

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

**PARTE: 4. PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas**

**CAPÍTULO: 039. Contenido de Agua en Mezclas Asfálticas**

**A. CONTENIDO**

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar el contenido de agua en mezclas asfálticas a que se refiere la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, en muestras tomadas conforme al Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas*.

**B. OBJETIVO DE LA PRUEBA**

Esta prueba permite determinar el contenido de agua presente en las mezclas asfálticas, ya sea recién producidas o que formen parte de una capa construida con anterioridad. La prueba consiste en destilar una porción de la muestra de la mezcla asfáltica, tratada con disolventes que sirven como vehículo para arrastrar y depositar el agua contenida en la mezcla hacia trampas especiales que al final del proceso permiten efectuar su cuantificación.

**C. REFERENCIAS**

Son referencia de este Manual, la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras* y el Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas*.

**D. EQUIPO Y MATERIALES**

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, verificado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad, considerando siempre su fecha de caducidad.

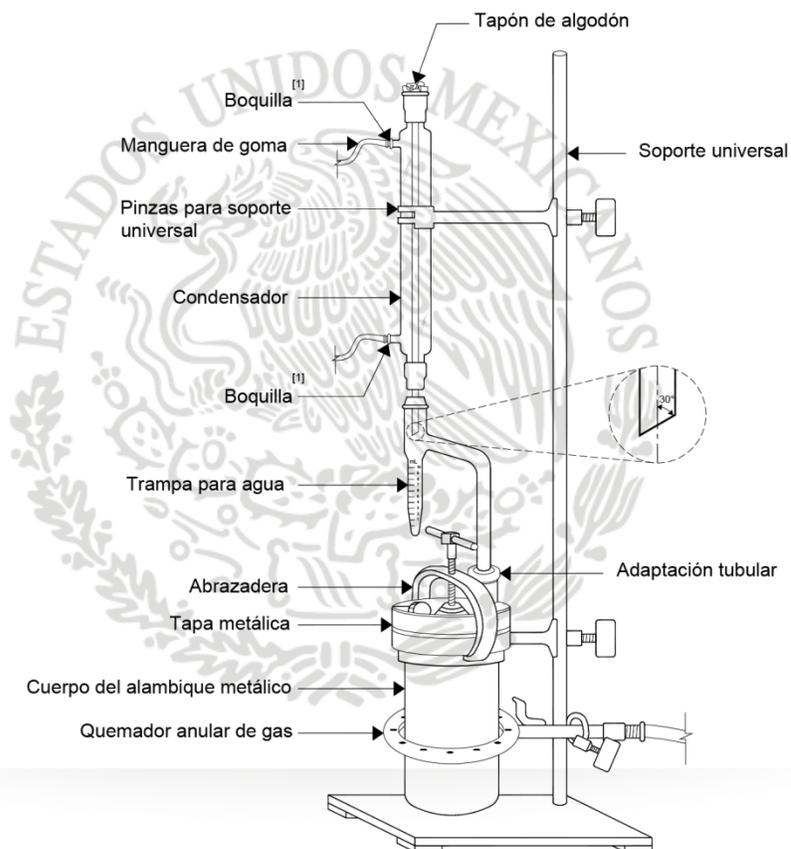
**D.1. ALAMBIQUE METÁLICO PARA DESTILACIÓN**

Cilindro vertical metálico con una altura interior sin tapa de  $152,4 \pm 6,4$  mm y diámetro interior de  $94,0 \pm 5,0$  mm, provisto en su parte superior de una brida o ceja que mediante una abrazadera le permita generar un cierre hermético junto con su tapa metálica, provista de una perforación con adaptación tubular de 25,4 mm (1 in) de diámetro interior, adecuada para conectar el conjunto de trampa para agua y condensador como se muestra en la Figura 1 de este Manual. Preferentemente el cilindro será de cobre y la tapa metálica de cobre o latón.

