



**Asignatura:** Laboratorio de Mecánica de Fluidos  
**Código:** 0121 L y 0622502L  
**Carrera:** Ingenierías Mecánica, Industrial y Ambiental

## Práctica II: Viscosidad absoluta.

### Objetivos específicos:

1. Definir la viscosidad absoluta de un fluido, sus dimensiones, unidades y factores de conversión.
2. Describir el funcionamiento del viscosímetro Stormer.
3. Determinar la viscosidad absoluta de un líquido mediante el viscosímetro Stormer.
4. Analizar el comportamiento de la viscosidad absoluta de un líquido con respecto a la temperatura.

---

### Fundamentos:

Un indicativo de la facilidad con la cual se derrama un líquido es la viscosidad. Se define la viscosidad absoluta como la propiedad de un fluido de ofrecer resistencia al movimiento relativo de sus moléculas. De hecho, la pérdida de energía debida a la fricción en un fluido que fluye se debe a su viscosidad, ya que cuando un fluido se mueve, se desarrolla en él una tensión de corte cuya magnitud depende de la viscosidad del fluido.

La **viscosidad absoluta o dinámica ( $\mu$ )** para un fluido Newtoniano es el cociente del esfuerzo cortante al cual es sometido y la razón de deformación (gradiente de velocidad):

$$\mu = \frac{\tau}{(du/dy)}$$

Ecuación 1

$\tau$ : Esfuerzo Cortante  
 $\mu$ : Viscosidad absoluta.  
 $(du/dy)$  Gradiente de Velocidad.

La ecuación 1 se denomina **Ley de la viscosidad de Newton**. Un análisis dimensional de esta ecuación indica que la viscosidad tiene dimensiones de  $(F)(T)/(L)^2$  o  $(M)/(L)(T)$  [ $F$ : Fuerza,  $M$ : Masa,  $L$ : Longitud,  $T$ : Tiempo], por lo tanto las unidades de viscosidad absoluta son: en el Sistema Inglés  $lbf \cdot s / pie^2$  ó  $slug / (pie \cdot s)$ , y en el Sistema Internacional  $N \cdot s / m^2$ . Un sistema que se emplea con mucha frecuencia cuando se trabaja con viscosidad absoluta es el **Sistema CGS** o Cegesimal (centímetro-gramo-segundo), en el cual la densidad es expresada en **Poise** [ $gr \cdot s / cm^2$ ] o **Centipoise (cP)**, siendo 100 cP igual a 1 Poise.

**(Equivalencias:  $1P = 2089 \cdot 10^{-6} lbf \cdot s / pie^2 = 0.1N \cdot s / m^2$ )**

---

**Comentario adicional:** El estudio de las características de deformación y de flujo se conoce como **reología**. Cualquier fluido que se comporte de acuerdo a la ecuación 1 se conoce como **fluido newtoniano**. En dichos fluidos la viscosidad absoluta ( $\mu$ ) es una función exclusiva de la condición del fluido (en particular de su temperatura), el gradiente de velocidad ( $du/dy$ ) no tiene efecto sobre dicha propiedad. Ejemplos de estos fluidos son el agua, el aceite, el alcohol y la glicerina.

Los fluidos no newtonianos son aquellos donde la viscosidad depende de la temperatura y de dicho gradiente de velocidad, se pueden clasificar según su dependencia del tiempo en:

- ^ *Fluidos no newtonianos independientes del tiempo:*
  - Seudoplásticos: Su viscosidad disminuye al aumentar el gradiente, por ejemplo las suspensiones de arcilla y agua.
  - Fluidos dilatadores: Su viscosidad aumenta al aumentar su gradiente, por ejemplo almidón en agua.
  - Fluidos de Bingham: La deformación del fluido se inicia a un esfuerzo de corte alto, por ejemplo la pasta dental o la salsa de tomate (Ketchup).
- ^ *Fluidos no newtonianos dependientes del tiempo:* Los cuales se denominan tixotrópicos, un ejemplo de ellos es la tinta de impresora.

