

**LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica**  
**Universidad Veracruzana**



**PRÁCTICA N°3: Obtención del coeficiente de fricción tubo Venturi utilizando la ecuación de Bernoulli.**

**ALUMNO(A):**

MATRÍCULA:	APELLIDO PATERNO: APELLIDO MATERNO: NOMBRES(S)		
GRUPO:	HORARIO DE PRÁCTICA:	FECHA:	FIRMA:

**REVISÓ (PARA SER LLENADO POR EL INSTRUCTOR)**

NOMBRE DEL PROFESOR: <b>Dr. José Gustavo Leyva Retureta</b>		
NOMBRE DEL INSTRUCTOS:		
FECHA DE REVISIÓN:	RESULTADO:	FIRMA:
OBSERVACIONES:	SELLO DEL LABORATORIO	



## **Introducción:**

La ecuación de Bernoulli, derivada del principio de conservación de la energía mecánica en un flujo de fluido incompresible, proporciona una herramienta poderosa para analizar el comportamiento de los fluidos en diferentes configuraciones. En el caso específico del tubo Venturi, es una de las tecnologías más comunes utilizadas para medir el flujo de líquidos y gases en sistemas industriales y de procesos.

EL tubo Venturi opera bajo el principio de constricción del flujo, donde la reducción en el área de la sección transversal del conducto provoca un aumento en la velocidad del fluido y, por ende, una disminución en la presión. Esta relación entre la velocidad y la presión se expresa mediante la ecuación de Bernoulli, que establece una relación entre la presión estática, la presión dinámica y la energía potencial del fluido en un flujo laminar ideal.

En esta práctica, se realizarán mediciones de diferencias de presión dentro de una tubería en el tubo Venturi para calcular el coeficiente de fricción. Este coeficiente tiene en cuenta las pérdidas de energía debidas a la fricción y la turbulencia en el flujo, lo que permite ajustar las mediciones teóricas a las condiciones reales del sistema.

El objetivo principal de esta práctica es familiarizar a los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica con el proceso de medición de flujo utilizando la ecuación de Bernoulli y comprender la importancia del coeficiente de fricción en la precisión y la eficiencia de los sistemas de medición de flujo en aplicaciones industriales y de ingeniería.

## **Objetivos:**

- Estudio de diferentes medidores de flujo cuyo fundamento consiste en la diferencia de presión provocada por una reducción en la sección transversal por la cual fluye un fluido.
- Determinación experimental del coeficiente del Tubo Venturi para cálculos posteriores del flujo

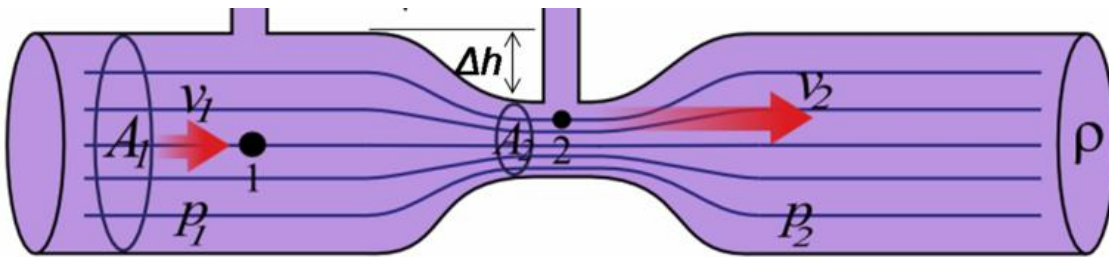
## **Equipo:**

- Equipo para estudio de dinámica de fluidos y bombas

## Marco Teórico:

### Tubo Venturi

El principio de Venturi es un fenómeno en el que la presión de un fluido en movimiento en un conducto cerrado se reduce cuando su velocidad aumenta al pasar por una sección más estrecha. En determinadas circunstancias, si la velocidad aumenta significativamente, puede generarse una marcada disparidad de presión. En este caso, al insertar otro conducto en esta sección del conducto primario, se produce una aspiración del fluido del segundo conducto, que se combinará con el fluido que circula por el primero.



### Conservación de la energía

Para el análisis de fluidos, se toma en cuenta el total de energía presente dentro del mismo sistema, enunciando el principio de la ley de la conservación, el cual menciona que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. Existen tres formas de energía que se consideran en el análisis de un problema de flujo en tuberías. Estos tienen una cierta elevación “z”, una velocidad “v” y una presión “P”. A continuación, se desarrollarán las tres ecuaciones que rigen cada tipo de energía.

- Energía potencial

$$E_p = mgz = wz$$

- Energía cinética

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{w}{g}\right)v^2 = \frac{wv^2}{2g}$$

- Energía de flujo

$$E_f = PV = \frac{wP}{\gamma}$$

Suma de energías

$$\sum E = \frac{wP}{\gamma} + wz + \frac{wv^2}{2g}$$

Para dos puntos

$$\sum E_1 = \sum E_2$$

$$\frac{wP_1}{\gamma} + wz_1 + \frac{wv_1^2}{2g} = \frac{wP_2}{\gamma} + wz_2 + \frac{wv_2^2}{2g}$$

Ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

**Ecuación de Bernoulli para la obtención de los coeficientes de los medidores.**

Debido a que la tubería a ser analizada se encuentra en la misma altura los puntos 1 y 2, se desprecia la carga de elevación, por lo que la ecuación de Bernoulli se ve reducida de la siguiente forma:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Donde la velocidad en el punto 2, a partir de la ecuación de continuidad, se puede sustituir de la siguiente forma:

$$v_2 = v_1 \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

Sustituyendo los valores, se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{2g} \left[ v_1^2 - v_1^2 \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^4 \right] = \frac{\Delta P}{\gamma}$$

Despejando la velocidad y considerando  $d_1$  como el diámetro del orificio o garganta  $d_o$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g \left( \frac{\Delta P}{\gamma} \right)}{1 - \left( \frac{d_o}{d_2} \right)^4}}$$

Al considerar las pérdidas de carga por fricción, es necesario tomar en cuenta la resistencia  $k$  que presenta el orificio o garganta, siendo dicha resistencia la constante del medidor  $C_o$ .

$$v_1 = C_o \sqrt{\frac{2g \left(\frac{\Delta P}{\gamma}\right)}{1 - \left(\frac{d_o}{d_2}\right)^4}}$$

Se sabe que la velocidad es igual al caudal sobre el área, igualando estas ecuaciones se obtiene:

$$\frac{Q}{A} = C_o \sqrt{\frac{2g \left(\frac{\Delta P}{\gamma}\right)}{1 - \left(\frac{d_o}{d_2}\right)^4}}$$

Despejando el  $C_o$  y sustituyendo el área:

$$C_o = \frac{1}{Q} \left(\frac{\pi D_o^2}{4}\right) \sqrt{\frac{2g \left(\frac{\Delta P}{\gamma}\right)}{1 - \left(\frac{d_o}{d_2}\right)^4}}$$

Donde:

$Q$ : Flujo volumétrico o caudal.

$\Delta P$ : Caída de presión en el dispositivo.

$\gamma$ : Peso específico del agua.

$d_o$ : Diámetro del orificio o garganta (1/2").

$d_2$ : Diámetro de la tubería (1").

$C_o$ : Coeficiente del medidor (adimensional)



## Procedimiento:

Para este experimento, deberá realizar un arreglo de tuberías en el equipo para estudio de dinámica de fluidos y bombas, los pasos a realizar se muestran a continuación.

1. Cerrar válvula de bola (V9) de distribución en serie.
2. Cerrar válvula de bola (V9) de distribución en serie.
3. Cerrar la válvula de bola (V3) de succión de la bomba 2.
4. Cerrar la válvula de bola (V7) de descarga de la bomba 2.
5. Cerrar la válvula de diafragma (V10) para estudio de Reynolds.
6. Abrir la válvula de diafragma (V6) para estudio de flujo en tuberías.
7. Cerrar la válvula de bola (V11) para estudio de flujo.
8. Abrir la válvula de bola (V12) para estudio de una placa de orificio y Venturi.
9. Abrir la válvula de descarga (V17) estudio de una placa de orificio y Venturi.
10. Asegurarse que las válvulas de descarga de cada ramal (V16, V18, V19, V20 y V21) se encuentre cerradas.
11. Abrir la válvula de bola (V22) de descarga en el tanque.
12. Dependiendo del accesorio a estudiar debe cerrar la válvula bola (V23 y V24).
13. Dependiendo del accesorio a estudiar, conecte el diferencial de presión a las válvulas de acceso rápido correspondientes.

Una vez realizado el arreglo, proceda a energizar el equipo y encender la bomba 1, verifique que la configuración hecha trabaje correctamente.

Regulando el caudal con la válvula de diafragma (V6), llene las dos siguientes tablas mostradas a continuación:

### Tubo Venturi

Flujo (LPM)	Flujo $\left(\frac{m^3}{s}\right)$	$\Delta P$ (Kpa)	Coficiente
20			
22.5			
25			
27.5			
30			
32.5			

Valor promedio del Coeficiente del dispositivo de medición de flujo:



**LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica**  
**Universidad Veracruzana**



---

**Observaciones:**

**Conclusiones:**