

VISCOSIDAD SAYBOLT DE ASFALTOS

INV E – 714 – 13

1 OBJETO

- 1.1** Esta norma hace referencia a los procedimientos empíricos para determinar la viscosidad Saybolt Universal o Saybolt Furol de productos asfálticos, a temperaturas especificadas entre 21 y 99° C (70 y 210° F).

Nota 1: Para determinar la viscosidad cinemática, son preferibles los métodos descritos en las normas INV E-715 y ASTM D 445. Ellos requieren muestras más pequeñas, menor tiempo de ejecución y proporcionan mayor exactitud. La viscosidad cinemática se puede convertir a Saybolt mediante las tablas de la norma ASTM D 2161. Se recomienda calcular los índices de viscosidad a partir de la viscosidad cinemática y no de la viscosidad Saybolt.

- 1.2** Esta norma reemplaza la norma INV E-714-07.

2 DEFINICIONES

- 2.1** *Viscosidad Saybolt Universal* – Es el tiempo corregido, en segundos, durante el cual fluyen 60 ml de muestra a través de un orificio Universal, calibrado bajo condiciones específicas. El valor de la viscosidad se informa en segundos Saybolt Universal (SSU) a una temperatura especificada.

- 2.2** *Viscosidad Saybolt Furol* – Es el tiempo corregido, en segundos, durante el cual fluyen 60 ml de muestra a través de un orificio Furol, calibrado bajo condiciones específicas. El valor de la viscosidad se informa en segundos Saybolt Furol (SSF) a una temperatura especificada.

- 2.2.1** La palabra Furol es una contracción de las palabras "Fuel and road oils" (aceites y combustibles para carreteras).

3 RESUMEN DEL MÉTODO

- 3.1** Se determina el tiempo, en segundos, que tardan en fluir 60 ml de muestra a través de un orificio calibrado, bajo condiciones cuidadosamente controladas. El tiempo obtenido se corrige por un factor que depende de la abertura del orificio, y se informa como la viscosidad de la muestra a la temperatura de ensayo.

4 IMPORTANCIA Y USO

- 4.1** Este método es útil para caracterizar ciertos productos del petróleo, e igualmente como elemento para establecer la uniformidad de los embarques y de las fuentes de suministro.
- 4.2** La viscosidad Saybolt Furol es, aproximadamente, 1/10 de la viscosidad Saybolt Universal, y se recomienda para la caracterización de los productos del petróleo como el fuel-oil y otros materiales residuales cuya viscosidad Saybolt Universal sea mayor de 1000 segundos.
- 4.3** La determinación de la viscosidad Saybolt de materiales a altas temperaturas, está cubierta por la norma INV E-719.

5 EQUIPO

- 5.1** *Viscosímetro Saybolt* – El viscosímetro deberá ser de un metal no corrosivo, con las dimensiones mostradas en la Figura 714 - 1. La boquilla del orificio, Furol o Universal, se puede fabricar como una parte intercambiable. Una tuerca en el extremo inferior del viscosímetro permite asegurarla al baño. El viscosímetro se debe montar verticalmente en el baño, verificando el alineamiento con un nivel de burbuja colocado sobre el plano de la galería. El extremo inferior del tubo del viscosímetro se cierra con un corcho o tapón, para evitar el flujo de la muestra antes de iniciar el ensayo. Para facilitar la remoción del tapón, se puede atar a él una cadena o cuerda.

