

LIBRO: **MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

PARTE: **4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas

CAPÍTULO: 006. Penetración en Cementos y Residuos Asfálticos

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar la consistencia de los materiales asfálticos a que se refieren las Normas N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos* y N·CMT·4·05·002, *Calidad de Materiales Asfálticos Modificados*, en muestras tomadas conforme al Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la consistencia de los cementos asfálticos, así como de los residuos por destilación de las emulsiones y asfaltos rebajados, mediante la penetración vertical de una aguja en una muestra de prueba de dichos materiales bajo condiciones establecidas de masa, tiempo y temperatura.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con las últimas versiones de las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Calidad de Materiales Asfálticos	N·CMT·4·05·001
Calidad de Materiales Asfálticos Modificados	N·CMT·4·05·002
Muestreo de Materiales Asfálticos	M·MMP·4·05·001
Destilación de Emulsiones Asfálticas	M·MMP·4·05·012
Destilación de Asfaltos Rebajados	M·MMP·4·05·021

D. EQUIPO

El equipo para la ejecución de la prueba debe estar en condiciones óptimas para su uso, calibrado, limpio, completo en todas sus partes y sin desgaste.

El equipo necesario es el siguiente:

D.1. APARATO DE PENETRACIÓN O PENETRÓMETRO PARA ASFALTOS

Como el mostrado en la Figura 1, capaz de sujetar una aguja como las referidas en la Fracción D.2. de este Manual y provisto de un dispositivo para medir la profundidad de penetración de la aguja, en décimos de milímetro. También contará con un mecanismo que permita aproximar la aguja a la muestra de prueba y con pesas o lastres de 50 y 100 g.



FIGURA 1.- Penetrómetro para la prueba de penetración

D.2. AGUJAS

De acero inoxidable, totalmente endurecidas y perfectamente pulidas, con la forma y dimensiones que se muestran en la Figura 2 de este Manual, que se acoplen al penetrómetro mediante un casquillo de bronce o de acero inoxidable, sobresaliendo de éste último entre 40 y 45 mm.

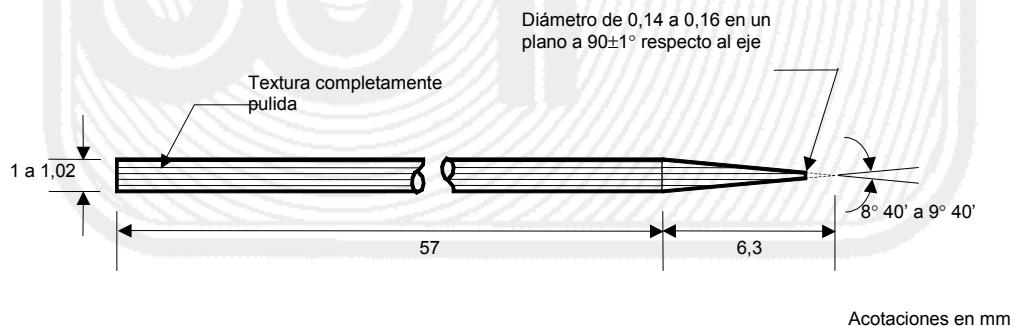


FIGURA 2.- Aguja para la prueba de penetración

D.3. CÁPSULA DE PENETRACIÓN

De metal o de vidrio refractario, de forma cilíndrica y con el fondo plano; con diámetro interior de 55 mm y altura interior de 35 mm, para penetraciones menores de 200×10^{-1} mm; o diámetro interior de 70 mm y altura interior de 45 mm para penetraciones entre 200 y 350×10^{-1} mm.

D.4. BAÑO DE AGUA

Con temperatura controlable hasta 50°C y aproximación de $0,1^\circ\text{C}$, con dimensiones y características tales que le permitan una capacidad mínima de 10 L. Estará provisto de un entropaño con perforaciones, colocado a no menos de 5 cm del fondo del baño y a no menos de 10 cm de la superficie libre del líquido.

D.5. TERMÓMETRO

Con rango de 0 a 50°C y aproximación de 1°C.

D.6. CRONÓMETRO

Con aproximación de 0,2 s.

D.7. RECIPIENTE DE MANEJO

De metal, plástico o vidrio, de forma cilíndrica adecuada para manejar y mantener sumergida la cápsula de penetración que contenga la muestra de prueba; de 350 cm³ de capacidad y con relieves en el fondo para evitar que la muestra que contiene se mueva durante el proceso de ensaye.

D.8. MALLA N°50

De 300 µm de abertura, cuando se prueben residuos por destilación de emulsiones asfálticas.

D.9. ESPÁTULA DE NÍQUEL

De 20 cm de longitud, cuando se prueben residuos por destilación.

E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de prueba, según se trate de cemento asfáltico o del residuo por destilación, se prepara como se indica a continuación:

E.1. MUESTRA DE CEMENTO ASFÁLTICO

De la muestra de cemento asfáltico, obtenida según se establece en el Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*, se toma una porción de volumen ligeramente mayor al de la cápsula de penetración y se calienta en un recipiente apropiado, agitándola en forma continua con el objeto de distribuir la temperatura uniformemente, hasta que adquiera la fluidez suficiente para facilitar su vaciado en dicha cápsula, cuidando que durante su calentamiento no se formen burbujas de aire, que la temperatura alcanzada no exceda de 130°C y que esta operación se realice en un lapso menor de 30 min. Hecho esto, inmediatamente se llena la cápsula con la muestra de prueba, se cubre adecuadamente para protegerla del polvo y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente.

