0

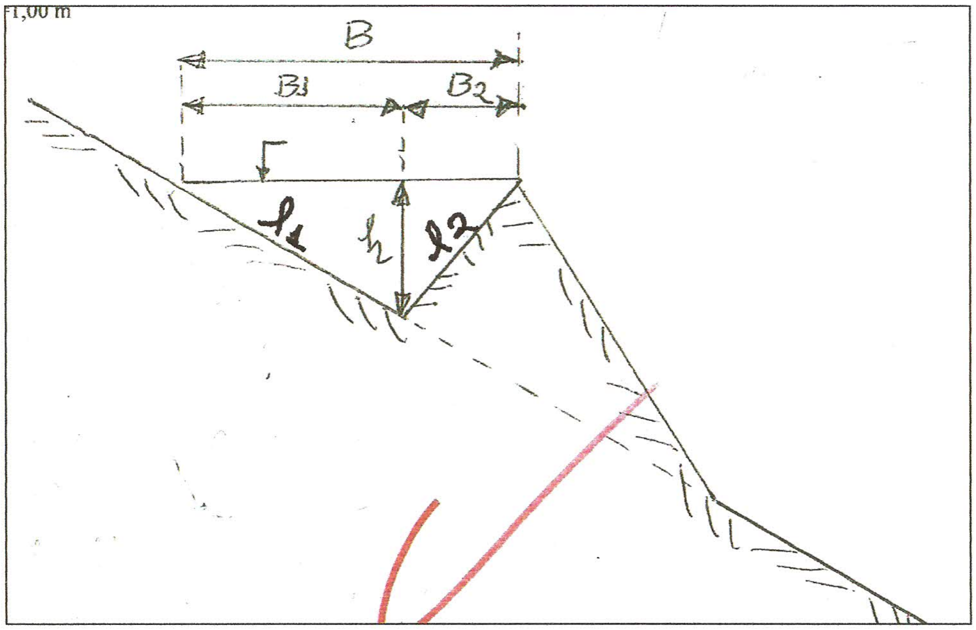
Departamento de Engenharia de Biossistemas – ESALQ/USP
LEB 472 – HIDRÁULICA
(Prof. Sergio Duarte)

EXERCÍCIO SOBRE CANAIS

Os terraços de base estreita em desnível, principalmente quando implantados em terrenos com declividade forte, apresentam uma seção que se aproxima mais da forma triangular do que da forma parabólica. Supondo que se deseja implantar um terraço com as dimensões apresentadas na figura abaixo. Estime a vazão de enxurrada máxima que ele é capaz de conduzir, operando completamente cheio (despreze a borda livre).

Dados:

-n=0,030
-I=2 por mil
-h=50 cm
-B1=1,50 m
-B2=1,00 m



FÓRMULAS

$$S = \frac{B \times h}{2} = \frac{2{,}5 \times 0{,}5}{2} = 0{,}625\ m^2$$

$$R = \frac{S}{P}$$

$$P = l_1 + l_2$$

$$V = \frac{1}{n} . R^{2/3} . I^{1/2}$$

$$l_1^2 = B_1^2 + h^2 \longrightarrow l_1 = 1{,}58\ m$$

$$l_2^2 = B_2^2 + h^2 \longrightarrow l_2 = 1{,}12\ m$$

$$Q = S.V$$

$$P = 1{,}58 + 1{,}12 = 2{,}7\ m$$

$$R = \frac{S}{P} = \frac{0{,}625\,m^2}{2{,}7\,m} = 0{,}23\,m$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{0{,}5}$$

$$V = \frac{1}{0{,}03} \cdot 0{,}23^{0{,}667} \cdot 0{,}002^{0{,}5} = 0{,}56\,m/s$$

$$Q = S \cdot V = 0{,}625\,m^2 \times 0{,}56\,m/s = 0{,}35\,m^3/s$$

$$= 350\,L/s$$

Calcular a velocidade média em m/s de uma canal com seção trapezoidal utilizando os seguintes dados: 1

i = 0,0005

n = 0,019

h = 1 m

b = 2,5 m

λ = (1:1)

Responder com duas casas decimais.

$$S = bh + \lambda h^2 = 2,5 \cdot 1 + 1 \cdot 1^2 = 3,5\ m^2$$

$$P = b + 2h\sqrt{\lambda^2 + 1} = 2,5 + 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{1^2 + 1} = 5,33\ m$$

$$R = \frac{S}{P} = \frac{3,5\ m^2}{5,33\ m} = 0,66\ m$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{0,5} = \frac{1}{0,019} \cdot 0,66^{0,667} \cdot 0,0005^{0,5} =$$

.... m/s

Um bueiro circular de 80 cm de diâmetro conduz água por baixo de uma estrada com uma lâmina de 56 cm. Sabendo-se que a declividade é de 0,4 ‰ e que o coeficiente de rugosidade de Manning é 0,015, calcule a vazão em m^3/s. Responda com duas casas decimais. 2

$$\frac{h}{D} = \frac{56\,cm}{80\,cm} = 0,7 \longrightarrow K = 0,260 \quad (\text{TABELADO})$$

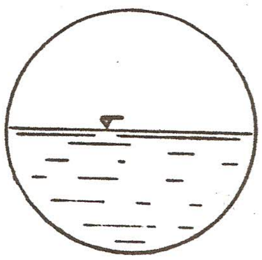
$$Q = \frac{K}{n} \cdot D^{2,667} \cdot I^{0,5}$$

$$Q = \frac{0,260}{0,015} \cdot 0,80^{2,667} \cdot 0,0004^{0,5} = \text{..................} \ m^3/s$$

A equação de Manning é também muito usada para o dimensionamento de drenos e bueiros.

