

---

**Método para determinar la viscosidad del asfalto empleando el viscosímetro rotacional.**



**Comisión Guatemalteca de Normas**  
**Ministerio de Economía**

Calzada Atanasio Tzul 27-32, zona 12, Segundo nivel, Guatemala, Guatemala. **Referencia número**

Teléfonos: +502 2247-2654 y 2656 ICS: 75.140  
Fax: +502 2247-2687

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

**ÍNDICE**

PROLOGO.....	3
1 OBJETIVO.....	4
2 NORMAS DE REFERENCIA.....	4
3 TERMINOLOGÍA.....	4
4 RESUMEN DEL METODO.....	5
5 USO Y SIGNIFICADO.....	5
6 EQUIPO Y MATERIALES.....	6
7 REACTIVOS Y MATERIALES.....	6
8 PREPARACION DE EQUIPO.....	6
9 CALIBRACION Y NORMALIZACIÓN.....	7
10 PROCEDIMIENTO.....	7
11 CÁLCULOS.....	9
12 INFORME.....	9
13 PRECISION .....	9
14 PALABRAS CLAVE.....	11
15 CORRESPONDENCIA.....	11

## 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 51 005 h 29- *Método para determinar la viscosidad del asfalto empleando el viscosímetro rotacional*.

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 Luis 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 Productos de Mezclas Asfálticas en Caliente (Asoasfaltos)	Olga Pozuelos
Perenco Guatemala Limited	Rodrigo Urrejola
Unidad Ejecutora de Conservación Vial- COVIAL	Edgar Marizuya
Uno Guatemala, S.A.	Gabriela Rodríguez

## 1. OBJETIVO

**1.1** Este método de prueba describe un procedimiento para medir la viscosidad aparente de asfalto de 38 a 260°C [100 a 500°F] utilizando un viscosímetro rotacional y una cámara térmica de temperatura controlada para mantener la temperatura de ensayo.

**1.2** Los valores indicados en unidades SI o en unidades pulgada-libra deben ser considerados 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.

**1.3** 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:

### ASTM:

E644 Test Methods for Testing Industrial Resistance Thermometers  
E1137 Specification for Industrial Platinum Resistance Thermometers  
E2975 Test Method for Calibration of Concentric Cylinder Rotational Viscometers

## 3. TERMINOLOGÍA

### Definiciones:

**3.1.1 Viscosidad aparente-** la relación del esfuerzo de corte (cizallamiento) a una tasa de corte para líquidos Newtonianos o no Newtonianos.

**3.1.2 Asfalto relleno** - una mezcla de asfalto que contiene materia mineral insoluble finamente dispersada.

**3.1.3 Líquido Newtoniano-** un líquido para el cual la tasa de corte es proporcional al esfuerzo de corte. La relación constante del esfuerzo de corte a la tasa de corte es la viscosidad del líquido. La viscosidad de un líquido Newtoniano, por lo tanto, no es dependiente de la tasa de corte. Si la tasa no es constante, el líquido es no newtoniano. Muchos líquidos exhiben ambos comportamientos newtoniano y no newtoniano, dependiendo de la tasa de corte o de la temperatura, o ambos.

**3.1.4 Tasa de corte-** Es una medida de velocidad en la cual las capas intermedias del líquido se mueven una con respecto de otra. Su unidad de medida es el recíproco de segundo ( $\text{seg}^{-1}$ ).

**3.1.5 Esfuerzo cortante-** La fuerza por unidad de área necesaria para producir la acción de corte. Su unidad de medida SI es el pascal, y su unidad de medida en el sistema centímetro gramo segundo (cgs) es dinas/cm<sup>2</sup>.

**3.1.6 Viscosidad-** La relación entre el esfuerzo cortante aplicado y la tasa de corte se llama el coeficiente de viscosidad. Este coeficiente es una medida de la resistencia del líquido a fluir. La unidad SI de viscosidad es el pascal segundo (Pa · s). La unidad de viscosidad cgs es el poise (dina · s / cm<sup>2</sup>) y es equivalente a 0,1 Pa · s. Frecuentemente, el centipoise (cP) se utiliza como la unidad de viscosidad y equivale a un milipascal segundo (mPa · s).

### **3.2 Definiciones de los términos específicos de esta norma:**

**3.2.1 Geometría del aparato de medición-** La parte del equipo que esta inmersa en la muestra de asfalto, las unidades dimensionales que son usadas, en conjunto con el torque de resistencia rotacional, para calcular la viscosidad aparente. Esta geometría puede ser denominada por el fabricante de equipos como “spindle”, vástago, cilindro interior concéntrico, paleta, y así sucesivamente.