---

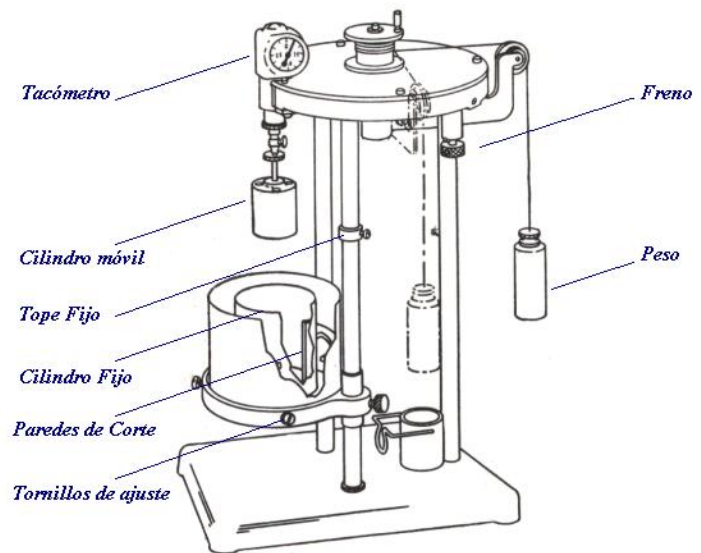
### Desarrollo de la Práctica:

Para la determinación de la viscosidad absoluta de un líquido se empleará el Viscosímetro *Stormer* (viscosímetro del tipo Rotativo), el cual se presenta en las figura 1 y 2. Este viscosímetro consiste de dos cilindros concéntricos, uno fijo en el cual se introduce la muestra, y un cilindro móvil. Una pesa, descendiendo por efecto de la fuerza de gravedad, transmite el movimiento al cilindro móvil a través de una serie de engranajes, provocando un esfuerzo cortante sobre el fluido, inducido por las paredes del cilindro al girar.

En la práctica se empleará un lubricante, al cual se le variará la temperatura con el objeto de encontrar el modelo matemático que describe el comportamiento de la Viscosidad absoluta con respecto a la temperatura para dicho aceite.



**Figura 1:** Viscosímetro *Stormer*, con los equipos y/o instrumentos a emplear en la práctica.



**Figura 2:** Viscosímetro *Stormer*, esquema.

### Procedimiento Experimental:

1. Vierta agua dentro del vaso de la plataforma móvil (el cual contendrá al cilindro fijo) e instale el cilindro móvil (rotor) en el viscosímetro. El agua tiene como objeto lograr una mayor uniformidad de la temperatura de la muestra durante el calentamiento.
2. Instale la masa, 50 ó 100 gramos según indicación del profesor, en el cuelga-pesa.
3. Instale el cilindro fijo y levante la plataforma móvil hasta el tope fijo y asegure; proceda a soltar el freno, con lo cual el peso comienza a descender y el cilindro móvil rotará (con ayuda de la polea ubicada en la parte superior del equipo puede ubicar el peso en su posición inicial nuevamente). Con movimientos concéntricos ubique el vaso de la plataforma de tal manera que evite el roce entre el cilindro fijo y el móvil (eliminando cualquier ruido metálico que se produce por la fricción), realizada esta operación proceda a ajustar los tornillos con el objeto de mantener fijo el vaso de la plataforma, recuerde ajustar los tornillos en parejas diametralmente opuestas. Verifique nuevamente que no exista roce, en caso contrario afloje los tornillos y proceda de nuevo con este paso. Concluida esta etapa el equipo estará calibrado y se puede realizar el experimento.
4. Descienda la plataforma móvil y vierta el fluido de trabajo dentro del cilindro fijo, hasta alcanzar el tope de las paredes de corte.
5. Ubique la plataforma móvil en el tope fijo y asegure.
6. Para realizar varias experiencias a diferentes temperaturas es necesario introducir la plancha eléctrica con su respectiva base de madera debajo de la plataforma móvil y calentar la muestra hasta 2 °C por debajo del valor de la temperatura dada. Proceda a retirar el sistema de calentamiento (medida de seguridad) y espere que la temperatura ascienda al valor dado en el experimento, en ese momento suelte el freno y registre el tiempo requerido para que el tacómetro realice 100 revoluciones. Frene la caída del peso y proceda a ubicarlo en su posición inicial. En caso de otras medidas repita este paso (el profesor indicará la cantidad de medidas, así como las temperaturas a estudiar).
7. Finalizado el experimento, limpie el viscosímetro con algún solvente (Gasolina por ejemplo) y guarde todos los equipos e instrumentos empleados en la experiencia.

### Determinación de la viscosidad:

Para determinar la Viscosidad Absoluta de la muestra se utiliza la ecuación 2 ó 3, dependiendo de la masa utilizada. Estas ecuaciones corresponden al modelo (ajuste de curva) de las curvas de calibración estándar para 100 revoluciones suministradas por el fabricante del equipo (Viscosímetro Stormer) y las unidades de la viscosidad vienen en centipoises.

$$\mu = 1.407t - 5.5 \qquad m = 50 \text{ gramos} \qquad \text{Ecuación 2}$$

$$\mu = (t + 0.3571) / 0.3571 \qquad m = 100 \text{ gramos} \qquad \text{Ecuación 3}$$

### Post-Laboratorio:

- ^ Obtenga la gráfica Viscosidad Absoluta (cP) Vs. Temperatura (°C) para la muestra y obtenga el modelo matemático (ajuste de curva).
- ^ Con base a referencias bibliográficas identifique que tipo de fluido (Newtoniano o no Newtoniano) es la muestra estudiada en el laboratorio, y concluya sobre la influencia de la temperatura en la Viscosidad Absoluta para el tipo de fluido.
- ^ Complemente su conocimiento sobre la medición de la Viscosidad Absoluta investigando sobre otros tipos de viscosímetros, su funcionamiento y aplicación en la industria.

### Información Complementaria:

La ASTM (American Society for Testing and Materials: *Sociedad de los Estados Unidos de Norteamérica de Pruebas y Materiales*) posee estandarizado en sus normas el empleo de diferentes viscosímetros y procedimientos certificados para su uso, dentro de estas normas puede consultar:

**ASTM D2270-93(1998)** (10-Apr-1998): Standard Practice for Calculating Viscosity Index From Kinematic Viscosity at 40 and 100 degrees C.

**ASTM D446-00:** Standard Specifications and Operating Instructions for Glass Capillary Kinematic viscometers.

**ASTM D6606-00:** Standard Test Method for Viscosity and Yield of Vehicles and Varnishes by the Duke viscometer.

**ASTM D5225-98:** Standard Test Method for Measuring Solution Viscosity of Polymers with a Differential viscometer.

**ASTM D4957-95:** Standard Test Method for Apparent Viscosity of Asphalt Emulsion Residues and Non-Newtonian Bitumens by Vacuum Capillary viscometer.

**ASTM D6080-97(2002):** Standard Practice for Defining the viscosity Characteristics of Hydraulic Fluids

La Normas Venezolanas COVENIN estandariza las mediciones de viscosidad según las siguientes normas:

**COVENIN 424-91** (Petróleo crudo y sus derivados): Determinación de la viscosidad cinemática y cálculo de la viscosidad dinámica.

**COVENIN 889:** (1995) Cálculo del índice de viscosidad a partir de la viscosidad cinemática 40°C y 100°C.

**COVENIN 2775-93** (Aceites lubricantes) Determinación de la viscosidad a baja temperatura por medio del viscosímetro Brookfield.

Tanto en la ASTM y COVENIN existen otras normas para medición de viscosidad, pero se recopilan solo las que tienen relación directa con medición en lubricantes y derivados del petróleo.

### En la Red:

- ^ <http://www.lubricar.net/teoria.htm> : Pagina dedicada a la teoría de lubricación, expone los diversos tipos de viscosímetros empleados en la determinación de la viscosidad. [Castellano]
- ^ [http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index\\_spanish.shtml?E+spanish](http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index_spanish.shtml?E+spanish): Pagina de la ASTM [Castellano]. Enlace de <http://www.astm.org/> [Inglés]
- ^ <http://www.hanssummers.com/electronics/viscometer/theory.htm>: Pagina en la cual se presenta la teoría de viscosidad para los fluidos Newtonianos y de los viscosímetros (Del tipo rotativo especialmente) [Inglés]