Para avaliar a rugosidade equivalente (ε) de uma tubulação, foi utilizado um tubo de Pitot em trecho reto da tubulação.

Admita que o Pitot está posicionado de forma a indicar o valor da velocidade média na tubulação, $V_{médio}$, e que a curva característica da Bomba é dada por

$H(Q) = 40 - 2{,}7\times10^4 Q^2$ (com H em mca e Q em m^3/s), e que as perdas singulares são conhecidas.

Calcule:

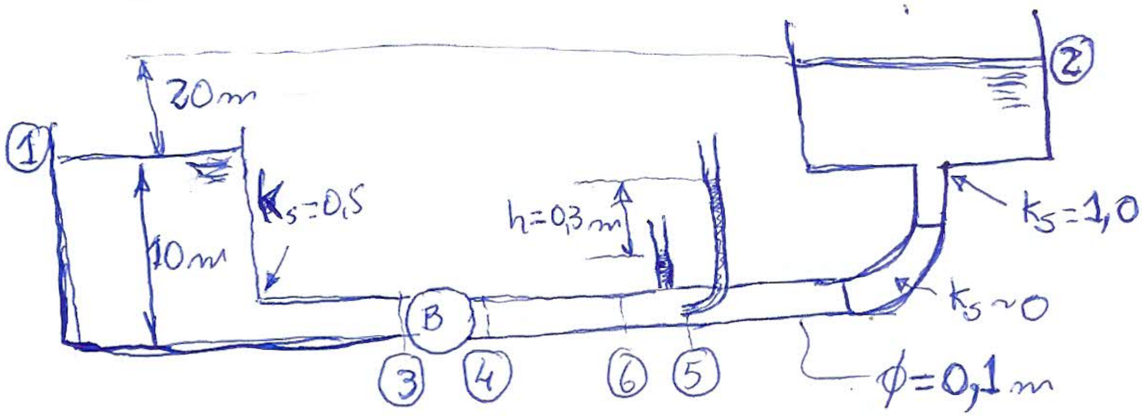
a) Vazão

b) ε

c) Pressão em 3, entrada da bomba, considerando que ~~o trecho reto~~ a perda de carga entre a bomba e o reservatório é de 10 m.c.a.

Dados $g = 10\ m/s^2$, $L_{total} = 150\ m$, $\nu_{H_2O} = 10^{-6}\ m^2/s$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2{,}51}{Re\sqrt{f}} + 0{,}27\frac{\varepsilon}{D}\right)$$



a) Equação de Bernoulli, no Pitot, na LC entre 6 e 5

$$\frac{V_6^2}{2g} + \frac{P_6}{\gamma} + \cancel{z_6} = \cancel{\frac{V_5^2}{2g}} + \frac{P_5}{\gamma} + \cancel{z_5} \therefore V_6 = \sqrt{\frac{2g\,\Delta P}{\gamma}}$$

Como $\Delta P = \gamma h \Rightarrow V_6 = \sqrt{2gh} = \underline{2{,}45\ m/s}$

$0{,}3\ m$

$\therefore Q = V \cdot A = 2{,}45 \times \frac{\pi \times 0{,}1^2}{4} = \boxed{0{,}01924\ m^3/s}$

b) Para $Q_{oper.} = 0{,}01924\ m^3/s$, a carga na bomba:

$H(Q) = 40 - 2{,}7 \times 10^4 (0{,}01924)^2 = 30\ m.c.a.$

Nesse ponto de operação, a bomba tem que elevar água a uma altura de 20 m.

Como a perda de carga total é de 10 m.c.a., tem-se:

$\Sigma h_f + \Sigma h_s = 10$ onde $\Sigma h_s = (0{,}5 + 1{,}0)\frac{V^2}{2g}$

e $\Sigma h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = f \cdot \frac{150}{0{,}1} \cdot \frac{V^2}{2g}$

$\therefore 10 = (1{,}5 + f \cdot 1500)\frac{V^2}{2g} \Rightarrow \boxed{f = 0{,}0212}$

Substituindo em Colebrook:

$f = 0{,}0212$, $D = 0{,}1$, $Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{2{,}45 \times 0{,}1}{10^{-6}} = 2{,}45 \times 10^5$

$\frac{\varepsilon}{D} = 0{,}00095 \Rightarrow \varepsilon = 0{,}000095 \sim \underline{0{,}1\ mm}$

c) $H_1 - H_3 = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g} + K_s\frac{V^2}{2g}$

$$10 - \left(\frac{V^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} + \cancel{z_3}\right) = \left(0{,}0212\,\frac{10}{0{,}1} + 0{,}5\right)\frac{V^2}{2g}$$

$$\frac{P_3}{\gamma} = 8{,}91\,\text{m.c.a.} \Rightarrow P_3 = 8{,}91 \times 10^4 \cdot \frac{N}{m^2}$$