

**LIBRO: CMT. CARACTERISTICAS DE
LOS MATERIALES**

PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS

TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas

CAPÍTULO: 002. Calidad de Materiales Asfálticos Modificados

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene las características de calidad de los materiales asfálticos modificados que se utilicen en la elaboración de carpetas y mezclas asfálticas.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los materiales asfálticos modificados son el producto de la disolución o incorporación en el asfalto, de un polímero o de hule molido de neumáticos, que son sustancias estables en el tiempo y a cambios de temperatura, que se le añaden al material asfáltico para modificar sus propiedades físicas y reológicas, y disminuir su susceptibilidad a la temperatura y a la humedad, así como a la oxidación. Los modificadores producen una actividad superficial iónica, que incrementa la adherencia en la interfase entre el material pétreo y el material asfáltico, conservándola aun en presencia del agua. También aumentan la resistencia de las mezclas asfálticas a la deformación y a los esfuerzos de tensión repetidos y por lo tanto a la fatiga y reducen el agrietamiento, así como la susceptibilidad de las capas asfálticas a las variaciones de temperatura. Estos modificadores por lo general se aplican directamente al material asfáltico, antes de mezclarlo con el material pétreo. Los principales modificadores utilizados en los materiales asfálticos son:

B.1. POLÍMERO TIPO I

Es un modificador de asfaltos que mejora el comportamiento de mezclas asfálticas tanto a altas como a bajas temperaturas. Es

fabricado con base en bloques de estireno, en polímeros elastoméricos radiales de tipo bibloque o tribloque, mediante configuraciones como Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) o Estireno-Butadieno (SB), entre otras. Se utiliza en mezclas asfálticas para carpetas delgadas y carpetas estructurales de pavimentos con elevados índices de tránsito y de vehículos pesados, en climas fríos y cálidos, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

B.2. POLÍMERO TIPO II

Es un modificador de asfaltos que mejora el comportamiento de mezclas asfálticas a bajas temperaturas. Es fabricado con base en polímeros elastoméricos lineales, mediante una configuración de caucho de Estireno, Butadieno-Látex o Neopreno-Látex. Se utiliza en todo tipo de mezclas asfálticas para pavimentos en los que se requiera mejorar su comportamiento de servicio, en climas fríos y templados, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

B.3. POLÍMERO TIPO III

Es un modificador de asfaltos que mejora la resistencia al ahuellamiento de las mezclas asfálticas, disminuye la susceptibilidad del cemento asfáltico a la temperatura y mejora su comportamiento a altas temperaturas. Es fabricado con base en un polímero de tipo plastómero, mediante configuraciones como Etil-Vinil-Acetato (EVA) o polietileno de alta o baja densidad (HDPE, LDPE), entre otras. Se utiliza en climas calientes, en mezclas asfálticas para carpetas estructurales de pavimentos con elevados índices de tránsito, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

B.4. HULE MOLIDO DE NEUMÁTICOS

Es un modificador de asfaltos que mejora la flexibilidad y resistencia a la tensión de las mezclas asfálticas, reduciendo la aparición de grietas por fatiga o por cambios de temperatura. Es fabricado con base en el producto de la molienda de neumáticos. Se utiliza en carpetas delgadas de granulometría abierta, tratamientos superficiales.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS

N-CMT-4-05-002/06

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Calidad de Materiales Asfálticos	N-CMT-4-05-001
Muestreo de Materiales Asfálticos	M-MMP-4-05-001
Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos	M-MMP-4-05-004
Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos	M-MMP-4-05-005
Penetración en Cementos y Residuos Asfálticos	M-MMP-4-05-006
Punto de Inflamación Cleveland en Cementos Asfálticos	M-MMP-4-05-007
Punto de Reblandecimiento en Cementos Asfálticos	M-MMP-4-05-009
Pruebas en el Residuo de la Película Delgada de Cementos Asfálticos	M-MMP-4-05-010
Ductilidad de Cementos y Residuos Asfálticos	M-MMP-4-05-011
Destilación de Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-012
Asentamiento de Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-013
Retenido en las Mallas N°20 y N°60 en Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-014
Cubrimiento del Agregado en Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-015
Miscibilidad con Cemento Pórtland de Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-016
Carga Eléctrica de las Partículas de Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-017
Demulsibilidad de Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-018
Índice de Ruptura de Emulsiones Asfálticas Catiónicas	M-MMP-4-05-019
Separación en Cemento Asfáltico Modificado	M-MMP-4-05-022
Resiliencia en Cemento Asfáltico Modificado	M-MMP-4-05-023
Recuperación Elástica por Torsión en Cemento Asfáltico Modificado	M-MMP-4-05-024
Módulo Reológico de Corte Dinámico	M-MMP-4-05-025
Recuperación Elástica en Ductilómetro	M-MMP-4-05-026

D. REQUISITOS DE CALIDAD

El empleo de los modificadores está condicionado al análisis de las ventajas que se obtengan de ellos para mejorar el comportamiento mecánico y la duración de los trabajos de pavimentación en cada caso específico y de acuerdo con las condiciones climáticas, de tránsito, la rigidez de la estructura del pavimento, la disponibilidad de los materiales, el periodo de vida útil considerado en el diseño, la estrategia de mantenimiento y el costo de operación de los vehículos, entre otros. Su uso depende de la evaluación económica de su aplicación, en comparación con otras opciones. Corresponde al proyectista la selección del tipo de modificador a emplear y su dosificación, para cumplir con los parámetros de comportamiento deseados.

