

1.- EJERCICIOS 01

Para un sistema de agua potable se desea captar un caudal de 140 l/s y transportarlo mediante una tubería PVC en una longitud de 400 m, $e=0.06$ mm, hacia un reservorio. Determinar la pérdida de carga primaria desde la captación hasta el reservorio, sabiendo que la temperatura del agua es 15°C.



1.- SOLUCION

Sabemos que la rugosidad absoluta (e) para tub PVC es:

- PVC 0.00006 m

Sabemos que la viscosidad cinemática depende de la temperatura del agua:

- $T_{15^{\circ}\text{C}}$ Agua $v=1.14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

- $\text{Viscosidad cinemática} = (1.14 - 0.031(T^{\circ} - 15) + 0.00068(T^{\circ} - 15)^2) \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

ASUMIENDO UN $\phi=8''=0.2\text{m}$

$$Q = V * A$$

$$0.140 \text{ m}^3/\text{s} = V * \pi * (0.2 \text{ m})^2 / 4$$

$$V = 4.456 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{D * V}{v} = 8.91 * 10^5$$

ASUMIENDO UN $\phi=10''=0.25\text{m}$

$$Q = V * A$$

$$0.140 \text{ m}^3/\text{s} = V * \pi * (0.25 \text{ m})^2 / 4$$

$$V = 2.852 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{D * V}{v} = 7.13 * 10^5$$

APLICANDO LA ECUACIÓN DE PERDIDA DE CARGA

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

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$Re = \frac{D * V}{v}$$

Re : Reynolds

D : Diámetro

V : Velocidad

v : Viscosidad cinemática

2.- RECORDANDO MÉTODOS NÚMERICOS

SOLUCIÓN NUMÉRICA COOLEBROOCK WHITE

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

Reemplazamos las variables conocidas:
 D , Re , e

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = x$$

Hacemos un cambio de variables para poder asemejar a una ecuación no lineal y solucionar numéricamente:

$$\frac{e}{3.7D} = a$$

$$\frac{2.51}{Re} = b$$

$$x = -2\log(a + bx)$$

$$x + 2\log(a + bx) = 0$$

NEWTON RAPHSON

$$\therefore f(x) = 2\log(a + bx) + x$$

$$\therefore f'(x) = \frac{2}{\ln(10)} \left(\frac{b}{a + bx} \right) + 1$$

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x)}{f'(x)}$$

Iteramos hasta que:

$$x_{i+1} - x_i = \text{error mínimo} = 10^{-5}$$

Aseguramos la convergencia y finalmente reemplazamos x en la ecuación y calculamos f :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = x$$

Calculado f , por Darcy calculamos la pérdida de carga:

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

SOLUCION

ASUMIENDO UN $\phi=8''=0.2m$

$$Q = V * A$$

$$0.140m^3/s = V * \pi * (0.2m)^2/4$$

$$V = 4.456m/s$$

$$Re = \frac{D*V}{\nu} = 8.91 * 10^5$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

ASUMIENDO UN $\phi=10''=0.25m$

$$Q = V * A$$

$$0.140m^3/s = V * \pi * (0.25m)^2/4$$

$$V = 2.852m/s$$

$$Re = \frac{D*V}{\nu} = 7.13 * 10^5$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

a=	0.0000810810811
b=	0.0000028162134

a=	0.0000648648649
b=	0.0000035202668



i	Xo	f(x)	f'(x)	$x_i - \frac{f(x)}{f'(x)}$	E
01	5.000000	-3.043072	1.025705	7.966810	2.966810
02	7.966810	-0.003164	1.023630	7.969901	0.003091
03	7.969901	0.000000	1.023628	7.969901	0.000000
04	7.969901	0.000000	1.023628	7.969901	0.000000

i	Xo	f(x)	f'(x)	$x_i - \frac{f(x)}{f'(x)}$	E
01	10.00000	2.000586	1.030556	8.058731	-1.941269
02	8.058731	-0.002123	1.032796	8.060786	0.002055
03	8.060786	0.000000	1.032793	8.060786	0.000000
04	8.060786	0.000000	1.032793	8.060786	0.000000

SOLUCION

$$x = 7.969901$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = x$$



$$f = 0.0157432$$

$$x = 8.060786$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = x$$



$$f = 0.0153902$$

Calculado f , por Darcy calculamos la pérdida de carga:

