

PENETRACIÓN DE LOS MATERIALES BITUMINOSOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Establecer la dureza y consistencia de los materiales bituminosos sólidos y semisólidos, que tienen como único o principal componente un asfalto.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar la consistencia de una muestra asfáltica, siguiendo el procedimiento establecido en la norma INV E-706-13.
- Identificar las características de una muestra de asfalto según las especificaciones técnicas del INVIAS Art.410 y sus aplicaciones dentro de la construcción y rehabilitación de las vías en Colombia.

INTRODUCCIÓN

El asfalto, también conocido como betún, es una sustancia viscosa, negra y pegajosa, que se deriva del petróleo crudo a través de un proceso de destilación. Se forma cuando el petróleo se somete a temperaturas altas (hasta 350 °C), lo que permite separar sus componentes livianos (como gasolina y diésel) de los más pesados (fuelóleo y bitumen) (Mkx, 2024).

Figura 1. Destilación fraccionada del petróleo.



Nota. Proceso de destilación del petróleo. Tomado de Reactor Químico [Infografía], 2026.

En Colombia el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) clasifica los asfaltos de acuerdo a la penetración obtenida en el ensayo descrito en la norma INV E-706-13, estos asfaltos pueden ser 40/50, 60/70 y 80/100. En primer lugar, el 40/50 es un cemento asfáltico considerado de alta dureza, que se utiliza principalmente en la construcción y rehabilitación de vías construidas con pavimento flexible, es ideal en para uso en carreteras con alto tráfico pesado y en especial para climas cálidos donde asfaltos más blandos pueden deformarse con mayor facilidad (Cemento Asfáltico 40/50, n.d.).

Por otra parte, el asfalto 60/70 se considera de penetración intermedia, el cual ofrece un equilibrio entre flexibilidad y estabilidad, lo que lo hace ideal para climas cálidos o tropicales, soportando cargas de tráfico moderado a intenso sin presentar deformaciones excesivas, lo que lo hace una opción más versátil para diferentes regiones del país (60/70 Penetration Grade Bitumen / Asphalt Cement, s. f.).

Finalmente, el 80/100, es considerado un asfalto considerado relativamente blando en comparación a los otros tipos, es utilizado normalmente en la construcción de pavimentos flexibles especialmente en climas moderados o fríos donde las temperaturas no son muy elevadas, y suele presentar una mayor susceptibilidad a la deformación bajo cargas pesadas, lo que aumenta el riesgo de ahuellamiento si no se realiza un correcto diseño (Asfalto Farvias, 2024).

