



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0121/03/A/02

**LOTE:**

1268

**AUTOR:**

CONSÓRCIO SCET COOP ;SIRAC ;CONESPLAN ;DNOCS

**TÍTULO:**

PROJETO DE IRRIGAÇÃO AÇUDE PÚBLICO AIRES DE SOUZA

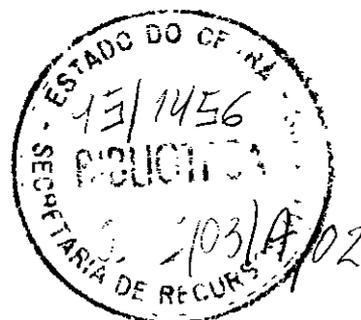
**SUBTÍTULO:**

TOMO III REDE DE IRRIGAÇÃO A2 NOTA DE CÁLCULO

Lote: 01268 - Prep  Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 125103/A102  
Volume 1  
Qtd. A4 \_\_\_\_\_ Qtd. A3 \_\_\_\_\_  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd. A1 \_\_\_\_\_  
Qtd. A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

02

**III a2 nota de cálculos**



000003

REPÚBLICA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DO INTERIOR  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS  
D N O C S

AÇUDE PÚBLICO DE AIRES DE SOUZA

PROJETO DE IRRIGAÇÃO

TOMO III - REDE DE IRRIGAÇÃO

A2 - NOTA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO SCET-COOP / SIRAC / CONESPLAN

Fortaleza - Ceará

Setembro / 72

00004

## S U M Á R I O

### A - R E D E S E C U N D Á R I A

	página
1 - CÁLCULO DAS VAZÕES .....	01
2 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	15
2.1 - Perdas de carga nos canais .....	15
2.2 - Perdas de carga nos sifões .....	15
2.3 - Cálculos dos tanques de dissipação de energia .....	16
2.4 - Cálculo dos partidores .....	16
2.5 - Cálculo das descargas de segurança .....	19
2.6 - Metodologia de cálculo dos canais .....	20
3 - QUADROS DE CÁLCULO HIDRÁULICO .....	25
3.1 - Cálculo dos canais .....	26
3.2 - Cálculo dos sifões especiais .....	53
3.3 - Cálculo das bacias de dissipação .....	55
3.4 - Cálculo dos partidores .....	57
3.5 - Cálculo das descargas de segurança .....	63

### B - R E D E P R I N C I P A L

1 - CÁLCULO DAS VAZÕES .....	70
2 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....	70
2.1 - Cálculo das perdas de carga nos canais .....	70
2.2 - Cálculo das pontes-canais .....	75
2.3 - Cálculo dos vertedouros .....	76
2.4 - Cálculo das tomadas principais .....	77
2.5 - Cálculo das descargas de segurança .....	80
2.6 - Metodologia de cálculo dos canais .....	81
2.7 - Apresentação dos cálculos .....	82
3 - QUADROS DE CÁLCULO HIDRÁULICO .....	

	página
3.1 - Cálculo do canal P1 .....	85
3.2 - Cálculo do canal P2 .....	101
3.3 - Cálculo do canal P3 .....	109
3.4 - Cálculo do canal A1 P3 .....	114
3.5 - Cálculo das tomadas principais .....	116

### C - CÁLCULO DE ESTABILIDADE DAS OBRAS

1 - CÁLCULO DOS CANAIS SECUNDÁRIOS .....	123
2 - CÁLCULO DOS SIFÕES .....	125
2.1 - Cálculo das cargas .....	125
2.2 - Cálculo dos momentos .....	126
3 - CÁLCULO DA LAJE DOS PONTILHÕES SOBRE CANAIS PRINCIPAIS .....	128

A - REDE SECUNDÁRIA

## A - R E D E    S E C U N D Á R I A

=====

### 1 - CÁLCULO DAS VAZÕES

A vazão de um canal secundário é igual à soma dos módulos de irrigação de todas as quadras hidráulicas servidas por esse canal. Os cálculos das vazões dos canais serão apresentados nos quadros seguintes, em que estão indicados :

- o número das explorações que compõem a quadra
- o número da quadra
- a vazão teórica de cada exploração
- a vazão teórica da quadra
- o módulo de irrigação
- o número do canal secundário que serve às quadras
- a designação das tomadas parcelares e principais
- a vazão dos canais.

P O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	PONTOS	VAZÃO DO C A N A L	
		UNITÁRIA	T O T A L					
2 A <sub>4</sub>	1	4,31	4,31	10,00	S14	142 141 T14	10,00	
7 A <sub>4</sub>	2	4,31	4,31	10,00	S13	131 T13	10,00	
A <sub>2</sub>	3	4,85	35,03	35,00	S47-1	473-1 473	35,00	
A <sub>2</sub>		4,85			S47	476		
A <sub>2</sub>		4,85				473		
5 A <sub>4</sub>		4,31				129-1		
I		7,55						
2 A <sub>4</sub>	4	4,31	33,41	35,00	S12	125	70,00	
1 A <sub>4</sub>		4,31				126		
0 A <sub>4</sub>		4,31				124		
I		7,55						
0 A <sub>4</sub>		4,31				123		
1 A <sub>4</sub>		4,31				S12 3		35,00
3 A <sub>4</sub>		4,31						123-4
2 A <sub>4</sub>		4,31						122-5
4 A <sub>4</sub>		4,31				S12 2		25,00
5 A <sub>4</sub>		4,31						122
5 A <sub>4</sub>	5	4,31	25,86	25,00		121	95,00	
5 A <sub>4</sub>		4,31				112		

