

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

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 02. Materiales para Subbases y Bases**

**CAPÍTULO: 003. Materiales para Bases Tratadas**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de bases de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulico, tratadas químicamente para modificar su comportamiento mecánico e hidráulico.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Son materiales granulares que no cumplen con alguno de los requisitos de calidad establecidos en la Norma N-CMT-4-02-002, *Materiales para Bases Hidráulicas* o que, por razones estructurales, requieren la incorporación de un producto que modifica alguna de sus características físicas, generalmente haciéndolos más rígidos y resistentes, mejorando su comportamiento mecánico e hidráulico, para ser colocados sobre la subbase o la subrasante y formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico.

Estos materiales, según el producto que se utilice en su tratamiento, se clasifican como:

- B.1.** Materiales modificados con cal. Cuando se les incorpora de dos (2) a tres (3) por ciento en masa, de cal, para modificar su plasticidad o reducir el efecto de la materia orgánica en los suelos.
- B.2.** Materiales modificados con cemento. Cuando se les incorpora de tres (3) a cuatro (4) por ciento en masa, de cemento Pórtland, para modificar su plasticidad o incrementar su resistencia.

## CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-4-02-003/04

- B.3.** Materiales estabilizados con cemento. Cuando se les incorpora de ocho (8) a diez (10) por ciento en masa, de cemento Pórtland, para obtener una resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad, no menor de dos coma cinco (2,5) megapascales ( $25 \text{ kg/cm}^2$ ) e incrementar su rigidez, reduciendo así el efecto de la fatiga sobre la carpeta o mejorando el apoyo de las losas de concreto hidráulico.
- B.4.** Materiales estabilizados con asfalto. Cuando se les incorpora, mediante una emulsión o un asfalto rebajado, de tres (3) a cuatro (4) por ciento en masa, de cemento asfáltico, para mejorar su comportamiento y el efecto de la plasticidad.
- B.5.** Base de mezcla asfáltica (*Base negra*). Cuando a los materiales se les incorpora, en caliente o en frío, de cuatro (4) a cinco (5) por ciento en masa, de cemento asfáltico, para formar una capa de concreto asfáltico magro.
- B.6.** Base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia. Cuando a los materiales se les incorpora el cemento Pórtland necesario para obtener una resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad, de catorce coma siete (14,7) megapascales ( $150 \text{ kg/cm}^2$ ) a diecinueve coma seis (19,6) megapascales ( $200 \text{ kg/cm}^2$ ) y transformar un pavimento flexible en un pavimento rígido, como es el caso de concretos compactados con rodillo o de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos y su base hidráulica.

### C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con los siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Capas Estabilizadas .....	N-CTR-CAR-1-04-003
Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos ..	N-CSV-CAR-4-02-001
Construcción de Subbases o Bases Estabilizadas .....	N-CSV-CAR-4-02-005
Construcción de Subbases y Bases de Concreto Compactado con Rodillo .....	N-CSV-CAR-4-02-006
Calidad del Cemento Pórtland .....	N-CMT-2-02-001
Materiales para Bases Hidráulicas .....	N-CMT-4-02-002
Cal para Estabilización de Suelos .....	N-CMT-4-03-001
Calidad de Materiales Asfálticos .....	N-CMT-4-05-001

Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto .....	M·MMP·2·02·058
Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base .....	M·MMP·4·01·001
Granulometría.....	M·MMP·4·01·003
Contenido de Agua .....	M·MMP·4·01·004
Límites de Consistencia .....	M·MMP·4·01·006
Equivalente de Arena .....	M·MMP·4·01·008
Desgaste Los Ángeles .....	M·MMP·4·01·009
Compactación AASHTO .....	M·MMP·4·01·010
Contenido de Materia Orgánica .....	M·MMP·4·01·012
Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos No Plásticos .....	M·MMP·4·01·014
Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos Plásticos .....	M·MMP·4·01·015
Partículas Alargadas y Lajeadas de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·04·005
Desprendimiento por Fricción de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·04·009
Cubrimiento con Asfalto Mediante el Método Inglés de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·04·010
Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos .....	M·MMP·4·05·004
Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa .....	M·MMP·4·05·034
Contenido de Cemento Asfáltico en Mezclas .....	M·MMP·4·05·038
Contenido de Agua en Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·05·039
Contenido de Disolventes en Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·05·040
Pérdida de Estabilidad por Inmersión en Agua de Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·05·042

