desarrollados con polvo de NFU tienen mejor desempeño. Esto se presume se deba a que el mástico asfáltico generado en la envuelta del árido grueso, que constituye la microtextura, es más áspero debido a la presencia de las partículas microdispersas del polvo de neumático fuera de uso en la mezcla.

Finalmente, se debe correlacionar los resultados obtenidos en laboratorio con los obtenidos en una obra a escala real para condiciones iniciales y después del deterioro, considerando condiciones climáticas y de tránsito particulares del proyecto en estudio.

CONCLUSIONES

Se concluye que es posible aplicar el modelo de sollicitación del ensayo de Wheel Tracking Test, como modelo de carga y sollicitación para el deterioro de la macrotextura y de la microtextura de un microaglomerado discontinuo en caliente. Se evidencian cambios en estas propiedades de significación, que si bien no se pueden asociar al ciclo real de deterioro de la calzada, sí permite establecer correlaciones comparativas entre diferentes mezclas hasta tanto se establezcan relaciones con los modelos a escala real en la calzada de la obra.

El asfalto modificado con caucho proveniente de la trituración de neumáticos fuera de uso NFU permite de-

sarrollar microaglomerados con valores de macrotextura y microtextura iniciales similares a los de una mezcla realizada con polímero virgen.

Luego de someter las probetas de 30 x 30 cm. en el equipo de WTT, se observó que al someterlas a un proceso de 3 pasadas, a efectos de generar un área de valoración adecuada, las dos variables evaluadas se encuentran dentro de un rango de apreciación esperable. La macrotextura de las mezclas con NFU se deterioran más rápidamente que en un microaglomerado con polímero virgen, influyendo esto en la capacidad de evacuación del agua de la superficie de la calzada. Sin embargo los valores en ambos casos, antes y después del proceso de deterioro, son aun satisfactorios. En cuanto a la microtextura, la responsable de disminuir la distancia de frenado en condición de pavimento mojado, se ha visualizado un mejor desempeño en las mezclas realizadas con asfalto modificado con NFU. Esto se presume se debe a las condiciones de aspereza que el mástico adquiere con el polvo de neumáticos depositado sobre los áridos gruesos de la misma. ♦

POR MSC ADRIÁN SEGURA, GINTEMAC, CENTRO EN TECNOLOGÍA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y CALIDAD, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL, FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA Y MSC. ING. GERARDO BOTASSO, DIRECTOR DEL LEMAC, CENTRO DE INVESTIGACIÓN VIAL, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL LA PLATA

DS VIAL S.R.L.
Demarcación y Señalización Vial

Servicios en demarcación horizontal por método de extrusión y pulverización. Contamos con equipamiento y personal adecuado para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

Contactos:
Lic. Pablo G. Centeno 011 153-555-5725 pcenteno@dsvial.com.ar
Marcelo G. Eguidazu 011 153-174-2909 meguidazu@dsvial.com.ar
www.dsvial.com

COSTA SUR SERVICIOS VIALES
VENTAS Y ALQUILER DE EQUIPOS VIALES

inglorrae@arnet.com.ar • www.inglorrae.com.ar

• Venta y alquiler de máquinas viales
• Repuesto y accesorios
• Reparaciones en general

Plta. Perón 1815 | Villa Constitución
Santa Fe, Argentina
Tel/Fax: 54-3400-477396 | Cel: 549-336-4537221