PROBLEMAS TEMA 6

1. Calcular las pérdidas de carga en una tubería de fibrocemento de 400 m, de diámetro nominal 150mm (FC 150), por la que circula un caudal de 1 m^3/h de agua a 20 ºC.

Determinamos el número de Reynolds para comprobar en que régimen de flujo trabajamos.

$$\mathrm{Re} = \frac{\mathrm{VD}}{\mu}$$

Como sabemos, el caudal Q = V · S, donde V es la velocidad y S la sección de la tubería. Cambiamos las unidades del caudal

$$1\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}\frac{1\mathrm{h}}{3600\mathrm{s}} = 0{,}00027\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$$

Por tanto,

$$\mathrm{V} = \frac{4\cdot 0{,}00027}{\pi\cdot \mathrm{D}^2} = \frac{4\cdot 0{,}00027}{\pi\cdot 0{,}15^2} = 0{,}0157\mathrm{ms}^{-1}$$

El número Re será

$$\mathrm{Re} = \frac{0{,}0157\cdot 0{,}15}{0{,}000001} = 2359$$ Como es menor de 4000, es un régimen laminar.

En este régimen, la ecuación de pérdida de carga es

$$h_r = f\cdot\frac{L}{D}\cdot\frac{V^2}{2g} \text{ donde } \mathrm{f} = \frac{64}{\mathrm{Re}} = \frac{64}{2359} = 0{,}027$$

$h_r = 0{,}027 \cdot \frac{400}{0{,}15} \cdot \frac{0{,}0157^2}{2g} = 0{,}0009\text{m}$; En régimen laminar no se pierde energía como se observa en el resultado.

2. Calcular las pérdidas de carga en una tubería de fibrocemento, de diámetro nominal 150mm (FC 150), por la que circula un caudal de 200 m^3/h de agua a 20 ºC.

$K_{fibrocemento}$ = 0,025 mm

Determinamos el número de Reynolds para comprobar en que regimen de flujo trabajamos.

$$\mathrm{Re} = \frac{VD}{\mu}$$

Como sabemos, el caudal Q = V · S, donde V es la velocidad y S la sección de la tubería. Cambiamos las unidades del caudal

$$200\frac{m^3}{h}\frac{1h}{3600s} = 0{,}055 m^3/s$$

Por tanto,

$$V = \frac{4\cdot 0{,}055}{\pi\cdot D^2} = \frac{4\cdot 0{,}055}{\pi\cdot 0{,}15^2} = 3{,}11 ms^{-1}$$

El número Re será

$$\mathrm{Re} = \frac{3{,}11\cdot 0{,}15}{0{,}000001} = 466500$$ Régimen turbulento.

La rugosidad relativa (K)

$$K/D = 0{,}025/150 = 1{,}66\cdot 10^{\wedge -4}$$

En este régimen, la ecuación de pérdida de carga es

$$h_r = f(K/D, Re) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

donde f se obtiene empíricamente o a partir del ábaco de Moody.

f= 0,0152

$$h_r = 0{,}0152 \cdot \frac{400}{0{,}15} \cdot \frac{3{,}14^2}{2g} = 20{,}47\text{m}.$$

3. Calcular las pérdidas de carga en una tubería de PE, de diámetro nominal 40 mm y timbraje 0,6 MPa (PE 40 0,6 Mpa), por la que circula agua a 15 ºC y con una velocidad de 2 m/s.

El diámetro nominal del polietileno no coincide con el diámetro hidráulico. Por tanto en las tablas de las tuberías de PE, podemos observar que para un PE 0,6 MPa con D_N=40mm, el D_H=32,6mm

Determinamos el número de Reynolds para comprobar en que régimen de flujo trabajamos.

$$Re = \frac{VD}{\mu}$$

El número Re será

$$Re = \frac{2 \cdot 0{,}0326}{0{,}000001} = 65200$$ Régimen turbulento.

En este régimen, la ecuación de pérdida de carga es Darcy Weissbach

$$h_r = J \cdot L = f(K/D, Re) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

La rugosidad relativa (K)

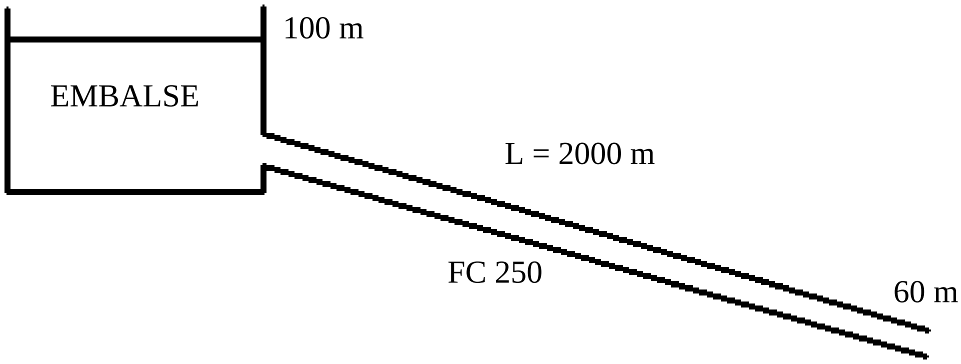
$$K/D = 0{,}007/32{,}6 = 0{,}000214$$

donde f se obtiene empíricamente o a partir del ábaco de Moody.