**D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIALES MODIFICADOS CON CAL, MODIFICADOS CON CEMENTO O ESTABILIZADOS CON CEMENTO, PROVENIENTES DE UN BANCO**

Los materiales modificados con cal, modificados o estabilizados con cemento, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- D.1.** La cal o el cemento Pórtland que se utilicen para la modificación o estabilización, cumplirá con los requisitos de calidad que se establecen en las Normas N·CMT·4·03·001, *Cal para Estabilización de Suelos* o N·CMT·2·02·001, *Calidad del Cemento Pórtland*.
- D.2.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, cuando se utilice cemento Pórtland en la modificación o estabilización, éste será ordinario (Tipo CPO).
- D.3.** El material por modificar con cal o con cemento Pórtland, o por estabilizar con cemento Pórtland, cumplirá con los requisitos de granulometría que correspondan, entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa y no tendrá un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·01·012, *Contenido de Materia Orgánica*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3. En caso contrario se tratará con cal para reducir la actividad de la materia orgánica y cumplir con el valor antes anotado.
- D.4.** El material una vez modificado con cal o con cemento Pórtland, cumplirá con el límite líquido, el índice plástico, el equivalente de arena, el Valor Soporte de California (CBR) y el Desgaste Los Ángeles, que correspondan entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*.
- D.5.** La resistencia a la compresión simple del material una vez estabilizado con cemento Pórtland, a los veintiocho (28) días de edad, determinada en especímenes cilíndricos con una relación altura/diámetro no menor de uno (1), compactados dinámicamente al cien (100) por ciento respecto de la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·4·01·010, *Compactación AASHTO* o al grado de compactación que indique el proyecto o señale la Secretaría y probados mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto*, será la establecida en el proyecto o la que indique la Secretaría, pero nunca inferior que dos coma cinco (2,5) megapascales (25 kg/cm<sup>2</sup>).

- D.6.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, los materiales una vez modificados o estabilizados, con cal o con cemento Pórtland, se compactarán al cien (100) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·4·01·010, *Compactación AASHTO*.

**E. REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIALES ESTABILIZADOS CON ASFALTO, PROVENIENTES DE UN BANCO**

Los materiales estabilizados con asfalto, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- E.1.** El producto asfáltico que se utilice en la estabilización cumplirá con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, según su tipo.
- E.2.** El material por estabilizar con asfalto cumplirá con los requisitos de granulometría que correspondan, entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa. Tendrá un desprendimiento por fricción menor de veinticinco (25) por ciento y un cubrimiento con asfalto mayor de noventa (90) por ciento, determinados conforme a lo indicado en los Manuales M·MMP·4·04·009, *Desprendimiento por Fricción de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* y M·MMP·4·04·010, *Cubrimiento con Asfalto Mediante el Método Inglés de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, respectivamente y no tendrá un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·01·012, *Contenido de Materia Orgánica*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3; en caso contrario se tratará con cal para reducir la actividad de la materia orgánica y cumplir con el valor antes anotado.
- E.3.** Para estabilizar los materiales no plásticos, como las arenas, se mezclarán con la cantidad de producto asfáltico necesaria para obtener una estabilidad mínima de cero coma sesenta y cuatro (0,64) kilonewton, determinada mediante el procedimiento indicado en el Manual M·MMP·4·01·014, *Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos No Plásticos*.
- E.4.** Para estabilizar los materiales plásticos que tengan valores de límite líquido y equivalente de arena fuera de los límites indicados

en la Norma N-CMT-4-02-002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, se mezclarán con la cantidad de producto asfáltico necesaria para cumplir con los requisitos de calidad indicados en la Tabla 1 de esta Norma, determinados mediante el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-01-015, *Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos Plásticos*.

**TABLA 1.- Requisitos de calidad de los materiales plásticos estabilizados con productos asfálticos**

<b>Característica*</b>	<b>Valor</b>
Estabilidad; kg, mínimo	180
Expansión; %, máximo	2
Absorción; %, máximo	5

\* Determinada mediante el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-01-015, *Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos Plásticos*

**E.5.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, los materiales una vez estabilizados con producto asfáltico, se compactarán al cien (100) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, conforme a lo indicado en el Manual M-MMP-4-01-010, *Compactación AASHTO*.