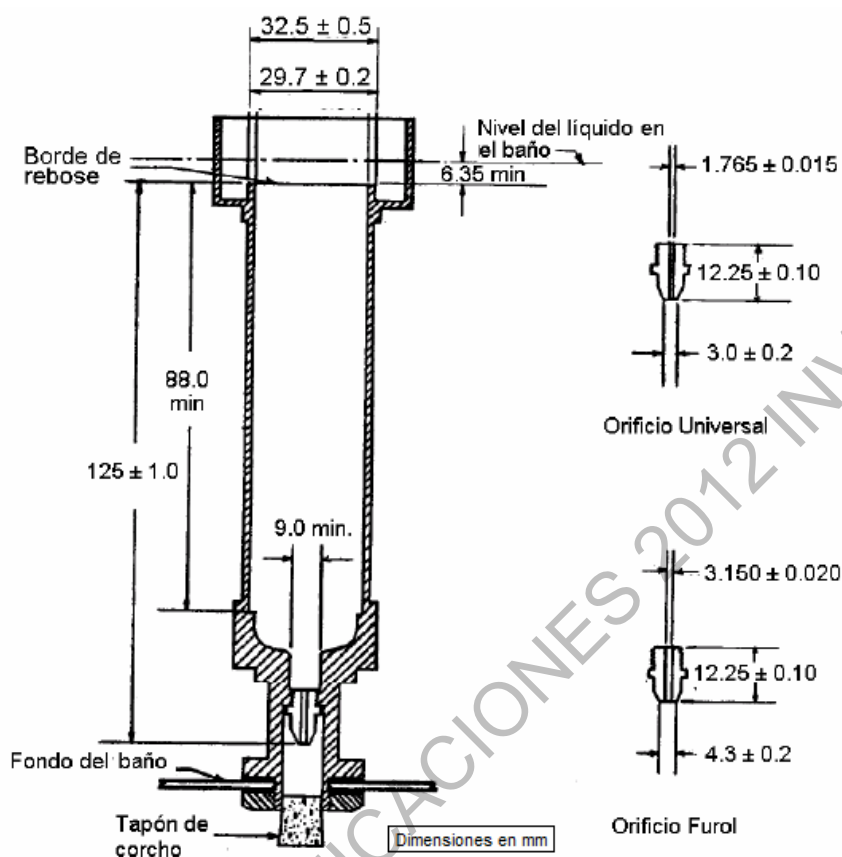


Figura 714 - 1. Viscosímetro Saybolt con orificio Universal y Furol

5.2 Baño termostático – Sirve tanto para sostener el viscosímetro en posición vertical, como para alojar el líquido del baño. Debe estar aislado térmicamente y equipado con un dispositivo para agitación y un serpentín de refrigeración y provisto de un calentador con termostato, capaz de mantener el baño dentro de los límites de temperatura especificados en la Tabla 714 - 2. Tanto el serpentín como el calentador se deben colocar a más de 30 mm (1 ¼") del viscosímetro. Debe contar con medios para mantener el líquido del baño al menos 6 mm (¼") por encima del borde de rebose del flujo (Ver Figura 714 - 1).

5.3 Pipeta de extracción – Como se muestra en la Figura 714 - 2. Se emplea para vaciar y enrasar la muestra en la galería del viscosímetro.

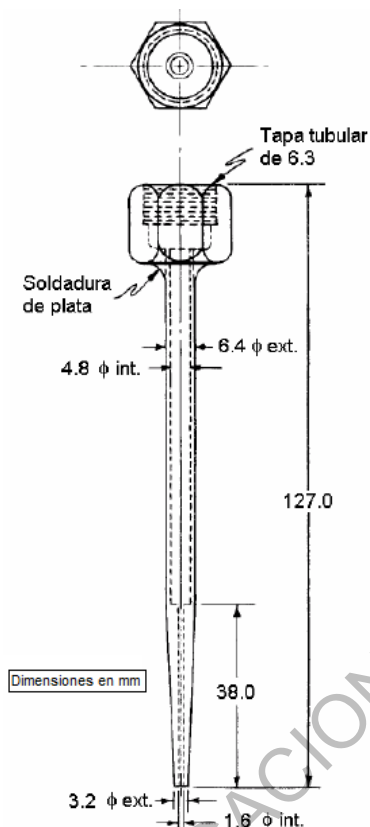


Figura 714 - 2. Pipeta de extracción para usar con el viscosímetro Saybolt

- 5.4** Soporte para termómetro – Igual o similar al mostrado en la Figura 714 - 3.
- 5.5** Termómetros para el viscosímetro Saybolt – De los que se indican en la Tabla 714 - 1, para la lectura de la temperatura de la muestra, los cuales deben cumplir los requerimientos de la norma ASTM E-1.