## **4. RESUMEN DEL MÉTODO**

Un viscosímetro rotacional, como se describe en este método de ensayo, se utiliza para medir la viscosidad aparente de asfalto a elevadas temperaturas. El torque en la geometría del aparato de medición, rotando en el contenedor termostáticamente controlado que contiene una muestra de asfalto, se utiliza para medir la resistencia relativa a la rotación. El torque y la velocidad se utilizan para determinar la viscosidad del asfalto en pascal segundo, milipascal segundo, o centipoise.

## **5. USO Y SIGNIFICADO**

**5.1** Este método de ensayo se utiliza para medir la viscosidad aparente del asfalto a temperaturas de trasiego, de mezcla y de aplicación.

**5.2** Algunos asfaltos pueden mostrar un comportamiento no newtoniano bajo las condiciones de este método de ensayo, o a temperaturas dentro del rango de este método de ensayo. Debido a que los valores de viscosidad no newtonianos no son propiedades absolutas, pero reflejan el comportamiento del fluido dentro del sistema de medición en particular, se debe reconocer que las mediciones hechas por este método de ensayo no siempre puede predecir el comportamiento de campo bajo las condiciones de uso.

**5.3** Las comparaciones entre los valores de viscosidad no newtonianos deben hacerse sólo para las mediciones realizadas con condiciones similares de temperatura, tasa de corte, y el historial de corte.

## **6. EQUIPO Y MATERIALES**

**6.1** *Viscosímetro Rotacional*, capaz de medir el torque requerido para hacer girar la geometría del aparato de medición a una velocidad constante seleccionada mientras está sumergida en la muestra de asfalto a una temperatura constante deseada de ensayo, y con la capacidad de convertir la medición del torque a la viscosidad en pascal segundos, milipascal segundo, o centipoise. Puede ser necesario realizar este cálculo de manera manual para algunos instrumentos.

**6.2** *Geometría del Aparato de medición*, de varias formas y tamaños, para la medición de diferentes viscosidades de asfalto.

**6.3** *Cámara térmica de temperatura controlada*, para el mantenimiento de la muestra de asfalto a la temperatura de ensayo.

**6.4** *Tubos de muestreo*, reutilizables o desechables.

**6.5** *Controlador de temperatura*, capaz de mantener las temperaturas de los especímenes de muestras  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ) para temperaturas de ensayo entre 38 a  $150^{\circ}\text{C}$  (100 a  $300^{\circ}\text{F}$ ) y  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 4^{\circ}\text{F}$ ) para temperaturas de ensayo entre 150 y  $260^{\circ}\text{C}$  (300 a  $500^{\circ}\text{F}$ ).

**6.6** *Balanza*, con precisión de 0,1 g, para determinar la masa de muestra de asfalto.

**6.7** *Termómetro de resistencia de platino (PRT)*, con una sonda que se ajusta a los requisitos de la Especificación E 1137, para medir la temperatura de la cámara térmica. Los PRT deberán tener una configuración de conexión de 3 o 4 alambres y una longitud de cobertor de los alambres de por lo menos 50 mm (2 pulg.) mayor que la profundidad de inmersión. Calibrar el sistema PRT (sonda y lector) de acuerdo con los métodos de prueba E644.

## **7. REACTIVOS Y MATERIALES**

**7.1** Solventes para la limpieza de la cámara de muestras, aparato de medición y accesorios.

## **8. PREPARACIÓN DEL EQUIPO**

**8.1** El viscosímetro rotacional y cámara térmica deben ser niveladas y preparadas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

## **9. CALIBRACIÓN Y NORMALIZACIÓN**

**9.1** El viscosímetro debe ponerse a cero antes de su uso, o cuando sea necesario, o ambos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**9.2** La precisión del viscosímetro debe ser revisada al menos anualmente utilizando un fluido de referencia certificado de una viscosidad conocida a varias temperaturas, usando el método de prueba E2975. El fluido de referencia debe ser certificado para tener un comportamiento newtoniano sobre el rango completo esperado de temperaturas de prueba y tasas de corte. El fluido de referencia deberá ser certificado a una temperatura sobre 50°C [90 F] de la temperatura (s) que se utilizará durante la prueba. La viscosidad medida deberá estar dentro de  $\pm 2\%$  del valor certificado, o bien una constante de calibración (la viscosidad del fluido de calibración / la viscosidad indicada por el aparato) debe ser determinada y aplicada.

**9.3** La precisión de la lectura de la temperatura y la estabilidad del controlador de temperatura ha de ser revisado al menos cada seis meses a través de la colocación de una muestra de asfalto o aceite de alto punto de inflamación en la cámara de prueba, y equilibrar a una temperatura en un rango de 50°C (90°F) de la temperatura a ser utilizada durante la prueba. La temperatura de la muestra será entonces medida dentro de  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  ( $\pm 0.2^\circ\text{F}$ ) utilizando un dispositivo de medición NIST, como se describe en los Métodos de Ensayo E644. Si se determina algún diferencial de temperatura, el punto del conjunto controlador de temperatura se compensará en consecuencia.