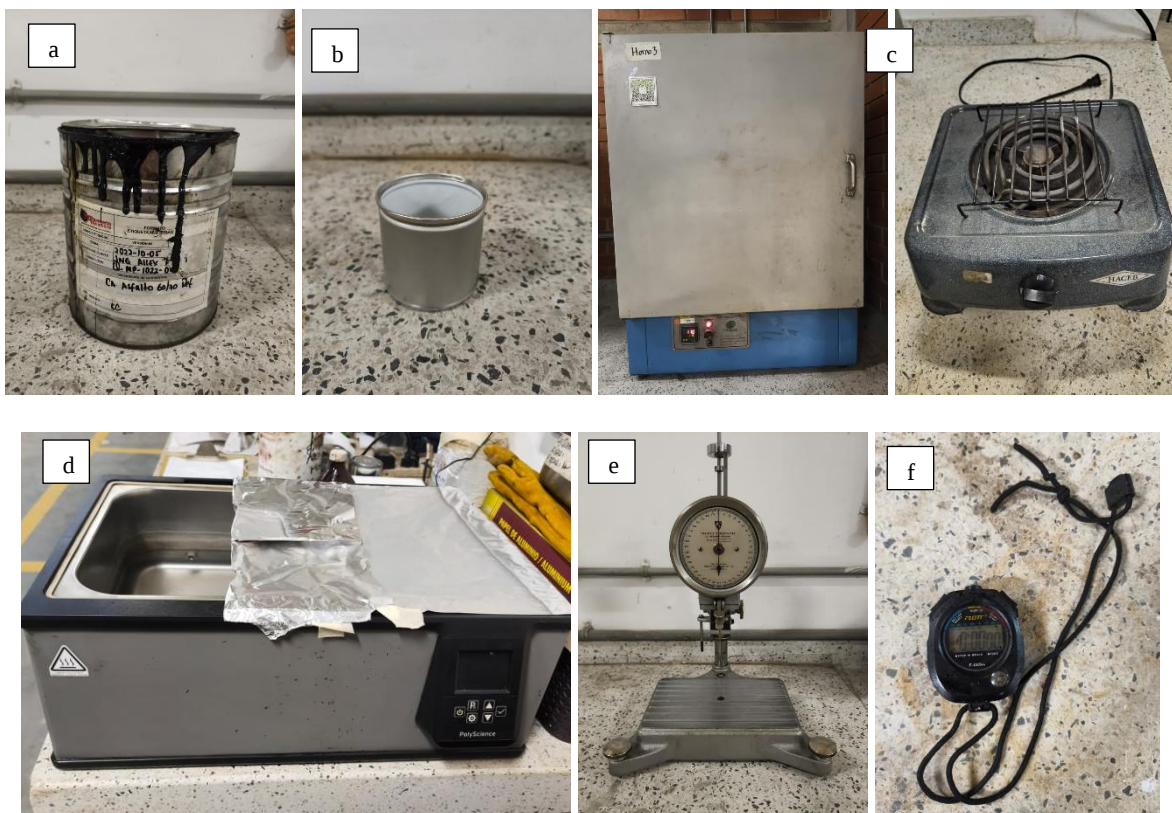
El asfalto en Colombia es un material fundamental para la ingeniería civil y la industria de la construcción, siendo una de sus características principales su capacidad impermeabilizante, gracias a su composición química, lo que evita filtraciones y daños en las capas subyacentes al pavimento. Adicional a esto proporciona una alta resistencia mecánica, ya que su flexibilidad le permite soportar altos volúmenes de tráfico pesado sin presentar deformaciones a corto plazo, lo que es ideal para evitar daños por ahuellamiento y fatiga principalmente.

El ensayo de penetración de asfalto es un ensayo muy importante ya que permite determinar la consistencia, dureza o rigidez de un cemento asfáltico. Esta prueba se encarga de medir la distancia en decimas de milímetro, que una aguja normalizada penetra una muestra que se encuentra bajo condiciones específicas de temperatura, carga y tiempo, normalmente 25 °C, 100 g y 5 segundos respectivamente. Adicionalmente, este ensayo permite clasificar el asfalto según el grado de penetración (40/50, 60/70 u 80/100), esto con el fin de establecer sus características y demás propiedades, las cuales permiten realizar un diseño efectivo en la construcción y rehabilitación de obras de infraestructura vial (Aimil Ltd., 2023).

MATERIALES Y EQUIPOS

- (a) Muestra de asfalto (40-50, 60-70 u 80-100)
- (b) Recipiente para muestras de asfalto (55 mm de diámetro x 35 mm de altura)
- (c) Horno o estufa eléctrica
- (d) Equipo para baño de María
- (e) Penetrómetro de asfalto
- (f) Cronometro
- (g) Termómetro

Figura 2. Materiales y equipos.



Nota. Registro fotográfico materiales y equipos de laboratorio.

Fuente. Rivera (2026).



PROCEDIMIENTO

- Primero se debe calentar la muestra de asfalto en el horno o estufa a una temperatura controlada (máximo 90 °C) llegando a su punto de ablandamiento, y se debe ir revolviendo cuidadosamente hasta que se puede verter en los recipientes adecuados.
- Con las muestras en los recipientes, se dejan enfriar a temperatura ambiente por un periodo de 45 a 90 minutos, para luego llevarlos a baño de María por 1 hora y garantizar que la temperatura del ensayo sea la deseada (típicamente 25 °C).
- Luego de acondicionar las muestras a la temperatura adecuada, se lleva al penetrómetro de asfalto, el cual debe estar calibrado con la carga de ensayo correspondiente (típicamente 100 g) añadiendo algún peso suplementario si es necesario, y dejando la marca de penetración en 0.
- Con el equipamiento listo se coloca la muestra sobre la base de este y se acomoda el vástago con la aguja lo más cercano posible sobre el asfalto, esto se facilita al tomar una linterna y observar que el reflejo de la punta de la aguja se toque sobre la superficie de asfalto, sin que la aguja penetre sobre la muestra.
- Verificando las condiciones iniciales del ensayo, se toma un cronometro y se procede a apretar el mecanismo que libera el vástago con la aguja sobre la muestra en el tiempo determinado (normalmente 5 segundos), luego se debe soltar el mecanismo y tomar la lectura de la penetración obtenida en decimas de milímetro.
- El ensayo se debe repetir sobre la muestra en las mismas condiciones al menos 3 veces para sacar un promedio, pero estas repeticiones se deben hacer en diferentes puntos que deben estar separados una distancia mínima de 10 mm entre cada penetración y con respecto a las paredes del recipiente

ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con los datos registrados en el laboratorio y siguiendo los parámetros de la norma INV E-724-13 calcular:

Índice de penetración:

$$IP = \frac{20 - 10f}{1 + f} \quad [1]$$

$$f = \frac{50 \times \log \left[\frac{800}{P} \right]}{T_{AB} - 25} \quad [2]$$

Donde:

T_{AB} = Punto de ablandamiento (°C)

P = Penetración en 0.1 mm a 25 °C

Trazar la gráfica (Penetración vs Temperatura) y realizar la comparación con las ecuaciones empíricas de Peiffer y Van Doormal:

$$IP = \frac{20 - 500A}{1 + 50A} \quad [3]$$

$$A = \frac{\log(Pen_{T_1}) - \log(Pen_{T_2})}{T_1 - T_2} \quad [4]$$

Donde:

Pen_{T_i} = Penetración a la temperatura i (0.1 mm)

T_i = Temperatura i (°C)

A partir de los resultados obtenidos se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el valor mínimo y máximo de penetración que debería tener un asfalto?
- ¿Qué tipo de asfalto es, según los resultados obtenidos a 25 °C?
- ¿Cuál es el índice de penetración de la muestra?
- ¿Qué características posee el tipo de asfalto identificado?
- ¿Para qué puede ser usado este tipo de asfalto según las especificaciones técnicas?



BIBLIOGRAFÍA

Mkx. (2024, August 27). ▷ *Asfalto: Qué es, tipos, composición y usos*. Site and Field.
<https://siteandfield.com/blog/asfalto-que-es-tipos-composicion-usos/>

INVIAS. (2025, 12 diciembre). *Portal Invías - Colombia*. SedeElectronica Invias.
<https://www.invias.gov.co/documentos/1531/especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-2022/>

Cemento asfáltico 40/50. (n.d.). Pro-Road Global.
<https://www.proroadglobal.com/cemento-asfaltico-40-50/>

60/70 penetration grade bitumen / asphalt cement. (n.d.). Pro-Road Global. https://www-proroadglobal-com.translate.goog/en/60-70-penetration-grade-bitumen-asphalt-cement/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge

Asfalto Farvias. (2024, August 13). ¿Qué significa asfalto 80 100? *asfaltofarvias.com* - *Asfaltos Farvias*. <https://asfaltofarvias.com/que-significa-asfalto-80-100/>

Aimil Ltd. (2023, April 20). What is Asphalt Testing and Why Is It Necessary? - Aimil Corporate Blog. Aimil Corporate Blog. <https://www.aimil.com/blog/what-is-asphalt-testing-and-why-is-it-necessary/>

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2013). *Penetración de los materiales bituminosos* (Norma INV E-706-13). En *Normas y especificaciones 2012*. Ministerio de Transporte.

Instituto Nacional de Vías - INVÍAS. (2013). *Índice de penetración de los cementos asfálticos* (Norma INV E-724-13). En *Normas y especificaciones para materiales y productos de carreteras*. <https://www.invias.gov.co/>



FORMATO TOMA DE DATOS

Tabla1. Formato para registro de datos.

PENETRACIÓN DE LOS MATERIALES BITUMINOSOS			Tipo de Asfalto	
# Penetración	Temperatura de la muestra (°C)	Carga (gr)	Tiempo (s)	Penetración (0,1 mm)

OBSERVACIONES: