

## PUNTO DE ABLANDAMIENTO DE MATERIALES BITUMINOSOS (APARATO DE ANILLO Y BOLA)

INV E – 712 – 13

### 1 OBJETO

- 1.1 Esta norma se refiere a la determinación del punto de ablandamiento de productos bituminosos en el intervalo de 30 a 157° C (86 a 315° F), utilizando el aparato de anillo y bola sumergido en agua destilada (30 a 80° C) o en glicerina USP (más de 80 hasta 157° C).
- 1.2 Esta norma reemplaza la norma INV E-712-07.

### 2 DEFINICIONES

- 2.1 *Punto de ablandamiento en el aparato de anillo y bola* – Temperatura (grados Celsius) medida en el líquido del baño, en el instante en el que se produce el contacto entre la masa bituminosa y la placa de referencia, en las condiciones descritas en esta norma.

### 3 RESUMEN DEL MÉTODO

- 3.1 Dos discos horizontales de material bituminoso, fundidos entre anillos de latón, se calientan a una velocidad controlada en un baño líquido, mientras cada uno de ellos soporta una bola de acero. El punto de ablandamiento se considera como el valor medio de las temperaturas a las cuales los dos discos se ablandan lo suficiente, para que cada bola envuelta en material bituminoso caiga una distancia de 25 mm (1").

### 4 IMPORTANCIA Y USO

- 4.1 Los productos bituminosos son materiales visco-elásticos y no cambian del estado sólido al estado líquido a una temperatura definida, sino que se tornan gradualmente más blandos y menos viscosos a medida que se eleva la temperatura. Por esta razón, el punto de ablandamiento se debe determinar

por medio de un método arbitrario pero muy definido, que produzca resultados reproducibles y comparables.

- 4.2** El punto de ablandamiento es útil en la clasificación de los productos bituminosos y es un buen indicador de la tendencia del material a fluir cuando está sometido a temperaturas elevadas durante su vida de servicio. También, sirve para establecer la uniformidad de los suministros del producto y de las fuentes de abastecimiento.

## 5 EQUIPO

**5.1** *Anillos* – De latón, de bordes cuadrados, conforme con las dimensiones mostradas en la Figura 712 - 1a.

**5.2** *Placa de base* – Plana, hecha de material no absorbente, con espesor suficiente para prevenir la deformación y de tamaño adecuado [50 × 75 mm (2 × 3")] para mantener dos o más anillos.

**5.3** *Bolas* – Dos esferas de acero de 9.5 mm de diámetro (3/8"), cada una de ellas con una masa de  $3.5 \pm 0.05$  g.

**5.4** *Guías para el centrado de las bolas* – Dos guías de latón para centrar las bolas de ensayo, una en cada anillo, con la forma y dimensiones mostradas en la Figura 712 - 1b.

**5.5** *Baño* – Vaso de vidrio que se pueda calentar, con un diámetro interno no menor de 85 mm, y una altura no inferior a 120 mm.

*Nota 1: Un vaso de precipitados de forma baja, tipo Griffin, de vidrio resistente al calor, cumple estos requisitos.*

**5.6** *Soporte de los anillos y montaje* – Un soporte de latón, diseñado para sostener los dos anillos en posición horizontal, con la forma y dimensiones mostradas en la Figura 712 - 1d. El montaje completo se muestra en la figura 1d, con el fondo de los anillos colocado 25 mm (1") por encima de la superficie superior de la placa de referencia. La superficie inferior de esta placa deberá estar  $16 \pm 3$  mm ( $5/8 \pm 1/8$ ") por encima del fondo del baño.