E.2. MUESTRA DEL RESIDUO POR DESTILACIÓN DE UNA EMULSIÓN ASFÁLTICA

Inmediatamente después de obtener el residuo por destilación de la emulsión asfáltica mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M·MMP·4·05·012, *Destilación de Emulsiones Asfálticas*, se destapa el alambique utilizado en esa prueba, se homogeneiza su contenido con la espátula y se llena la cápsula de penetración vertiendo el residuo a través de la malla N° 50, se cubre adecuadamente para protegerla del polvo y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente.

E.3. MUESTRA DEL RESIDUO POR DESTILACIÓN DE UN ASFALTO REBAJADO

Inmediatamente después de obtener el residuo por destilación del asfalto rebajado mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M·MMP·4·05·021, *Destilación de Asfaltos Rebajados* y tan pronto como deje de vaporizar en la cápsula metálica utilizada en esa prueba, se homogeneiza con la espátula y se llena la cápsula de penetración, se cubre adecuadamente para protegerla del polvo y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente.

F. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

La prueba se realiza en la forma siguiente:

- F.1. Se coloca la cápsula de penetración que contiene la muestra de prueba dentro del recipiente de manejo, para introducirlos posteriormente en el baño de agua, cuando éste mantenga una temperatura de 25°C o la que se especifique para la prueba. Se sumerge dicho recipiente completamente y se mantiene así por espacio de 2 h, con objeto de que el producto asfáltico adquiera esa temperatura.
- F.2. Se coloca el penetrómetro sobre una superficie plana, firme y sensiblemente horizontal, se le acopla la aguja y se lastra para que el elemento que se desplaza tenga una masa de $100 \pm 0,1$ g o la masa que se especifique para la prueba y finalmente se nivela perfectamente el penetrómetro.
- F.3. Se saca del baño de agua el recipiente de manejo, el cual contiene la muestra de prueba en su cápsula de penetración, cuidando que tenga agua suficiente para cubrir completamente la cápsula. Se colocan el recipiente y la cápsula sobre la base del penetrómetro, de tal manera que la muestra quede bajo la aguja. Se ajusta la altura de la aguja hasta que haga contacto con la superficie de la muestra, lo que se logra haciendo coincidir la punta de la aguja con la de su imagen reflejada en la superficie de la muestra.
- F.4. Se hace coincidir la manecilla del penetrómetro con el cero de su carátula, hecho esto se oprime el sujetador para liberar la aguja únicamente durante 5 s o durante el tiempo que se especifique para la prueba, después de lo cual se toma la lectura registrándola en décimos de milímetro.
- F.5. Se deben hacer por lo menos tres penetraciones sobre puntos diferentes de la superficie de la muestra de prueba, separados entre sí y de la pared de la cápsula de penetración 10 mm como mínimo. Se limpiará cuidadosamente la aguja después de cada penetración sin desmontarla y, de ser necesario, para ajustar la temperatura a 25°C o a la especificada para la prueba, se regresará el recipiente de manejo con la muestra al baño de agua. Para la limpieza de la aguja se utilizará un paño humedecido con tricloroetileno, y después un paño seco y limpio.
- F.6. Para materiales asfálticos suaves, con penetraciones mayores de 225×10^{-1} mm, se tienen que emplear por lo menos tres agujas, las que se deben ir dejando introducidas en la muestra de prueba al hacer las penetraciones.

G. CALCULOS Y RESULTADOS

Se reporta como resultado de la prueba, el promedio de las profundidades a las que haya entrado la aguja en por lo menos tres penetraciones, expresadas en décimos de milímetro y con aproximación a la unidad, valor conocido también como *grado de penetración*. Las penetraciones utilizadas para el cálculo del promedio, deben estar dentro de las diferencias permisibles mostradas en la Tabla 1 de este Manual, de lo contrario la prueba se repetirá. En el reporte quedarán asentados la temperatura, la masa y el tiempo de penetración con los que se realice la prueba.

H. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

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

- H.1. Tener especial cuidado en realizar la prueba bajo las condiciones de temperatura, masa y tiempo de penetración que se especifiquen.
- H.2. Cuidar que no exista aire atrapado en la muestra de prueba.
- H.3. Confirmar que la aguja esté perfectamente limpia en el momento de la penetración.

TABLA 1.- Diferencias permisibles entre los valores de penetración considerados para el cálculo de resultados

Unidades en 1×10^{-1} mm
(Grados de penetración)

Valor de la penetración	Diferencias permisibles
0 - 49	2
50 - 149	4
150 - 249	6
250 ó más	8

- H.4. Verificar que la aguja esté en contacto con la superficie de la muestra de prueba al iniciar la penetración.
- H.5. Cuidar que la aguja no toque el fondo del recipiente antes de finalizar el tiempo especificado.

