

NOMBRE _____ No. MAT. _____

BRIGADA _____

PRACTICA No. 14

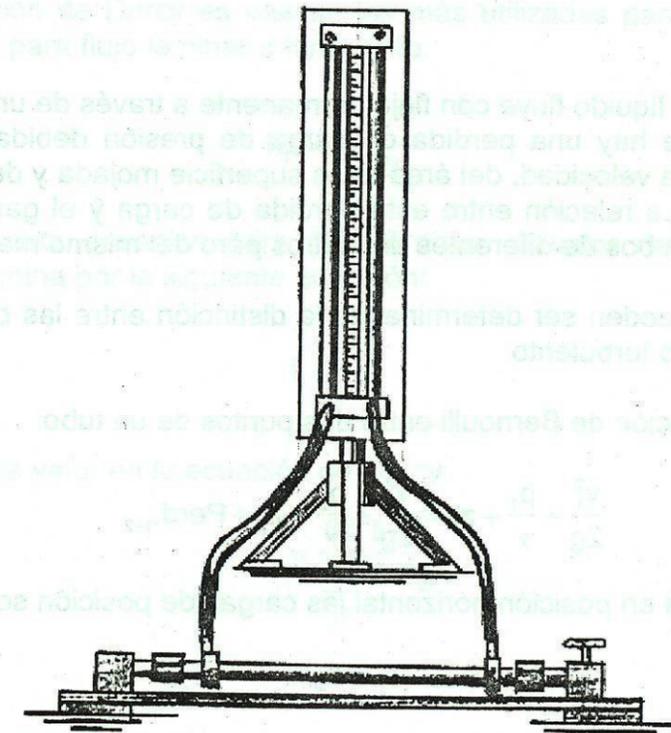
PERDIDA POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS

Objetivo

Medir la pérdida de carga de presión a diferentes gastos en tubos de diferentes diámetros.

Equipo a utilizar

- Banco de pruebas.
- Aparato para medición de pérdidas por fricción en tuberías.
- Cronómetro



Descripción del aparato

La unidad básica de este aparato es un tablero en el cual están montadas dos conexiones en los extremos para alimentación y descarga del agua.

La conexión de alimentación esta conectada directamente al suministro de agua y la descarga es a través de una válvula check operada manualmente para permitir que el sistema pueda ser operado bajo presión.

Los tubos rectos de prueba son conectados a la alimentación y descarga usando uniones de latón.

La conexión de alimentación esta sujeta al tablero por tuercas y tiene orificios alargados para permitir la colocación de los tubos de prueba. El tablero tiene 3 soportes con ajuste de tornillo.

Los tubos de pruebas están hechos de material inoxidable y esmaltado blanco, en el lado exterior tienen tomas de presión a cada extremo para la conexión de los piezómetros. Se tienen tres tubos de prueba de sección constante con diámetro de 3mm, 5mm y 7mm. en la practica se utilizan cualquiera de ellos.

Teoría

Cuando un líquido fluye con flujo permanente a través de un tubo recto de sección constante hay una pérdida de carga de presión debida a la fricción, dependiendo de la velocidad, del área de la superficie mojada y de la naturaleza de la superficie. La relación entre esta pérdida de carga y el gasto, puede ser comparada para tubos de diferentes diámetros pero del mismo material.

También pueden ser determinadas la distinción entre las condiciones de flujo laminar y flujo turbulento.

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre dos puntos de un tubo:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \text{Perd}_{1-2}$$

Como el tubo esta en posición horizontal las cargas de posición son iguales.

$$z_1 = z_2$$

Y su diámetro es constante por lo tanto las velocidades son iguales.

$$v_1 = v_2$$

Simplificando nos queda:

$$\frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_2}{\gamma} + \text{Perd}_{1-2}$$

Despejando las perdidas $(h_f)_{1-2}$:

$$h_f = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma}$$

De acuerdo a la ecuación de la hidrostática:

$$p = h\gamma \quad ; \quad h = \frac{p}{\gamma}$$

Entonces:

$$h_f = h_1 - h_2$$

La ecuación de Darcy es una de las más utilizadas para determinar las pérdidas ya sea para flujo laminar o turbulento.