**F. REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA BASE DE MEZCLA ASFÁLTICA (BASE NEGRA) PROVENIENTES DE UN BANCO**

Los materiales que se empleen en la construcción de bases de mezcla asfáltica (bases negras), cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

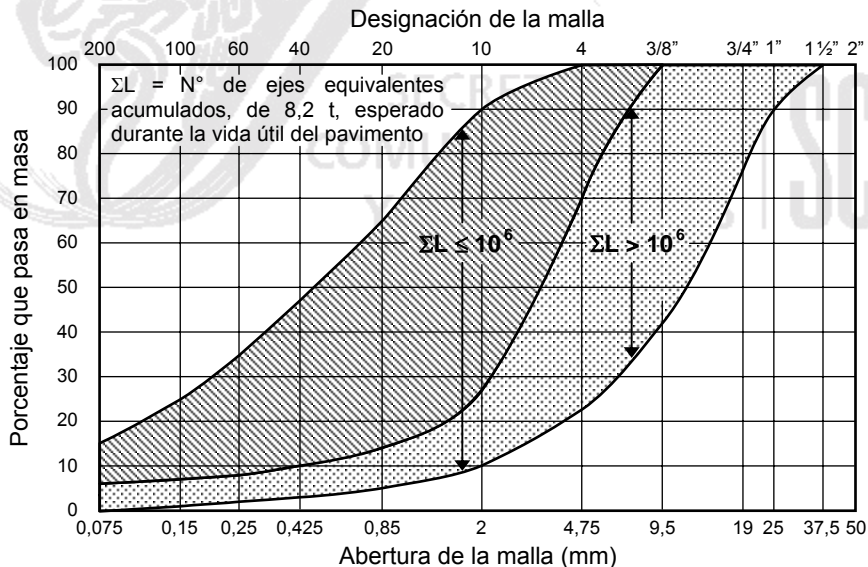
**F.1.** El producto asfáltico que se utilice cumplirá con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, según su tipo.

**F.2.** El material pétreo cumplirá con las características granulométricas que se establecen en la Tabla 2 y se muestran en la Figura 1, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 3 de esta Norma, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma$ L).

**TABLA 2.- Requisitos de granulometría del material pétreo para bases de mezcla asfáltica (bases negras)**

Malla		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
37,5	1½"	100	100
25	1"	90 - 100	90 - 100
19	¾"	76 - 100	76 - 100
9,5	¾"	42 - 100	42 - 100
4,75	N°4	24 - 100	24 - 70
2	N°10	10 - 90	10 - 27
0,85	N°20	5 - 65	5 - 14
0,425	N°40	4 - 47	4 - 10
0,25	N°60	2 - 35	2 - 8
0,15	N°100	1 - 25	1 - 7
0,075	N°200	0 - 15	0 - 6

[1]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.



**FIGURA 1.- Zonas granulométricas recomendables del material pétreo para bases de mezcla asfáltica (bases negras)**

**TABLA 3.- Requisitos de calidad del material pétreo para bases de mezcla asfáltica (bases negras)**

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido <sup>[2]</sup> , máximo	30	25
Índice plástico <sup>[2]</sup> , máximo	6	6
Contenido de agua <sup>[2]</sup> , máximo	1	1
Equivalente de arena <sup>[2]</sup> , mínimo	40	50
Partículas alargadas y lajeadas <sup>[2]</sup> , máximo	50	40
Desgaste Los Angeles <sup>[2]</sup> , máximo	30	30
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; máximo <sup>[2]</sup>	25	25

[1]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimientos de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

**F.3.** La curva granulométrica del material pétreo, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M-MMP-4-01-003, *Granulometría*, tendrá una forma semejante a las de las curvas que se muestran en la Figura 1 de esta Norma, sin cambios bruscos de pendiente.

**F.4.** El tamaño máximo permisible del material pétreo no será mayor de treinta y siete coma cinco (37,5) milímetros (1½") ni de dos tercios (⅔) del espesor de la capa de base asfáltica compacta.

