

CAPÍTULO IV

SARJETAS

IV.1. Definição

São canais, em geral de seção transversal triangular, situados nas laterais das ruas, entre o leito viário e os passeios para pedestres, destinados a coletar as águas de escoamento superficial e transportá-las até às bocas coletoras. Limitadas verticalmente pela guia do passeio, têm seu leito em concreto ou no mesmo material de revestimento da pista de rolamento (Fig.IV.1). Em vias públicas sem pavimentação é freqüente a utilização de paralelepípedos na confecção do leito das sarjetas, sendo neste caso, conhecidas como linhas d'água.

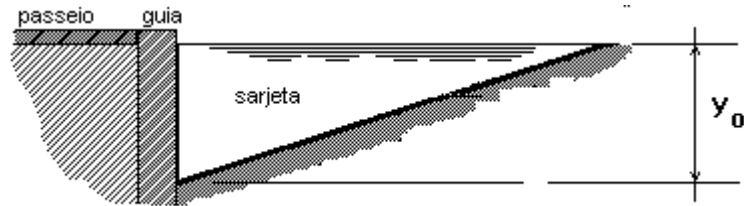


FIG. IV.1 - Sarjeta triangular

IV.2. Capacidade Teórica

Para o cálculo de sarjetas, projetistas brasileiros comumente utilizam a teoria de Manning, onde

$$v = R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot n^{-1}.$$

A partir desta consideração, o formulário que segue indica as equações para o cálculo da capacidade teórica de cada sarjeta, em função de sua seção típica.

IV.2.1. Sarjeta em Canal Triangular

Definindo como

y_0 - altura máxima de água na guia,

w_0 - largura máxima do espelho d'água,

z - ($= y_0 / w_0$) inverso da declividade transversal,

I - inclinação longitudinal da sarjeta (do greide da rua),

n - coeficiente de rugosidade de Manning,

Q - ($= v/A$) equação da continuidade,

R - raio hidráulico,

então, pela Figura IV.2: $dQ = v \cdot dA$,

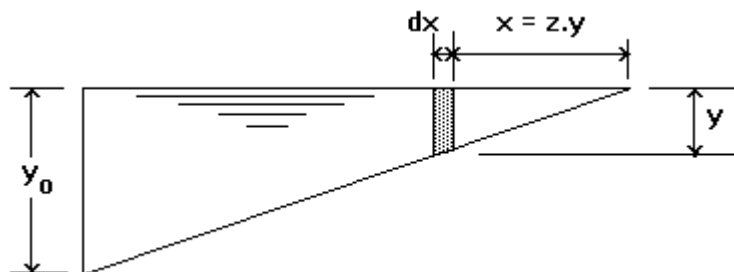


Figura IV.2 - Elementos da dedução da capacidade de uma sarjeta em canal triangular

onde,

$$R = y \cdot dx / dx = y,$$

$$dA = y \cdot dx,$$

$$v = R^{2/3} \cdot I^{1/2} / n = y^{2/3} \cdot I^{1/2} / n \text{ e } dx/dy = z \text{ ou } dx = z \cdot dy,$$

logo,

$$dQ = (y^{2/3} \cdot I^{1/2}/n) \cdot y \cdot dx$$

ou

$$dQ = (z \cdot y^{5/3} \cdot I^{1/2}/n) \cdot dy$$

Integrando a equação de dQ / dy para "y" variando de zero a y_0 , temos

$$Q_0 = \sqrt{I} \cdot \frac{z}{n} \cdot \int_0^{y_0} y^{5/3} \cdot dy$$

de onde

$$Q_0 = \sqrt{I} \cdot \frac{z}{n} \cdot \left[\frac{y^{1+\frac{5}{3}}}{1+\frac{5}{3}} \right]_0^{y_0}$$

resultando

$$Q_0 = 0,375 \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{z}{n} \cdot y_0^{\frac{8}{3}}$$

com Q_0 em m^3/s e y_0 em metros. Para Q_0 em l/s a equação toma a forma

$$Q_0 = 375 \cdot I^{1/2} \cdot (z/n) \cdot y_0^{8/3}$$

onde Q_0 é a vazão máxima teórica transportada por uma sarjeta com declividade longitudinal "I" e transversal "1/z".

IV.2.2. Sarjeta Parcialmente Cheia (Figura IV.3)

A vazão transportada Q ($< Q_0$) é calculada aplicando-se a fórmula anterior substituindo-se " y_0 " por " y " ($y < y_0$).

