

Mezclas asfálticas ecológicas para la vialidad urbana

**GERARDO
Botasso**

LEMaC Centro de Investigación
Vial. Universidad Tecnológica
Nacional Facultad Regional La
Plata

**ADRIÁN
Segura**

LEMaC Centro de Investigación
Vial. Universidad Tecnológica
Nacional Facultad Regional La
Plata

Introducción

Un microaglomerado discontinuo en caliente es una mezcla asfáltica de granulometría discontinua elaborada y colocada en caliente como capa de rodadura de calzadas urbanas, donde presenta ventajas competitivas a nivel urbano debido a su bajo espesor y sus características de superficie.

Considerando la seguridad vial, las mayores velocidades de circulación, las tipologías de los neumáticos de los vehículos que permiten eliminar con mayor facilidad el agua de la calzada y el aporte que se puede generar desde el cambio en las condiciones de textura de la superficie de rodamiento de vehículos, se puede pensar en vías más seguras con disminución de las distancias de frenado de los vehículos.

Surge así la necesidad de considerar desde la tecnología de las mezclas asfálticas nuevos diseños que permitan generar mayor adherencia neumático calzada y mejor evacuación del agua de la calzada para así disminuir la distancia de frenado.

En el presente trabajo se presenta la factibilidad de modificar el asfalto utilizado con polvo proveniente del reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU), y observar el desempeño de este microaglomerado en comparación a otra mezcla similar realizada con un asfalto modificado con un polímero virgen.

Estas mezclas de espesor máximo de tres centímetros utilizan por lo general como árido grueso una grava 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, aportando centralmente características superficiales.

Fenómenos de superficie en la calzada de un pavimento

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 com-

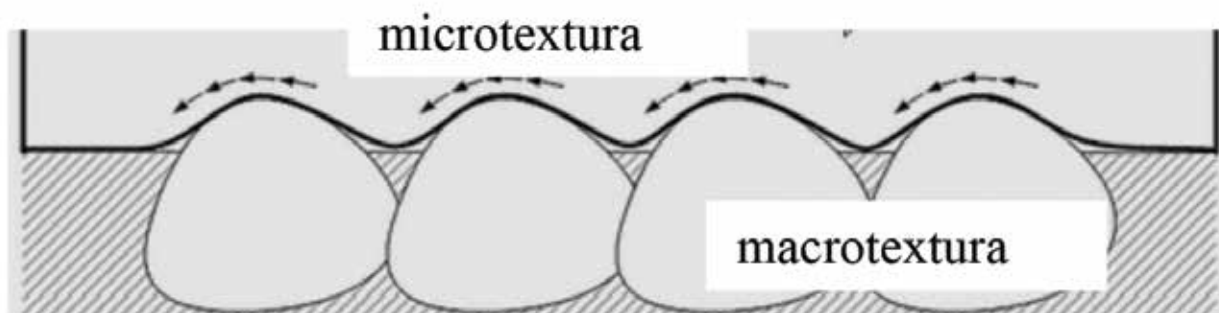


Fig. 1. Macro y microtextura de la mezcla asfáltica colocada



Fig. 2. Planta de trituración de NFU y polvo de NFU

binación 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 hidroneo.

Las mezclas que mejor desempeño desarrollan a nivel de superficie generando texturas ásperas y rugosas, son mezclas que en general serán de espesor menor a 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 del (ver figura 1).
- **Microtextura:** Dada por la aspereza del mastic 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 evacúa más rápidamente el agua y la adherencia del neumático aumenta.

Las dispersiones de polvo de NFU en el asfalto

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 muestra a continuación una instalación fija en Argentina, que procesa neumáticos fuera de uso, el modelo de planta procesadora para la región metropolitana fue diseñado según las bases técnicas definidas por el Centro INTI-Caucho, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, teniendo en cuenta el aseguramiento de la demanda del material reciclado.

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.

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. Caracterización de los asfaltos modificados con NFU y con SBS.

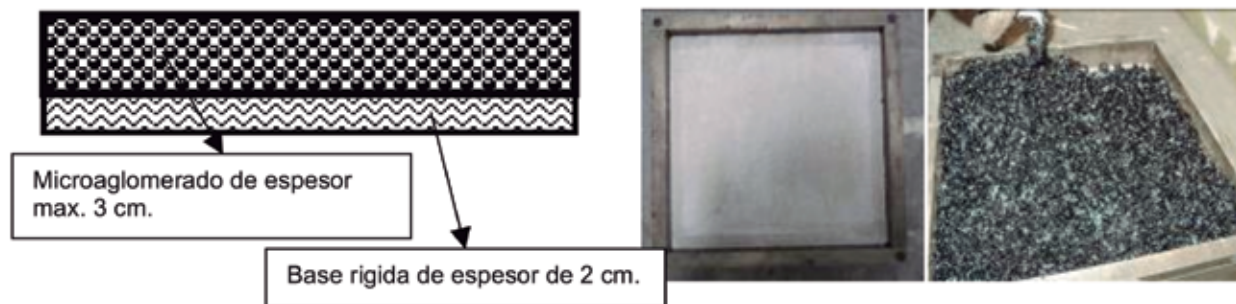


Fig. 3. Modelo para la valoración de las texturas

Características de la mezcla

Las mezclas asfálticas de superficie trascienden el diseño de laboratorio convencional. Vale decir 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. Esta situación es considerada crítica en la distancia que recorre un vehículo al intentar esa maniobra. Para ello se ha propuesto el diseño del modelo de laboratorio.

En el presente trabajo se diseña un MAC F10, Micro aglomerado en caliente discontinuo de 12 mm de tamaño máximo utilizando asfaltos modificados 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).

El diseño del 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 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, en donde las condiciones de texturas puedan ser observadas, como se muestra en la foto 3.

