



Laboratorio
de Hidráulica
Ing. David
Hernández Huéramo



2024

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN CANALES

OBJETIVO (S)

Una vez desarrollada la práctica, orientada a visualizar y comprender, el alumno será capaz de:

1. Medir el concepto de pérdida de energía en conductos abiertos, que se presenta debida al paso de un determinado flujo (rozamiento de las partículas líquidas) con las paredes del conducto. Adicionalmente, comprenderá la utilidad y limitaciones del uso de los coeficientes de rugosidad, por medio de su cálculo.

ENCUADRE TEÓRICO

En la naturaleza al observar el paso de un caudal de agua por un cauce se puede apreciar que el movimiento del flujo no es uniforme, ya que en la superficie libre del agua se forman una serie de ondulaciones que a mayor velocidad del flujo tienden a incrementarse, siendo obvio que a mayor turbulencia se tenga mayor desorden y golpeteo de las diferentes partículas líquidas y por lo tanto se presenten mayores pérdidas de energía y que se puede traducir en el hecho de que no se tenga la misma capacidad de conducción.

De manera similar si en un determinado conducto, como un canal, se incrementa la rugosidad de sus paredes se tendrá una mayor pérdida de energía o menor capacidad de conducción a pesar de tener la misma área de conducción, por lo que resulta importante definir las pérdidas de energía por efecto de la fricción del agua con las paredes de los canales con la finalidad de determinar la capacidad de conducción.

Pérdida de energía

La ecuación que define la pérdida de energía por fricción es la de Darcy-Weisbach, que para una tubería queda definida por la velocidad del flujo V (m/s), la longitud de contacto entre el flujo y el conducto donde se presenta la fricción L (m) y por una dimensión característica del conducto que es el diámetro D (m):

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde:

h_f = Pérdida de energía por fricción [m]

f = Factor de fricción [adimensional]

g = Aceleración de la gravedad [9.81 m/s²]

Recuerde: las unidades de pérdida de energía son las mostradas, debido a una simplificación en su planteamiento. La energía tiene unidades [J] o bien [N m].

En el caso de un canal, la dimensión característica es el radio hidráulico R_H (m), que al sustituirlo en la ecuación de Darcy-Weisbach se tendría:

$$hf = f \left(\frac{L}{4R_H} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Sabiendo que:

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi D^2}{4}}{\pi D} = \frac{D}{4} \Rightarrow D = 4R_H$$

Si se toma en cuenta que la pendiente del gradiente hidráulico es la pérdida de energía entre la longitud, es decir:

$$S = \frac{hf}{L}$$

Agrupando la aceleración de la gravedad (g) y el factor de fricción (f), se llega a la siguiente expresión:

$$V = C \sqrt{R_H S}$$

Siendo:

$$C = \sqrt{\frac{8g}{f}}$$

Que es la ecuación de Chezy para flujo uniforme. La constante C ha sido definida de distintas maneras según las condiciones de estudio y la aplicación. La más conocida es la forma en que Robert Manning la relacionó con el coeficiente de rugosidad n , dando como resultado la ecuación siguiente:

$$V = \frac{1}{n} R_H^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad [$s/m^{1/3}$].

R_H = Radio hidráulico [m]

S = Pendiente del fondo de canal, que en régimen establecido es igual a la pendiente del gradiente hidráulico [adimensional]

EQUIPO O DISPOSITIVO

Canal de pendiente variable

MATERIALES

- Molinete
- Flexómetro
- Placas de metal con rugosidad

PROCEDIMIENTO

La práctica se desarrollará en una etapa, acorde con la siguiente secuencia de pasos:

Etapa I.

1. En el canal de pendiente variable, el cual deberá tener una pendiente suave, medir el ancho de la plantilla, abrir la válvula para definir un gasto que deberá ser permanente a lo largo de la prueba.
2. Con apoyo de la regleta en el cabezal del canal define el desnivel y mide la distancia al apoyo, para poder definir la pendiente.
3. Con la ayuda del molinete, siguiendo el procedimiento de la práctica 1, define como mínimo 6 velocidades puntuales para establecer la velocidad media en el área hidráulica.
4. Considerando el tirante en la sección de aforo, determina las propiedades geométricas área (A), perímetro mojado (P) y radio hidráulico (R_H).
5. De la ecuación de Manning para la velocidad de circulación en flujo uniforme despeja la rugosidad, cuyo valor estará asociado con las paredes de cristal del modelo hidráulico.
6. Siguiendo las indicaciones del laboratorista, coloca las placas de metal, las cuales tienen grava en la superficie.
7. Considerando que el caudal no cambia durante la práctica, mide el tirante en la sección definida por las placas, calcula las propiedades A , P y R_H .
8. Nuevamente empleando la ecuación de Manning define el valor de la rugosidad asociada con las placas.

ACTIVIDADES

ETAPA 1

1. Comparar los valores promedio de n y f obtenido en laboratorio con el propuesto por la literatura.

- Graficar tirante promedio versus n , y n versus gasto.
- Explicar por qué son diferentes los valores n calculados con respecto a los recomendados en la literatura especializada.

<i>Material</i>	(1) <i>V</i> (m/s)	(2) <i>y</i> (m)	(3) <i>A</i> (m ²)	(4) <i>Pm</i> (m)	(5) <i>R_H</i> (m)	(12) <i>n</i> (s/m ^{1/3})	(11) <i>C</i> (adimensional)	(12) <i>f</i> (adimensional)
Cristal								
Grava								

INSTRUCCIONES

- Resolver cada una de las actividades solicitadas en la práctica.
- Realizar una conclusión señalando lo aprendido durante la práctica.