

Exercício 1. Canal de Múltiplos Fins – incluindo uso Hidroviário

Projete uma seção trapezoidal simples de um canal navegável, **com e sem cruzamento**, capaz de veicular a **vazão máxima** indicada a seguir, **sem ocorrência de erosão**. Determine, também, a **vazão mínima** navegável e as condições correspondentes. Indique sobre a seção: os níveis d'água relativos ao fundo e todas as medidas construtivas.

Dados :

- Calado das Chatas : $C = 1,5 + p/5$ (m)
- Boca (largura) do comboio : $b_c = 11 + u/3$ (m)
- Folga mínima sob o calado : $f = 1,0$ m
- Máximo talude das margens : 1 (V) : 2 (H)
- Máxima velocidade admissível do escoamento : $V_{max.} = 2,0$ m/s.
- **Vazão Máxima** : $Q_{max.} = 20 \cdot u + 400$ (m³/s)
- Rugosidade equivalente hidráulica : $k_s = 0,06$ m
- **Fundo Estável, sem ocorrência de erosão.**
- Dimensão média do material de fundo : $d_m = 5$ mm
- **O canal deve ser o mais estreito possível.**
- Dimensões medias do comboio Tietê – Paraná – $b_c = 11,0$ m e $C = 2,5$ m
- Condições Mínimas de largura da base do Canal
- Parâmetro de Shields : $\tau^* = 0,05$
- Coeficiente de segurança : $CS = 1,2$

Sem Cruzamento de embarcações :

$$b_{min.} = 2,2 b_c ;$$

Com Cruzamento de embarcações :

$$b_{min.} = 4,4 b_c$$

Equações do Comportamento Hidrogeomorfológico do Canal :

- Capacidade de Vazão do Canal

- $V = 8 \sqrt{g} / K_s^{1/6} R_H^{2/3} i^{1/2}$; $Q = V.A$; $n = K_s^{1/6} / 25,06$;

- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$; $\rho_s = 2700 \text{ Kg/m}^3$

- $\gamma = \rho \cdot g$ - peso específico da água ; $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$ e $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- $\gamma_s = \rho_s \cdot g$ - peso específico do material de leito, margem ou proteção ;

- Tensão devido ao escoamento junto ao fundo

$$\tau_o = \gamma R_H i \quad ; \quad Q = K_s R_H^{2/3} i^{1/2} A \quad ;$$

τ_o - Tensão tangencial junto ao fundo, devido a ação do escoamento.

τ_m - Tensão tangencial junto a margem, devido a ação do escoamento.

Q – Capacidade de vazão de projeto na seção transversal do canal.

- Capacidade de Resistência do Material do fundo

$\tau_{o,c} = \tau^* g (\rho_s - \rho) d_m$ - Tensão crítica de início de movimento do material de proteção

- Condição de Equilíbrio (Estático) do Material de fundo do Canal

$$CS \times \tau_o \leq \tau_{o,c}$$

- Condição crítica de início de movimento do sedimento :

$$CS \times \tau_o = \tau_{o,c}$$

Pede-se : Projeto Hidráulico do Canal

Solução :

- Condições de Projeto:
 - **Vazão Máxima** : $Q_{\max.} = 20 \cdot u + 400$ (m³/s)
 - **Fundo Estável, sem ocorrência de erosão.**
 - **O canal deve ser o mais estreito possível.**
-
- **Condições de Verificação:**
 - **Efeito Pistão**
 - **Velocidade Máxima admissível no canal**
 - **Condições de Minimo**