SETOR 4

2 DO O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	PONTOS	VAZÃO DO C A N A L
		UNITÁRIA	T O T A L				
A <sub>4</sub>		4,31	35,58	35,00	S118	118-2	35,00
A <sub>4</sub>		4,31					
I		7,55					
I		7,55	35,58	35,00	S11	118-1	35,00
I		7,55					
A <sub>4</sub>		4,31					
I		7,55	35,58	35,00	S117	117	35,00
I		7,55					
A <sub>4</sub>		4,31					
A <sub>4</sub>		4,31	29,10	30,00	S11	117-2	70,00
A <sub>4</sub>		4,31					
A <sub>4</sub>		4,31					
A <sub>4</sub>		4,31	29,10	30,00	S11	115	100,00
A <sub>4</sub>		4,31					
A <sub>4</sub>		4,31					
A <sub>4</sub>		4,31	29,10	30,00	S111	114	100,00
A <sub>4</sub>		4,31					
I		7,55					
I		7,55	29,10	30,00	S11	111	30,00
A <sub>4</sub>		4,31					
I		7,55					
I		7,55	29,10	30,00	S11	111-2	100,00
A <sub>4</sub>		4,31					
I		7,55					
I		7,55	29,10	30,00	S11	111	100,00
A <sub>4</sub>		4,31					
I		7,55					
I		7,55	29,10	30,00	S11	T11	100,00
A <sub>4</sub>		4,31					
I		7,55					

DO O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	PONTOS	VAZÃO DO C A N A L
		UNITÁRIA	T O T A L				
A <sub>1</sub>	1	6,11	6,11	10,00	S210	210-1 T210	10,00
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	2	4,85 4,85	9,70	10,00	S28 S29	281 T28 292 T29	10,00 10,00
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	3	6,11 6,11 4,85 4,85 4,85	26,77	25,00	S27	275    T27	25,00
A <sub>1</sub>	4	6,11	6,11	10,00	S26	261 T26	10,00
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	5	6,11 6,11 6,11 6,11 6,11 6,11	36,66	35,00	S25	256     T25	35,00
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	6	6,11 6,11 6,11 6,11 6,11	30,55	30,00	S24	246    242	30,00
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	7	6,11 6,11	12,22	15,00	S24	244 T24	45,00



L O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	PONTOS	VAZÃO DO C A N A L
		UNITÁRIA	T O T A L				
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	1	4,85 4,85 4,85 4,85	19,40	20,00	S39	394  T39	20,00
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	2	4,85 4,85 4,85 4,85 4,85 4,85	29,10	30,00	S38	387  T38	30,00
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	3	4,85 4,85 4,85	14,55	15,00	S37	375  T37	15,00
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	4	4,85 4,85 4,85 4,85	19,40	20,00	S34	345  T34	20,00
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	5	4,85 4,85 4,85	14,55	15,00	S35	352  T35	15,00
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	6	4,85 4,85	9,70	10,00	S36	362  T36	10,00



L O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	PONTOS	VAZÃO DO C A N A L
		UNITÁRIA	T O T A L				
2 2 2 A4 A4 A4 S T U R I	1	4,85	35,03	35,00	S47-1	473-1	35,00
		4,85				473	
		4,85				476	
		4,35				473	
		7,55				129-1	
		4,35				125	
		4,35				126	
A2 A2 2 2 2 2 2 2 2 2	2	4,85	19,40	20,00	S46	468	20,00
		4,85				465	
		4,85				464	
		4,85				461	
		4,85				T46	
	3	4,85	19,40	20,00	S46	464	40,00
		4,85				461	
		4,85				461	
		4,85				461	
		4,85				461	
3A2 3A2	4	4,85	9,70	10,00	S45	452	10,00
		4,85				451	
		4,85				T45	
2	5	4,85	4,85	10,00	S44	441	10,00
		4,85				T44	
1A2 2 2A2		4,85	14,55	15,00	S43	434	15,00
		4,85				431	
		4,85				T43	



L DO O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	P O N T O S	VAZÃO DO C A N A L
		UNITÁRIA	T O T A L				
A <sub>5</sub> A <sub>5</sub> A <sub>5</sub>	1	5,75 5,75 5,75	17,25	20,00	S511	511-3 T511	20,00
A <sub>5</sub>	2	5,75	5,75	10,00	S510	510-2 T510	10,00
A <sub>5</sub> A <sub>5</sub>	3	5,75 5,75	11,50	10,00	S59	592 T59	10,00
A <sub>5</sub>	4	5,75	5,75	10,00	S58	581 T58	10,00
A <sub>5</sub>	5	5,75	5,75	10,00	S57	571 T57	10,00
A <sub>5</sub> (parte)	6	2,85	2,85	10,00	S56	563 T56	10,00
A <sub>5</sub> (parte) A <sub>5</sub> A <sub>5</sub> A <sub>5</sub> A <sub>5</sub>	7	2,85 5,75 5,75 5,75 5,75	25,90	30,00	S55	556 T55	30,00
A <sub>5</sub> A <sub>5</sub> A <sub>5</sub> A <sub>5</sub> A <sub>5</sub>	8	5,75 5,75 5,75 5,75 5,75	28,75	30,00	S54	546 T54	30,00



