

**NORMA  
TÉCNICA  
GUATEMALTECA**

**NTG 51005 h33:2016**

---

---

**Método de ensayo de penetración. ASTM D5**



**Comisión Guatemalteca de Normas  
Ministerio de Economía**

Calzada Atanasio Tzul 27-32, zona 12,  
Segundo nivel, Guatemala, Guatemala.  
Teléfonos: +502 2247-2654 y 2656  
Fax: +502 2247-2687

[info-coguanor@mineco.gob.gt](mailto:info-coguanor@mineco.gob.gt)  
[www.mineco.gob.gt](http://www.mineco.gob.gt)

**Referencia número**

ICS: 75:140

**ÍNDICE**

PROLOGO.....	3
<b>1</b> OBJETIVO.....	<b>4</b>
<b>2</b> NORMAS DE REFERENCIA.....	<b>4</b>
<b>3</b> TERMINOLOGÍA.....	<b>5</b>
<b>4</b> RESUMEN DEL MÉTODO. ....	<b>5</b>
<b>5</b> USO Y SIGNIFICADO.....	<b>5</b>
<b>6</b> EQUIPO Y MATERIALES.....	<b>5</b>
<b>7</b> PREPARACION DE ESPECIMENES.....	<b>8</b>
<b>8</b> CONDICIONES DEL ENSAYO.....	<b>9</b>
<b>9</b> PROCEDIMIENTO.....	<b>9</b>
<b>10</b> REPORTE.....	<b>10</b>
<b>11</b> PRECISION Y TOLERANCIAS.....	<b>11</b>
<b>12</b> PALABRA CLAVE.....	<b>12</b>

## PROLOGO

La Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- es el Organismo Nacional de Normalización según el Decreto No.1523 del Congreso de la República del 15 de mayo de 1962, modificado por el Decreto No.78-2005 del 08 de diciembre de 2005.

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía cuya misión es gestionar la normalización técnica y actividades conexas, para propiciar la obtención de productos y servicios de calidad, contribuyendo a mejorar la competitividad de las empresas y generar confianza entre los sectores involucrados.

La elaboración de normas a través de Comités Técnicos de Normalización garantiza la participación de todos los sectores interesados, dando transparencia a este proceso. En apoyo a las actividades productivas del país, el Comité Técnico de Normalización de Asfalto trabajó la norma NTG 51005 h33, Método de ensayo de penetración. ASTM D5.

A continuación se mencionan las entidades públicas y privadas que participaron en la elaboración y revisión de la presente norma:

Agregados de Guatemala S.A.	Iván Ernesto Roca
Asfaltos de Guatemala, S.A.	Dina Avellán
	José Abraham Agüero Umattino
Pavimentos de Guatemala, S.A.	Pedro Luis Rocco
Asociación Guatemalteca de Contratistas de la Construcción	Hugo Guerra
Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos	José Istupe
Comisión Guatemalteca de Normas	Héctor Herrera
Instituto del Asfalto de Guatemala y Asociación de Productores de Mezclas Asfálticas en Caliente (Asoasfaltos)	Olga Pozuelos
Consultor Independiente	Rodrigo Urréjola
Unidad Ejecutora de Conservación Vial- COVIAL	Edgar Marizuya
Uno Guatemala, S.A.	Gabriela Rodríguez

## 1. OBJETIVO

**1.1** Esta norma describe la determinación de la penetración de materiales bituminosos sólidos y semisólidos.

**1.2** Las agujas, contenedores y otras condiciones descritas en este método de ensayo corresponde a las determinaciones de penetración hasta 500.

**NOTA 1:** Como guía para la preparación y ensayo del residuo de emulsión para este método por favor refiérase a la sección 35 del Método de Ensayo D244.

**1.3** Los valores indicados en unidades SI o en unidades pulgada-libra deben ser considerados por separado como los estándares. Los valores expresados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes; por lo tanto, cada sistema debe ser utilizado independientemente del otro. Combinar los valores de los dos sistemas puede resultar en la no conformidad de la norma.

**1.4** Esta norma no pretende dirigir todo lo concerniente a seguridad asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario establecer las prácticas de seguridad y salud necesarias y determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias previo a usar.