**F.5.** Cuando la base de mezcla asfáltica se diseñe mediante el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-4-05-034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, de acuerdo con la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ), cumplirá con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 4 y con el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) indicado en la Tabla 5 de esta Norma.

**F.6.** Cuando en la elaboración de la base de mezcla asfáltica se utilice cemento asfáltico, el mezclado en caliente se hará a la temperatura más baja posible que permita obtener una mezcla y cubrimiento del material pétreo uniformes, pero lo suficientemente alta para disponer del tiempo requerido para su transporte, tendido



y compactación. En general, la temperatura de mezclado será la que, en la gráfica de Viscosidad–Temperatura, previamente obtenida para el cemento asfáltico que se utilice, corresponda a una viscosidad Saybolt-Furol de ochenta y cinco (85) más menos diez ( $\pm 10$ ) segundos, determinada mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·004, *Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos*. Los materiales pétreos se calentarán a la temperatura de mezclado más diez (10) grados Celsius.

**TABLA 4.- Requisitos de calidad para bases de mezcla asfáltica diseñadas mediante el método Marshall**

Características	Valor	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	50	75
Estabilidad; N (Ib <sub>f</sub> ), mínimo	4 410 (990)	6 860 (1 540)
Flujo; mm (10 <sup>-2</sup> in)	2 – 4,5 (8 – 18)	2 – 4 (8 – 16)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 – 8	3 – 8

[1]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

**TABLA 5.- Vacíos en el agregado mineral (VAM) para bases de mezcla asfáltica diseñadas mediante el método Marshall**

Tamaño máximo del material pétreo utilizado en la mezcla		Vacíos en el agregado mineral (VAM) %, mínimo
mm	Designación	
4,75	N°4	18
6,3	¼"	17
9,5	⅜"	16
12,5	½"	15
19	¾"	14
25	1"	13
37,5	1½"	12

- F.7. Cuando en la elaboración de la base de mezcla asfáltica se utilice emulsión asfáltica, ésta será de rompimiento medio o lento y cuando se utilice asfalto rebajado, éste será de fraguado rápido. La temperatura de las emulsiones asfálticas al momento del

## CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-4-02-003/04

mezclado, será de cinco (5) a cuarenta (40) grados Celsius; en el caso de asfaltos rebajados, será de sesenta (60) a ochenta (80) grados Celsius. Para obtener un buen cubrimiento de los materiales pétreos, es conveniente realizar el mezclado en planta.

- F.8.** No se aplicarán los materiales asfálticos cuando la temperatura ambiente sea menor de cinco (5) grados Celsius, cuando esté lloviendo o haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora sea uniforme.
- F.9.** Los contenidos de cemento asfáltico, de agua y de disolventes en las bases asfálticas ya compactadas, determinados de acuerdo con los procedimientos descritos en los Manuales M-MMP-4-05-038, *Contenido de Cemento Asfáltico en Mezclas*, M-MMP-4-05-039, *Contenido de Agua en Mezclas Asfálticas* y M-MMP-4-05-040, *Contenido de Disolventes en Mezclas Asfálticas*, respectivamente, quedarán dentro de los límites fijados en la Tabla 6 de esta Norma.

**TABLA 6.- Contenidos de cemento asfáltico, agua y disolventes en la base de mezcla asfáltica (base negra)**

Material asfáltico empleado en la elaboración de la base de mezcla asfáltica	Tolerancia en el contenido de cemento asfáltico (CA) <sup>[1]</sup> %	Contenido de agua libre permitido <sup>[2]</sup> %	Relación de disolventes a cemento asfáltico en masa valor K
Cemento asfáltico	CA ± 0,05	1	0
Emulsión asfáltica sin disolventes	CA ± 0,1	----	0
Emulsión asfáltica con disolventes	CA ± 0,1	----	0,05 a 0,08
Asfaltos rebajados	CA ± 0,1	1	0,05 a 0,08

[1] CA corresponde al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño de la mezcla, en por ciento respecto a la masa del material pétreo.

[2] Respecto a la masa de la mezcla asfáltica.