DO O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	PONTOS	VAZÃO DO C A N A L	
		UNITÁRIA	T O T A L					
A <sub>3</sub>	1	6,47	32,35	35,00	S67	679 e	35,00	
A <sub>3</sub>		6,47				679-1		
A <sub>3</sub>		6,47						
A <sub>3</sub>		6,47						
A <sub>3</sub>		6,47						
A <sub>3</sub>	2	6,47	32,35	35,00	S67	679-2	70,00	
A <sub>3</sub>		6,47				S67-9		679-1
A <sub>3</sub>		6,47						679
A <sub>3</sub>		6,47						675
A <sub>3</sub>		6,47						671
A <sub>3</sub>	3	6,47	25,88	25,00	S67	676	95,00	
A <sub>3</sub>		6,47				S67-6		675
A <sub>3</sub>		6,47						673
A <sub>3</sub>		6,47				S67-3		673-4
A <sub>3</sub>		6,47						673
A <sub>3</sub>	4	6,47	19,41	20,00	S66	661-1	20,00	
A <sub>3</sub>		6,47				S66-1		661
A <sub>3</sub>		6,47						664
A <sub>3</sub>						T66	20,00	

C O T E	Nº DA QUADRA HIDRÁULICA	VAZÃO TEÓRICA		MÓDULO DE IRRIGAÇÃO	Nº DO C A N A L	P O N T O S	VAZÃO DO C A N A L
		UNITÁRIA	T O T A L				
1A3	5	6,47	19,41	20,00	S65-3	653-1 653	20,00
2A3		6,47			654 653	20,00	
3A3		6,47			T65		
1A3 2A3 3A3 4A3	6	6,47	25,88	25,00	S64	644	25,00
5A3		6,47					
6A3		6,47					
7A3		6,47				T64	
1A3 2A3 3A3 4A3 5A3	7	6,47	32,35	35,00	S63	637	35,00
6A3		6,47					
7A3		6,47					
8A3		6,47					
9A3		6,47				T63	
1A3 2A3 3A3 4A3	3	6,47	25,88	25,00	S62	622	25,00
5A3		6,47					
6A3		6,47					
7A3		6,47				T62	
1A3 2A3 3A3	9	6,47	19,41	20,00	S61-7	617-1 617	20,00
4A3		6,47			618	20,00	
5A3		6,47			S61 614		



## 2 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

### 2.1 - Perdas de carga nos canais

Utilizamos a fórmula de Manning e Strickler, tomando  $K = 70$

$$Q = KSR^{2/3} I^{1/2}$$

Para os trechos em regime variável calculamos a altura do remanso pela fórmula seguinte :

$$Z = \frac{(2Z_0 - IL)^2}{4 Z_0} \quad (\text{ver ábaco nº 1})$$

onde :  $Z$  = altura do remanso em um ponto situado à distância  $L$  da seção de controle

$I$  = declividade do canal

$Z_0$  = altura do remanso na seção de controle

### 2.2 - Perda de carga nos sifões

A perda de carga total nos sifões é a soma das perdas de cargas lineares na tubulação e das perdas de carga singulares nas concordâncias devidas a uma contração brusca na entrada e ao enlarguemento brusco na saída.

Então, temos :

$$h = \frac{1,5 V^2}{2g} + JL$$

onde :  $h$  = perda de carga total

$V$  = velocidade da água na tubulação

$J$  = perda de carga por metro de tubulação

$L$  = comprimento de tubulação

Determinamos os diâmetros das tubulações em função das vazões, de modo que a velocidade  $V$  seja da ordem de 0,50 m/s. Para um comprimento

to médio de 8 m e uma perda de carga unitária  $J = 1,5 \%$  obtém-se :

$$h = 1,5 \frac{0,5^2}{2g} + 8 \times 0,0015 = 0,03 \text{ m}$$

Utilizamos este valor de h em todos os casos correntes.

Nos outros casos, efetuamos um cálculo particular (ver quadro).

### 2.3 - Cálculos dos tanques de dissipação de energia

#### 2.3.1 - Quedas

O volume do tanque de dissipação será tal que esse tanque dissipe uma energia de  $2 \text{ Cv/m}^3$ , ou seja,

$$V = \frac{Q \times H}{2 \times 75}, \text{ com :}$$

V = volume expresso em  $\text{m}^3$

Q = vazão expressa em l/seg

H = altura de queda = desnível dos planos d'água

Geralmente, em nossas obras, as alturas de água são pouco diferentes ou iguais na montante e na jusante. H representa, portanto, a diferença de nível entre os fundos dos canais.