**D.2. CONDENSADOR**

De reflujo, preferentemente tipo Liebig o West, consistente en un cuerpo o camisa tubular de cristal de 400 mm de longitud mínima, que en su interior contiene un tubo cuyo diámetro exterior es de 9,5 a 12,7 mm ( $\frac{3}{8}$  a  $\frac{1}{2}$  in), provisto además de dos pequeñas boquillas tubulares que permitan la entrada y salida del agua que servirá de refrigerante mediante un flujo constante, como se muestra en la Figura 1 de este Manual. El extremo del condensador que se inserta en la trampa para agua tendrá un ángulo de  $30^\circ$  medido desde el eje vertical del condensador y se

garantizará una conexión hermética con ésta mediante uno o varios de los elementos de conexión a los que se refieren la Fracción D.10. de este Manual.



Nota:

[1] Las boquillas de entrada y salida de agua pueden estar o no en el mismo lado de la camisa del condensador, dependiendo del diseño de éste.

FIGURA 1.- Equipo para la determinación del contenido de agua en mezclas asfálticas

### D.3. TRAMPA PARA AGUA

De vidrio resistente al calor y capacidad mínima de 10 mL ó 25 mL, con graduación de 0,1 mL en el primer mililitro con error máximo de  $\pm 0,05$  mL y en adelante con graduación a cada 0,2 mL con error máximo de  $\pm 0,1$  mL, con la forma mostrada en la Figura 2 de este Manual. Sus extremos superiores e inferiores terminarán en juntas esmeriladas, las cuales pueden ser cónicas, esféricas o planas.

### D.4. QUEMADOR ANULAR DE GAS

Equipado con regulador de temperatura, con agujeros en la periferia interior y con las medidas adecuadas que permitan moverlo fácilmente en forma ascendente y descendente alrededor del alambique metálico para destilación, y que sea capaz de generar la energía térmica necesaria para mantener la velocidad de destilación en un rango de 85 a 95 gotas por min.

### D.5. PARRILLA ELÉCTRICA U HORNO

Equipados con regulador de temperatura y capaces de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  y capacidad suficiente para contener la muestra de mezcla asfáltica.

