

# Capítulo 166

## *Piping*

### 166.1 - Piping

*Piping* é um fenômeno de escoamento de água sob a barragem que se torna um problema, pois, as partículas são erodidas e a erosão aumenta e os vazios no solo começam a ficar cada vez maiores, formando um tubo (*piping*) de montante para jusante conforme Figura 161.26.

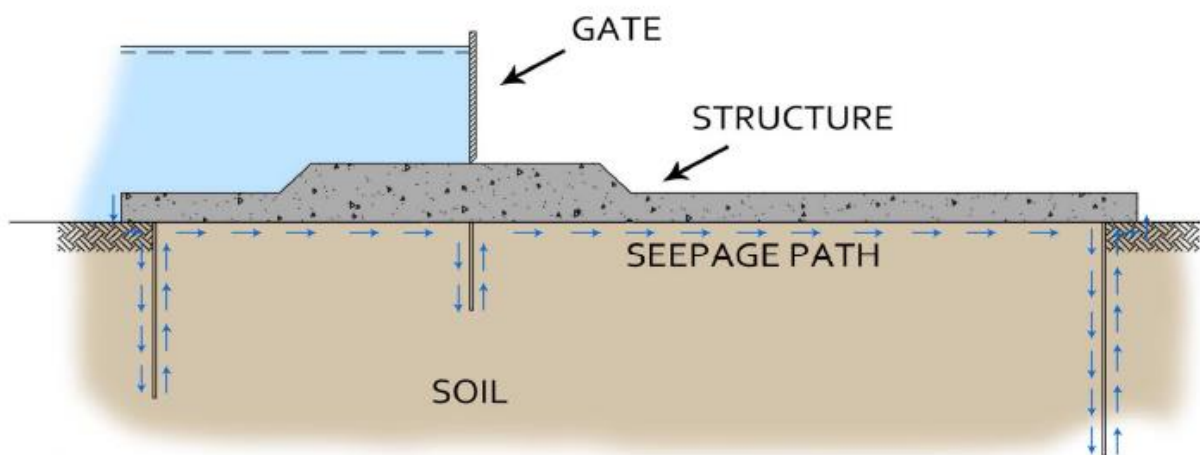


Figura 161.26- Esquema de piping

Em 1934, E. W. Lane publicou um estudo sobre o assunto recomendando o uso de *weighted-creep ratio*  $C_w$  para vários tipos de materiais, conforme Tabela 161.13.

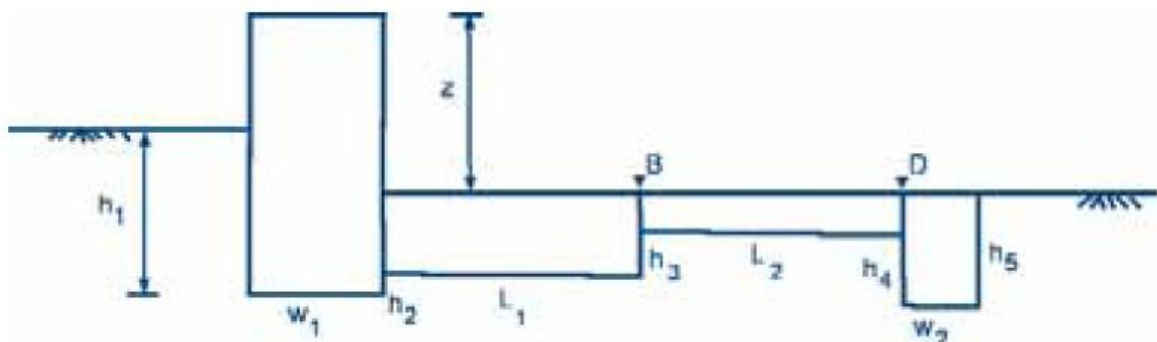


Figura 161.27- Esquema para dimensionar a laje de um canal em degrau, usando o método empírico de Lane (1934).

**Tabela 161.13 - Valores de *weighted creep ratio* ( $L_w/Z$ ) para diversos materiais, conforme método empírico de Lane (1934).**

<b>Material</b>	<b>Safe Weighted Creep Ratio (Lane 1934)</b>
Very Fine Silt or Sand	8.5
Fine Sand	7
Medium Sand	6
Coarse Sand	5
Fine Gravel	4
Medium Gravel	3.5
Gravel and Sand	No value
Coarse Gravel, Including Cobbles	3
Boulders with Some Cobbles and Gravel	2.5
Boulders, Gravel, and Sand	No value
Soft Clay	3
Medium Clay	2
Hard Clay	1.8
Very Hard Clay, or Hardpan	1.6

Uma maneira prática é através do uso da Figura 161.27.