Na prática, padronizamos as dimensões dos tanques :

- comprimento =  $1,5 H$  (mínimo: 0,50 m)
- profundidade abaixo do canal de jusante = 0,20 m
- largura l = largura do canal na montante + 0,10 m

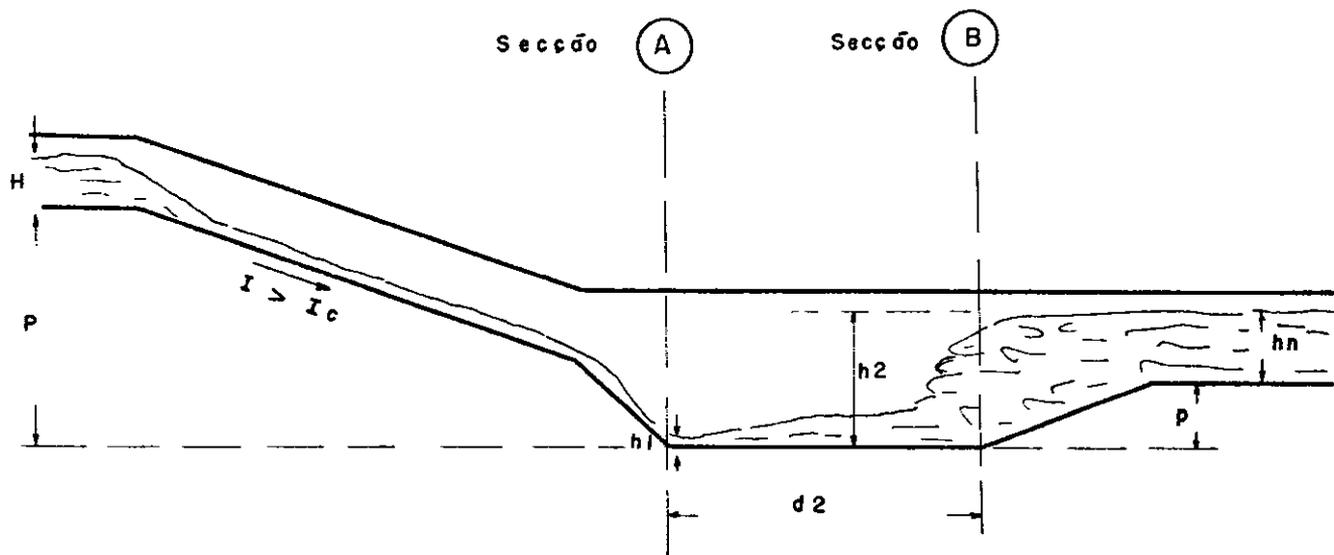
O volume de água contido nesse tanque é :

$$v = 1,5H \times (h_n + 0,20) \times l$$

Em todos os casos,  $v$  deve ser mais ou menos igual a  $V$ .

### 2.3.2 - Canais de declividade acentuada ( $I > I_c$ )

Na jusante de um canal de regime torrencial, previmos um tanque, no qual se formará o ressalto.



A velocidade na secção A é sensivelmente igual a :

$$v = \sqrt{2g (P + H)} \quad (1)$$

Se  $V$  é a vazão e  $l$  a largura do canal, a vazão por metro será igual a :

$$q = \frac{V}{l}$$

A secção por metro de largura sendo  $h_1$ , pode-se escrever a relação :

$$h_1 = \frac{q}{v} = \frac{q}{\sqrt{2g (P + H)}}$$

Conhecendo  $h_1$ , determinamos  $h_2$  pela relação :

$$h_1 h_2 \frac{h_1 + h_2}{2} = h_c^3 = \frac{q^2}{g}$$

A profundidade do tanque p em relação ao fundo do canal de jusante será :

$$p = 1,15 h_2 - h_n$$

O comprimento  $d_2$  será igual ao comprimento do ressalto e aproximadamente igual a cinco vezes sua altura :

$$d_2 = 5 (h_2 - h_1)$$

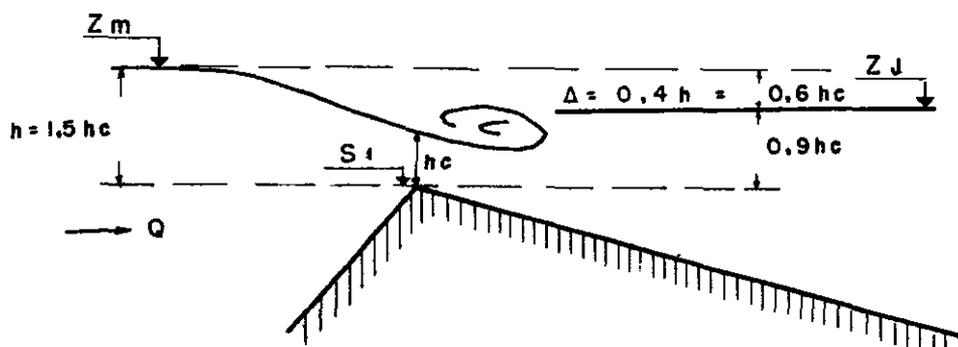
#### 2.4 - Cálculo dos partidores

Para dividir as vazões nos canais secundários, adotamos partidores com soleiras triangulares assimétricas:

- inclinação de montante: 1 de base para 1 de altura
- inclinação de jusante : 5 de base para 1 de altura

A largura da soleira é igual à do canal de montante.

A cota do vertice da soleira é calculada de tal modo que a lâmina seja desafogada, para criar a rutura hidráulica necessária à divisão correta das vazões.



000525

Admitimos que o vertedouro é desafogado quando a diferença entre os planos d'água de montante e de jusante é superior a 0,4 h (ver croquis).

Adotaremos para valor do coeficiente de vazão  $m = 0,385$ , tal que  $h = 1,5 hc$ .