Tabla 714 - 1. Termómetros ASTM para Viscosidad Saybolt

TEMPERATURA NORMALIZADA DE ENSAYO ° C (° F)	TERMÓMETRO ASTM No.	TERMÓMETRO	
		RANGO ° C (° F)	SUBDIVISIONES ° C (° F)
21.1 (70)	17C (17F)	19 a 27 (66 a 80)	0.1 (0.2)
25.0 (77)	17C (17F)	19 a 27 (66 a 80)	0.1 (0.2)
37.8 (100)	18C (18F)	34 a 42 (94 a 108)	0.1 (0.2)
50.0 (122)	19C (19F)	49 a 57 (120 a 134)	0.1 (0.2)
54.4 (130)	19C (19F)	19 a 57 (120 a 134)	0.1 (0.2)
60.0 (140)	20C (20F)	57 a 65 (134 a 148)	0.1 (0.2)
82.8 (180)	21C (21F)	79 a 87 (174 a 188)	0.1 (0.2)
98.9 (210)	22C (22F)	95 a 103 (204 a 218)	0.1 (0.2)

- 5.6** *Termómetros para el baño* – Para viscosidad Saybolt o de otro tipo, pero de exactitud similar.
- 5.7** *Embudo de filtración* – Como el que se muestra en la Figura 714 - 4, equipado con tamices intercambiables de 150 μm (No. 100) y 75 μm (No. 200).
- 5.8** *Matraz receptor* – De 60 ml de capacidad, de las características mostradas en la Figura 714 - 5.
- 5.9** *Cronómetro* – Graduado en décimas (1/10) de segundo y con una exactitud de 0.1 % cuando se realiza el ensayo durante un período de 60 minutos. Se aceptan cronómetros eléctricos si son operados en un circuito de frecuencia controlada y si garantizan la precisión y la exactitud indicadas.

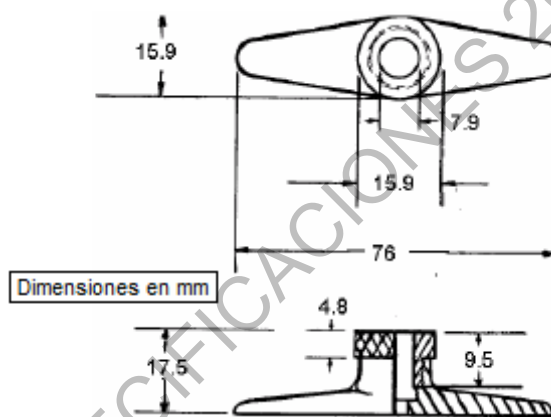


Figura 714 - 3. Soporte para termómetro

6 MUESTREO

- 6.1** El muestreo del material se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E-701.

7 PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- 7.1** Se debe emplear el orificio Universal con lubricantes y destilados con tiempos de flujo mayores de 32 segundos, si se desea que el ensayo tenga la exactitud deseada. No es conveniente el uso de este orificio cuando el tiempo de flujo del líquido es superior a 1000 segundos.

- 7.2** Análogamente, se deberá emplear el orificio Furol para materiales residuales con tiempos de flujo mayores de 25 segundos (Ver, también, el numeral 4.2).
- 7.3** Se limpia completamente el viscosímetro con un solvente apropiado de baja toxicidad; en seguida, se extrae todo solvente del viscosímetro y de su galería. El matraz receptor se deberá limpiar de la misma manera.