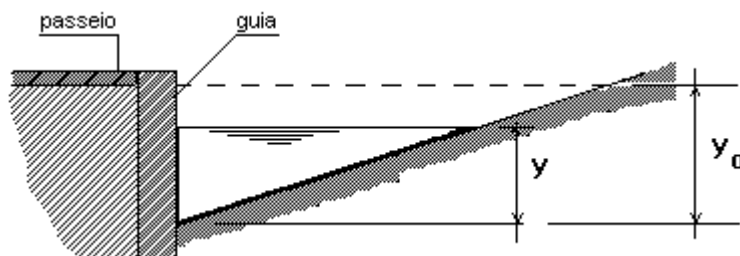


Figura IV.3 - Sarjeta parcialmente cheia

IV.2.3. Porção de Sarjeta (Figura IV.4)

Situação freqüente em ruas onde sobre a pista de rolamento, em geral paralelepípedos, é lançado um outro tipo de revestimento, normalmente asfáltico. Neste caso calcula-se o valor para sarjeta original e subtrai-se a parcela correspondente a ocupação da seção pelo novo pavimento, resultando:

$$Q_1 = Q_0 - Q', \text{ ou } Q_1 = 0,375 \cdot I^{1/2} \cdot (z/n) \cdot (y_0^{8/3} - y'^{8/3})$$

se o extremo do novo pavimento interceptar o espelho da sarjeta original.

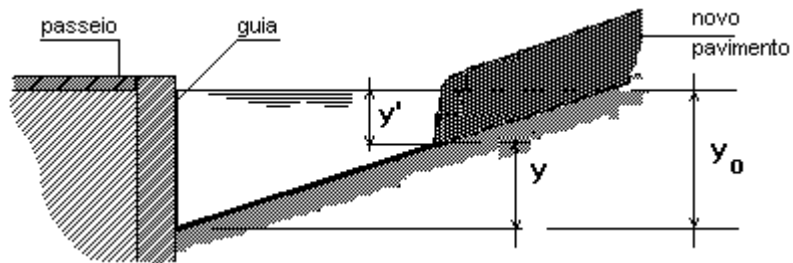


Figura IV.4 - Porção de sarjeta

IV.2.4. Sarjetas com Seção Composta (Figura IV.5)

Calcula-se como se fossem duas sarjetas independentes e da soma desse cálculo subtrai-se a vazão correspondente a que escoaria pela parte da seção que lhes é comum, ou seja,

$$Q = Q_a + Q_b - Q_{a \cap b}$$

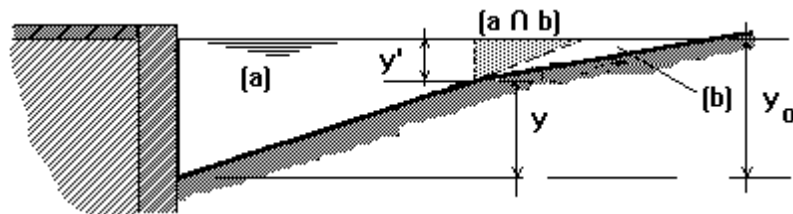


Figura IV.5 - Sarjetas com seção composta

IV.2.5. Nomograma de Izzard

É uma figura para o cálculo de sarjetas ou canais triangulares apresentada em 1946 na Publicação Proceedings Highway Research Board pelo Engº Izzard, do Bureau of Public Roads Washington. EE.UU. (Figura IV.6).