A calagem da soleira e do plano d'água de montante se efetua da maneira seguinte :

Dados: nível d'água a jusante	$Z_j$
Vazão	$Q$
Largura da soleira	$l$

Calcula-se:

$$hc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad \text{onde } q = \frac{Q}{l}$$

$$\Delta = 0,4 h = 0,4 \times 1,5 hc = 0,6 hc$$

$$S_1 = Z_j - 0,9 hc$$

$$Z = Z_j + 0,6 hc$$

## 2.5 - Cálculo das descargas de segurança

As descargas de segurança colocadas nos canais secundários são constituídas por vertedouros laterais de bordos arredondados, funcionando sob uma carga de 4 cm. Pode-se calcular os vertedouros (desafogados) tomando-se para coeficiente de vazão  $m = 0,36$ .

Por metro linear de vertedouro, a vazão é :

$$q = 4,429 \times 0,36 \times 0,04^{3/2} = 12,5 \text{ l/s}$$

Se  $Q$  é a vazão excedente a evacuar, somente uma parte  $Q_1$  de vazão se escoará na descarga e a outra parte  $Q_2$  continuará no canal a jusante

A fim de reduzir o valor de Q2, coloca-se um limitador de vazão tipo Neyrpic , imediatamente a jusante da descarga de segurança.

## 2.6 - Metodologia de cálculo dos canais

### 2.6.1 - Canais transportando um só módulo

A partir das plantas gerais em 1:2.000, determinamos as cotas do plano d'água mínimo necessário à irrigação dos lotes, em cada tomada (30 cm acima do ponto alto dos lotes).

Estas cotas, majoradas das perdas de carga nos sifões (acumuladas de montante para jusante) foram materializadas por pontos, nos perfis longitudinais.

Em seguida, procura-se traçar uma linha provisória passando o mais próximo possível destes pontos, sem que nenhum deles fique acima desta linha.

Determina-se, assim, a declividade da linha d'água que nos permite, conhecendo-se a vazão, escolher o tipo de canal. Utilizamos o ábaco nº 2 que dá a relação entre a vazão, a declividade e o tipo de canal.

Se o ponto correspondente à vazão e à declividade não cai sobre uma reta representando um tipo de canal, corrigir-se-á a declividade para fazer o ponto coincidir com o tipo de canal mais próximo.

Se a declividade assim determinada conduzir a calar o fundo do canal a uma altura muito grande, relativamente ao terreno natural, podemos criar quedas ou dividir o canal em dois trechos com declividades e tipos diferentes.

000.7

Uma vez definitivamente fixada a declividade do canal, foram calculadas, partindo de jusante, as cotas dos planos d'água a jusante e a montante de cada obra (levando-se em conta as perdas de carga nos sifões)

As cotas do fundo foram obtidas, diminuindo a altura normal das cotas dos planos d'água.

### 2.6.2 - Canais transportando vários módulos

Vimos que estes canais são equipados de tomadas com partidores para alimentação dos lotes. Dividimos os canais em trechos limitados pelas tomadas terminais das quadras sucessivas, podendo certos trechos ser limitados a montante por uma tomada principal.

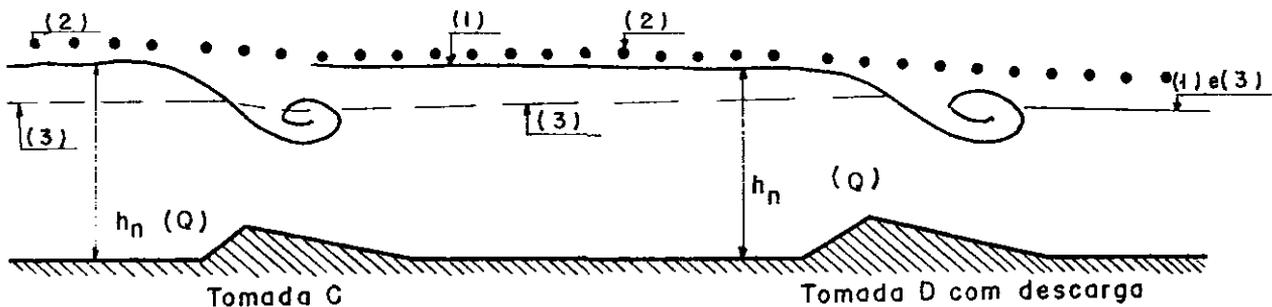
A vazão máxima  $Q$  de um trecho será igual à vazão do trecho de jusante  $Q_2$ , aumentada de um módulo  $Q_1$ . Consideramos agora os trechos de mesmas características hidráulicas limitados por tomadas intermediárias. Estes trechos transportam seja a vazão  $Q_2$ , seja a vazão  $Q$ , caso o módulo seja derivado ou não a montante; deve-se entretanto distinguir o primeiro trecho situado a montante de cada trecho que transporta sempre a vazão  $Q$ .

Antes de emprendermos os cálculos de um trecho, devemos escolher o tipo do canal em função da vazão necessária  $Q$  como anteriormente (2.6.1) mas levando em conta as perdas de carga nos partidores, atribuindo-lhes um valor aproximado.

Estando fixado o tipo de canal, calcula-se os seguintes parâmetros, relativos as vazões  $Q$  e  $Q_2$ .