**5.7** *Termómetros* – Dos termómetros para punto de ablandamiento, a baja y alta temperatura, con las siguientes características:

REFERENCIA ASTM	ESCALA (° C)	GRADUACIONES (° C)	LONGITUD TOTAL (mm)	ERROR MÁXIMO (° C)
15 C	– 2 a 80	0.2	397	0.2
16 C	30 a 200	0.5	397	0.3

- 5.7.1** Se puede usar cualquier otro tipo de termómetro, siempre y cuando tenga una exactitud igual o superior a la de los termómetros especificados.
- 5.7.2** El termómetro adecuado se deberá colocar en el montaje como se indica en la Figura 712 - 1d, cuidando que el extremo inferior del bulbo esté a nivel con la parte inferior de los anillos y a una distancia de éstos menor de 13 mm (0.5"), pero sin tocarlos.
- 5.8 Aparatos automáticos** – Los aparatos normales se pueden sustituir por aparatos de funcionamiento semi-automático o automático que reproduzcan las mismas condiciones de ensayo que aquellos (Figura 712 - 2).

## 6 REACTIVOS Y MATERIALES

---

**6.1 Líquidos para el baño:**

- 6.1.1 Agua destilada recién hervida** – Para evitar la formación de burbujas sobre la superficie del espécimen, las cuales pueden afectar los resultados del ensayo.
- 6.1.2 Glicerina USP** – [Precaución: su punto de inflamación es de 160° C (320° F)].

**6.2 Productos antiadherentes** – Aceite de silicona, grasa, una mezcla de glicerina y dextrina, talco o arcilla china, para colocar sobre la placa de base, con el fin de evitar que el producto bituminoso se adhiera a ella cuando se llenan los anillos con el material bituminoso. Si se usan siliconas, se deben emplear guantes desechables de caucho para manejar los elementos untados con ellas; así mismo, se deben aislar de otros elementos del equipo de ensayo, pues la silicona puede producir contaminaciones que dan lugar a errores en los resultados de algunos ensayos sobre los asfaltos.