- F.10.** Las temperaturas mínimas convenientes para el tendido y compactación de la base de mezcla asfáltica, serán determinadas mediante la curva *Viscosidad-Temperatura* del material asfáltico que se utilice, pero no será menor a la que corresponda a una viscosidad Saybolt-Furol de ciento cuarenta (140) más menos

quince ( $\pm 15$ ) segundos, determinada mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·004, *Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos*.

**F.11.** El espesor máximo de la base de mezcla asfáltica que se tienda será aquel que el equipo sea capaz de compactar, de tal forma que la diferencia entre los grados de compactación de los tres (3) centímetros superiores y de los tres (3) centímetros inferiores, sea menor de uno (1) por ciento o igual. Si es necesario, la base de mezcla asfáltica se construirá en dos o más capas.

**F.12.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, las bases de mezcla asfálticas se compactarán como mínimo al noventa y cinco (95) por ciento de su masa volumétrica máxima obtenida mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*.

**G. REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO MAGRO O DE BAJA RESISTENCIA, PROVENIENTES DE UN BANCO**

Los materiales que se empleen en la construcción de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

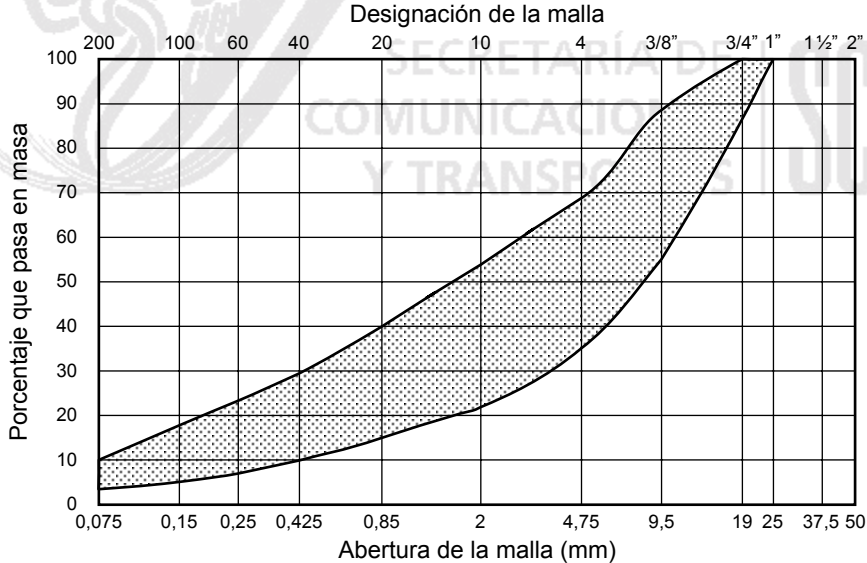
**G.1.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, el cemento Pórtland que se utilice será ordinario (Tipo CPO) y cumplirá con los requisitos de calidad que se establecen en la Norma N·CMT·2·02·001, *Calidad del Cemento Pórtland*.

**G.2.** El material pétreo cumplirá con las características granulométricas que se establecen en la Tabla 7 y se muestran en la Figura 2, y con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 8 de esta Norma.

**G.3.** La fracción del material pétreo que se retenga en la malla con abertura de cuatro coma setenta y cinco (4,75) milímetros (N°4) tendrá al menos cincuenta (50) por ciento en masa de partículas trituradas, que presenten dos caras fracturadas o más.

**TABLA 7.- Requisitos de granulometría del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia**

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
25	1"	100
19	3/4"	87 - 100
9,5	3/8"	55 - 89
4,75	N°4	35 - 69
2	N°10	22 - 54
0,85	N°20	15 - 40
0,425	N°40	10 - 30
0,25	N°60	8 - 23
0,15	N°100	5 - 18
0,075	N°200	3 - 10