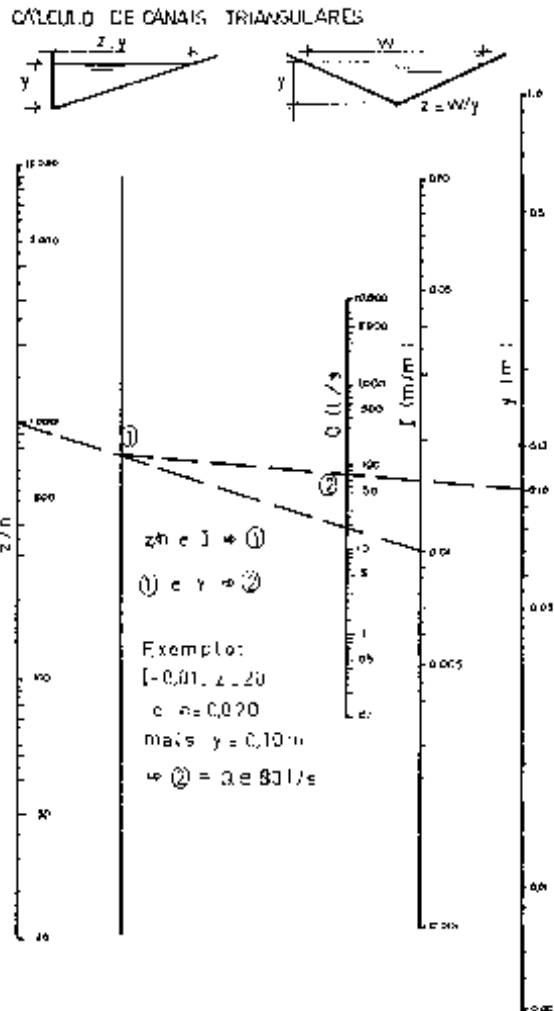


Figura IV.6 - Nomograma de Izzard para o cálculo de sarjetas ou canais triangulares

IV.3. Descarga Admissível

No dimensionamento das sarjetas deve-se considerar uma certa margem de segurança na sua capacidade, tendo em vista problemas funcionais que tanto podem reduzir seu poder de escoamento como provocar danos materiais com velocidades excessivas. Nas declividades inferiores é freqüente o fenômeno do assoreamento e obstruções parciais através de sedimentação de areia e recolhimento de pequenas pedras reduzindo, assim, a capacidade de escoamento. Nas declividades maiores a limitação da velocidade de escoamento torna-se um fator necessário para a devida proteção aos pedestres e ao próprio pavimento.

Essa margem de segurança é conseguida pelo emprego do "fator de redução F", o qual pode ser obtido pela leitura da Figura IV.7. Neste caso, quando se calcula a capacidade máxima de projeto a expressão deduzida em IV.2.1 assumo o seguinte aspecto:

$$Q_{adm} = F \cdot Q_o = F \cdot [0,375 \cdot I^{1/2} \cdot (z/n) \cdot y_o^{8/3}]$$

IV.4. Valores dos Coeficientes "n" de Manning para Sarjetas

Os valores de "n" são estimados em função de material e do acabamento superficial das sarjetas, como apresentado da Tabela IV.1.

Tabela IV.1. Coeficientes de Rugosidade de Manning

Superfície	" n "
- sarjeta em concreto com bom acabamento	0,012
- revestimento de asfalto	
a) textura lisa	0,013
b) textura áspera	0,016
- revestimento em argamassa de cimento	
a) acabamento com espalhadeira	0,014

b) acabamento manual alisado	0,016
c) acabamento manual áspero	0,020
-revestimento com paralelepípedos argamassados	0,020
-sarjetas com pequenas declividades longitudinais (até 2%) sujeitas a assoreamento "n" correspondente a superfície + 0,002 a 0,005	n

IV.5. Informes Gerais para Projetos

Além da recomendação de que as entradas de veículos devam ficar para dentro da guia, uma série de recomendações práticas devem ser observadas na definição dos perfis longitudinais e transversais das pistas de rolamento, para escoamento superficial e a sua condução e captação sejam facilitadas. A Tabela IV.2 expõe uma série de valores limites e usuais que devem ser observados quando da elaboração de projetos de vias públicas.

