

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS

TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas

CAPÍTULO: 042. Pérdida de Estabilidad por Inmersión en Agua de Mezclas Asfálticas

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar la pérdida de estabilidad en mezclas asfálticas por inmersión en agua, a que se refiere la Norma N-CMT-4-04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

El objetivo de la prueba es determinar la reducción en la estabilidad que se produce en una mezcla asfáltica por inmersión en agua. La prueba consiste en ensayar mediante compresión simple varios especímenes de prueba, unos en condiciones normales y otros después de su inmersión en agua, fabricados con materiales pétreos de granulometría previamente definida y medir la diferencia de resistencias entre especímenes en ambas condiciones.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	N-CMT-4-04
Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M-MMP-4-04-001
Granulometría de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M-MMP-4-04-002
Muestreo de Materiales Asfálticos	M-MMP-4-05-001

D. EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad.

D.1. MÁQUINAS DE COMPRESIÓN

D.1.1. Con capacidad mínima de 150 kN (15 t aprox.) y aproximación de 1 kN (100 kg aprox.), con cabezal para fijar la placa de compactación.

D.1.2. Con capacidad mínima de 50 kN (5 t aprox.) y aproximación de 0,1 kN (10 kg aprox.), capaz de mantener una velocidad de deformación de 1 cm/min, aproximadamente.

D.2. JUEGO DE MALLAS

Fabricadas con alambre de bronce o de acero inoxidable de diversos calibres, tejidos en forma de cuadrícula, con abertura determinada conforme a lo indicado en la Tabla 1. El tejido es

sostenido mediante un bastidor circular metálico, de lámina de bronce o latón, de 206 ± 2 mm de diámetro interior y 68 ± 2 mm de altura, sujetando la malla rígida y firmemente mediante un sistema de engargolado de metales, a una distancia de 50 mm del borde superior del bastidor.

TABLA 1.- Juegos de mallas

Malla	Abertura mm
2"	50
1 ½"	37,5
1"	25
¾"	19
⅝"	16
½"	12,5
⅜"	9,5
¼"	6,3
N° 4	4,75
N° 10	2,00
N° 20	0,85
N° 40	0,425
N° 60	0,25
N° 100	0,15
N° 200	0,075

D.3. MOLDES

Seis moldes de acero estructural de $101,6 \pm 0,2$ mm de diámetro interior, 200 mm de altura y 6,4 mm de espesor como se muestra en la Figura 1 de este Manual.

D.4. PLACA DE BASE

Para el molde, de acero estructural, con diámetro de $100,5 \pm 0,2$ mm y 50 mm de altura, sujeta a una base del mismo material, de 152 mm por lado y 9,5 mm de espesor, como se muestra en la Figura 1 de este Manual.

D.5. PLACA DE COMPACTACIÓN

De acero estructural, con diámetro de $100,5 \pm 0,2$ mm y espesor mínimo de 30 mm, provista de un adaptador para acoplarla al cabezal de aplicación de carga, como la mostrada en la Figura 1 de este Manual.

D.6. TERMÓMETRO

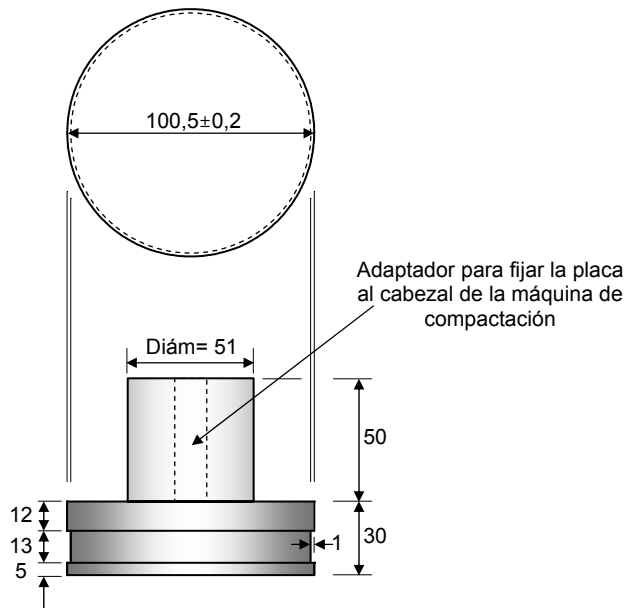
Calibrado, con un rango de 0 a 150 °C y aproximación de 1,0 °C.