**FIGURA 2.- Zona granulométrica recomendable del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia**

**TABLA 8.- Requisitos de calidad del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia**

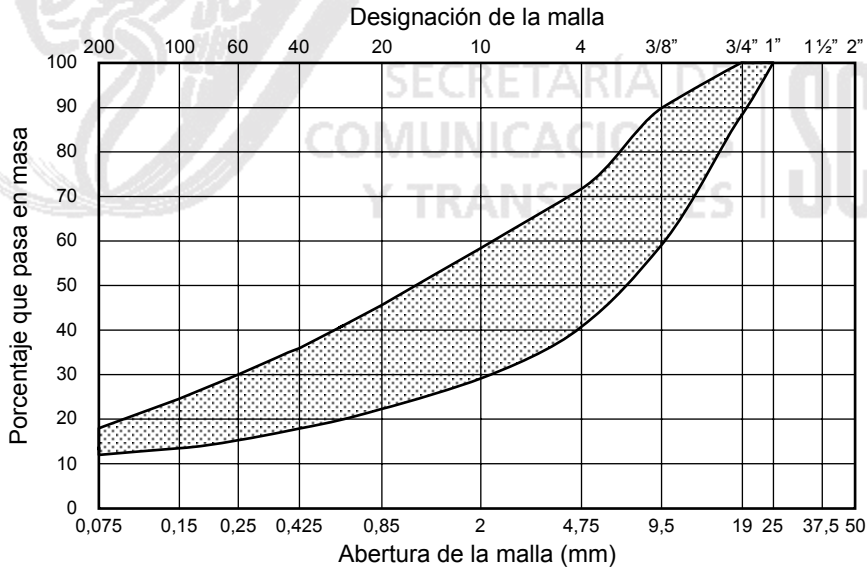
Característica	Valor %
Índice plástico <sup>[1]</sup> , máximo	NP
Equivalente de arena <sup>[1]</sup> , mínimo	50
Desgaste Los Ángeles <sup>[1]</sup> , máximo	30

[2] Determinado mediante el procedimientos de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

- G.4.** Los materiales pétreos nuevos, que no procedan de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, no tendrán un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·01·012, *Contenido de Materia Orgánica*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3.
- G.5.** Los materiales pétreos se suministrarán fraccionados al menos en dos tamaños, separados por la malla con abertura de cuatro coma setenta y cinco (4,75) milímetros (N°4), si la dosificación del cemento se hace en planta estacionaria. Si el cemento se agrega en el camino, se suministrará en un solo tamaño.
- G.6.** Los materiales pétreos combinados y el cemento Pórtland, se mezclarán en la proporción necesaria para producir un concreto hidráulico homogéneo, con la resistencia a la compresión simple establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, de forma que en su estado fresco tenga un revenimiento de cero (0) centímetros. Será responsabilidad del Contratista de Obra determinar el proporcionamiento adecuado en el laboratorio para alcanzar la resistencia de proyecto.
- G.7.** La curva granulométrica de los materiales pétreos mezclados con el cemento Pórtland en la proporción a que se refiere la Fracción anterior, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·01·003, *Granulometría*, tendrá una forma continua, ubicada dentro de los límites que se establecen en la Tabla 9 y se muestran en la Figura 3 de esta Norma.

**TABLA 9.- Requisitos de granulometría del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, habiendo agregado el cemento Pórtland**

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
25	1"	100
19	3/4"	88 - 100
9,5	3/8"	59 - 90
4,75	N°4	41 - 72
2	N°10	29 - 58
0,85	N°20	23 - 45
0,425	N°40	18 - 36
0,25	N°60	16 - 30
0,15	N°100	14 - 25
0,075	N°200	12 - 18



**FIGURA 3.- Zona granulométrica recomendable del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, habiendo agregado el cemento Pórtland**

**G.8.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, una vez agregado el cemento Pórtland, se compactará al cien (100) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·4·01·010, *Compactación AASHTO*, con el contenido de agua óptimo. La compactación de una sección transversal cualquiera se terminará totalmente en menos de tres (3) horas, desde el instante en que se haya iniciado la incorporación y mezclado del agua para el concreto hidráulico magro o de baja resistencia destinado a esa sección, excepto cuando el proyecto indique o la Secretaría apruebe la utilización de un aditivo retardador de fraguado, en cuyo caso dicha sección se compactará totalmente dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.

**G.9.** En todo momento se mantendrá húmeda la superficie de la base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, mediante riegos de agua finamente pulverizada, hasta la colocación de la membrana de curado, si el camino está fuera de operación. En caso contrario se continuará con los riegos durante tres (3) días.

**G.10.** Una vez compactada y curada la base, su resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad, determinada mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto*, será la establecida en el proyecto o la que indique la Secretaría.