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

Aplicada esta ecuación para flujo laminar, el valor del coeficiente de fricción se determina por la siguiente ecuación:

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

Sustituyendo este valor en la ecuación de Darcy:

$$h_f = \frac{64}{vD} \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Como:

$$N_R = \frac{vD}{\nu}$$

Entonces:

$$h_f = \frac{64}{vD} \nu \frac{L v^2}{D 2g}$$

Simplificando:

$$h_f = \frac{32\nu Lv}{D^2g}$$

ECUACION DE HAGEN Y POISEUILLE

Aplicando esta ecuación en nuestra práctica podemos observar que se mantiene constante ciertos valores que son:

$$k = \frac{32\nu L}{D^2g} \quad \therefore \quad h_f = kv \quad h_f \propto v$$

O sea que lo único que va a variar en nuestra practica es la velocidad porque depende del gasto que va ser variable.

De aquí podemos deducir que para el flujo laminar las perdidas son directamente proporcionales a la velocidad a la primera potencia, lo cual se va a comprobar.

También podemos aplicar la ecuación de Darcy para flujo turbulento.

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

Pero f (coeficiente de fricción) para este tipo de flujo se determina por medio del diagrama de Moody, en este caso no lo vamos a realizar de esta forma pero como trabajamos con los mismos aparatos durante la practica podemos deducir:

$$h_f = Kv^2 \quad ; \quad h_f \propto v^2 \quad ; \quad k = f \frac{L}{D2g}$$

Ya que lo único que variamos es el gasto y por lo tanto la velocidad.

De aquí podemos deducir que para el flujo turbulento las pérdidas son directamente proporcional a la velocidad a la segunda potencia, lo cual se va a comprobar también.

Para hacer la comprobación de nuestra practica vamos a partir de:

$$\begin{aligned} h_f &\propto v^n \\ h_f &= kv^n \\ Lnh_f &= Lnv^n + Lnk \\ Lnh_f &= nLnv + Lnk \end{aligned}$$

Para calcular h_f lo vamos hacer midiendo las cargas de presión de los puntos del tubo con el que vamos a trabajar:

$$h_f = h_1 - h_2$$

Y para obtener la velocidad lo vamos hacer a partir del gasto real lo vamos a obtener midiendo el volumen y el tiempo que tarde en llenarse ese volumen con un cronometro.

$$Q_R = \frac{V}{t}$$

Obteniendo el gasto real despejamos la velocidad:

$$Q_R = Av$$

$$v = \frac{4Q_R}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{Q_R}{A} = \frac{Q_R}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

Procedimiento

- a) Coloque el aparato en la superficie de trabajo con la manguera de alimentación conectada a la entrada.
- b) Inserte el tubo de cualquier diámetro (3mm. 5mm. o 7mm) entre las terminales y fíjelas firmemente.
- c) Abra completamente la válvula de salida.
- d) Cierre la válvula de control en el tablero y arranque la bomba.
- e) Regule el gasto por medio de la válvula principal y la válvula de salida del aparato, para producir la máxima diferencia de presión entre los extremos del tubo.
- f) Evite que el nivel del agua en el piezómetro entre en la cámara de presión de los piezómetros.
- g) Una poca de practica puede ser necesaria antes de obtener que los niveles piezométricos se estabilicen.
- h) Mida el gasto junto con la diferencia de presión correspondiente entre los piezómetros. Anote los datos en la hoja de prueba. En gastos pequeños la descarga puede ser medida en un recipiente extra.
- i) Reduzca la diferencia de presión en pasos de 10mm. y en cada ocasión repita las mediciones.
- j) A medida que el gasto se va reduciendo puede desaparecer el nivel de los piezómetros.
- k) Esto puede ser corregido cerrando un poco la válvula de salida para aumentar la compresión.
- l) Cuando el flujo es laminar, las lecturas deberán ser hechas aproximadamente cada 5mm. o menos.
- m) Cierre la válvula de control y pare la bomba y deje que el aparato drene completamente al recipiente principal.