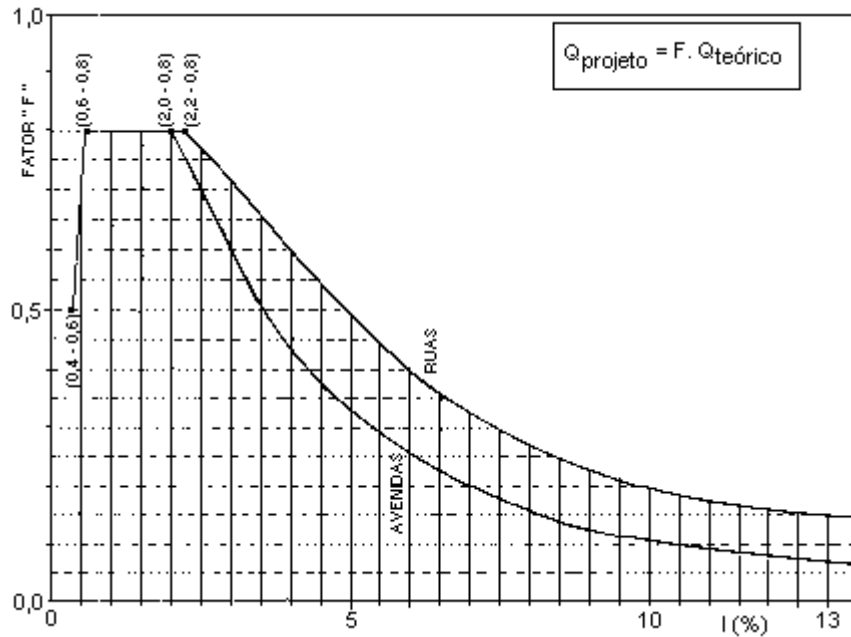


Figura IV.7 - Fator de redução F

Tabela IV.2. Valores para Projetos de Ruas e Avenidas

Dados Característicos	Usual	Máximo	Mínimo
- declividade longitudinal do pavimento	-	-	0,4%
- declividade transversal do pavimento	2,0%	2,5%	1,0%
- declividade transversal da sarjeta	5,0%	10,0%	2,0%
- coeficiente de Manning	0,016	0,025	0,012
- altura da guia	0,15m	0,20m	0,10m
- altura da água na guia	-	0,13m	-
- velocidade de escoamento na sarjeta	-	3,0m/s	0,75m/s
- largura da sarjeta			
a) sem estacionamento	0,60m	-	-
b) com estacionamento	0,90m	-	-

IV.6. Exemplos

1. Determinar a vazão máxima teórica na extremidade de jusante de uma sarjeta situada em uma área com as seguintes características: $A = 2,0$ ha, $i = 700/t^{2/3}$ c/ "i" em mm/h e "t" em min, $C = 0,40$ e $t_c = 30$ min. São dados da sarjeta: $I = 0,01$ m/m, $z = 16$ e $n = 0,016$.

Solução:

Sendo $Q = C.i.A$ para "i" em l/s.ha, a equação de "i" para estas unidades aparecerá multiplicada pelo fator 2,78 e assim $Q_0 = 0,40 \times (700 \times 2,78 / 36^{2/3}) \times 2,0 = 143$ l/s .

2. No exemplo anterior verificar a lâmina teórica de água junto a guia.

Solução:

$y_0 = \{143 / [375 \times (16/0,016) \times 0,01^{1/2}]\}^{3/8} = 0,12$ m, que por ser menor que 13cm é teoricamente aceitável !

3. No mesmo exemplo verificar a velocidade de escoamento.

Solução:

$v_o = Q/A$, onde $A = y_o \cdot w/2 = y_o \cdot (z \cdot y_o)/2$ onde $v_o = 0,143 / (0,122 \cdot 16/2) = 1,24$ m/s.

Como v_o é menor que 3,0 m/s, isto implica que quanto a velocidade não haverá teoricamente problemas!

4. Calcular a capacidade máxima admissível da sarjeta do problema 6.1.

Solução:

$$Q_{adm} = F \cdot Q_o = F \cdot 0,375 \cdot I^{1/2} \cdot z/n \cdot y_o^{8/3}$$

Sendo $y_o = 13$ cm, $I = 0,01$ m/m, $z = 16$ e $n = 0,016$ tem-se, pela Figura IV.7, $F = 0,80$, então

$$Q_{adm} = 0,80 \times [375 \times (16/0,016) \times 0,01^{1/2} \times 0,13^{8/3}] = 130 \text{ l/s.}$$

IV.7. Exercícios

1. Definir sarjeta triangular.

2. Deduzir a expressão derivada de Manning para cálculo da capacidade teórica de uma sarjeta triangular para guia vertical e para um sarjetão.

3. Explicar os motivos para utilização do coeficiente **F**.

4. Por que na Figura IV.7, uma curva para **ruas** e outra para **avenidas**?

5. Uma sarjeta com $z = 24$, $I = 2\%$ e $n = 0,016$ terá que capacidade máxima teórica? e de projeto?

6. Verificar a área máxima de projeto contribuinte para a sarjeta do problema anterior, se a equação de chuva é a mesma de Exemplo IV.6.1, para $C = 0,60$ e $t_c = 30$ min. Verificar também a lâmina de projeto.

7. Verificar se a sarjeta com as características a seguir comportaria uma contribuição proveniente de uma área de 2,0 ha. Comentar os resultados. São dados: $z = 12$, $I = 1,5\%$ e $n = 0,015$. Para a área são conhecidos $C = 0,70$, $t_c = 25$ min e a equação de chuva $i = 15/t^{2/3}$, sendo i - mm/min e t - min. Em caso afirmativo verificar a velocidade de projeto.

8. Deduzir, a partir de elementos infinitesimais, uma expressão para cálculo da capacidade teórica de sarjetas combinadas, em função das ordenadas máximas.

9. Calcular a capacidade máxima admissível na seção de jusante para a sarjeta cuja seção típica é apresentada na figura a seguir. São dados ainda: $z = 20$, $I = 0,02$ m/m, $y_o = 13$ cm, $y' = 5$ cm.