D.7. VASOS DE ALUMINIO

De 1 L de capacidad.

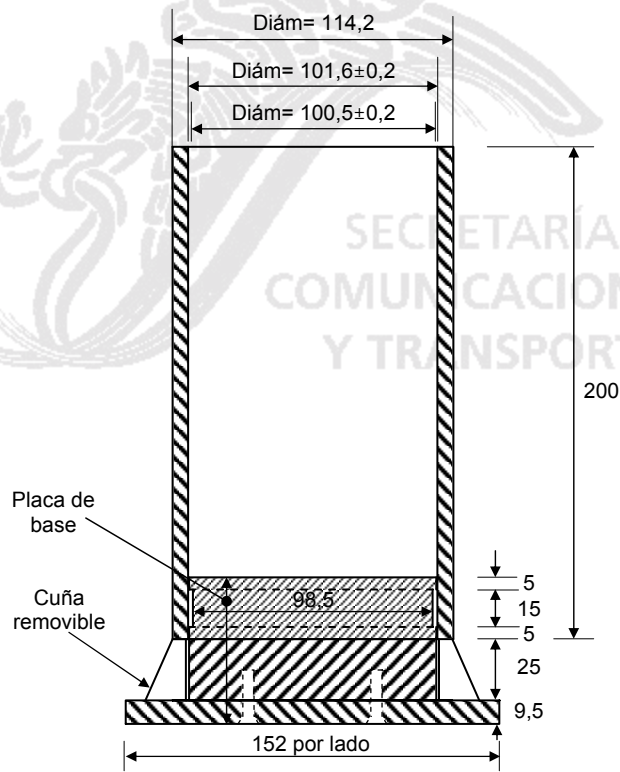
D.8. BALANZAS

Una con capacidad de 10 kg y aproximación de 1,0 g y otra con capacidad de 300 g y aproximación de 0,01 g



Placa de compactación

Material: Acero Estructural



Molde con su respectiva placa de base

Acotaciones en milímetros

FIGURA 1.- Placa de compactación, molde y placa de base para la elaboración de especímenes

D.9. VARILLA METÁLICA

De 1,9 cm ($\frac{3}{4}$ ") de diámetro y 30 cm de longitud, con punta de bala.

D.10. CUCHARA DE ALBAÑIL

De acero galvanizado, de 20 cm de largo y 11 cm de ancho, con mango metálico de sección circular de 13 cm de largo.

D.11. CHAROLAS

De lámina galvanizada con forma rectangular de 70 x 40 x 10 cm.

D.12. CUCHARÓN DE ACERO GALVANIZADO

De 20 cm de largo, 11 cm de ancho y 10 cm de altura, formando un paralelepípedo rectangular con sólo cuatro caras, cuya cara menor lleva acoplado un mango metálico de sección circular de 13 cm de largo.

D.13. TANQUE DE INMERSIÓN

De acero inoxidable, con dimensiones aproximadas de 50 cm de alto, 50 cm de ancho y 110 cm de largo o bien una charola donde de manera individual se puedan sumergir los especímenes de prueba y permanecer cubiertos con agua durante todo el tiempo estipulado.

D.14. PARRILLA ELÉCTRICA U OTRA FUENTE DE CALOR

De 30 cm de diámetro o mayor.

D.15. MATERIAL ASFÁLTICO

En cantidad suficiente para cubrir los requisitos de este Manual, del tipo y las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, obtenido según se establece en el Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*.