## 2. NORMAS DE REFERENCIA

Mientras se aprueban y publican las Normas Técnicas Guatemaltecas correspondientes, pueden emplearse las normas citadas a continuación:

### 2.1 ASTM Standards:

D36 Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)

D244 Test Methods and Practices for Emulsified Asphalts

E1 Specification for ASTM Liquid-in-Glass Thermometers

E77 Test Method for Inspection and Verification of Thermometers

E1137/E 1137M Specification for Industrial Platinum Resistance Thermometers

E2251 Specification for Liquid-in-Glass ASTM Thermometers with Low-Hazard

Precision Liquids

### 2.2 ANSI Standard:

B46.1 Surface Texture

### 2.3 ISO Standard:

ISO Standard 468 Surface Roughness—Parameters, Their Values and General Rules for Specifying Requirements

### 2.4 I.N.V.E

I.N.V.E – 706 -07 Penetración de los Materiales Asfálticos.

### 3. TERMINOLOGÍA

#### 3.1 Definiciones:

**3.1.1 Penetración:** Consistencia de un material bituminoso expresado como la distancia en decimas de milímetros que una aguja estándar penetra verticalmente una muestra del material bajo condiciones conocidas de carga, tiempo y temperatura.

### 4. RESUMEN DEL MÉTODO

La muestra se funde (a partir de la temperatura ambiente) y se enfría bajo condiciones controladas. La penetración se mide con un penetrómetro por medio del cual una aguja estándar penetra verticalmente en el material en condiciones específicas.

### 5. USO Y SIGNIFICADO

**5.1** El ensayo de penetración se usa como una medida de consistencia. Altos valores de penetración indican consistencias más blandas.

### 6. EQUIPO Y MATERIALES

**6.1 Penetrómetro** - El aparato para la medida de las penetraciones se denomina penetrómetro y, en esencia estará constituido por un mecanismo que permita el movimiento vertical sin rozamiento apreciable de un vástago o soporte móvil al cual se pueda fijar firmemente por su parte inferior, la aguja de penetración; y que permita, además, la colocación sobre el mismo, de diferentes cargas suplementarias; el aparato deberá estar calibrado para dar directamente la lectura en unidades de penetración, y debe ser capaz de indicar la profundidad de penetración con una aproximación de 0.1 mm. La masa del vástago será de  $47.5 \pm 0.05$  g, y la masa total del conjunto móvil formado por el vástago juntamente con la aguja, de  $50.0 \pm 0.05$  g.

Se deberá disponer, igualmente, de pesas individuales suplementarias de  $50.0 \pm 0.05$  g y  $100.0 \pm 0.05$  g para obtener cargas totales de 100 y 200 g, de acuerdo con las condiciones del ensayo. El penetrómetro deberá estar provisto, además, de una base de apoyo para la colocación del recipiente con la muestra, de forma plana y que forme un ángulo de 90 grados con el sistema móvil, así como de un nivel de burbuja y tornillos de nivelación. Este vástago se deberá poder separar fácilmente del conjunto del penetrómetro para verificar y ajustar correctamente su peso.

**6.1.1** El indicador de nivelación se verificará al menos anualmente con un nivelador manual.

## **6.2** *Aguja de Penetración* –

**6.2.1** La aguja (ver Figura 1) será de acero inoxidable endurecido y templado, (Grado 440 C o similar), con una dureza Rockwell HRC54 a HRC60, la aguja estándar tendrá unos 50 mm (2 plg) de longitud y la larga 60 mm (2.4 plg) entre 1.00 y 1.02 mm (0.0394 a 0.0402) de diámetro, con uno de sus extremos simétricamente afilado hasta formar un cono de ángulo comprendido entre 8.7° y 9.7° en toda su longitud. El eje debe ser coaxial con el de la aguja. La variación total axial entre las intersecciones de las superficies del cono y del cilindro, medida como proyección sobre el eje de simetría de la aguja, no deberá exceder de 0.2 mm (0.008 plg). Después de dada la conicidad, se corta su punta para formar un cono truncado, cuya base tenga un diámetro comprendido entre 0.14 y 0.16 mm (0.0055 y 0.0063 plg) y esté situado en un plano perpendicular al eje de la aguja, con una tolerancia máxima de 2° y con sus bordes filosos y libres de rebabas.

