

Capítulo 9. Estudio de mezclas asfálticas densas en caliente con diferentes llenantes minerales para pavimentos de carreteras: una apuesta hacia la sostenibilidad

Juan Gabriel Bastidas-Martínez

Eliana Martínez Rojas

Edgar Ricardo Monroy Vargas

Universidad Piloto de Colombia

Introducción

La red vial primaria, a cargo del Instituto Nacional de Vías de Colombia, está compuesta aproximadamente por 9.114,06 kilómetros, de los cuales el 75,11% está constituido por vías pavimentadas, el 24,69% por vías sin pavimentar y el 0,20% en estado de intervenciones. El estado y las condiciones de la red vial primaria pavimentada y sin pavimentar, en Colombia, se presentan en la figura 1.

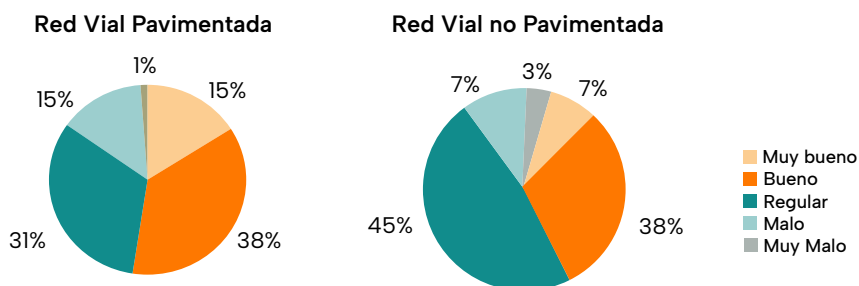


Figura 1. Gráfica del estado de la red vial primaria pavimentada y no pavimentada

Fuente: Elaboración de Eliana Martínez con base en datos tomados de INVÍAS (2018).

A partir de los datos presentados en la Figura 1 se deduce que, el 52,62 % de las vías primarias pavimentadas se encuentran en buen estado y, el 47,28% restante, en condiciones regulares a malas. Por otro lado, de la red vial primaria no pavimentada, solamente el 9,43% se encuentra en buen estado.

En este sentido, se considera que los deterioros de pavimentos más frecuentes, encontrados en las principales redes viales del país, son las deformaciones permanentes y los agrietamientos, producidos normalmente por dosificaciones inadecuadas, uso excesivo de asfaltos blandos, uso de áridos redondeados, construcción inadecuada de las vías, entre otros. Ante este panorama, surge la necesidad de buscar nuevas alternativas en lo que respecta a los materiales que componen la mezcla asfáltica, de manera que cumplan con criterios técnicos, ambientales y económicos para la construcción y el mejoramiento de la red vial primaria del país.

Se presume que el 95% de los pavimentos son flexibles, por tener como capa de rodadura una mezcla asfáltica en caliente constituida por un conjunto de agregados pétreos, recubiertos por un material asfáltico. Los agregados pétreos empleados para la ejecución de una mezcla asfáltica se dividen en gruesos (porción retenida en el tamiz n.º 4), finos (material que pasa por el tamiz n.º 4 y queda retenido en el tamiz n.º 200) y llenante mineral (porción que pasa por el tamiz n.º 200) o también llamado filler; éstos se integran a la mezcla en una proporción tal que cumplan con la granulometría de diseño, según la capa

que se requiera colocar. En lo que respecta al llenante mineral, éste juega un papel muy importante en el comportamiento de las mezclas asfálticas debido a su elevada superficie específica y al aumento de la cohesión y adherencia que confiere al resto de los agregados y al ligante. De hecho, su objetivo es el de rellenar los huecos del esqueleto sólido, impermeabilizar y densificar la mezcla, por lo que cobra importancia conocer las características geométricas, la composición mineralógica y su volumen (Kraemer, 2004; Antunes, Freire, Quaresma y Micaelo, 2016; Movilla-Quesada, Raposeiras, Castro-Fresno y Peña-Mansilla, 2015).