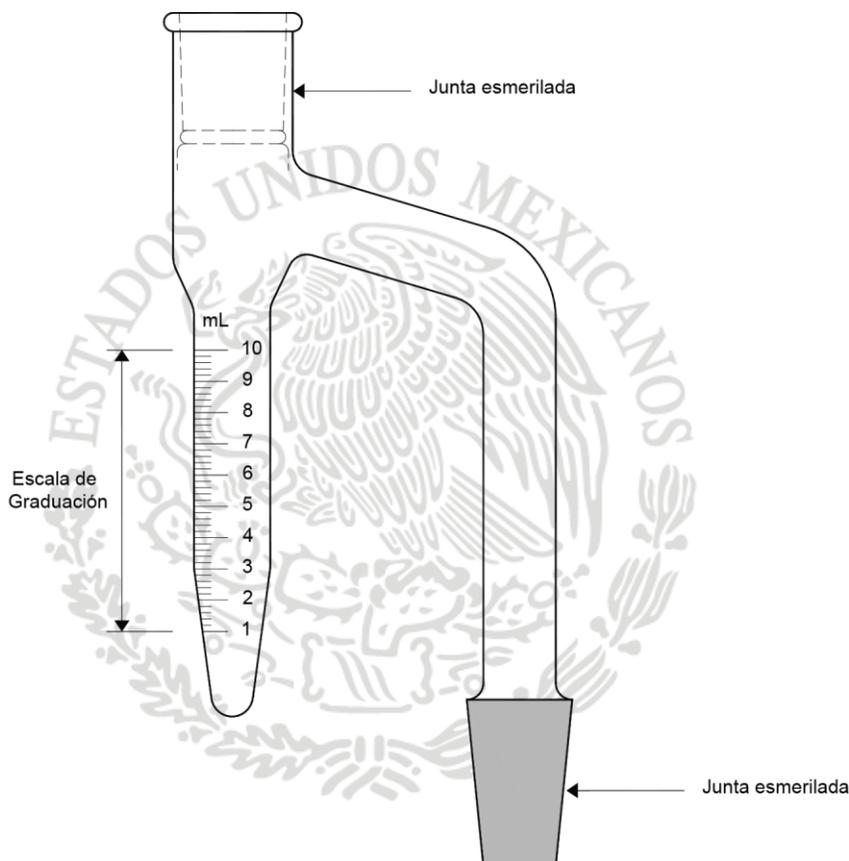


FIGURA 2.- Trampa para agua

**D.6. CHAROLAS PLANAS**

De lámina galvanizada, de forma rectangular y con las dimensiones suficientes para contener la muestra de mezcla asfáltica.

**D.7. BALANZA**

Con capacidad de 5 kg y aproximación de 0,1 g.

**D.8. SOPORTE UNIVERSAL**

Que permita posicionar el alambique metálico para destilación, el condensador y la trampa para agua en la forma indicada en la Figura 1 de este Manual.

**D.9. PINZAS PARA SOPORTE UNIVERSAL**

Para sujetar los instrumentos en el montaje del equipo para la determinación del contenido de agua, utilizando el soporte universal como sostén.

**D.10. ELEMENTOS DE CONEXIÓN**

Las conexiones entre el alambique metálico para destilación y la trampa para agua, así como de ésta última y el condensador, pueden ensamblarse mediante alguno de los siguientes dispositivos siempre que garantice una junta hermética:

- Tapones de goma,

- empaques anulares de goma,
- clips o grapas especiales de sujeción, que se colocarán alrededor de las articulaciones para mantenerlas en su lugar,
- grasa o aceite, resistente a los disolventes que se utilicen en el procedimiento, o
- cintas o anillos de teflón.

**D.11. PROBETA GRADUADA**

De capacidad mayor a 200 mL y aproximación de 0,1 mL.

**D.12. MANGUERAS DE GOMA**

Con la forma, tamaño y características que permitan conectarlas herméticamente al condensador para establecer un flujo del agua.

**D.13. CUCHARA DE ALBAÑIL O ESPÁTULA**

De tamaño adecuado para poder manipular el material.

**D.14. CRONÓMETRO O RELOJ**

Con aproximación de 1 s.

**D.15. ALGODÓN**

En cantidad suficiente para cubrir el extremo superior del condensador.

**D.16. PAPEL FILTRO**

En hojas de forma circular de grado grueso. El diámetro del papel filtro utilizado será tal que cuando se coloque conforme a lo establecido en la Fracción F.2. de este Manual, permitirá que cubra completamente el diámetro del alambique metálico para destilación y su tapa.

**D.17. DISOLVENTES**

Se pueden utilizar otros grados de pureza distintos a los indicados en este Manual, siempre que primero se compruebe que el disolvente es de una pureza suficientemente alta para permitir su uso sin disminuir la exactitud de la determinación. El disolvente del cemento asfáltico será alguno de los siguientes:

- Xileno, grado de pureza industrial, o
- una mezcla de 20% de tolueno y 80% de xileno, en volumen, ambos de grado de pureza industrial.

**E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

La preparación de la muestra de mezcla asfáltica, obtenida según se establece en el Manual M-MMP-4-05-032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas*, se hace de la siguiente manera: si la muestra de mezcla asfáltica no está lo suficientemente suave para prepararla con una cuchara de albañil o espátula, se coloca en una charola plana y se calienta en una parrilla eléctrica u horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  durante el tiempo necesario para poder manejarla y homogeneizarla, obteniendo, en ese instante, mediante cuarteos, una porción de la muestra de 500 a 600 g, a la cual se le determinará el contenido de agua de acuerdo con lo indicado en este Manual.

## F. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

- F.1.** Se introduce la porción de la muestra de mezcla asfáltica en el alambique metálico cuya masa es previamente conocida y se determina la masa del alambique con la porción de la muestra. A la masa así obtenida se le descuenta la masa del alambique metálico y el resultado se registra como la masa de la porción de la muestra  $W_m$ , en g.
- F.2.** Al alambique metálico con la porción de la muestra de mezcla asfáltica se le agregan 200 mL del disolvente elegido, agitándolo de tal forma que se evite cualquier pérdida de material; se inserta un papel filtro de grado grueso humedecido con agua entre el cuerpo del alambique y su tapa, la que se coloca para cerrarlo herméticamente.
- F.3.** Utilizando el soporte universal y las pinzas, se instala el equipo para la determinación del contenido de agua, para lo cual se ensamblan los componentes tal y como se muestra en la Figura 1 de este Manual, cuidando que todas las conexiones sean herméticas para evitar la fuga de vapor o de líquido. Las conexiones se ejecutarán mediante uno o varios de los elementos de conexión a los que se refiere la Fracción D.10. de este Manual.
- F.4.** En el extremo superior del condensador se coloca un tapón de algodón sin comprimir, mientras que mediante las mangueras de goma se hace circular agua por la camisa del condensador, la cual actuará como refrigerante del vapor destilado.
- F.5.** Utilizando el quemador anular de gas, se aplica calor suficiente al alambique metálico hasta lograr que comience la destilación del agua y del disolvente, regulando posteriormente la temperatura de tal forma que el agua y disolvente que se condensan caigan en la trampa para agua a una velocidad de 85 a 95 gotas por minuto. Este proceso de destilación se detendrá cuando la medición sobre la trampa para agua después de 3 lecturas sucesivas, efectuadas a intervalos de 15 min, no muestren un incremento en el nivel de agua, pero cuidando que el tiempo total de la destilación no exceda de 1,5 h.
- F.6.** La trampa para agua con su contenido se deja enfriar hasta temperatura ambiente, se toma la lectura del volumen de agua contenido en ella y se registra como  $V_w$ , en mL.

## G. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se reporta como resultado de la prueba, en por ciento, el contenido de agua de la mezcla asfáltica, utilizando la siguiente expresión:

$$C_w = \frac{V_w \rho_0}{W_m} \times 100(\%)$$

Donde:

$C_w$  = Contenido de agua de la mezcla asfáltica, (%)

$V_w$  = Volumen del agua depositada en la trampa para agua, (mL)

$\rho_0$  = Masa volumétrica del agua, considerada como 1 g/mL

$W_m$  = Masa de la porción de la muestra de mezcla asfáltica, (g)

## H. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

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

- H.1.** Realizar la prueba en un lugar cerrado, limpio, con ventilación indirecta abundante, equipado con un sistema de extracción capaz de expulsar eficazmente del ambiente de trabajo los materiales volatilizados en el entendido de que los disolventes empleados son tóxicos, libre de

cambios de temperatura y de partículas que provoquen la contaminación de las porciones de las muestras de mezclas asfálticas.

- H.2.** Cuidar que todo el equipo esté perfectamente limpio, para que al realizar la prueba, los materiales no se mezclen con agentes extraños que alteren el resultado.
- H.3.** Cuidar que el tubo interior del condensador y la trampa para agua estén perfectamente limpios, para permitir el libre flujo del agua en la parte inferior de la trampa.
- H.4.** Cuidar que todas las uniones del equipo para la determinación del contenido de agua no presenten fugas de vapor o de líquido.
- H.5.** Asegurarse que la balanza esté limpia en todas sus partes, bien calibrada y colocada en una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas.
- H.6.** Cuidar que la velocidad de destilación sea la indicada en este Manual.
- H.7.** Cuidar que la tapa del condensador quede asegurada correctamente, con lo cual se evitará el escape de disolventes y la subsecuente contaminación del ambiente.
- H.8.** Asegurarse que el equipo esté montado sobre una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas, verificando que al montar el equipo éste quede alineado con relación a la vertical, en especial la trampa de agua para evitar alguna distorsión en la determinación del contenido de agua.

SCT

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES