



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



**PRÁCTICA N°3: Pérdidas de energía por fricción.**

**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:**

El estudio de las pérdidas por fricción en sistemas de transporte de fluidos es esencial para los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica, ya que les proporciona una comprensión fundamental del comportamiento de los fluidos en tuberías y la capacidad de optimizar el diseño y la operación de sistemas de conducción. En esta práctica de laboratorio, se enfocarán en investigar las pérdidas por fricción en una tubería de una pulgada de diámetro utilizando diferentes métodos de análisis.

Para llevar a cabo este estudio, se basarán en tres enfoques principales: la ecuación general de la energía, la ecuación de Darcy y la fórmula de Hazen-Williams. Estos métodos proporcionan herramientas valiosas para calcular las pérdidas por fricción en tuberías y son ampliamente utilizados en la industria.

La ecuación general de la energía les permitirá analizar el comportamiento de un fluido en movimiento a lo largo de una tubería, teniendo en cuenta los efectos de la presión. Por otro lado, la ecuación de Darcy es una herramienta clásica que relaciona las pérdidas de energía debido a la fricción con la velocidad del fluido y otras propiedades de la tubería, como el diámetro y la rugosidad interna.

Además, la fórmula de Hazen-Williams es una aproximación empírica que simplifica el cálculo de las pérdidas por fricción en tuberías mediante un factor de fricción que depende del material de la tubería y del caudal. Aunque menos precisa que la ecuación de Darcy, la fórmula de Hazen-Williams es ampliamente utilizada en aplicaciones de ingeniería civil debido a su simplicidad y facilidad de uso.

En esta práctica, los estudiantes explorarán cada uno de estos enfoques, calculando las pérdidas por fricción en una tubería bajo diferentes condiciones de flujo. Comprender y comparar los resultados obtenidos a través de estos métodos les permitirá apreciar las ventajas y limitaciones de cada enfoque y aplicar los conceptos aprendidos en el diseño y análisis de sistemas de transporte de fluidos en la vida real.

## **Objetivos:**

- Obtener las pérdidas por fricción en la tubería de 1”.
- Comparar los resultados obtenidos mediante los 3 métodos empleados.

## **Equipo:**

- Equipo para estudio de dinámica de fluidos y bombas.

## Marco Teórico:

### Ecuación de Darcy

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

$h_L$ : pérdida de energía debido a la fricción.

$L$ : longitud de la corriente de flujo.

$D$ : diámetro de la tubería.

$v$ : velocidad de flujo promedio.

$f$ : factor de fricción.

Esta ecuación es utilizada para calcular la pérdida de energía debido a la fricción en las secciones largas y rectas de una tubería circular, para cualquier tipo de régimen. La diferencia entre un flujo laminar y un flujo turbulento radica en el uso del factor de fricción.

### Factor de fricción

#### Flujo laminar

$$f = \frac{64}{NR}$$

Donde:

NR= Número de Reynolds

#### Flujo turbulento

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3.7 \left( \frac{D}{\varepsilon} \right)} + \frac{5.74}{NR^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Donde:

$\varepsilon$ : rugosidad relativa.

### Ecuación de Hazen-Williams

La ecuación de Darcy puede ser aplicada para cualquier tipo de fluido newtoniano, caso contrario, la fórmula de Hazen-Williams es específica para el estudio de flujo de agua en sistemas de tuberías, para ser específico de tuberías mayores a 2in y menores a 6ft de diámetro. En este caso, el fabricante ha hecho una adecuación de la fórmula de Hazen-Williams específicamente para el equipo de estudio de dinámica de fluidos y bombas, que se muestra a continuación:

$$h_L = 0.2083 \left( \frac{100}{Ch} \right)^{1.852} \times \frac{Q^{1.852}}{D^{4.8655}}$$

Donde:

Ch: coeficiente de Hazen-Williams, que en este caso es de 150.

Q: Flujo volumétrico en GPM.

D: Diámetro interno de la tubería en pulgadas.

Con esta ecuación se obtiene el valor de las pérdidas por fricción en el sistema de tubería para una longitud equivalente a 100ft. Por esto, es necesario hacer la conversión a la longitud equivalente en el sistema dado en ft.

Por último, retomando la práctica N°2, se sabe que las perdidas por fricción en este equipo se pueden obtener de la siguiente forma:

$$hL = \frac{\Delta P}{\gamma}$$

### Schedule 80 Pipe Dimensions & Pressure Ratings

Nom. Pipe Size (in)	O.D.	Average I.D.	Min. Wall	Nominal Wt./Ft.	Maximum. W.P. PSI*
1/4	.540	.282	0.119	0.117	1130
3/8	.675	.403	0.126	0.162	920
1/2	.840	.526	0.147	0.231	850
3/4	1.050	.722	0.154	0.314	690
1	1.315	.936	0.179	0.462	630
1-1/4	1.660	1.255	0.191	0.654	520
1-1/2	1.900	1.476	0.200	0.793	470
2	2.375	1.913	0.218	1.097	400
2-1/2	2.875	2.290	0.276	1.674	420
3	3.500	2.864	0.300	2.242	370
3-1/2	4.000	3.326	0.318	2.735	350
4	4.500	3.786	0.337	3.277	320
5	5.563	4.768	0.375	4.078	290
6	6.625	5.709	0.432	6.258	280
8	8.625	7.565	0.500	9.506	250
10	10.750	9.493	0.593	14.095	230
12	12.750	11.294	0.687	19.392	230
14	14.000	12.410	0.750	23.261	220
16	16.000	14.213	0.843	29.891	220
18	18.000	16.014	0.937	35.419	220
20	20.000	17.814	1.031	45.879	220
24	24.000	21.418	1.218	64.959	210

## Procedimiento:

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

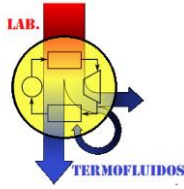
### Tubería de 1"

1. Cerrar válvula de bola (V9) de distribución en serie.
2. Abrir la válvula de bola (V8) de descarga de la bomba 1.
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. Cerrar la válvula de bola (V12) para estudio de una placa de orificio y Venturi.
9. Abrir la válvula de bola (V13) en tubería de 1" en el ramal de alimentación.
10. Abrir la válvula de bola (V25) en tubería de 1"
11. Cerrar la válvula de diafragma (V27) y la válvula de diafragma "Y" (V26).
12. Cerrar la válvula de bola (V14) en tubería de  $\frac{3}{4}$ " en el ramal de alimentación.
13. Cerrar la válvula de bola (V15) en tubería de  $\frac{1}{2}$ " en el ramal de alimentación.
14. Abrir la válvula de bola (V18) la cual es la descarga del ramal de la tubería de 1".
15. Abrir la válvula de bola (V22) de descarga en el tanque.

La longitud del tramo de tubería a estudiar es de 1.20 m.

Llenar la tabla a continuación:

Q (GPM)	$\Delta P$ kPa	$h_L$ medida (ft)	$h_L$ calculada (ft) Darcy	$h_L$ calculada (ft) Hazen-Williams
5				
10				
15				
20				
25				
28				



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



---

**Observaciones:**

**Conclusiones:**