Nota 2: El émbolo suministrado comúnmente con el viscosímetro, nunca se deberá emplear para limpieza, ya que puede dañar el borde de rebose y las paredes del viscosímetro.

- 7.4** Se colocan el viscosímetro y el baño en un lugar libre de corrientes de aire o de cambios bruscos de temperatura ambiente, así como de polvo o vapores que puedan contaminar la muestra.

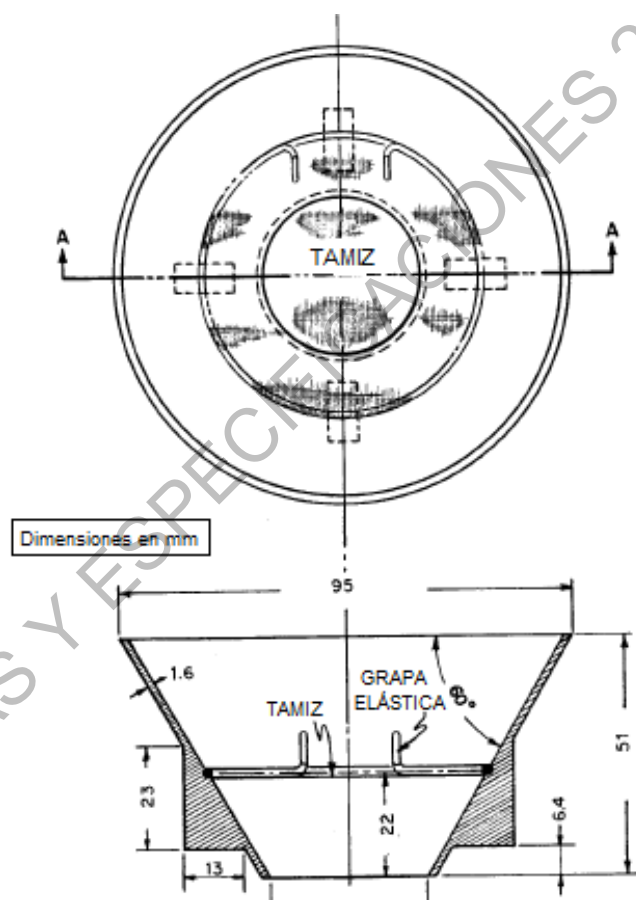


Figura 714 - 4. Embudo filtrador para usarlo con el viscosímetro Saybolt

- 7.5** Se coloca el matraz receptor debajo de la salida del viscosímetro, de manera que su marca quede entre 100 y 130 mm (4" a 5") por debajo del fondo del tubo del viscosímetro, y que la descarga de material apenas toque el cuello del matraz.

- 7.6** Empleando el líquido adecuado, escogido de acuerdo a las indicaciones de la Tabla 714 - 2, se llena el baño hasta una altura no menor de 6 mm (¼") por encima del borde de rebose del viscosímetro.

Tabla 714 - 2. Líquido recomendado para el baño

TEMPERATURA DE ENSAYO, °C (°F)	LÍQUIDO RECOMENDADO PARA EL BAÑO	DIFERENCIA MÁXIMA DE TEMPERATURA ^A , °C (°F)	CONTROL DE FUNCIONAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL BAÑO, °C (°F)
21.1 (70)	Agua	± 0.05 (0.10)	± 0.03 (0.05)
25.0 (77)	Agua	± 0.05 (0.10)	± 0.03 (0.05)
37.8 (100)	Agua o Aceite de Viscosidad 50 – 70 SSU a 37.8°C (100°F)	± 0.15 (0.25)	± 0.03 (0.05)
50.0 (122)	Agua o Aceite de Viscosidad 120 – 150 SSU a 37.8°C (100°F)	+ 0.20 (0.35)	± 0.03 (0.05)
54.4 (130)	Agua o Aceite de Viscosidad 120 – 150 SSU a 37.8°C (100°F)	+ 0.30 (0.50)	± 0.03 (0.05)
60.0 (140)	Agua o Aceite de Viscosidad 120 – 150 SSU a 37.8°C (100°F)	+ 0.60 (1.0)	± 0.06 (0.1)
82.2 (180)	Agua o Aceite de Viscosidad 300 – 370 SSU a 37.8°C (100°F)	+ 0.80 (1.5)	± 0.06 (0.1)
98.9 (210)	Aceite de Viscosidad 330 – 370 SSU a 37.8°C (100°F)	+ 1.10 (2.0)	± 0.06 (0.1)