Cuando la textura de la superficie es medida de acuerdo a la American National Standard B 46.1 o ISO 468 la altura de la rugosidad de la superficie, Ra, del cono truncado debe ser 0.2 a 0.3  $\mu\text{m}$  (8 a 12  $\mu\text{plg}$ ) en promedio aritmético. La aspereza superficial del eje de la aguja debe estar 0.025 a 0.125  $\mu\text{m}$  (1 a 5  $\mu\text{plg}$ ) la aguja deberá de estar montantada rígida y coaxialmente en un casquillo cilíndrico de latón o acero inoxidable de  $3.2 \pm 0.05$  mm ( $0.126 \pm 0.002$  plg) de diámetro y  $38 \pm 1$  mm ( $1.50 \pm 0.04$  plg) de longitud debiendo quedar con una longitud libre de aguja entre 40 a 45 mm (1.57 a 1.77 plg), la excentricidad o distancia máxima al eje del casquillo, desde cualquier punto de la superficie de la aguja, incluida su punta, no excederá de 1 mm (0.04 plg). La masa total del conjunto casquillo-aguja será de  $2.5 \pm 0.05$  g, permitiéndose para su ajuste un pequeño agujero o rebaje sobre el casquillo; igualmente, ira grabada sobre este la identificación individual de la aguja no se autoriza la repetición de una misma identificación del fabricante por un periodo de 3 años.

**6.2.2** Las agujas que cumplan los requisitos de control exigidos en esta sección deberán ser certificadas por una agencia calificada.

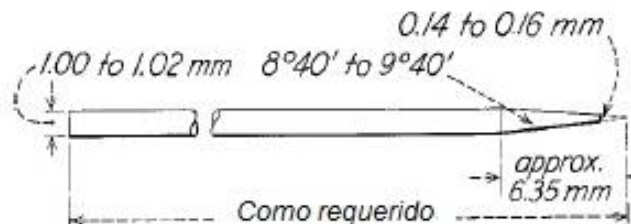


Figura 1. Agujas para ensayo de penetración

**6.3 Molde para muestra** - Los recipientes para las muestras serán de metal o vidrio, de forma cilíndrica y fondo plano, y con las siguientes dimensiones interiores:

Tabla 1

Penetraciones	Diámetro, mm	Profundidad interior, mm
< 40	33-50	8-16
< 200	55	35
>200 <350	55-75	45-70
>350 <500	55	70

**NOTA 2.** Para ensayos de penetraciones por debajo de 40, el recipiente debe ser de 55 x 35 mm.

**6.4 Baño de agua** – Un baño apto para mantener la temperatura a  $25 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$  ( $77 \pm 0.2^{\circ}\text{F}$ ) o cualquiera otra temperatura de ensayo, con una tolerancia de  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  ( $0.2^{\circ}\text{F}$ ). Además, el baño deberá tener una bandeja perforada ubicada a no menos de 50 mm del fondo, ni menos de 100 mm bajo el nivel del líquido en el baño. Si el ensayo de penetración se realiza en el mismo baño, éste debe estar provisto de una bandeja adicional capaz de soportar el peso del penetrómetro. Para determinaciones a bajas temperaturas se puede utilizar una solución salina como líquido del baño (Nota 3).

**NOTA 3.** Se recomienda usar agua destilada en el baño. Se debe evitar la contaminación del baño de agua por agentes surfactantes activos, agentes antiadhesivos u otros químicos, pues su presencia puede afectar los valores de penetración obtenidos.

**6.5 Disco de Transferencia** – Cuando se use, debe tener una capacidad mínima de 350 ml y una profundidad suficiente de agua que permita cubrir la altura del contenedor de la muestra. Debe estar provisto de algún medio que asegure firmemente la cápsula y evite el balanceo; para lo que tendrá un soporte de tres patas que permitan al menos tres puntos de contacto para sostener la cápsula.

**6.6 Dispositivo medidor de tiempo** - Para operar un penetrómetro manual, utilice cualquier aparato que mida el tiempo, tal como un medidor de tiempo eléctrico, un cronómetro o cualquier dispositivo a cuerda, que esté graduado en 0.1 s o menos y cuya precisión esté dentro de  $\pm 0.1$  s para un intervalo de 60 s. También se puede utilizar un contador de segundos audible, ajustado para proporcionar un pulso cada 0.5 s. El tiempo para un intervalo de cuenta de 11 pulsos debe ser de  $5 \pm 0.1$  s. Cualquier dispositivo automático que se vaya a conectar al penetrómetro debe ser cuidadosamente calibrado para proporcionar el intervalo de ensayo deseado dentro de  $\pm 0.1$  s.