D.16. MATERIALES PÉTREOS

Muestra de 30 kg, obtenida según se establece en el Manual M·MMP·4·04·001, *Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, si el tamaño máximo de la muestra es mayor de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ") o de 15 kg, si es menor.

E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**E.1. DE MATERIALES PÉTREOS**

La preparación de la muestra de materiales pétreos, se hace de la siguiente manera:

- E.1.1.** Si la muestra del material, recibida en el laboratorio con su contenido de agua natural y tal como llegó del campo está saturada, se dejará escurrir hasta contenido de agua constante o la condición de saturado y superficialmente seco.
- E.1.2.** Se determina la granulometría del material mediante alguno de los métodos descritos en el Manual M·MMP·4·04·002, *Granulometría de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* y considerando el arreglo de mallas que corresponda según sea el caso, de los indicados en las Tablas 1, 3, 5 ó 7 de la Norma N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*.
- E.1.3.** Del material clasificado se toman las diferentes fracciones correspondientes a la granulometría de proyecto o aprobada por la Secretaría, dependiendo del tipo de mezcla

asfáltica donde se emplearán los agregados de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CMT-4-04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*. Dichas porciones de cada uno de los tamaños requeridos se revuelven hasta homogeneizarlas y de ahí formar 6 porciones, las cuales se separan en charolas de lámina.

- E.1.4.** Cada una de las 6 porciones se calienta en la charola que la contiene, colocándola sobre la parrilla eléctrica o alguna otra fuente de calor, hasta alcanzar una temperatura de 100 °C.

E.2. DEL MATERIAL ASFÁLTICO

La preparación de la muestra de material asfáltico, se hace considerando que el material se calienta a la temperatura de aplicación indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría; esto se hace colocando el material asfáltico en un vaso de aluminio sobre la parrilla eléctrica o alguna otra fuente de calor y moviéndolo continuamente con la varilla metálica, para posteriormente separar en diferentes vasos previamente tarados las cantidades solicitadas en la Tabla 2 de este Manual.

Con el propósito de dosificar la masa del material asfáltico indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría, de acuerdo con la Fracción F.1. de este Manual, se requiere obtener la masa del vaso de aluminio vacío y posteriormente con el producto, previo a su calentamiento.

TABLA 2.- Contenido de residuo asfáltico por muestra

Espécimen	Contenido de residuo asfáltico ^[2]
1 y 2	Contenido óptimo ^[1]
3 y 4	Contenido óptimo más 0,5 % de la masa del material pétreo
5 y 6	Contenido óptimo más 1,0 % de la masa del material pétreo

[1] El contenido óptimo de residuo asfáltico se determinará conforme al procedimiento que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, y será proporcionado como dato para ejecutar esta prueba.

[2] El propósito de generar muestras con diferentes cantidades de material asfáltico es el de comparar la afinidad dentro de un rango de variación que se pueda presentar en campo.

E.3. DE LA MEZCLA DE PRUEBA

Dependiendo del tipo de mezcla asfáltica por emplear, se define el tamaño máximo del agregado que aquella debe cumplir y con él se determina la masa de la mezcla de prueba de cada espécimen como lo indica la Tabla 3 de este Manual.

TABLA 3.- Masa por espécimen

Tamaño máximo de los agregados	Masa por espécimen
Mayor de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ")	4 kg
Igual a 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ") o menor	2 kg

F. PREPARACIÓN DE LOS ESPECIMENES DE PRUEBA

- F.1.** Con los materiales calentados a la temperatura indicada, se agrega paulatinamente el producto asfáltico a cada una de las 6 porciones de agregado pétreo. La cantidad de producto asfáltico que corresponde a cada muestra, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2 de este Manual.

A fin de alcanzar una distribución uniforme, la mezcla se manipula con una cuchara de albañil, considerando además que para evitar la pérdida de temperatura durante este proceso, la mezcla se colocará por breves instantes sobre una parrilla eléctrica o alguna otra fuente de calor, no excediendo la temperatura de aplicación indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría para el producto asfáltico.