^A Diferencia máxima permisible entre las temperaturas del baño y la muestra en el instante del ensayo

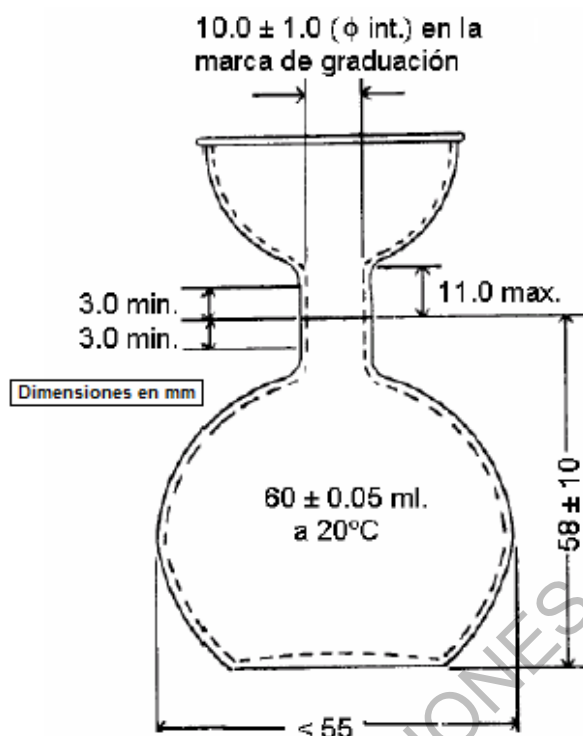


Figura 714 - 5. Matraz receptor

- 7.7** Se proveen una agitación y un control térmico adecuados al baño, de manera que la temperatura de la muestra de ensayo en el viscosímetro no varíe en más de $\pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.05^{\circ}\text{F}$) después de que se haya alcanzado la temperatura escogida para el ensayo.
- 7.8** No se deben efectuar medidas de viscosidad por debajo del punto de rocío de la atmósfera ambiental.
- 7.9** Para ensayos de calibración y de arbitraje, se debe mantener la temperatura ambiente de laboratorio entre 20 y 30° C (68 y 86° F) y registrar la temperatura real. Sin embargo, temperaturas ambiente hasta de 38° C (100° F), no producen errores en exceso de 1 %.

8 CALIBRACIÓN Y NORMALIZACIÓN

- 8.1** El viscosímetro Saybolt Universal se debe calibrar a intervalos regulares, midiendo el tiempo de flujo a 37.8° C (100° F) de un aceite calibrado de viscosidad normalizada, siguiendo el procedimiento dado en la Sección 9. En el Anexo A se presentan diferentes aceites disponibles de viscosidad normalizada.

- 8.2** El tiempo de flujo del aceite de viscosidad normalizada deberá ser igual al valor certificado de viscosidad Saybolt. Si el tiempo de escurrimiento difiere del valor certificado en más de 0.2 %, se debe calcular un factor de corrección, F , para el viscosímetro, así:

$$F = \frac{V}{t} \quad [714.1]$$

Donde: V : Valor certificado de viscosidad Saybolt del aceite normalizado;

t : Tiempo de flujo medido a 37.8° C (100° F), s.

Nota 3: Si la calibración se basa en un aceite de viscosidad normalizada que tenga un tiempo de flujo entre 200 y 600 segundos, el factor de corrección es válido para cualquier viscosidad y temperatura.