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

Calculado f , por Darcy calculamos la pérdida de carga:

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

Reemplazando valores

$$hf = 31.8699566 \text{ m}$$

$$hf = 10.208982 \text{ m}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



Finalmente la pérdida de carga asumiendo un diámetro de 8"=200mm es de 31 m es decir llegara con una presión en mca de:
4550-4500-31.869 =18.4 mca

Finalmente la pérdida de carga asumiendo un diámetro de 10"=250mm es de 10.2 m es decir llegara con una presión en mca de:
4550-4500-10.21 =39.79 mca



GENIOS PRO

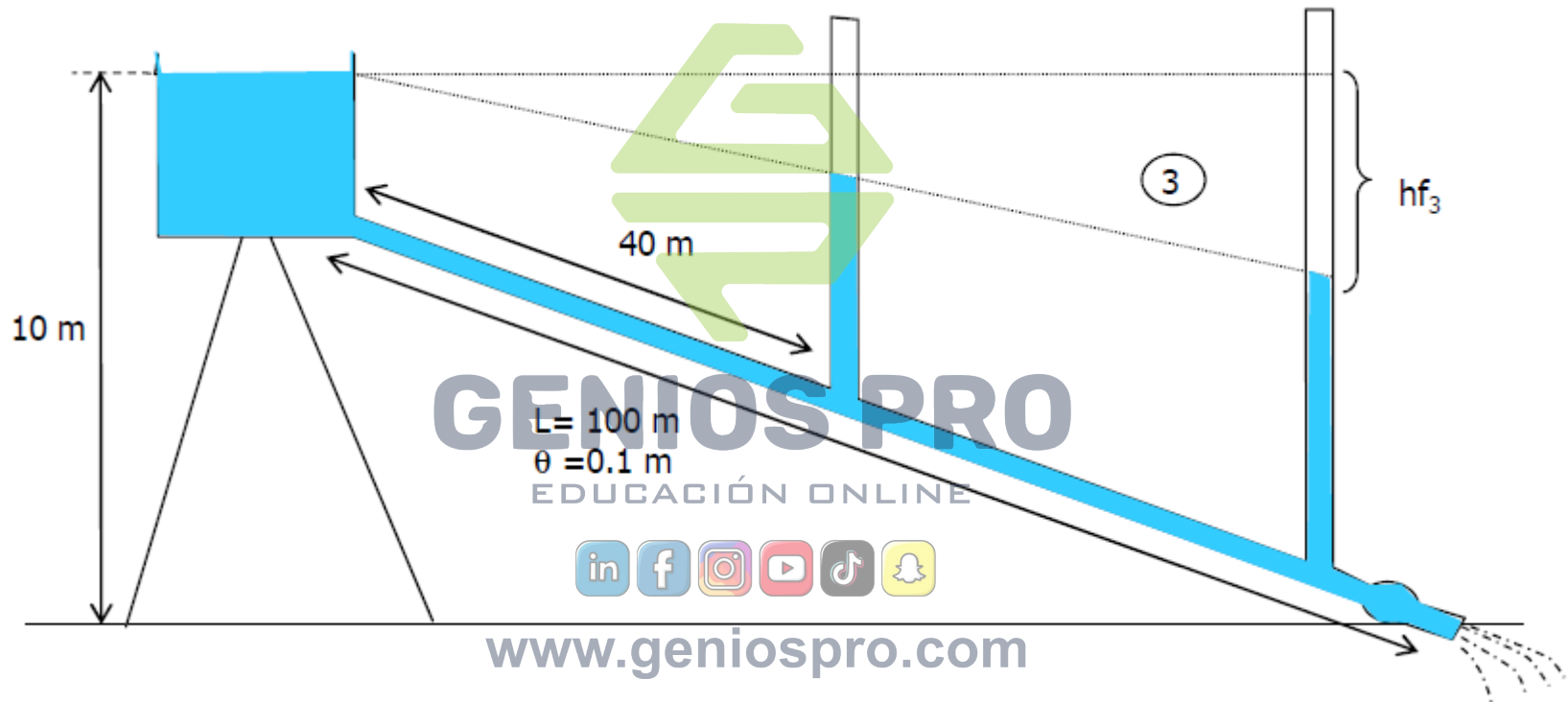
EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

2.- EJERCICIOS 02

Para un sistema de agua potable se desea calcular la pérdida por fricción del sistema, $L = 100$ m y material PVC; empelar la fórmula de Hazen - Williams.