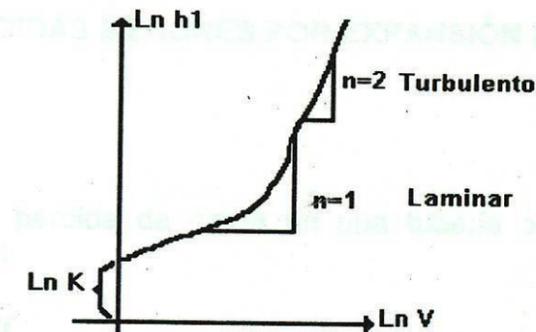
Datos a obtener

1. Medir gasto (volumen y tiempo) y diferencia de presión entre los piezómetros en la tubería de diámetro que se escogió.
2. Dibuje una gráfica de $\ln h_f$ contra $\ln v$ e intérpretelas.

Interpretación de resultados

- a) Dibuje una gráfica de $\ln h_f$ contra $\ln V$ aunque la gráfica debe ser una línea recta puede haber un cambio.

- b) Las dos partes principales tienen diferentes pendientes y presentan las dos condiciones de flujo laminar y turbulento, unidos por un estado de transición.
- c) La gráfica dará una línea recta como pendiente y como intersección $\ln K$.



Observaciones

	h_1	h_2	h_f	v	t	Q_R	$\ln h_f$	$\ln V$
1								
2								
3								
4								
5								

NOMBRE _____ NO. MAT. _____

BRIGADA _____

PRACTICA No. 15

PERDIDAS MENORES POR EXPANSIÓN BRUSCA

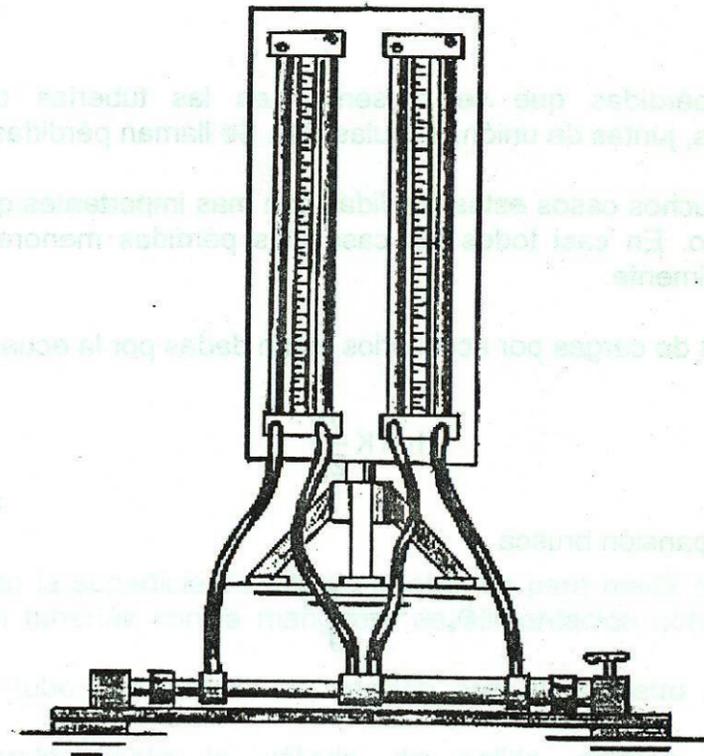
Objetivo

Observar la pérdida de carga en una tubería con cambio brusco de sección transversal.

Equipo a utilizar

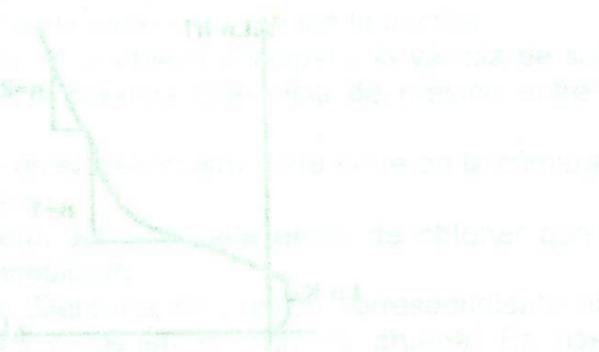
Banco de pruebas.

Aparato para medición de pérdidas en tuberías.



b) Las dos partes principales tienen diferentes pendientes y presentan las
 las condiciones de flujo laminar y turbulento, ambos por un estado de
 transición

c) La gráfica debe una línea recta como pendiente y como intersección en
 el eje de las abscisas.



Observaciones:

Q (l/s)	h _f (m)								

Descripción del aparato

La unidad básica de este aparato es un tablero en el cual están montadas dos conexiones en los extremos para alimentación y descarga del agua.