- 8.3** El viscosímetro Saybolt Furol se calibra a 50° C (122° F), de la misma manera que se indicó arriba, empleando un aceite de viscosidad normalizada que tenga un tiempo de salida mínimo de 90 segundos.
- 8.4** Para ensayos de arbitraje, no se permite el empleo de viscosímetros o de orificios que requieran correcciones mayores de 1.0 %.

9 PROCEDIMIENTO

- 9.1** Se establece y controla la temperatura del baño, de manera que sea la misma escogida para el ensayo.

9.1.1 Las temperaturas normales de ensayo para medir viscosidades Saybolt Universal son 21.1, 37.8, 54.4 y 98.9° C (70, 100, 122 y 210° F).

9.1.2 Las temperaturas de ensayo para medir viscosidades Saybolt Furol son 25.0, 37.8, 50.0 y 98.9° C (77, 100, 122 y 210° F).

9.1.3 Otras temperaturas de ensayo que se emplean son 60.0 y 82.2° C (140 y 180° F).

- 9.2** Se inserta un tapón de corcho (que tenga una cuerda unida para removerlo fácilmente) en la cámara de aire de la parte inferior del viscosímetro. El corcho se deberá ajustar suficientemente, para evitar el escape de aire de la cámara al llenar el viscosímetro, lo cual se evidencia por la ausencia de aceite sobre el corcho cuando éste se retira más tarde.

- 9.3** Si la temperatura escogida para el ensayo es mayor que la del ambiente, el ensayo se puede apresurar precalentando la muestra en su recipiente original, a no más de 1.7° C (3° F) por encima de la temperatura de ensayo. Nunca se debe precalentar la muestra dentro de los 28° C (50° F) cercanos a su punto de inflamación, puesto que las pérdidas por volatilidad pueden alterar su composición.
- 9.4** Se remueve la muestra con una varilla hasta que esté perfectamente homogeneizada y se filtra a través del embudo con una malla de alambre de 150 μ m (No. 100) directamente dentro del tubo del viscosímetro, hasta que el nivel quede por encima del borde de rebose.
- 9.5** Se agita la muestra dentro del viscosímetro con el termómetro de viscosidad instalado sobre su soporte (Figura 714 - 3), con un movimiento circular y en un plano horizontal, girando entre 30 y 50 vueltas por minuto, hasta que la temperatura de la muestra permanezca constante dentro de un intervalo de $\pm 0.03^\circ$ C (0.05° F) respecto de la de ensayo, luego de 1 minuto de agitación continua.
- Nota 4: Nunca se debe intentar ajustar la temperatura sumergiendo cuerpos calientes o fríos en la muestra, ya que esta forma de tratamiento térmico puede afectar la muestra y la precisión del ensayo.*
- 9.6** Se saca el termómetro e inmediatamente se introduce la punta del tubo de extracción (Figura 714 - 2) en la galería y se aplica succión para extraer material, hasta que su nivel quede por debajo del borde de rebose. El tubo se puede introducir en cualquier punto de la galería, pero no debe tocar el borde del rebose en ningún momento, ya la altura de carga efectiva de la muestra se podría reducir.
- 9.7** Se verifica que el matraz receptor se halle en la posición adecuada; entonces, se remueve rápidamente el corcho del viscosímetro usando el cordel que tiene unido y se pone a funcionar el cronómetro en ese mismo instante (Figura 714 - 6).
- 9.8** Se detiene el cronómetro en el momento en que la parte inferior del menisco de material alcance la marca de graduación del matraz receptor. Se anota el tiempo de flujo, en segundos, con aproximación a 0.1 s.