Hazen - Williams

$$Hf_{loc} = \frac{10.679}{C^{1.852}} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852}$$

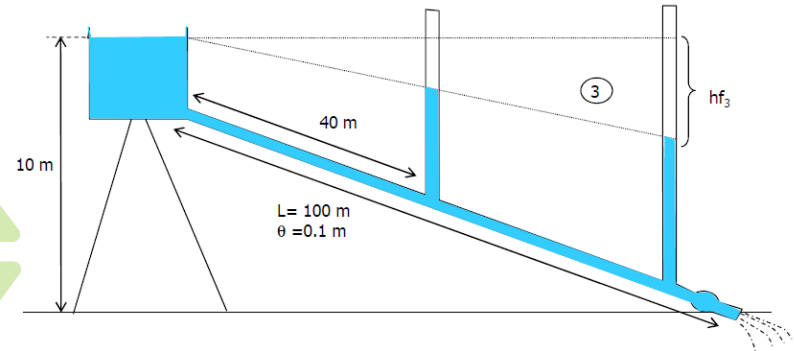
SOLUCION

1.- Aplicando la ecuación de Bernoulli en los puntos 1 y 2

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

2.- Reemplazando valores:

$$0 + 10 + 0 = 0 + 0 + \frac{V_2^2}{2g}$$



3.- Despejando la velocidad en el punto 2:

$$\frac{V_2^2}{2 * 9.807} = 10$$

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

4.- Hallamos la velocidad en el punto 2:

$$V_2 = \sqrt{2 * 9.807 * 10 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$



$$V_2 = 14.005 \text{ m/s}$$

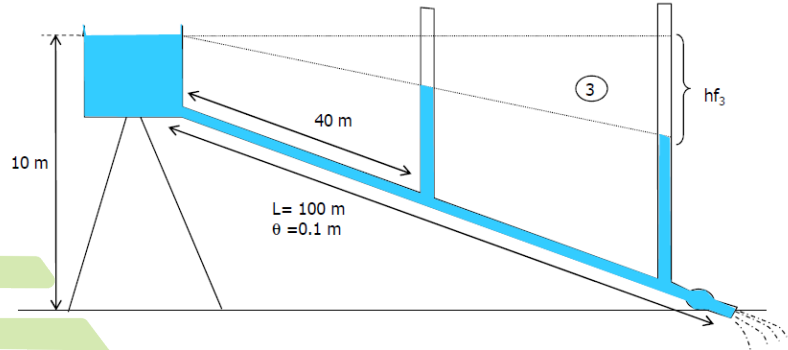
5.- Hallamos el caudal en el punto 2:

$$Q = V * A$$

$$Q_2 = V_2 * A_2$$

$$V_2 = 14.005 \text{ m/s}$$

$$\phi_2 = 10 \text{ cm}$$



$$A = \pi * 0.1^2 / 4$$

$$A = 3.1415 * (0.1)^2 / 4$$

$$A = 0.00785375 \text{ m}^2$$

$$A = 7.854 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Q_2 = V_2 * A_2$$

$$Q_2 = (14.005 \text{ m/s})(7.854 * 10^{-3} \text{ m}^2)$$

$$Q_2 = 0.10999 \text{ m}^3 / \text{s}$$

6.- Aplicando la ecuación de Hazen - Williams

$$\text{Hf}_{loc} = \frac{10.679}{C^{1.852}} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852}$$

Donde:

hf = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro interno (m)

Q = caudal (m³/s)

Los valores de los coeficientes "C" se sacan de tabla, según material y años de uso de las tuberías.

Tabla de coeficientes de Hazen-Williams

Material	Coefficiente de Hazen-Williams
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 -140
Aluminio	130

6.- Aplicando la ecuación de Hazen - Williams

Hazen - Williams

$$Hf_{loc} = \frac{10.679}{C^{1.852}} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852}$$

Donde:

h_f = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro interno (m)

Q = caudal (m³/s)

7.- Reemplazando valores:

$$Hf = \frac{10.679}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852}$$

$$Hf = \frac{10.679}{140^{1.852}} * \frac{100}{0.1^{4.87}} * 0.10999^{1.852}$$

$$Hf = 2.69 \text{ m}$$



www.geniospro.com