La conexión de alimentación es conectada directamente al suministro de agua y la descarga es a través de una válvula check operada manualmente para permitir que el sistema pueda ser operado bajo presión. La conexión de alimentación esta sujeta al tablero por tuercas y tiene orificios alargados para permitir la colocación de los tubos de prueba. El tablero tiene tres soportes con ajustes de tornillo.

El tubo tiene una expansión brusca de un diámetro de 7mm. a 15mm. a la mitad de su longitud. Este tubo tiene cuatro tomas de presión: 2 tomas a cada lado del cambio de diámetro, una a la entrada y otra en la salida de la tubería.

Cuatro tubos piezométricos son montados en un tablero aparte. Los extremos inferiores son conectados a las tomas de presión de los tubos por mangueras mientras que los extremos superiores están unidos por pares en tubos comunes que pueden ser presurizados.

Teoría

Las pérdidas que se presentan en las tuberías debido a codos, bifurcaciones, juntas de unión, válvulas, etc. Se llaman pérdidas menores.

En muchos casos estas pérdidas son mas importantes que las debidas al razonamiento. En casi todos los casos las pérdidas menores se determinan experimentalmente:

Las pérdidas de cargas por accesorios están dadas por la ecuación.

$$h = K \frac{v^2}{2g}$$

Para una expansión brusca

$$h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

De la ecuación de la continuidad

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$d_1^2 v_1 = d_2^2 v_2$$

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

Sustituyendo:

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

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

Entonces K_e para una expansión es:

$$K_e = \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2\right]^2$$

La velocidad se determina de:

$$v_1 = \frac{Q}{A_1}$$

Procedimiento

- Coloque en la superficie de trabajo el aparato para medir pérdidas por fricción en tuberías con la manguera de alimentación conectada a la entrada.
- Inserte el tubo con cambio de sección con el diámetro menor a la entrada.
- Abra completamente la válvula de salida coloque los tubos piezométricos junto con las mangueras conectadas a la entrada y salida

del tubo y también a las tomas de presión a cada lado del cambio de sección.

- d) El aparato esta ahora listo para usarse.
- e) Cierre la válvula de control y arranque la bomba.
- f) Regule el gasto por medio de la válvula de control y la válvula de salida, para producir la máxima diferencia de presión entre los extremos del tubo. Tenga cuidado que el agua no fluya dentro del múltiple sobre los tubos piezométricos.
- g) Mida el gasto junto con la correspondiente diferencia de presión a través del cambio de sección. Reduzca la presión a través del cambio de sección de 6 a 8 pasos. Cada vez repita las observaciones cuando termine esta prueba coloque ahora el tubo con cambio de sección con el diámetro menor a la entrada y repita todos los pasos anteriores.
- h) Trace una gráfica de $\ln h_c$ contra $\ln v$ esto dará una línea recta en la cual n es la pendiente y $\ln c$ es la intersección, n deberá de ser igual a 2

Interpretación de los resultados para una expansión

$$h_e = K_e \frac{v_1^2}{2g}$$

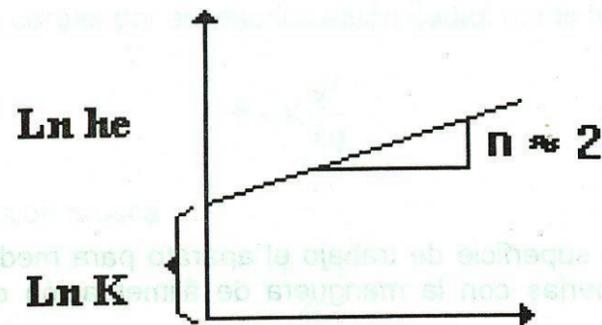
$$h_e \propto v_1^2$$

$$h_e = K_e v_1^n$$

$$\ln h_e = \ln v_1^n + \ln K_e$$

$$\ln h_e = n \ln v_1 + K_e$$

Trace una gráfica de $\ln h_e$ contra $\ln v_1$ esto dará una línea recta en la cual n es la pendiente y $\ln K$ la intersección.



Observaciones para una expansión

h_e	t	∇	Q_R	v_1	$\ln h_e$	$\ln v_1$