**6.7 Termómetros** – Para controlar las temperaturas del ensayo en el baño de agua se dispondrá de termómetros de mercurio con varilla de vidrio, de inmersión total, con subdivisiones y escala máxima de error de  $0.1^\circ \text{C}$  ( $0.2^\circ \text{F}$ ) o cualquier otro dispositivo que mida temperaturas con igual precisión, exactitud y sensibilidad. Deben cumplir con las siguientes características principales:

**Tabla 2**

Número ASTM	Rango
17C ó 17F	19 a 27°C (66 a 80°F)
63C ó 63F	-8 a +32°C (18 a 89°F)
64C ó 64F	25 a 55°C (77 a 131°F)

**6.7.1** El termómetro para el baño de agua se debe calibrar periódicamente de acuerdo con el método de Ensayo ASTM E77. Se debe contar con un dispositivo termométrico suplente calibrado periódicamente de conformidad con la Especificación E1137.

## 7. PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

**7.1** Si la muestra no se recibe suficientemente fluida, calentar de forma cuidadosa agitando cuando sea posible para prevenir sobrecalentamientos localizados, hasta que sea lo suficientemente fluida para verter. Bajo ninguna circunstancia la temperatura debe elevarse más de  $60^\circ\text{C}$  ( $140^\circ\text{F}$ ) sobre el punto de ablandamiento esperado para breas, de acuerdo con el Método de Ensayo ASTM D36, o no más de  $90^\circ\text{C}$  ( $194^\circ\text{F}$ ) sobre el punto de ablandamiento para el caso de los asfaltos. Caliente la muestra por el tiempo mínimo necesario para asegurar que esté lo suficientemente fluida. Agite para asegurar homogeneidad. Evite la incorporación de burbujas de aire en la muestra.



**7.2** Vierta la muestra dentro del contenedor a una profundidad tal que al enfriarse a la temperatura de ensayo, la profundidad de la muestra sea al menos 120% de la profundidad a la que se espera que la aguja penetre. Vierta porciones separadas para cada variación de las condiciones de ensayo si el contenedor es menor que 65 mm de diámetro y la penetración esperada es mayor que 200, vierta 3 diferentes porciones separadas para cada variación de las condiciones de ensayo.

**Nota 4.** Si hay suficiente material disponible se recomienda llenar el contenedor hasta el borde.

**7.3** Permita el enfriamiento a una temperatura entre 15 y 30° C, (59 y 86° F), por 45 minutos a 1.5 horas, si se emplean contenedores pequeños (33 x 16 mm o menos), y entre 1 y 1.5 horas para contenedores medianos (55 x 35 mm) y 1.5 a 2 horas para contenedores de mayor tamaño. Finalmente, se sumergen los recipientes en el baño de agua a la temperatura especificada, manteniéndolos así durante los mismos períodos de enfriamiento.

**Nota 5:** Si las condiciones garantizan, es apropiado cubrir cada contenedor para protegerlo del polvo. Una forma conveniente de hacerlo es cubriéndolos con un beaker.

## 8. CONDICIONES DEL ENSAYO

8.1 Cuando las condiciones del ensayo no son específicamente mencionadas, la temperatura, la carga y el tiempo se sobreentiende que son 25° C (77° F), 100 g y 5 s. Otras condiciones deben ser usadas para pruebas especiales, como las siguientes:

**Tabla 3**

Temperatura, °C (°F)	Carga, g	Tiempo, s
0 (32)	200	60
4 (39.2)	200	60
45 (113)	50	5
46.1 (115)	50	5

En estos casos las condiciones específicas del ensayo deberán ser reportadas.

## 9. PROCEDIMIENTO

**9.1** Examine el soporte de la aguja y guía para establecer la ausencia de agua y otros materiales externos. Si la penetración se espera que supere los 350 use una

aguja larga, de lo contrario utilice una aguja corta. Limpiar la aguja de penetración con tolueno u otro disolvente adecuado, secar con un paño limpio, e inserte la aguja en el penetrómetro. Salvo que se especifique otra carga, se coloca el peso suplementario de 50 g sobre el vástago, para obtener la masa móvil total de  $100 \pm 0.1$  g.