Los materiales asfálticos modificados, dependiendo del tipo de modificador empleado, cumplirán, en general, con los requisitos de calidad que se indican a continuación; sin embargo, podrán existir variaciones si el proyectista así lo considera en su diseño.

D.1. CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO

Los cementos asfálticos clasificados como AC-5 y AC-20 según su viscosidad dinámica a sesenta (60) grados Celsius, que cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, una vez modificados cumplirán con los requisitos que se establecen en la Tabla 1 de esta Norma. En el caso del asfalto modificado con hule molido, dependiendo del equipo para calentar los componentes de la mezcla, el hule molido cumplirá con una de las granulometrías que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

D.2. EMULSION ASFÁLTICA MODIFICADA

Las emulsiones elaboradas con asfalto AC-5 modificado con polímero tipo I ó II, cumplirán con las características establecidas en la Tabla 3 de esta Norma.

E. MEZCLADO DE LOS MODIFICADORES CON EL CEMENTO ASFÁLTICO

E.1. El mezclado de los modificadores a que se refiere esta Norma, se efectuará en una planta industrial, utilizando los equipos especiales adecuados para el tipo de modificador que se emplee, a menos que, de acuerdo con las indicaciones del proveedor del modificador, no se requiera de dicho equipo.

TABLA 1.- Requisitos de calidad para cementos asfálticos AC-5 y AC-20 modificados

Características	Tipo de cemento asfáltico (Tipo de modificador)				
	AC-5 (Tipo I ó II)	AC-20 (Tipo I)	AC-20 (Tipo II)	AC-20 (Tipo III)	AC-20 (Hule molido)
Del cemento asfáltico modificado:					
Viscosidad Saybolt-Furol a 135°C; s, máximo	500	1000	1000	1000	--
Viscosidad rotacional Brookfield a 135°C; Pa s, máximo	2	4	3	4	--
Viscosidad rotacional Brookfield (tipo Haake) a 177°C; Pa s, máximo	--	--	--	--	7
Penetración:					
• A 25°C, 100 g, 5 s; 10 ⁻¹ mm, mínimo	80	40	40	30	30
• A 4°C, 200 g, 60 s; 10 ⁻¹ mm, mínimo	40	25	25	20	15
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	220	230	230	230	230
Punto de reblandecimiento; °C, mínimo	45	55	55	53	57
Separación, diferencia anillo y esfera; °C, máximo	3	3	3	4	5
Recuperación elástica por torsión a 25°C; %, mínimo	25	35	30	15	40
Resiliencia, a 25°C; %, mínimo	20	20	20	25	30
Del residuo de la prueba de la película delgada, (3,2 mm, 50 g):					
Pérdida por calentamiento a 163°C; %, máximo	1	1	1	1	1
Penetración a 4°C, 200 g, 60 s; 10 ⁻¹ mm, mínimo	--	--	--	--	10
Penetración retenida a 4°C, 200 g, 60 s; %, mínimo	65	65	65	55	75
Recuperación elástica en ductilómetro a 25°C; %, mínimo	50	60	60	30	55
Incremento en temperatura anillo y esfera; °C, máximo	--	--	--	--	10
Módulo reológico de corte dinámico a 76°C (G [*] /sen δ); kPa, mínimo	--	2,2	2,2	2,2	2,2
Módulo reológico de corte dinámico a 64°C (G [*] /sen δ); kPa, mínimo	2,2	--	--	--	--
Angulo fase (δ) [visco-elasticidad], a 76°C; ° (grados), máximo	--	75	70	75	--
Angulo fase (δ) [visco-elasticidad], a 64°C; ° (grados), máximo	75	--	--	--	--

TABLA 2.- Requisitos de granulometría para hule molido

Malla		Tamaño nominal		
Abertura mm	Designación	H 20 % que pasa	H 40 % que pasa	H 80 % que pasa
2	N°10	100	---	---
1,18	N°16	75 – 100	---	---
0,85	N°20	59 – 90	100	---
0,6	N°30	25 – 60	75 – 100	100
0,425	N°40	10 – 40	55 – 90	80 – 100
0,3	N°50	0 – 20	25 – 60	60 – 100
0,15	N°100	0 – 10	0 – 30	4 – 70
0,075	N°200	0 – 5	0 – 10	0 – 20
Contenido mínimo de hule en el asfalto en masa; %		17	15	12

TABLA 3.- Requisitos de calidad para emulsión asfáltica modificada

Características	Valor
De la emulsión:	
Contenido de cemento asfáltico en masa: %, mínimo	60
Viscosidad Saybolt - Furol a 50°C; s	50-200
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	3
Retenido de peso en malla N°20 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,1
Carga eléctrica de las partículas	(+) 3
Disolvente en volumen; %, máximo	3
Demulsibilidad; %, mínimo	60
Índice de ruptura; %	80-140
Del residuo de la destilación:	
Penetración ^[1] a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 ⁻¹ mm	100-200
Ductilidad a 4°C, 5 cm/min; cm, mínimo	30
Recuperación elástica en ductilómetro a 25°C, 20 cm, 5 min; %, mínimo	40
Recuperación elástica en ductilómetro a 10°C, 20 cm, 5 min; %, mínimo	50

[1] En climas que alcancen temperaturas iguales que 40°C o mayores, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones asfálticas modificadas con polímero, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 x 10⁻¹ mm.