- F.2.** Cada porción se coloca en 2 capas dentro de un molde precalentado a 50 °C, proporcionando a cada capa un acomodo inicial, mediante 20 penetraciones de la varilla metálica, distribuidas simétricamente.
- F.3.** Se compacta la mezcla asfáltica, aplacándole por medio de la máquina de compresión una carga inicial de reacomodo de 2,5 MPa (25 kg/cm²) y se libera la carga.
- F.4.** En seguida se aplica carga en forma lenta y uniforme hasta alcanzar, en 5 min, la carga de compactación correspondiente a una presión de 10 MPa (100 kg/cm²), la que se mantiene durante un lapso de 2 min, después de lo cual se libera la carga.
- F.5.** Se retira de la máquina de compresión el molde conteniendo el espécimen; se remueve la placa de base y se dejan reposar a la temperatura ambiente hasta que el espécimen adquiera la consistencia necesaria para extraerlo sin que se dañe. Si la mezcla se elabora con emulsión asfáltica, el periodo de reposo será de 3 días, manteniendo los moldes con el espécimen en posición horizontal para facilitar el drenado. Transcurrido el periodo de reposo, se extrae el espécimen del molde.

G. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

- G.1.** De los especímenes elaborados se selecciona uno de cada contenido de asfalto y se prueba a compresión simple, aplicando la carga a una velocidad de deformación constante de 1 cm/min, hasta alcanzar su ruptura. Se registran las resistencias, que se designan como R , en kPa.
- G.2.** Los especímenes restantes se colocan en el tanque de inmersión donde se mantienen sumergidos en agua durante 4 días.
- G.3.** Transcurrido el período de inmersión, los especímenes se sacan del tanque, se prueban a compresión simple y se registran las resistencias a la ruptura, designándolas como R_s , en kPa.

H. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se reporta como resultado de la prueba, en por ciento y para cada contenido de asfalto, la pérdida de la resistencia entre un espécimen sumergido y su homólogo en condiciones normales, utilizando la siguiente expresión:

$$P_{INM} = \left(\frac{R - R_s}{R} \right) \times 100$$

Donde:

P_{INM} = Pérdida de estabilidad por inmersión en agua, (%)

R = Resistencia del espécimen en condiciones normales, para un contenido específico de asfalto, (kPa)

R_s = Resistencia del espécimen sumergido, para el mismo contenido de cemento asfáltico, (kPa)

La pérdida de estabilidad por inmersión en agua de la mezcla asfáltica es aquella obtenida con el contenido óptimo de asfalto. El registro de los otros 2 resultados (obtenidos con + 0,5% y + 1,0% del contenido óptimo de residuo asfáltico) permitirá comparaciones y observaciones respecto al posible comportamiento de la mezcla por efecto de alguna variación que se presente en las condiciones de campo.

I. PRECAUCIONES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observan las siguientes precauciones:

- I.1. Que la prueba se realice en un lugar cerrado, bien ventilado, limpio y libre de corrientes de aire, de cambios de temperatura y de partículas que provoquen la contaminación de las muestras de material.
- I.2. Que todo el equipo esté perfectamente limpio, para que al hacer la prueba los materiales no se mezclen con agentes extraños que alteren el resultado.
- I.3. Que las balanzas estén limpias en todas sus partes, bien calibradas y colocadas en una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas.
- I.4. Que las mallas estén limpias y sin indicios de falla, es decir, los hilos presenten aberturas uniformes y no estén doblados ni rotos.
- I.5. Que la preparación de las muestras se haga con la proporción de asfalto indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría.
- I.6. Que el agua no contenga soluciones o agentes extraños que alteren el resultado de la prueba.
- I.7. Que el tiempo de saturación dentro del tanque sea el indicado para la prueba.
- I.8. Que la velocidad de aplicación de carga sea uniforme y acorde con lo indicado en este Manual.
- I.9. Que la elaboración de los especímenes se haga según lo indicado en este Manual, con la misma temperatura y energía de compactación.