**9.2** Si las pruebas se hacen con el penetrómetro en el baño, colocar el recipiente de la muestra directamente en el soporte sumergido del penetrómetro. Mantenga el recipiente de la muestra completamente cubierta con agua en el baño. Si las pruebas se hacen con el penetrómetro fuera del baño, coloque el recipiente de la muestra en el disco de transferencia, cubrir completamente el recipiente con agua del baño a temperatura constante y coloque el plato de transferencia en el stand del penetrómetro.

**9.3** Use el nivel de indicador para asegurar que el aparato este nivelado.

**9.4** Ponga a 0 la aguja indicadora de la penetración o tome nota de su lectura. Posicione la aguja descendiendo lentamente hasta que la punta haga contacto con la superficie de la muestra realice esto con la punta de la aguja haciendo contacto real con su imagen reflejada sobre la superficie de la muestra, para lo cual emplee una fuente luminosa. Libere rápidamente el soporte de la aguja por el periodo del tiempo especificado y ajuste el instrumento para medir la distancia penetrada en decimos de milímetros. Si el contenedor se mueve, ignore el resultado.

**9.5** Haga un mínimo de tres penetraciones en la superficie de la muestra en puntos distanciados al menos 10 mm de la pared de la cápsula y a no menos de 10 mm entre uno y otro. Si se usa el disco de transferencia, retorne la muestra y el transportador al baño de agua entre determinaciones; use una aguja limpia para cada determinación. Si la penetración es mayor que 200, use un mínimo de tres agujas, dejándolas en la muestra hasta completar las tres penetraciones. Si el contenedor de la muestra es menor que 65 mm de diámetro y la penetración esperada es mayor que 200, haga una penetración en cada uno de los 3 contenedores preparados como menciona el 7.2.

**Nota 6:** Con un contenedor de 55 mm y una muestra con una penetración esperada mayor que 200, normalmente no es posible posicionar el soporte de la aguja para la tercera determinación sin topar con las otras 2 agujas en posición. Para muestreos ordinarios es aceptable utilizar un solo contenedor para las 3 penetraciones moviendo primero las primeras 2 agujas como sea necesario siempre que la diferencia en la penetración entre el punto más alto y el más bajo de los valores de penetración no exceda el valor especificado en 10.1.

## 10. REPORTE

10.1 Reporte el entero más cercano del promedio de tres penetraciones cuyos valores no difieran en más de las siguientes cantidades:

**Tabla 4**

Penetración	0 a 49	50 a 149	150 a 249	Entre 250 y 500
Diferencia máxima entre valores más altos y más bajos de penetración	2	4	12	20

## 11. PRECISIÓN Y TOLERANCIAS

11.1 Estimaciones de precisión para esta prueba fueron desarrollados usando la base de datos del AMRL, que incluye datos que representan aproximadamente 16000 repeticiones de la prueba de penetración a 25 °C (77°F), y aproximadamente 4.000 repeticiones de la prueba de penetración a 4 °C (39.2°F). Los materiales para la base de datos son los asfaltos de destilación directa y asfaltos mezclados con valores de penetración que van desde 29 hasta 286 unidades medidas a 25 °C (77°F). Los análisis de estos datos indican que la precisión del ensayo puede describirse en las siguientes ecuaciones.

Simbología:  $x$ = resultado de penetración (unidades)

$\sigma$ = desviación estándar del resultado de la prueba de penetración

*Precisión para un solo operador* si  $x < 60$ , entonces  $\sigma = 0.8$

si  $x > 60$ , entonces  $\sigma = 0.8 + 0.03 (x-60)$

*Precisión entre laboratorios* si  $x < 60$ , entonces  $\sigma = 2.5$

si  $x > 60$ , entonces  $\sigma = 2.5 + 0.05 (x-60)$

*Precisión para un solo operador a 4°C (39.2°F)*  $\sigma = 0.8 + 0.02 (x)$

*Precisión entre laboratorios a 4°C (39.2°F)*  $\sigma = 2.5 + 0.08 (x)$

11.2 El rango aceptable de dos resultados (95% de confianza) puede ser determinado multiplicando la desviación estándar estimadas dadas en el apartado 11.1 por un factor de 2.83 y redondeando al número entero próximo.

**11.3** Este método no tiene tolerancia por que los valores determinados están definidos solo en términos del método de ensayo.

## **12. PALABRAS CLAVE**

**12.1** Asfalto; bitumen; penetración.

**---Última línea---**