E.2. En el caso de que el asfalto modificado con polímero presente problemas de estabilidad o de separación, se utilizará un agente estabilizador o antiseparador recomendado por el fabricante del modificador.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MODIFICADORES PARA MATERIALES ASFÁLTICOS

F.1. Los modificadores a que se refiere esta Norma, antes de mezclarse con el cemento asfáltico, serán transportados y almacenados conforme con las instrucciones del proveedor.

F.2. Si la mezcla del modificador con el cemento asfáltico se realiza en una planta industrial, en el transporte y almacenamiento del cemento asfáltico modificado se atenderá lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*.

G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

G.1. Para que el material asfáltico modificado sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada autotanque o suministro, que garantice el cumplimiento de todos

los requisitos establecidos en esta Norma o los fijados en forma especial en el proyecto, expedido por su propio laboratorio o por cualquier otro debidamente aprobado por la Secretaría.

- G.2.** La Secretaría podrá verificar la cantidad y tipo de cemento asfáltico utilizado por el Contratista de Obra, por lo que para tal efecto, éste manifestará por escrito que la Secretaría podrá en cualquier momento solicitar a la empresa que ha realizado la incorporación del modificador al asfalto o a la empresa productora del modificador, la información correspondiente que acredite la cantidad y calidad del asfalto modificado utilizado en la obra.
- G.3.** Con objeto de controlar la calidad del material asfáltico modificado, durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-05-001, *Muestreo de Materiales Asfálticos* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, en el número y con la periodicidad que se establezca en el proyecto autorizado por la Secretaría, que verifiquen que las características indicadas en la Tabla 4 cumplan con los valores establecidos en esta Norma o los fijados especialmente para el proyecto, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

TABLA 4.- Características de calidad que se revisarán en los materiales asfálticos modificados durante la ejecución de la obra

Cementos asfálticos modificados	Emulsiones asfálticas modificadas
En el cemento asfáltico:	En la emulsión:
<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad Saybolt-Furol a 135°C • Penetración: <ul style="list-style-type: none"> ◆ A 25°C, 100 g, 5 s ◆ A 4°C, 200 g, 60 s • Punto de inflamación Cleveland • Punto de reblandecimiento • Separación, diferencia anillo y esfera • Recuperación elástica por torsión a 25°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de cemento asfáltico en masa • Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C • Asentamiento en 5 días • Retenido de peso en malla N°20 • Carga eléctrica de las partículas • Disolvente en volumen • Demulsibilidad • Índice de ruptura
En el residuo de la película delgada:	En el residuo de la destilación:
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida por calentamiento a 163°C • Incremento en temperatura anillo y esfera 	<ul style="list-style-type: none"> • Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s • Recuperación elástica en ductilómetro a 25°C

- G.4.** En caso de que el material asfáltico modificado no cumpla con lo señalado en la Fracción anterior, se corroborará la deficiencia de

CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-4-05-002/06

calidad realizando las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-05-001, *Muestreo de Materiales Asfálticos* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, que verifiquen que las características indicadas en la Tabla 5 cumplan con los valores establecidos en esta Norma o los fijados especialmente para el proyecto, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Será motivo de rechazo, si persiste la discrepancia o no conformidad.

TABLA 5.- Características de calidad que se revisarán en los materiales asfálticos modificados para su aceptación en caso de discrepancias

Cementos asfálticos modificados	Emulsiones asfálticas modificadas
En el cemento asfáltico:	En la emulsión:
<ul style="list-style-type: none">•Viscosidad rotacional Brookfield a 135°C ó tipo Haake a 177°C, según su caso•Resilencia, a 25°C	
En el residuo de la película delgada:	En el residuo de la destilación:
<ul style="list-style-type: none">•Ductilidad a 4°C y 5 cm/min•Penetración a 4°C, 200 g, 60 s•Recuperación elástica en ductilómetro a 25°C•Módulo reológico de corte dinámico a 76°C•Angulo fase (δ), a 76°C	<ul style="list-style-type: none">•Ductilidad a 4°C, 5 cm/min•Recuperación elástica en ductilómetro a 10°C

G.5. En cualquier momento la Secretaría puede verificar que el material asfáltico suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

H. BIBLIOGRAFÍA

Herrera Lozano, J. y Limón Limón, R., *Modificadores de Asfalto*, Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres AC, México, DF (nov 1995)

Comité Unido AASHTO-AGC-ARTBA, *Guía de Especificaciones para Asfalto Modificado con Polímeros*, EUA, (feb 1992)