



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formatos para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
ING. MECÁNICO	2009-2	12198	MECÁNICA DE FLUIDOS

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	MECÁNICA DE FLUIDOS 1	DURACIÓN (HORAS)
MF-07	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DETERMINACIÓN DEL FACTOR FRICCIÓN EN UNA TUBERÍA LISA A DIVERSOS CAUDALES	2.0

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las pérdidas por fricción en tuberías lisas, se inicia formalmente a partir de las ecuaciones de Hagen-Poiseuille, para un régimen de flujo laminar; los trabajos posteriores de Blasius y de Karman-Prandtl se consideran los más adecuados para la determinación de las pérdidas en tuberías lisas para flujo turbulento. Estas ecuaciones, junto con las de tuberías rugosas, se incluyen en la gráfica generalizada conocida como Diagrama de Moody con aceptación universal desde 1940.

2. OBJETIVO (COMPETENCIA)

La conducción de fluidos a través de tuberías lisas con el fin de minimizar las pérdidas irreversibles originadas por la fricción, es una práctica común aplicable a las instalaciones en procesos, sanitarias, ambientales, de servicios, etc., en donde se utilizan materiales de baja o nula rugosidad interna tales como vidrio, cobre, diversos plásticos (PVC, ABS, nylon, polietileno), entre otros. A pesar de su escasa rugosidad, los sistemas formados por estas conducciones pueden reportar grandes pérdidas energéticas, por lo que el Ingeniero deberá tener las herramientas necesarias para su correcta determinación.

En esta práctica se obtienen los factores de fricción y las pérdidas de energía útil por fricción que ocurren en un tramo recto de tubería lisa operando a un caudal alto y a otro bajo, con el propósito de comparar sus magnitudes experimentalmente obtenidas con las reportadas por las ecuaciones tradicionalmente usadas en la Mecánica de Fluidos.

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formatos para prácticas de laboratorio

3. FUNDAMENTO

La ecuación básica a partir de la cual es posible predecir el comportamiento de una conducción es la de Balance Mecánico de Energía:

$$\int dp/\rho + \int VdV + \int gdz - \int d(\text{pérdidas}) + \int dW = 0$$

La integración de esta ecuación para un fluido incompresible, y en ausencia de trabajo de flecha, lleva a la conocida Ecuación de Bernoulli, considerando pérdidas:

$$P_1/\rho g + V_1^2/2g + z_1 - (\text{pérdidas}) = p_2/\rho g + V_2^2/2g + z_2$$

El concepto de (pérdidas) en tuberías y accesorios suele ser evaluado experimentalmente correlacionando el patrón de flujo con los factores de fricción y la geometría del componente en cuestión mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$(\text{pérdidas}) = f (L/D) V^2/2g$$

Para el cálculo de las pérdidas en tubería recta y lisa es necesario recurrir a ecuaciones aceptables para la estimación del factor de fricción (f) en función del número de Reynolds:

Para flujo laminar la ecuación a utilizar es la de Poiseuille: $f = 64 / Re$

Para flujo turbulento se aplica las ecuaciones de Blasius o la Primera Ecuación de Karman-Prandtl de acuerdo al rango de turbulencia:

$$f = 0.316 (Re)^{-0.25}$$

Blasius para $Re < 100\,000$

$$1/(f)^{0.5} = 2 \log_{10} [Re (f)^{0.5}] - 0.8$$

Karman - Prandtl para $Re > 100\,000$

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formatos para prácticas de laboratorio

Alternativamente a estas ecuaciones, se puede utilizar el Diagrama de Moody

4. PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)	
A) EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
A).- BANCO HIDRÁULICO, CLAVE C-10. B).- EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN PARA PERDIDAS POR FRICCIÓN.	1.- PROBETA GRADUADA DE 1000 mis. 2.- CRONOMETRO ELECTRÓNICO. 3.- TERMÓMETRO DE MERCURIO DE 0 A 100°C

Código GC-N4-017

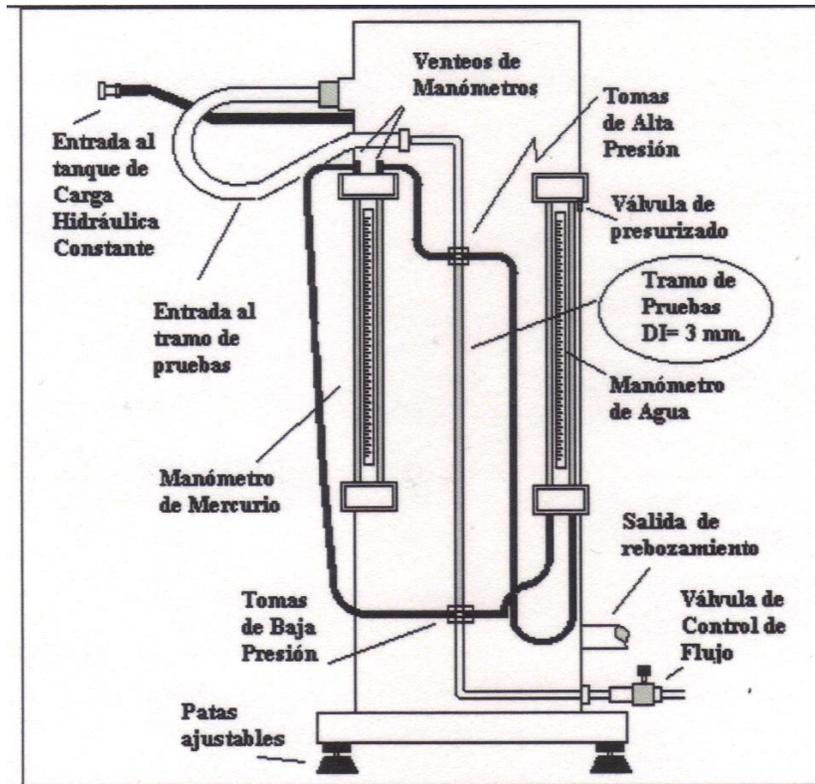
Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formatos para prácticas de laboratorio



DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

4.1.- Colocar el equipo en el Banco Hidráulico y nivelarlo con el nivel de burbuja ajustando las patas nivelables. Conectar la manguera de alimentación de agua, asegurando que la descarga de agua caiga en el tanque colector del banco hidráulico. Solicitar un cronómetro y una probeta de 1000 ml. y un termómetro de bulbo de mercurio al instructor.

4.2.- Colocar y cerrar las pinzas Hoffman para bloquear a los manómetros de mercurio y de agua

4.3.- La válvula del banco hidráulico debe estar completamente cerrada., abrir la válvula del equipo de fricción completamente, arrancar la bomba, y abrir progresivamente la válvula del banco hidráulico

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formatos para prácticas de laboratorio

4.4.- OPERACIÓN CON ALTAS VELOCIDADES DE FLUJO: El manómetro de agua debe estar bloqueado por las pinzas Hoffman.

- *.- Abrir las pinzas Hoffman del manómetro de mercurio, y purgar el aire desplazado a través de las válvulas de venteo.
- *.- Medir y anotar la caída de presión en el mercurio.
- *.- Determinar y anotar el gasto volumétrico por cronometrado del nivel del tanque.
- *.- Se obtendrán 10 mediciones diferentes de AP y de flujo (Q)

4.5.- OPERACIÓN CON BAJAS VELOCIDADES DE FLUJO:

- *.- Abrir las pinzas Hoffman del manómetro de agua y purgar el aire desplazado, cerrar la válvula del banco hidráulico, parar la bomba, cerrar la descarga.
- *.- Desconectar la manguera de suministro al tubo de prueba y elevar la manguera para que este se inunde con agua.
- *.- Conectar la manguera principal de suministro de agua a la entrada del tanque hidrostático, arrancar la bomba y abrir la válvula del banco. Cuando empiece a salir agua por la descarga de este tanque, conectarla a la sección de prueba, asegurando que no haya quedado aire atrapado en la línea.
- *.- Abrir completamente la válvula de descarga del equipo.
- *.- Abrir (lentamente) la purga del manómetro de agua permitiendo que entre aire hasta que el manómetro tenga columnas legibles, cerrar la purga de aire. En caso de requerirse, se utilizará la bomba manual de aire para presurizar al manómetro y mejorar la lectura del mismo.
- *.- Medir y anotar la caída de presión dada por el manómetro.
- *.- Determinar y anotar el gasto volumétrico por cronometrado del nivel del tanque.
- *.- Se obtendrán 10 mediciones diferentes de AP y de flujo (Q).

4.6.- Medir y anotar el dato de temperatura del agua con el termómetro de bulbo.

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código: GC-N4-017
Revisión: 3**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formatos para prácticas de laboratorio

C) CÁLCULOS Y REPORTE

5.1.- Presentar los datos experimentales tabulados de las lecturas como sigue:

Longitud de tuberías: _____ m Diámetro de tubería: _____ mm Temperatura del agua: _____ °C

BAJO FLUJO (manómetro de agua)

LECTURAS				CÁLCULOS					
Lect. No.	Volumen medido (lts)	Tiempo Medido (segs)	Alturas manométricas (mm, de agua)		Δh (mm, de agua)	Flujo Q (m ³ /seg)	Velocidad Lineal (m/seg)	Factor de fricción (f)	Numero de Reynolds (Re)
			h ₁	h ₂					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

ALTO FLUJO (manómetro de mercurio)

LECTURAS				CÁLCULOS					
Lect. No.	Volumen medido (lts)	Tiempo Medido (segs)	Alturas manométricas (mm, de agua)		Δh (mm, de agua)	Flujo Q (m ³ /seg)	Velocidad Lineal (m/seg)	Factor de fricción (f)	Numero de Reynolds (Re)
			h ₁	h ₂					
1									
2									
3									
4									
5									

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formatos para prácticas de laboratorio

6									
7									
8									
9									
10									

5.2.- Graficar el $\ln(f)$ vs. $\ln(Re)$

5.3.- Graficar $\ln(\Delta h)$ vs $\ln(\text{velocidad lineal})$

5.4.- En la grafica, identificar los patrones laminar y turbulento.

5.5.- suponer que el factor tiene el siguiente comportamiento $f = K Re^n$, calcular los valores de (K) y de (n) de las curvas obtenidas y compararlos con los valores dados por las ecuaciones teóricas, calculando su desviación. Explicar textualmente las desviaciones observadas entre los datos experimentales y los calculados.

5.6.- Como se correlaciona la caída de presión Δh si el flujo es laminar o es turbulento?. Graficar y obtener correlación.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A desarrollar por el grupo de experimentación.

6. ANEXOS

7. REFERENCIAS

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017
Revisión: 3