- altura normal :  $h_n (Q)$  e  $h_n (Q_2)$
- vazão por metro linear :  $q$  e  $q_2$
- altura crítica :  $h_c (q)$  e  $h_c (q_2)$

Faremos o cálculo de um primeiro trecho de jusante, CD. Distinguiremos tres casos :



1º caso : Irriga-se o lote D (vazão Q à montante, Q2 à jusante). O plano da água a jusante é imposto pelo cálculo do limitador de vazão da descarga de segurança, para a vazão Q2.

O plano d'água a montante e a cota da soleira são determinados para a vazão Q (ver cálculo dos partidores). A cota do fundo a montante se obtém, diminuindo-se a altura normal  $h_n(Q)$  do nível piezométrico a montante. O regime uniforme se estabelece no trecho CD (linha d'água 1).

2º caso : (hipótese 1 dos quadros de cálculo; vazão: Q a montante e a jusante). O módulo Q1 não é derivado para a quadra considerada. A vazão Q se escoou sobre a soleira. Em D a descarga funciona. O plano d'água a jusante será 4 cm mais alto (ver cálculo das descargas de segurança).

Nessas condições, a soleira deixa de funcionar com lâmina livre, passando a lâmina afogada.

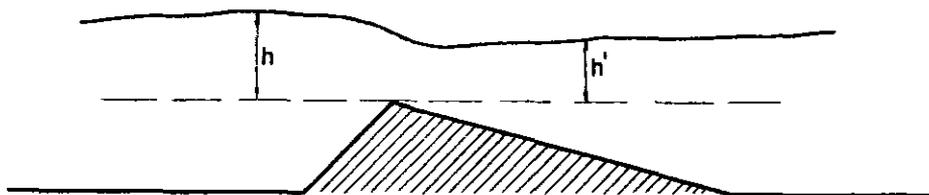
O valor de h é dado pela fórmula seguinte :

$$q = \frac{Q}{1} = K \cdot m \cdot h \sqrt{2gh} \quad \text{para } m = 0,385$$

tem-se :

$$h^{3/2} = \frac{q}{1,705} \times \frac{1}{K} \quad \text{sendo } K = \text{função de } \left(1 - \frac{h'}{h}\right)$$

000009



Para determinar  $h$  utiliza-se o ábaco nº 3. O nível d'água de montante deduz-se do de jusante, acrescentando-se  $(h - h')$ .

A altura da água é superior à altura normal. O escoamento no trecho CD é feito em regime variável (linha d'água 2). Determina-se a influência de remanso em C utilizando-se o ábaco nº 2.

3º caso : (hipótese 2 dos quadros de cálculo: vazão  $Q_2$  a montante e a jusante).

O módulo é derivado a montante, em C por exemplo. A vazão  $Q_2$  escoava sobre a soleira D com lâmina afogada. Como precedentemente, determina-se o nível d'água a montante. Se a altura a montante é superior à altura normal a  $Q_2$ , calcula-se a influência do remanso em C (linha d'água 3).

O plano da água assim determinado a jusante de C, servirá de base ao cálculo do partidor C.

No caso em que o plano d'água seja inferior ao necessário à irrigação da parcela C, cala-se a soleira utilizando-se o nível imposto pela tomada. O canal apresentará uma mudança de cota do fundo, neste ponto.

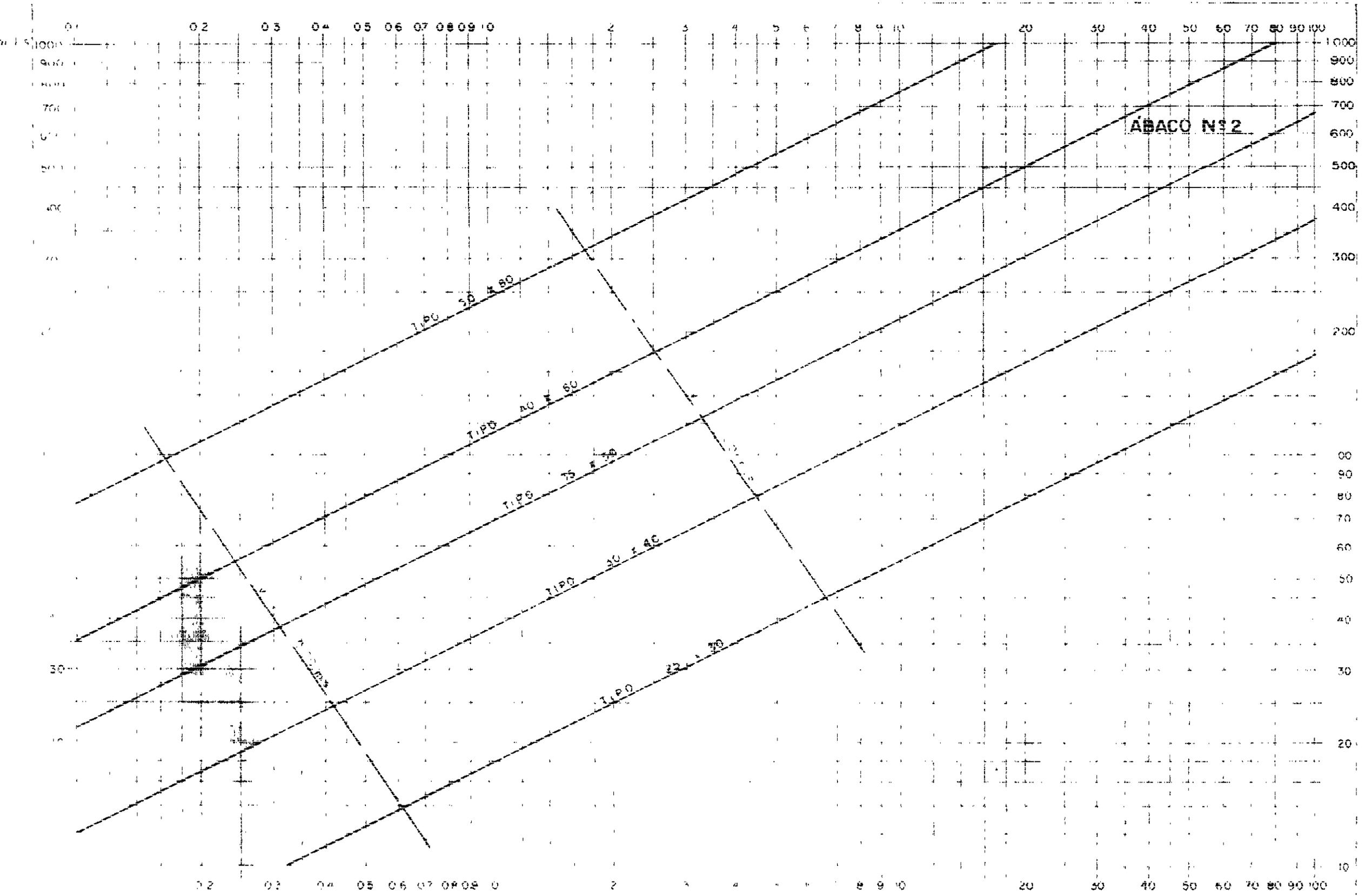
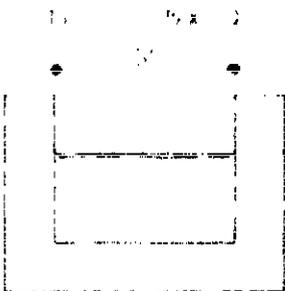
Em resumo :