Vamos fazer duas coisas. A primeira é verificar se pode ou não haver *piping* e a segunda é dimensionar as espessuras da laje para não haver levantamento devido às forças freáticas (*uplift*).

### **Para verificar se haverá ou não *piping***

Definimos  $L_w$

$$L_w = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + (1/3) (W_1 + L_1 + L_2 + W_2)$$

**Tendo-se o valor  $L_w$  fazemos o *weighted ratio*:**

$L_w/Z$

**Sendo:**

**$Z$  = altura do degrau (m)**

Verificamos o tipo de solo do fundo do córrego ou rio e vamos à Tabela 161.13.

Se o valor  $Lw/Z >$  valor achado, está tudo bem, isto é, não teremos *piping*. Caso contrário, teremos *piping* e para isto devemos mudar algumas dimensões e uma delas é o *cut-off* no fim da laje e que aparece como  $h_5$ .

**Para dimensionar a espessura da laje**

A espessura da laje (t) é:

$t = \text{pressão freática} \times (\text{peso específico da água} / \text{peso específico de concreto ciclópico submerso})$

A pressão freática  $P_b$  em um ponto B da Figura 161.27 é calculada assim:

$$P_b = Z - [ h_1+h_2+h_3+ (1/3) (W_1+ L_1)]/ Lw$$

**Exemplo 74.5**

Verificar no exemplo da Tabela 161.13 se haverá *piping* e achar as espessuras das lajes.

Primeiramente, observar que  $h_1 = 2,00m$ , pois, há 1m de gabião que fica enterrado.

A largura do gabião caixa é  $W_1 = 1,00m$

A altura  $Z$  é o degrau e a altura  $h_1$ , no caso de um canal com degrau, é a altura total do degrau com a parte enterrada que é 2,00m.

**Tabela 161.14- Cálculos para ver se há *piping* e espessura das lajes**

Problema1) Verificar se, a estrutura é segura contra "piping" ?	
Altura do degrau incluindo fundação a montante (m) = $h_1 =$	1,00
Altura do degrau incluindo fundação a jusante (m) = $h_2 =$	0,70
Espessura da laje junto ao degrau (m) = $h_3 =$	0,00
Espessura da laje junto no final (m) = $h_4 =$	0,20
Espessura do cut-off (m) = $h_5 =$	1,00
Largura do degrau (m) = $W_1 =$	1,00
Largura do cut-off (m) = $W_2 =$	1,00
Comprimento da primeira laje junto ao degrau (m)= $L_1=$	8,15
Comprimento da segunda laje junto ao degrau (m)= $L_2=$	4,16
Altura do degrau (m) = $Z =$	<b>1,26</b>
Cálculos	
$Lw$ (m) =	<b>7,67</b>

Lw/Z =	<b>6,09</b>
Tabela do material argila - weihthed creep ratio	<b>2,00</b>
Verificação se haverá ou não piping LW/Z > weihthed creep ratio	<b>Tubo bem</b>
Problema 2) Calcular a espessura da duas lajes do degrau	
Altura do degrau incluindo fundação a montante (m) = h1 =	1,00
Altura do degrau incluindo fundação a jusante (m) = h2 =	0,70
Espessura da laje junto ao degrau (m) = h3 =	0,00
Espessura da laje junto no final (m)= h4 =	0,20
Espessura do cut-off (m)= h5=	1,00
Largura do degrau (m)= W1=	1,00
Largura do cut-off (m) =W2=	1,00
Comprimento da primeira laje junto ao degrau (m)=L1=	8,15
Comprimento da segunda laje junto ao degrau (m)=L2=	4,16
Altura do degrau (m)= Z=	<b>1,26</b>
Cálculos	
Lw (m)=	<b>7,67</b>
<b>Ponto B</b>	
Pressão hidrostática (m) Pb=	<b>0,64</b>
Espessura no ponto B (m)=	0,46
<b>Ponto D</b>	
Lw ponto D=	<b>6,34</b>
Pressão hidrostática (m) Pb=	<b>0,43</b>
Espessura no ponto D (m)=	0,31

No ponto B, achamos espessura de 0,46m que poderá ser feito em colchão Reno com 0,50m e depois jogado concreto sob o mesmo como é de praxe em fundos de rios e córregos. Na parte da espessura no ponto D, de 0,31m, usamos colchão Reno com 0,30m. Não esquecer que  $h_5 = 1,00\text{m}$  que é o gabião caixa que fica ancorado fazendo um *cut-off*.