

1. Dados: $Q = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$, $T = 17.5^\circ\text{C}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $\mu = 0.00107 \text{ N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$, $\rho = 998.69 \text{ N/m}^3$.
Escolhendo a calha parshall com as seguintes dimensões: $W = 2.44 \text{ m}$, $C = 2.75 \text{ m}$, $D = 3.4 \text{ m}$, $N = 0.23 \text{ m}$,
 $k = 0.32$, $n = 0.62 \text{ m}$

2. Cálculo da velocidade e da profundidade da água na seção de medição (seção 0):

$$H_0 = kQ^n \implies H_0 = 0.32 \cdot 1.2^{0.23} \implies \boxed{H_0 = 0.36 \text{ m}}$$

$$D_0 = \frac{2}{3}(D - W) + W \implies D_0 = \frac{2}{3}(3.4\text{m} - 2.44\text{m}) + 2.44\text{m} \implies \boxed{D_0 = 3.08 \text{ m}}$$

$$U_0 = \frac{Q}{D_0 H_0} \implies U_0 = \frac{1.2\text{m}^3/\text{s}}{3.08\text{m} \cdot 0.36\text{m}} \implies \boxed{U_0 = 1.07 \text{ m/s}}$$

3. Vazão específica na garganta da Calha Parshall:

$$q = \frac{Q}{W} \implies q = \frac{1.2\text{m}^3/\text{s}}{2.44\text{m}} \implies \boxed{q = 0.49 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}/\text{m}}$$

4. Carga hidráulica disponível:

$$E_0 = \frac{U_0^2}{2g} + H_0 + N \implies E_0 = \frac{1.07^2 (\text{m/s})^2}{2 \cdot 9.81\text{m/s}^2} + 0.36\text{m} + 0.23\text{m} \implies \boxed{E_0 = 0.65 \text{ m}}$$

5. Carga hidráulica disponível.

Seja: $x = -gq \left(\frac{2}{3}gE_0 \right)^{-1.5}$. Manipulando a expressão, tem-se:

$$\cos(\theta) = x \implies \theta = \arccos(x) \implies \frac{\theta}{3} = \frac{\arccos(x)}{3} \implies \cos\left(\frac{\theta}{3}\right) = \cos\left(\frac{\arccos(x)}{3}\right)$$

Montando uma só expressão para a determinar a velocidade U_1 :

$$U_1 = 2\sqrt{\frac{2gE_0}{3}} \cos\left(\frac{1}{3} \arccos\left(-gq \left[\left(\frac{2}{3}gE_0\right)^{-1.5}\right]\right)\right)$$

Substituindo-se os valores:

$$U_1 = 2\sqrt{\frac{2 \cdot 9.81\text{m/s}^2 \cdot 0.65\text{m}}{3}} \cos\left(\frac{1}{3} \arccos\left(-9.81\text{m/s}^2 \cdot 0.49\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}/\text{m} \left[\left(\frac{2}{3} \cdot 9.81\text{m/s}^2 \cdot 0.65\text{m}\right)^{-1.5}\right]\right)\right)$$

$$\boxed{U_1 = 3.11 \text{ m/s}}$$

Calculando h_1 :

$$h_1 = \frac{q}{U_1} \Rightarrow h_1 = \frac{0.49\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} / \text{m}}{3.11\text{m/s}} \Rightarrow \boxed{h_1 = 0.16 \text{ m}}$$

6. Número de Froud:

$$F_1 = \frac{U_1}{\sqrt{gh}} \Rightarrow F_1 = \frac{3.11\text{m/s}}{\sqrt{9.81\text{m/s}^2 \cdot 0.11\text{m}}} \Rightarrow \boxed{F_1 = 2.5}$$

7. Cálculo da altura do conjugada do ressalto (seção 2):

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right) \Rightarrow h_2 = \frac{0.16\text{m}}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \cdot 2.5^2} - 1 \right) \Rightarrow \boxed{h_2 = 0.48 \text{ m}}$$

8. Profundidade e da velocidade d'água na seção de saída (seção 3):

$$h_3 = h_2 - (N - K) \Rightarrow h_3 = 0.48\text{m} - (0.23\text{m} - 0.08\text{m}) \Rightarrow \boxed{h_3 = 0.33 \text{ m}}$$

$$U_3 = \frac{Q}{Ch_3} \Rightarrow U_3 = \frac{1.2\text{m}^3/\text{s}}{2.75\text{m} \cdot 0.33\text{m}} \Rightarrow \boxed{U_3 = 1.32 \text{ m}}$$

9. Extensão do ressalto e perda de carga:

$$L_r = c(h_2 - h_1) \Rightarrow L_r = 6.0(0.48\text{m} - 0.16\text{m}) \Rightarrow \boxed{L_r = 1.96 \text{ m}}$$

$$h = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1h_2} \Rightarrow h = \frac{(0.48\text{m} - 0.16\text{m})^3}{4 \cdot 0.16\text{m} \cdot 0.48\text{m}} \Rightarrow \boxed{h = 0.11 \text{ m}}$$

10. Tempo de mistura e gradiente de velocidade:

$$T_m = \frac{2L_r}{(U_1 + U_3)} \Rightarrow T_m = \frac{2 \cdot 1.96\text{m}}{(3.11\text{m/s} + 1.32\text{m/s})} \Rightarrow \boxed{T_m = 0.89 \text{ s}}$$

$$G_m = \sqrt{\frac{\rho gh}{\mu T_m}} \Rightarrow G_m = \sqrt{\frac{998.69\text{N/m}^3 \cdot 9.81\text{m/s}^2 \cdot 0.11\text{m}}{0.00107\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 0.89\text{s}^{-1}}} \Rightarrow \boxed{G_m = 1085.64 \text{ s}^{-1}}$$