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 Argentina para estudiar las deformaciones plásticas permanentes en las mezclas asfálticas de capacidad estructural, por acción del tránsito pesado. 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 se procede a ensayar la superficie midiendo 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 cantidad de modificador en cada dispersión fue de 8 % de NFU y del 3 % de SBS obteniéndose las mezclas que se pueden observar en la foto 4.

Una vez confeccionadas las probetas de 30 x 30 cm y acondicionadas durante dos (2) horas a 60 °C, se procede a la utilización del equipo de Wheel tracking

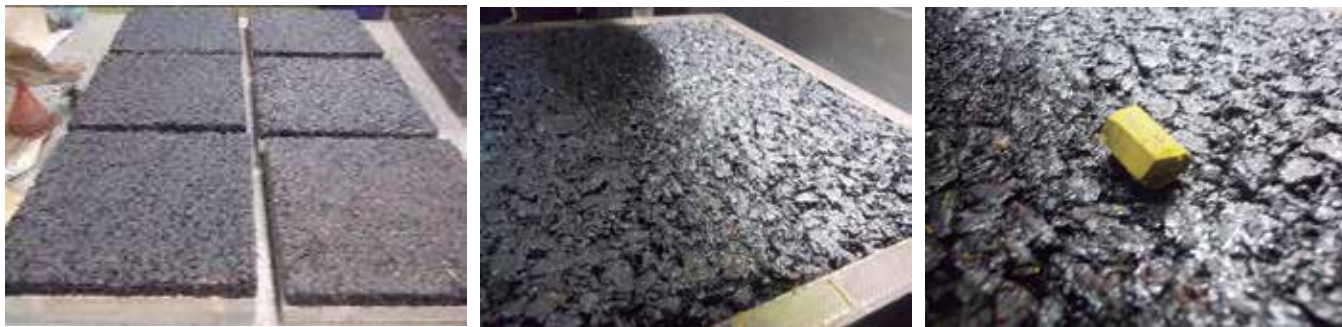


Fig. 4. Muestras de 30 x 30 de MAC F10 con asfaltos con NFU y SBS.



Fig. 5. Procedimiento de carga con el WTT en las probetas - 3 pasadas una al lado de la otra

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. En la Foto N° 5 se muestran imágenes del proceso de ensayo cíclico.

Macrotextura antes y después del tránsito con el equipo de WTT

Las medidas puntuales de macrotextura se realiza 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 2 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.

Microtextura antes y después del tránsito con el equipo de WTT

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

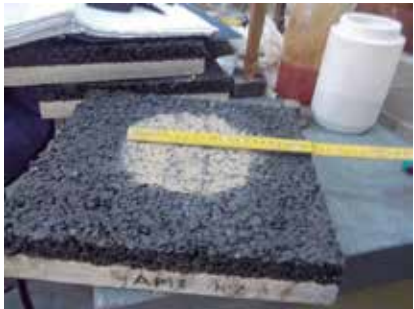
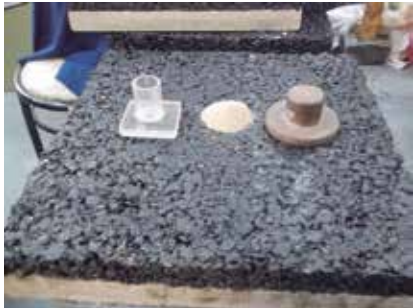
Los resultados se presentan en la tabla 3 y las mediciones con el ensayo del péndulo TRRL.

Análisis de los resultados obtenidos.

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 proveniente de NFU 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

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 2. Deterioro de la Macrotextura



Mezcla MAC F10	Antes WTT	Después WTT	Disminución MICROTEXTURA (%)
	COEF. BPN	COEF. BPN	
Con NFU	0.882	0.838	5,0
Con SBS	0.773	0.750	3,0

Tabla 3. Deterioro de la Microtextura

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 éste umbral de H= 0,5 mm.

Los valores de microtextura obtenidos antes y después del proceso de sollicitación del modelo son satisfactorios y los microaglomerados desarrollados con polvo de NFU tienen mejor desempeño. Esto se presume se deba a que el mastic asfáltico generado en la envuelta del

árido grueso, que constituye la micro-textura, 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 desarrollar 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, 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 mastic adquiere con el polvo de neumáticos depositado sobre los áridos gruesos de la misma.

Es posible desarrollar este tipo de mezclas con polvo de NFU, logrando mezclas más económicas, por el origen del modificador utilizado, provocando a su vez la reducción de acopios de un pasivo ambiental. 

REFERENCIAS

BOTASSO G., GONZALEZ R., RIVERA J.(2002). Nuevas Mezclas Asfálticas. LEMaC Centro Investigaciones Viales UTN Reg. La Plata. Argentina.

BS EN 12697-22 (2003). Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Wheel tracking. British Standard Institution, London

CPAA Comisión Permanente del Asfalto de Argentina (2006). Especificaciones Técnicas de mezclas asfálticas en caliente de bajo espesor. Versión 01. Buenos Aires, Argentina

Dixon, J.C. (1991). Tyres, suspension and handling. Cambridge University Press Gillespie, T.D. (1992). Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE Inc.

IRAM 1555 (2010). Agregados. Determinación del coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo TRRL. Instituto de Normalización Argentino. Buenos Aires, Argentina

IRAM 1850 (2010). Agregados. Método de determinación de la profundidad de la macrotextura superficial de un pavimento mediante el círculo de arena. Instituto de Normalización Argentino. Buenos Aires, Argentina

NLT 175 (2005). Coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) con el péndulo del TRRL. Normas del Ministerio de Fomento de España.

Pacejka, H. B. (2002). Tyre and Vehicle Dynamics. Butterworth Heinemann