Quando os condutos são subterrâneos é desejável que escoem parcialmente cheios. Nesse caso a equação (17) não é mais válida.

Seja por exemplo o escoamento a meia secção



50%

$$A = \frac{\pi D^2}{8} \qquad P = \frac{\pi D}{2} \qquad R = \frac{D}{4}$$

$$Q = A \, \frac{1}{n} \, R^{2/3} \, I^{1/2}$$, sendo I a declividade do dreno

$$Q = \frac{\pi D^2}{8} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} I^{1/2}$$

$$Q = \frac{\pi}{8} \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{2/3} \cdot \frac{1}{n} \cdot D^2 \cdot D^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q = 0{,}156 \cdot \frac{1}{n} D^2 \, D^{2/3} \, I^{1/2}$$

$$Q = \frac{0{,}156}{n} \, D^{2{,}667} \, I^{0{,}5}$$

Genèricamente, para qualquer escoamento parcial, resulta:

$$Q = \frac{k}{n} D^{2{,}667} \, I^{0{,}5} \qquad (28)$$

$$D = \left(\frac{Q.n}{k.I^{0{,}5}}\right)^{0{,}375} \qquad (29)$$

Alguns valores de k para secções com escoamento parcial são:

a)

Secção Parcial (%)	50	60	70	80	90	95	Plena Secção (100)
k	0,156	0,200	0,244	0,284	0,315	0,324	0,311

OU Quando se considera a relação h/D resulta:

b)

 D	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0
k	0,156	0,209	0,260	0,304	0,331	0,334	0,311

Calcular a vazão de um canal retangular em m^3/s com as seguintes características:

Largura do fundo = 6,8 metros

Altura da lâmina normal = 0,80 metros

Declividade = 0,3 metros por mil metros

n = 0,014

Responda com duas casas decimais.

$$S = b \cdot h = 6{,}8 \cdot 0{,}80 = 5{,}44\,m^2$$

$$P = b + 2h = 6{,}8 + 2 \cdot 0{,}80 = 8{,}4\,m$$

$$R = \frac{S}{P} = \frac{5{,}44\,m^2}{8{,}4\,m} = 0{,}65\,m$$

$$Q = S \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{0{,}5}$$

$$Q = 5{,}44 \cdot \frac{1}{0{,}014} \cdot 0{,}65^{0{,}667} \cdot 0{,}0003^{0{,}5} = \text{-----------}\ m^3/s$$

Qual a declividade (**‰ - por mil**) que deve ter uma tubulação de esgoto de 15 cm de diâmetro, n = 0,014, trabalhando com 60% da seção, para conduzir uma vazão de 1,7 l/s?

Responda com duas casas decimais.

④

60% seção $\Rightarrow$ K = 0,200 (TABELA)

$$Q = \frac{K}{n} \cdot D^{2,667} \cdot I^{0,5} \therefore$$

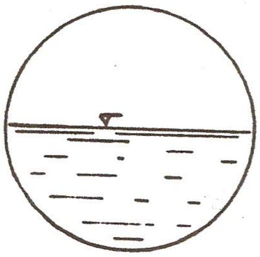
$$I = \left(\frac{Q \cdot \frac{n}{K}}{D^{2,667}} \right)^2 = \left(\frac{0,0017 \cdot \frac{0,014}{0,200}}{0,15^{2,667}} \right)^2 =$$

$$I = 0,000351 \, m/m = \text{..................} \text{‰}$$

A equação de Manning é também muito usada para o dimensionamento de drenos e bueiros.

Quando os condutos são subterrâneos é desejável que escoem parcialmente cheios. Nesse caso a equação (17) não é mais válida.

Seja por exemplo o escoamento a meia secção



50%

$$A = \frac{\pi D^2}{8} \qquad P = \frac{\pi D}{2} \qquad R = \frac{D}{4}$$

$$Q = A\,\frac{1}{n}\,R^{2/3}\,I^{1/2}$$, sendo I a declividade do dreno

$$Q = \frac{\pi D^2}{8} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} I^{1/2}$$

$$Q = \frac{\pi}{8} \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{2/3} \cdot \frac{1}{n} \cdot D^2 \cdot D^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q = 0{,}156 \cdot \frac{1}{n}\,D^2\,D^{2/3}\,I^{1/2}$$

$$Q = \frac{0{,}156}{n}\,D^{2{,}667}\,I^{0{,}5}$$

Genèricamente, para qualquer escoamento parcial, resulta:

$$Q = \frac{k}{n}\,D^{2{,}667}\,I^{0{,}5} \qquad (28)$$

$$D = \left(\frac{Q.n}{k.I^{0{,}5}}\right)^{0{,}375} \qquad (29)$$

Alguns valores de k para secções com escoamento parcial são:

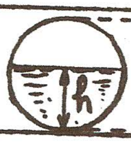
a)

Secção Parcial (%)	50	60	70	80	90	95	Plena Secção (100)
k	0,156	0,200	0,244	0,284	0,315	0,324	0,311

OU

Quando se considera a relação h/D resulta:

b)

 D	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0
k	0,156	0,209	0,260	0,304	0,331	0,334	0,311