## **10. PROCEDIMIENTO**

**10.1** Siga las instrucciones del fabricante para la operación del aparato.

**10.2** Permitir que las partes electrónicas del instrumento se calienten durante al menos cinco minutos antes de realizar cualquier calibración o análisis.

**10.3** Ajuste el controlador de temperatura a la temperatura de ensayo deseada, teniendo en cuenta cualquier desplazamiento determinado en 9.3.

**10.4** Seleccionar una geometría del aparato de medición que desarrolle una resistencia al torque entre 10 y 98% de la capacidad del instrumento a la velocidad seleccionada. Generalmente, las mediciones serán más precisas con lecturas de torque mayor.

**10.5** Preferiblemente, precalentar el tubo de muestreo y la geometría del aparato de medición hasta que la temperatura de ambos este en equilibrio al menos 15 minutos. Si se ensayará asfalto relleno, este paso es obligatorio.

**10.6** Añadir el volumen de muestra especificado por el fabricante para la geometría de aparatos de medición que se utilizarán para el tubo de muestreo. Una forma conveniente para medir el volumen es pesando la cantidad aproximada a partir de los datos de densidad de la muestra y luego regresar la muestra a la cámara de temperatura controlada. Exhaustivamente agitar asfaltos rellenos hasta obtener una muestra representativa antes de pesar.

**Nota 1.** Tome precaución para evitar el sobrecalentamiento de la muestra y la ignición de muestras que tengan un bajo punto de llama.

**10.7** No sobre llene los tubos de muestreo pero asegurese que la porción medida de la geometría del aparato de medición este totalmente inmersa. Siga las instrucciones del fabricante. El volumen de la muestra es crítico para lograr la calibración estándar del sistema.

**10.8** Insertar la geometría del aparato de medición seleccionado, previamente precalentado, dentro del líquido en la cámara, y acoplarlo al viscosímetro, siguiendo las instrucciones del fabricante para la alineación apropiada.

**10.9** Llevar la muestra de asfalto a la temperatura de prueba deseada dentro los primeros 30 minutos y permita que se equilibre a la temperatura deseada de prueba por un mínimo de 10 minutos antes de iniciar la medición. En el caso de los asfaltos rellenos, inicie la rotación del motor inmediatamente.

**10.10** Iniciar la rotación del motor del viscosímetro a una velocidad que desarrolle un torque resistente que se encuentre entre 10 y 98% de la capacidad total del instrumento. Mantenga esta velocidad y permita que la muestra se estabilice por 5 minutos adicionales.

La temperatura no debe desviarse  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  [ $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ] durante el período de acondicionamiento.

**10.11** Medir ya sea la viscosidad o el torque en intervalos de 1 minuto por un total de tres minutos. El instrumento puede realizar esta medición automáticamente.

**10.12** Repita los pasos del 10.9 a 10.11 para cada temperatura de ensayo requerido. Si se miden muestras de asfaltos rellenos, se requerirá una nueva muestra recién agitada para cada temperatura de prueba.

**10.13** Si las lecturas de torque están por encima de 98% de la capacidad del instrumento a la más baja temperatura de prueba, disminuya la velocidad de rotación de la geometría del aparato de medición y continúe con la prueba, o repita los pasos del 10.5 a 10.11 con una geometría de diámetro más pequeño y un volumen apropiado de muestra.

**10.14** Si la lectura de torque está por debajo de 10% de la capacidad del instrumento a la más alta temperatura de prueba, aumente la velocidad de



rotación de la geometría del aparato, o repita los pasos 10.5 a 10.11 con una geometría de mayor diámetro y el volumen apropiado de muestra.

**10.15** Si el instrumento no lee directamente en unidades de viscosidad, se multiplican las lecturas de torque por el factor apropiado para obtener los valores de viscosidad.

## **11. CÁLCULOS**

**11.1** Si el instrumento no promedia automáticamente tres lecturas, a continuación, calcular el resultado como el promedio aritmético de las tres lecturas tomadas a intervalos de 1 minuto, redondeado a tres cifras significativas. Si el viscosímetro rotacional es digital y muestra la viscosidad en centipoise (cP), se multiplica por 0.001 para obtener la viscosidad en Pascal segundos (Pa · s). Para instrumentos automatizados, los resultados de la integración de 3 minutos deberán ser aceptados. Si se requiere, multiplicar el promedio de las lecturas por la constante de calibración determinada en 9.2.