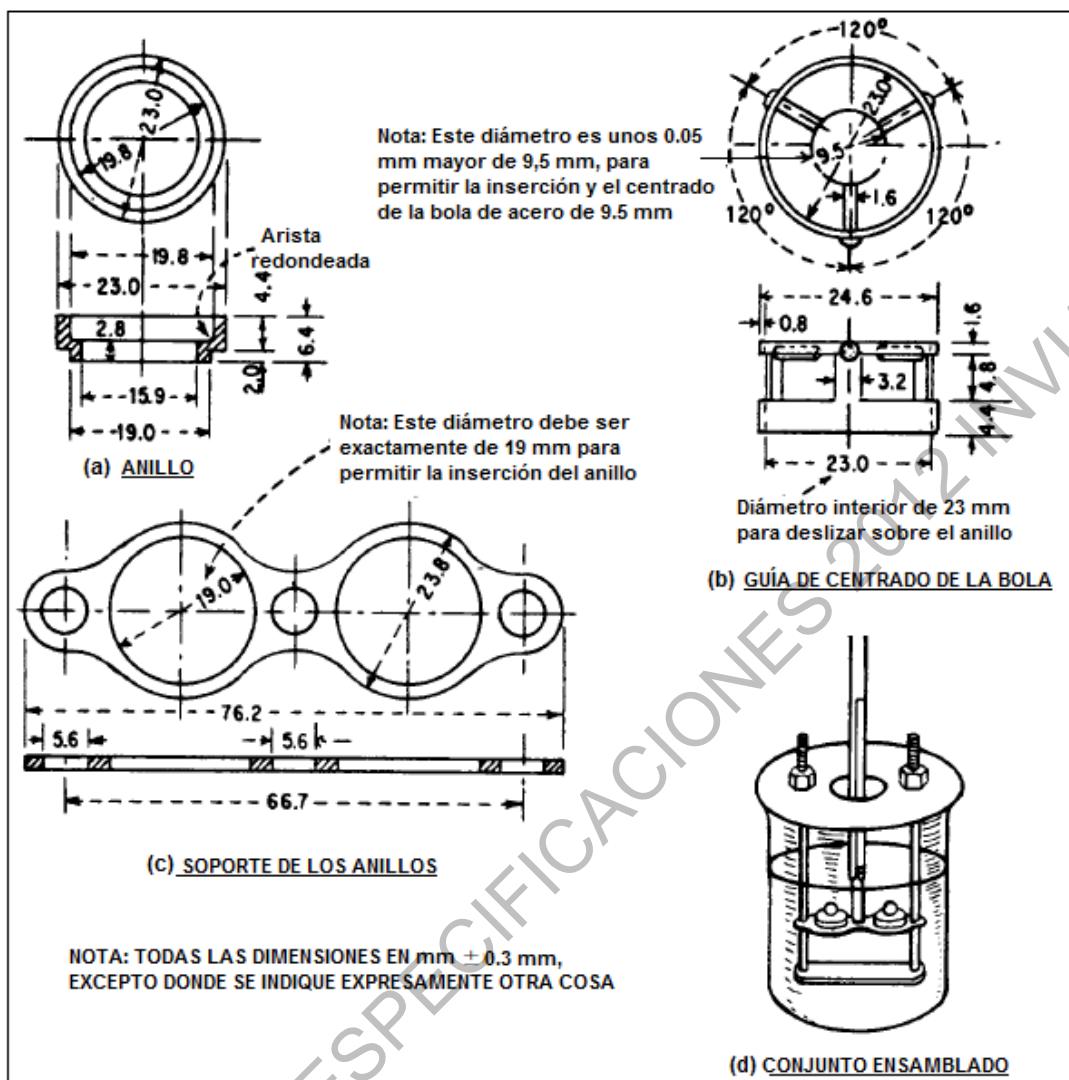


Figura 712 - 1. Aparato de anillo y bola

## 7 PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

- 7.1** El material bituminoso se deberá muestrear de acuerdo con la norma INV E-701.
- 7.2** Antes de iniciar labores, se debe verificar que todo haya sido planeado (equipos, materiales, etc.) para terminar el ensayo en un lapso de 6 horas. Se calienta cuidadosamente la muestra de material bituminoso, agitando frecuentemente para evitar sobrecalentamientos localizados, hasta asegurar que esté suficientemente fluida para poderla verter (nota 2). Al agitarse, se deberá evitar la formación de burbujas.

*Nota 2: Para este propósito, es útil una placa eléctrica de calentamiento con una potencia de 37 kW/m<sup>2</sup>.*

- 7.2.1** El calentamiento de la muestra no debe tomar más de 2 horas y, en ningún caso, la temperatura será mayor que 110° C (200° F) por encima del punto de ablandamiento esperado.
- 7.2.2** Si el ensayo se debe repetir, no se recalientará la misma muestra, sino que se deberá utilizar una muestra fresca.
- 7.3** Se calientan los dos anillos de latón sin la placa de base, aproximadamente a la misma temperatura de vertido del producto asfáltico, y se colocan sobre la placa de base que ha sido tratada con un producto antiadherente.
- 7.4** Se vierte el producto bituminoso dentro de los anillos con un ligero exceso, para que una vez frío, quede un sobrante de material por encima de su borde. Se deja enfriar a temperatura ambiente durante un mínimo de 30 minutos. Para materiales que son blandos a la temperatura ambiente, se enfrián los especímenes, al menos durante 30 minutos, a una temperatura inferior en no menos de 10° C (18° F) al punto de ablandamiento esperado. Desde el momento en que se forman los discos hasta la terminación del ensayo, no deberán transcurrir más de 240 minutos.
- 7.5** Cuando los especímenes se hayan enfriado, se corta el exceso de material de la parte superior, con un cuchillo o una espátula caliente, para que la superficie del disco coincida con el nivel superior del anillo.