Hace años que la modificación de mezclas asfálticas mediante la sustitución del llenante mineral convencional por materiales de diferentes propiedades, como las cenizas volantes, la cal hidratada, el cemento Portland, entre otros, ha despertado el interés de muchos investigadores (Rondón, Ruge y Farias, 2019; Reyes Ortiz, Troncoso Rivera y Camacho Tauta, 2010; Faheem, Wen, Stephenson y Bahia, 2008; Lesueur y Little, 1999, Likitlersuang y Chompoorat, 2016; Al-Khateeb y Al-Akhras, 2011; Oruc, Celik y Akpinar, 2007). El llenante mineral se incorpora en las composiciones asfálticas con el fin de aumentar la estabilidad, esto debido a que es capaz de reducir notablemente la relación de vacíos. Además, la naturaleza y cantidad en la que se adiciona es especialmente importante en ciertos tipos de mezclas, puesto que pequeñas proporciones pueden reducir el contenido óptimo de asfalto y así, contribuir a su compactibilidad, impermeabilización y estabilidad. Así mismo, el beneficio potencial de algunos llenantes minerales (cal hidratada) sobre la mezcla asfáltica, en términos de resistencia al envejecimiento, es bien conocido (Bianchetto, Miro y Pérez-Jiménez, 1998; Lesueur, Teixeira, Lázaro, Andaluz y Ruiz, 2016; Gundla, Medina, Gudipudi, Stevens, Salim, Zeiada y Underwood, 2016).

De acuerdo con lo anterior, el propósito de la investigación de la cual deriva este artículo, consistió en determinar la influencia de reemplazar el llenante mineral convencional por cal viva, cal hidratada y cemento Portland —en cada caso— en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica tipo MDC-19. La campaña experimental incluyó ensayos de Estabilidad, Flujo y Tracción indirecta.

Materiales y métodos

Materiales

Cemento asfáltico

Las características físicas del cemento asfáltico (CA 60-70) empleado en esta investigación se presentan en la tabla 1 y cumplen con los requisitos de calidad exigidos para la fabricación de mezclas asfálticas densas en caliente (MDC-19), según la especificación colombiana del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS, artículo 450).

Tabla 1. Propiedades generales del CA 60-70

Ensayo	Método	Unidades	Valores recomendados	Resultados
Ensayos en el asfalto original				
Gravedad específica	AASHTO T 228-04	-	-	1,012
Penetración (25 °C, 100 g, 5 s)	ASTM D5/D5M	0,1 mm	60-70	62,5
Índice de penetración	NLT 181	-	-1,2/+0,6	-0,94
Viscosidad (60 °C)	ASTM D4402 / D4402M	Poises	1.500 mínimo	1770
Punto de ablandamiento	ASTM D-36	°C	48-54	49
Ductilidad (25 °C, 5cm/min)	ASTM D-113	cm	100 mínimo	>105
Punto de inflamación	ASTM D3143	°C	230 mínimo	289
Ensayos en el residuo de asfalto después del RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test)				
Pérdida de masa	ASTM D-2872	%	0,8 máximo	0,63
Penetración (25 °C, 100 g, 5 s), Porcentaje con respecto a la penetración inicial	ASTM D5/D5M	%	50 mínimo	77

Agregados

En la tabla 2 se presentan las propiedades del agregado pétreo utilizado para la elaboración de las mezclas asfálticas. Para cumplir con las especificaciones del INVÍAS, se modificó la granulometría original de los agregados, tomando como referencia los valores promedio en porcentajes de la franja granulométrica (tipo MDC-19) que exige la especificación para la elaboración de las mezclas (ver Figura 2).

Tabla 2. Propiedades generales de los agregados

Ensayo	Método	Valores recomendados	Resultados
Gravedad específica/Absorción agregado fino	ASTM C 128	-	2.64/1,7 %
Gravedad específica/Absorción agregado grueso	ASTM C 127	-	2.52/1,62 %
Caras fracturadas (1 cara)	ASTM D 5821	85 % mínimo	89 %
Índice de alargamiento	BS812-105.1	10 % máximo	8,9 %
Índice de aplanamiento	BS812-105.2	10 % máximo	7,6 %
Índice de plasticidad	ASTM D4318	No plástico	No plástico
10 % de finos (resistencia en húmedo)	BS812 Part 110-1990	100 kN mínimo	133 kN
Micro-Deval	ASTM D6928	20 % máximo	18,8 %
Desgaste a la abrasión en la Máquina de los Ángeles	ASTM C131	25 % máximo	23,7 %