#### **H. REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA RECUPERACIÓN DE PAVIMENTOS EXISTENTES**

En general, los materiales obtenidos de la recuperación in-situ de pavimentos existentes, para ser utilizados en una nueva base, estabilizada o no, se corregirán mediante la adición de otros materiales provenientes de banco, de tal manera que cumplan con los requisitos establecidos en esta Norma según el uso a que se destinen. En los casos en que esto no sea posible o económicamente inconveniente, tal situación deberá ser tomada en cuenta en el diseño del pavimento.

### I. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales antes de su utilización en la obra, debe tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

**I.1.** Los materiales nuevos por modificar o estabilizar, o el material pétreo nuevo que se emplee en la construcción de bases de mezcla asfáltica o de concreto de baja resistencia, se almacenará en un sitio específicamente destinado para tal uso, considerando lo siguiente:

**I.1.1.** Cuando en el almacén no se cuente con un firme, previamente a su utilización:

- Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie;
- se conformará, nivelará y compactará la superficie hasta dejar una sección transversal uniforme que permita el drenaje; y
- se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material por almacenar, para evitar la contaminación del material que se almacene encima.

**I.1.2.** Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se colocará un camino de tablas para evitar la contaminación y degradación del material.

**I.1.3.** Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, estos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.

**I.1.4.** Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, es conveniente cubrirlo con lonas para protegerlo de contaminantes y del clima.



- I.2.** Para la base de mezcla asfáltica elaborada, con cemento asfáltico, una vez concluido el mezclado en caliente se considerará lo siguiente:
- I.2.1.** La mezcla asfáltica caliente puede ser almacenada por corto tiempo en tolvas metálicas sin orificios, con superficie interior lisa y limpia, pero teniendo en cuenta que la temperatura de la mezcla se reducirá rápidamente. No se permitirá el almacenamiento en pilas o montones, aun cuando estos se cubran con lonas.
    - I.2.1.1.** Si se utilizan silos térmicamente aislados, la mezcla asfáltica puede almacenarse hasta por veinticuatro (24) horas sin pérdida de temperatura o sangrado importante.
    - I.2.1.2.** De requerirse largos periodos de almacenamiento, se utilizarán silos que incluyan sistemas de calentamiento que permitan mantener la temperatura de la mezcla, pero cuidando que no se presente sangrado u oxidación de ésta.
  - I.2.2.** La mezcla asfáltica en caliente se transportará en vehículos con caja metálica con superficie interior lisa, sin orificios y que esté siempre limpia y libre de residuos de mezcla asfáltica, para evitar que la mezcla que se transporte se adhiera a la caja.
  - I.2.3.** Antes de cargar el vehículo de transporte, se limpiará su caja y se cubrirá la superficie interior con un lubricante para evitar que se le adhiera la mezcla, utilizando una solución de agua y cal, agua jabonosa o algún producto comercial apropiado. En ningún caso se deben usar productos derivados del petróleo como el diesel, debido a problemas ambientales y posibles daños a la mezcla. Una vez hecho lo anterior, se levantará la caja para drenar el exceso de lubricante.
  - I.2.4.** El vehículo de transporte se llenará con varias descargas sucesivas de la mezcla para minimizar la segregación de los materiales pétreos, colocándolas desde los extremos de la caja hacia su centro.
  - I.2.5.** Una vez cargado el vehículo de transporte, se cubrirá la mezcla asfáltica con una lona que la preserve del polvo o de otro material contaminante y reduzca la pérdida de calor durante el trayecto.

- I.2.6. El tiempo máximo de transporte dependerá de la pérdida de calor de la mezcla, la que se tenderá y compactará a las temperaturas mínimas determinadas como se indica en la Fracción F.10. de esta Norma.
- I.2.7. La temperatura de fabricación de la mezcla no deberá incrementarse para lograr que al final de su transporte tenga la temperatura adecuada para el tendido y compactación.
- I.2.8. El transporte de la mezcla se hará siempre sobre superficies pavimentadas.
- I.2.9. La longitud del transporte será de sesenta (60) kilómetros como máximo, la que se reducirá un diez (10) por ciento por cada grado de pendiente ascendente, medida como el desnivel de la planta de mezclado y el punto de tiro, dividido entre la longitud de transporte.