$$f = 0{,}0205$$

$$J = 0{,}0205 \cdot \frac{1}{0{,}0326} \cdot \frac{2^2}{2g} = 0{,}13 m/mlineal$$

4. Desde un embalse regulador cuya lámina libre se encuentra a cota 100 m, se pretende abastecer una zona regable mediante una tubería FC 250 mm. El caudal de diseño es de 55 l/s. determinar la presión que se tendrá en el extremo final de la conducción, si la longitud de la tubería es de 2000 m y la cota final de la misma de 60m. Suponer una temperatura de 20 ºC.



Para determinar la presión a la cota 60 m aplicamos Bernoulli.

$$z_{100} + \frac{P_{100}}{\gamma} + \frac{v_{100}^2}{2g} = z_{60} + \frac{P_{60}}{\gamma} + \frac{v_{60}^2}{2g} + \Delta H_{100-60}$$

$$\frac{P_{60}}{\gamma} = z_{100} - z_{60} - \frac{v_{60}^2}{2g} - \Delta H_{100-60}$$

Tenemos que determinar la velocidad en cota 60m y las pérdidas de carga entre 100 y 60 metros.

Como conocemos el caudal y la sección, podemos determinar la velocidad.

$$Q = 55\frac{\text{litros}}{\text{s}}\frac{1\text{m}^3}{1000\text{litros}} = 55 \cdot 10^{\wedge -3}\ \text{m}^3\text{s}^{-1}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{4{\cdot}55{\cdot}10\wedge{-3}}{\pi{\cdot}0{,}250^2} = 1{,}12\,\mathrm{ms}^{-1}$$

Para determinar las pérdidas de carga, determinamos Re, y K/D

$$Re = \frac{VD}{\mu}$$

El número Re será

$$Re = \frac{1{,}12{\cdot}0{,}25}{0{,}000001} = 245614$$ Régimen turbulento.

La rugosidad relativa (K)

K/D = 0,025/250 = 0,001

donde f se obtiene empíricamente o a partir del ábaco de Moody.

f= 0,0152

$$\Delta H_{100-60} = 0{,}0152 \cdot \frac{2000}{0{,}25} \cdot \frac{1{,}12^2}{2g} = 7{,}77\,\mathrm{m}$$

Por tanto,

$$\frac{P_{60}}{\gamma} = z_{100} - z_{60} - \frac{v_{60}^2}{2g} - \Delta H_{100-60} = 100 - 60 - \frac{1{,}12^2}{2{\cdot}g} - 7{,}77 = 32{,}16\,\mathrm{mca}$$

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA AGRONOMICA
Departamento de Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola
Edificio Minas, Pº Alfonso XIII, 48 • 30203 Cartagena (SPAIN)
Tel. 968-325732 – Fax. 968-325732

5. Dos depósitos se unen mediante una tubería de fundición dúctil de 500 mm de diámetro interior, y de 2000 m de longitud. La cota de la lámina libre del primer depósito está a 125 m y la del depósito final a 115 m. Calcular el caudal que circulará por dicha tubería, así como la velocidad media correspondiente al mismo.

Para determinar la carga admisible en la conducción aplicamos Bernoulli.

$$z_{125} + \frac{P_{125}}{\gamma} + \frac{v_{125}^2}{2g} = z_{115} + \frac{P_{115}}{\gamma} + \frac{v_{115}^2}{2g} + \Delta H_{125-115}$$

$$125 + 0 + 0 = 115 + 0 + 0 + \Delta H_{125-115}$$

$$\Delta H_{125-115} = 10\text{mca}$$

Para determinar el caudal podemos aplicar una ecuación para determinar la pérdida de carga en régimen turbulento. Por ejemplo conocemos las ecuaciones de Darcy Weisbach o Hazen Williams.

Darcy Weisbach $J = 0{,}0826 \cdot f\,(\text{Re}, \frac{k}{D}) \cdot \frac{Q^2}{D^5}$; Necesitamos conocer la velocidad para determinar Re y el factor f.

Hazen Williams $J = 10{,}62 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85}$; Tenemos todos los valores.

Por tanto aplicamos la ecuación de Hazen Williams para un valor C = 120. (apuntes).

$$J = 10,62 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85}$$

$$\frac{10}{2000} = 10,62 \cdot 120^{-1,85} \cdot 0,5^{-4,87} \cdot Q^{1,85}$$

$$Q = 0,113^{\frac{1}{1,85}} = 0,307 m^3 s^{-1}$$

Como conocemos el caudal y la sección de la conducción, podemos determinar la velocidad V

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,307 \cdot 4}{\pi \cdot 0,5} = 1,56 ms^{-1}$$