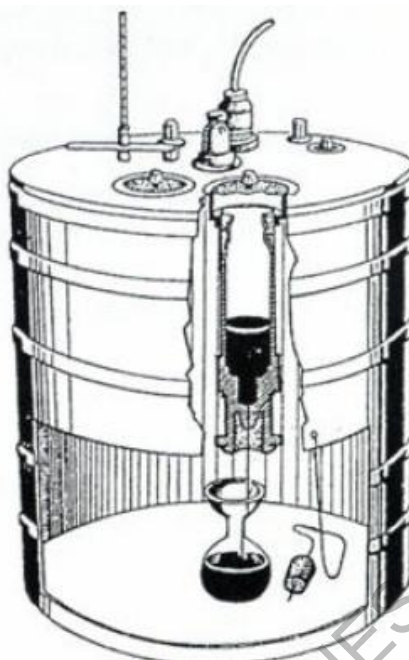


Figura 714 - 6. Conjunto de baño y viscosímetro durante el ensayo

10 CÁLCULOS

- 10.1** Se multiplica el tiempo de flujo por el factor de corrección para el viscosímetro (Sección 8).

11 INFORME

- 11.1** Se informa el tiempo de flujo corregido, como la viscosidad Saybolt Universal (SSU) o Saybolt Furol (SSF) del material, a la temperatura a la cual se hizo el ensayo.
- 11.2** Se informan los valores redondeados al segundo para resultados superiores a 200 SSU o SSF, y redondeados a 0.1 s para resultados inferiores a 200 SSU o SSF.

12 PRECISIÓN Y SESGO

- 12.1** Los resultados presentados no deben diferir en más de:

12.1.1 Repetibilidad – Los ensayos realizados por duplicado por un mismo operador y equipo, sobre una misma muestra, se consideran satisfactorios si no difieren del valor medio en más de 1 %.

12.1.2 Reproducibilidad – Los ensayos realizados en distintos laboratorios con diferentes operadores y equipos, sobre muestras del mismo producto, se consideran satisfactorios si no difieren del valor medio en más del 2 %.

13 NORMAS DE REFERENCIA

ASTM D 88 – 07

ANEXO A (Aplicación obligatoria)

ACEITES DE CALIBRADO DE VISCOSIDAD NORMALIZADA

- A.1** Los aceites de calibrado de viscosidad normalizada, son aceites muy estables cuya viscosidad Saybolt, acreditada mediante el certificado correspondiente, se obtiene a partir de su viscosidad cinemática y de tablas de conversión con ayuda de las tablas incluidas en la norma ASTM D 2161. Los valores Saybolt aproximados de algunos aceites de calibrado de viscosidad normalizada, se muestran en la Tabla 714A - 1.
- A.2** Una vez calibrado un viscosímetro con un aceite de este tipo, se pueden obtener, para ensayos de rutina, otros aceites de calibrado a partir de aceites suficientemente estables y determinarse su viscosidad Saybolt en este viscosímetro de calibración ya conocida.
- A.3** Las viscosidades normalizadas también se pueden usar para calibraciones rutinarias a temperaturas diferentes de las mostradas en la Tabla 714A - 1.

Tabla 714A - 1. Aceites de viscosidad normalizada

ACEITE DE VISCOSIDAD NORMALIZADA	A 37.8° C (100° F)		A 98.9° C (210° F)		A 50.0° C (122° F)	
	SSU	mm ² /s	SSU	mm ² /s	SSU	mm ² /s
S3	36	3.0	-	-	-	-
S6	46	6.0	-	-	-	-
S20	100	20	-	-	-	-
N26	130	27	-	-	-	-
N35	170	35	-	-	-	-
N44	220	48	-	-	-	-
S60	280	60	-	-	-	-
N75	380	82	-	-	-	-
N100	500	110	-	-	-	-
N140	720	160	-	-	-	-
S200	925	200	105	20	-	-
N250	1300	280	140	29	-	-
N350	1570	340	160	32	-	-
N415	2180	470	200	41	-	-
S600	-	-	240	50	120	310
S2000	-	-	360	72	-	-