### J. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de los materiales por parte de la Secretaría, se hará considerando lo siguiente:

- J.1. El responsable del estudio geotécnico del banco, determinará a nivel de estudio, que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-01-001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, e indicará en cada caso, el tratamiento a que deba sujetarse el material.
- J.2. En caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, será el responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, con base en lo indicado en la Fracción anterior y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento y obtener la aprobación por parte del Residente. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.

- J.3.** Durante el proceso de producción, con el propósito de controlar la calidad del material al ejecutar la obra, el Contratista de Obra, por cada trescientos (300) metros cúbicos o fracción de material que suministre o recupere en el camino, realizará las pruebas necesarias que aseguren que:
- J.3.1.** El material pétreo de un mismo tipo, para ser modificado con cal o con cemento Pórtland, estabilizado con cemento Pórtland o con asfalto, o utilizado en la construcción de bases de mezcla asfáltica o de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, cuando no proceda de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, cumpla con la granulometría y, en su caso, con el contenido de materia orgánica indicados en esta Norma.
  - J.3.2.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez modificado con cal o con cemento Pórtland, cumpla con el límite líquido, el índice plástico y el equivalente de arena indicados en esta Norma.
  - J.3.3.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez modificado con cal o con cemento Pórtland, cumpla con el límite líquido, el índice plástico y el equivalente de arena indicados en esta Norma.
  - J.3.4.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez estabilizado con cemento Pórtland, cumpla con la resistencia a la compresión simple indicada en esta Norma, en el proyecto o señalada por la Secretaría.
  - J.3.5.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez estabilizado con asfalto, cumpla con la estabilidad indicada en esta Norma.
  - J.3.6.** El material pétreo de un mismo tipo, que se emplee en la construcción de bases de mezcla asfáltica (bases negras) o de concreto magro o de baja resistencia, cumpla con la granulometría y el equivalente de arena indicados en esta Norma.
  - J.3.7.** La mezcla asfáltica producida para bases (bases negras), con material pétreo de un mismo tipo, cumpla con el contenido de asfalto indicado en esta Norma.

- J.3.8.** El material pétreo de un mismo tipo, que se emplee en la construcción de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, una vez mezclado con el cemento Pórtland, cumpla con la granulometría indicada en esta Norma.
- J.3.9.** El concreto hidráulico magro o de baja resistencia, producido con material pétreo de un mismo tipo, cumpla con el revenimiento señalado en esta Norma.
- J.4.** Una vez tendidas y compactadas las capas de base tratada, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren el cumplimiento del grado de compactación y, en su caso, de la estabilidad o la resistencia a la compresión simple, establecidos en esta Norma, en el proyecto o señalado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en las Cláusulas H. de las Normas N-CTR-CAR-1-04-003, *Capas Estabilizadas*, N-CSV-CAR-4-02-001, *Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos*, N-CSV-CAR-4-02-005, *Construcción de Subbases o Bases Estabilizadas* y N-CSV-CAR-4-02-006, *Construcción de Subbases y Bases de Concreto Compactado con Rodillo*, según sea el caso.
- J.5.** Además de lo señalado en las Fracciones J.3. y J.4., el Contratista de Obra, por cada tres mil (3 000) metros cúbicos o fracción de material estabilizado con asfalto, de mezcla asfáltica para bases (bases negras) y de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, que se hayan producido con un mismo tipo de material pétreo, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumplen con todos los valores establecidos en esta Norma.
- J.6.** Las pruebas a que se refieren las Fracciones J.3. y J.5., se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-01-001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Si el material procede de la recuperación en in-situ de pavimentos existentes, se muestreará después de corregido mediante la adición de otro material y mezclado, o inmediatamente después de recuperado si así lo establece el proyecto, para verificar el cumplimiento de las características establecidas en el proyecto.

El Contratista de Obra entregará a la Secretaría los resultados de las pruebas que realice de acuerdo con las Fracciones J.3. a J.5. de esta Norma y será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esas Fracciones.

- J.7.** En cualquier momento, la Secretaría podrá verificar que los materiales suministrados para la construcción de bases tratadas, cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de alguno de ellos.