## **12. INFORME**

**12.1** Reporte la temperatura de prueba, el tipo y tamaño de la geometría del aparato de medición, torque en milinewton metro (mNm) o como un porcentaje de la capacidad del instrumento, y velocidad en  $\text{seg}^{-1}$  o rpm con resultados de viscosidad en Pascal segundo (Pa · s), milipascal segundo (MPa · s), o centipoise (cP). Por ejemplo, Viscosidad a  $135^{\circ}\text{C} = 0,455 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  con vástago de 25 mm, 8,3 mNm de torque a  $10 \text{ seg}^{-1}$  o viscosidad a  $400^{\circ}\text{F} = 240 \text{ cP}$  con número de cabezal “spindle” Brookfield 31, 48% torque a 60 rpm.

## **13. PRECISIÓN**

**13.1** Asfalto de techado sin relleno-los siguientes criterios deben ser utilizados para determinar la aceptación de cualquier resultado (95% nivel de confiabilidad).

**13.1.1** Precisión de mismo operador (repetibilidad) - Los valores duplicados por el mismo operador utilizando el mismo equipo de prueba, en el período más breve prácticamente posible, serán considerados no equivalentes si la diferencia en los dos resultados, expresado como un porcentaje de su media, excede el 3,5%.

**13.1.2** Precisión multilaboratorio (reproducibilidad) –Los valores reportados por cada uno de los dos laboratorios, en representación de la media aritmética de las dos determinaciones, se considerará no equivalentes si difieren en más de un 14,5%.

**13.2** Asfalto techado relleno-Un estudio entre laboratorios fue realizado en el 2004 comparando tres asfaltos rellenos para techos de tres proveedores diferentes,

probados por triplicado a 205°C [400°F] por nueve laboratorios diferentes. Los datos fueron utilizados para calcular la precisión estimada para asfalto relleno. Los siguientes criterios se utilizarán para determinar la aceptación de cualquier resultado (95% nivel de confiabilidad).

**13.2.1** La desviación estándar de la precisión de un solo operador (repetibilidad) se ha determinado que es 21,0%. Por lo tanto, dos resultados obtenidos en el mismo laboratorio, por el mismo operador utilizando el mismo equipo, en el período más corto de tiempo prácticamente posible, debe ser considerado no equivalente, si la diferencia de los dos resultados, expresados como un porcentaje de su media, excede 59,4%.

**13.2.2** La desviación estándar de la precisión multilaboratorio (reproducibilidad) se ha determinado que es 33,2%. Por consiguiente, dos resultados presentados por dos operadores diferentes probando el mismo material en diferentes laboratorios debe ser considerada no equivalente si la diferencia en los dos resultados, expresados como porcentaje de su media, es superior a 94,0%.

**13.3** Asfalto de pavimentación sin relleno- Las estimaciones de precisión dadas se basan en el análisis de los resultados de la prueba de ocho pares de muestras de referencia AASHTO Material Reference Laboratory (AMRL). Los datos analizados consistieron en resultados de 142 a 202 laboratorios para cada uno de los ocho pares de muestras. Los detalles de este análisis están en el reporte final National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), Proyecto No. 9-26 del NCHRP, la Fase 3. Los siguientes criterios se utilizan para determinar la aceptación de cualquier resultado (95% de nivel de confiabilidad).

**13.3.1** El coeficiente de variación de precisión de un solo operador (repetibilidad) (1s%) se ha determinado que es 1,2%. Por lo tanto, dos resultados obtenidos en el mismo laboratorio, por el mismo operador con el mismo equipo, en el menor periodo prácticamente posible, se debe considerar no equivalentes si la diferencia en los dos resultados, expresados como un porcentaje de su media, excede 3,5% (d2s%).

**13.3.2** El coeficiente de variación (1s%) de la precisión multilaboratorio (reproducibilidad) se ha determinado que es 4,3 %. Por lo tanto , dos resultados presentados por dos operadores diferentes probando el mismo material en diferentes laboratorios será considerada no equivalente si la diferencia en los dos resultados, expresado como un porcentaje de su media, excede 12,1% ( d2s%).

**13.4** Sesgo- No hay información que pueda ser presentada en el sesgo de este método de ensayo para la medición de viscosidad aparente porque ningún material que tiene un valor de referencia aceptado se encuentra disponible.

## **14. PALABRAS CLAVE**

**14.1** Asfaltos; viscosímetros rotacionales; viscosidades

## **15. CORRESPONDENCIA**

Para la preparación de la presente norma se ha tenido en cuenta la norma de la "American Society for Testing and Materials" ASTM D 4402-15 "Standard test method for viscosity determination of asphalt at elevates temperaturas using rotational viscometer", con la cual coincide.

**---Última línea---**