Figura 712 - 2. Equipo automático para determinar el punto de ablandamiento

## 8 PROCEDIMIENTO

- 8.1** Dependiendo del punto de ablandamiento esperado, se escogen el baño líquido y el termómetro adecuado, entre los siguientes casos:
- 8.1.1** Baño con agua destilada recién hervida, para puntos de ablandamiento esperados entre 30 y 80° C (86 y 176° F); se debe usar un termómetro 15 C (o 15 F). La temperatura inicial del baño deberá ser de  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $41 \pm 2^\circ\text{F}$ ).
- 8.1.2** Baño con glicerina USP, para puntos de ablandamiento esperados por encima de 80° C (176° F) y hasta 157° C (315° F); se debe usar un termómetro 16 C (o 16 F). La temperatura inicial del baño deberá ser de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $86 \pm 2^\circ\text{F}$ ).
- 8.1.3** Para ensayos con fines de referencia, todos los puntos de ablandamiento superiores a 80° C (176° F) se deberán determinar en un baño de glicerina, salvo que el cliente exija otra cosa.
- 8.2** Se hace el montaje de los aparatos en una campana de laboratorio, colocando los anillos con los especímenes, las guías para el centrado de las bolas y los termómetros en posición, y se llena el baño con el líquido apropiado, a la temperatura especificada (Ver numerales 8.1.1 y 8.1.2) hasta una altura de  $105 \pm 3\text{ mm}$  ( $4\frac{1}{8} \pm \frac{1}{8}\text{"}$ ), con el montaje en su lugar. Usando unas pinzas, se colocan las dos bolas en el fondo del baño para que adquieran la misma temperatura de iniciación que el resto del montaje.
- 8.3** Se coloca todo el conjunto del baño en agua con hielo, si es necesario, o se calienta muy suavemente, para alcanzar y mantener durante 15 minutos la temperatura de iniciación apropiada. Se debe cuidar de no contaminar el líquido del baño.
- 8.4** Usando otra vez las pinzas, se colocan las bolas centradas en sus guías correspondientes, sobre cada uno de los anillos del material a ensayar.
- 8.5** Se calienta el baño en forma pausada, con una tasa constante de elevación de la temperatura de  $5^\circ\text{C}$  ( $9^\circ\text{F}$ )/min (nota 3). De ser necesario, se colocará una pantalla para proteger el baño de la acción de corrientes de aire. No se debe promediar la velocidad de elevación de la temperatura durante el período del ensayo. La máxima variación permitida para un período de 1 minuto, después de transcurridos los 3 primeros minutos, será de  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  ( $\pm 1^\circ\text{F}$ ). Se debe

anular y repetir cualquier ensayo en el cual la rata de elevación de la temperatura no caiga dentro de estos límites.

*Nota 3: Ajustarse a la velocidad de calentamiento especificada es esencial para lograr la reproducibilidad de los resultados. Para el calentamiento se permite el uso de un mechero de gas o un plato caliente eléctrico; sin embargo el plato eléctrico precisa tener un sistema para incrementar la temperatura sin demora, y mantener la velocidad de calentamiento prescrita.*

- 8.6** Se anota para cada pareja de anillo y bola, la temperatura indicada por el termómetro en el momento en que el producto bituminoso que rodea la bola, toque el fondo de la placa de referencia (Figura 712 - 3). No se debe hacer ninguna corrección por la parte del vástago del termómetro que no se encuentre sumergida. Si la diferencia entre las dos temperaturas excede de 1° C (2° F), el ensayo se considera inválido y se deberá repetir.

## 9 CÁLCULOS

---

- 9.1** El punto de ablandamiento por el método de anillo y bola se expresará como el valor medio de las dos determinaciones realizadas, según el numeral 8.6.
- 9.2** Para un espécimen de un producto bituminoso dado, el punto de ablandamiento determinado en un baño con agua, será inferior que el determinado con glicerina. Ya que la determinación del punto de ablandamiento es necesariamente arbitraria, esta diferencia es importante solamente para puntos de ablandamiento ligeramente por encima de los 80° C (176° F).
- 9.3** El cambio de agua por glicerina para puntos de ablandamiento por encima de 80° C, crea una discontinuidad. Con el redondeo, los más bajos puntos de ablandamiento que es posible obtener con baños de glicerina son del orden de 84.5° C (184° F). En estos casos, la corrección será de - 4.2° C (- 7.6° F). Si se necesita resolver una discrepancia, el ensayo se debe repetir en un baño de agua.
- 9.3.1** Bajo cualquier circunstancia, si el valor medio de las dos temperaturas determinadas en glicerina, es de 80.0° C (176° F) o menor, se deberá repetir el ensayo utilizando el baño de agua.
- 9.4** Para convertir puntos de ablandamiento determinados en agua que estén ligeramente por encima de 80° C (176° F), en puntos determinados en el baño de glicerina, la corrección es de + 4.2° C (+ 7.6° F). Para dilucidar discrepancias, se deberá repetir el ensayo en un baño de glicerina.

- 9.4.1** Bajo cualquier circunstancia, si el valor medio de las dos temperaturas determinadas en agua es de 85° C (185.0° F) o mayor, se deberá repetir el ensayo utilizando el baño de glicerina.

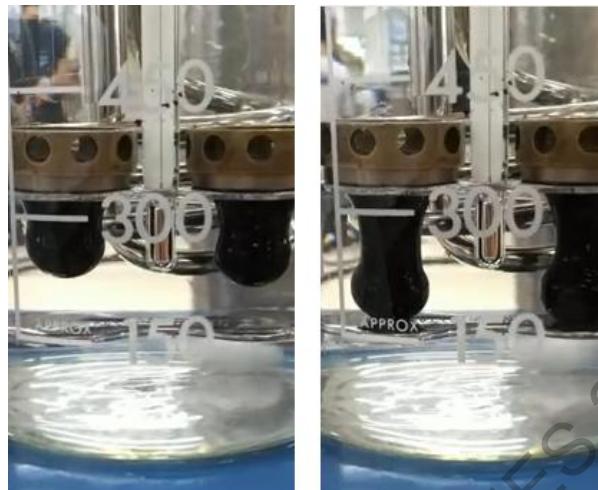


Figura 712 - 3. Terminación del ensayo de punto de ablandamiento

## 10 INFORME

- 10.1** Se informará el punto de ablandamiento promedio de la muestra ensayada.

**10.1.1** Cuando se utilice un termómetro 15C (o 15F), las temperaturas se deben reportar con aproximación de 0.2° C (0.5° F).

**10.1.2** Cuando se utilice un termómetro 16C (o 16F), las temperaturas se deben reportar con aproximación de 0.5° C (1.0° F).

- 10.2** Se informará la clase de líquido utilizado para el baño durante el ensayo.

## 11 PRECISIÓN Y SESGO

- 11.1** *Precisión* – Cuando se utilice agua destilada o glicerina USP, se emplearán los siguientes criterios para juzgar la aceptabilidad de los resultados (95 % de probabilidad):

**11.1.1** *Precisión de un operador* – Se ha encontrado que la desviación estándar para un operador de este ensayo, es de 0.41° C (0.73° F). Por consiguiente, los resultados de dos ensayos efectuados correctamente

por el mismo operador, sobre la misma muestra de asfalto, no deberían diferir en más de 1.2° C (2.0° F).

**11.1.2 Precisión entre varios laboratorios** – La desviación estándar para este caso es de 0.70° C (1.26° F). Por consiguiente, los resultados de dos ensayos efectuados correctamente en dos laboratorios sobre la misma muestra de asfalto, no deberían diferir en más de 2.0° C (3.5° F).

**11.2 Sesgo** – El procedimiento descrito en esta norma no tiene sesgo, puesto que el valor de punto de ablandamiento de materiales bituminosos se define en términos de este método de prueba.

## **12 NORMAS DE REFERENCIA**

---

ASTM D36/D36M – 09