- os cálculos efetuados no primeiro caso permitem calar as cotas da soleira e do fundo do canal (ver cálculo dos partidores).
- os resultados dos cálculos feitos no segundo caso permitem verificar que a revanche do canal é suficiente para o plano d'água máximo.
- a linha d'água calculada no 3º caso, impõe o nível de jusante a utilizar para a calagem da soleira seguinte. Para calar a descarga de segurança do trecho de montante utiliza-se a linha d'água (2).



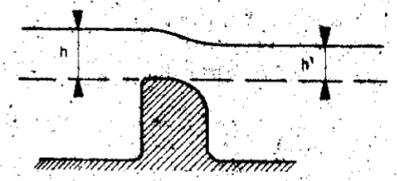
# CANAIS SECUNDÁRIOS CARACTERÍSTICAS HIDRAÚICAS

## K = 70

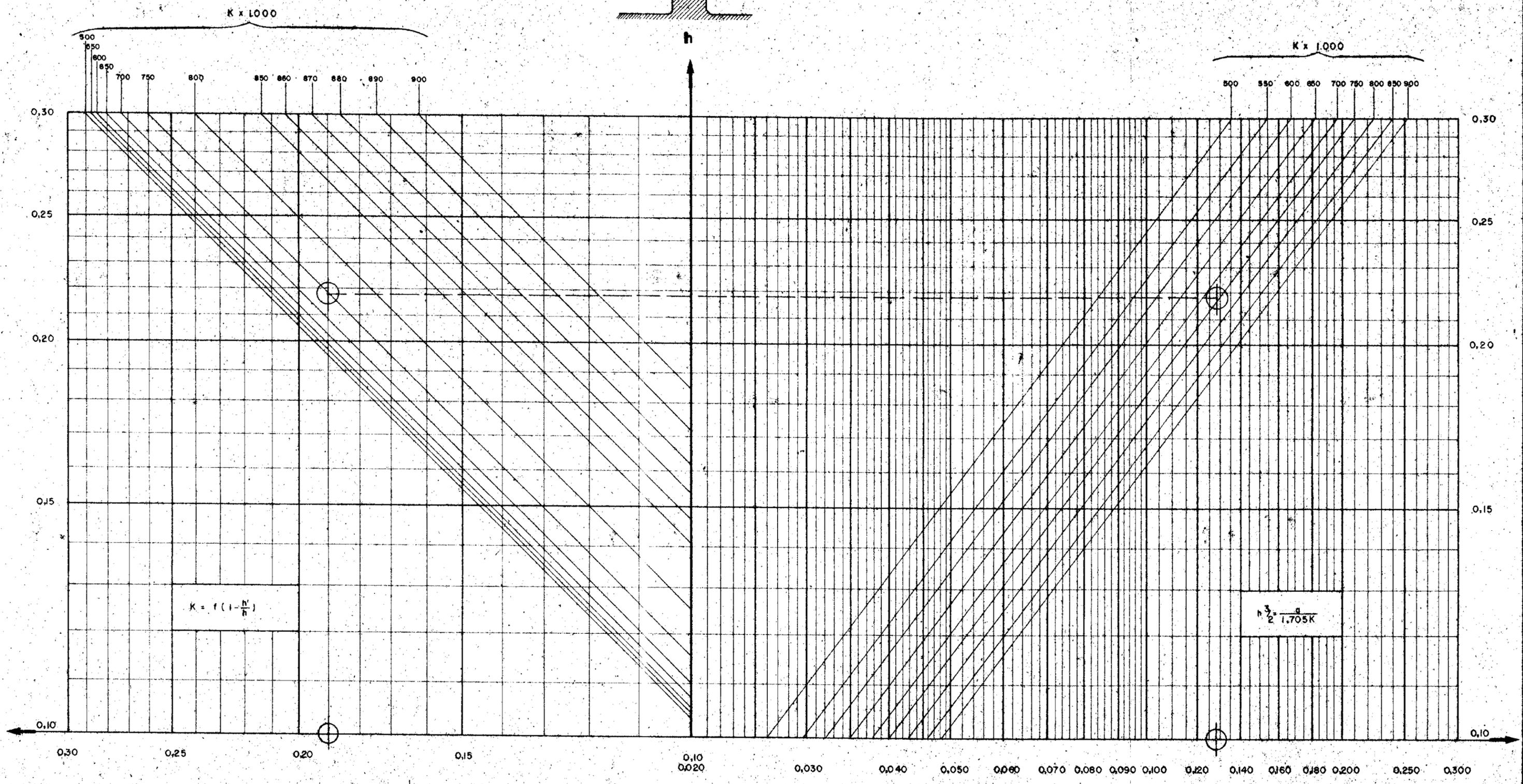


1 cm = 1 m/s

ÁBACO Nº 3



h



$$K = f\left(1 - \frac{h'}{h}\right)$$

$$h^{\frac{3}{2}} = \frac{q}{1.705K}$$

Exemplo  $h' = 0.19$   $h = 0.22$  \*  
 $q = 0.1285$   $k = 740$

\* 0.2175 arredondando para 0.22

3 - QUADROS DE CÁLCULO HIDRÁULICO

3.1 - CÁLCULO DOS CANAIS

SETOR 1

000037

Canal	Pontos	Tipo de canal	Declividade %	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança		
				J	M	Vazão	Nível Piezométrico		Altura d'água em cms		Vazão	Nível Piezométrico			Altura d'água em cms	
							J	M	J	M		J	M		J	M
S11	119				74,20	35		74,40		20						
	118	30x40	0,85	74,69	75,24	35	74,89	75,44	20	20						
	117	30x40	0,85	75,37	75,43	70	75,57	75,75	20	32	35	75,57	75,68	20	25	75,63
	116	40x60	0,40	75,53	75,49	70	75,83	75,84	30	35	35	75,72	75,74	19	25	
	115	40x60	0,40	75,53	75,52	70	75,85	75,87	32	35						
	114	40x60	0,40	75,55	75,60	100	75,86	76,02	31	42	70	75,86	75,98	31	38	75,93
	113	50x80	0,27	75,63	75,66	100	76,04	76,06	41	40	70	75,99	76,04	36	38	
	112	50x80	0,27	75,73	75,74	100	76,13	76,16	40	42	70	76,07	76,12	34	38	
	111	50x80	0,27	75,77	75,78	100	76,17	76,20	40	42						
	T1-1	50x80	0,27	75,89		100	76,29		40							
	S111	1112				75,20	30		75,40		20					
1111		30x40	0,63	75,31	75,77	30	75,51	75,97	20	20						
111		30x40	0,63	75,77		30	75,97									
S116	1161				75,15			75,30		15						
	116	25x30	4,00	75,23	75,53		75,38		15							
S117	1172				74,30	35		74,50		20						
	1171	30x40	0,85	74,71	75,20	35	74,91	75,40	20	20						
	117	30x40	0,85	75,30		35	75,50		20							
S118	1182				74,60	35		74,80		20						
	1181	30x40	0,85	74,93	75,10	35	75,13	75,30	20	20						
		30x40	0,85	75,24		35	75,44		20							





SETOR 2

000 '41

Canal	Pontes	Tipo de canal	Cota de fundo	Hipótese 1								Hipótese 2				Cota de segurança de descarga		
				Cota do fundo		Vazão	Nível Piezométrico		Altura de água em cm		Vazão	Nível Piezométrico		Altura de água em cm				
				J	M		J	M	J	M		J	M	J	M			
21	2193	30x40	0,86		75,30	35		75,50		20								
	2192				75,48	75,48	35	75,68	75,68	20	20							
	2191				75,58	75,58	35	75,78	75,78	20	20							
	219				75,67	75,67	35	75,87	75,87	20	20							
	218				75,79	75,79	35	75,99	75,87	20	20							
	217			35x50	1,07	75,83	76,16	70	76,06	76,43	20	27	35	76,06	76,35	20	19	76,30
	216		76,24			76,33	70	76,46	76,57	25	24	35	76,36	76,53	15	17		
	215		76,45			76,43	70	76,70	76,71	25	28	35	76,60	76,62	15	19		
	214		76,53			76,51	70	76,78	76,79	25	28	35	76,68	76,70	15	19		
	213		76,68			76,66	70	76,93	76,94	25	28	35	76,83	76,85	15	19		
	212		76,73			76,83	70	76,98	77,07	25	24	35	76,88	77,00	15	17		
	211		77,06			77,04	70	77,31	77,32	25	28							
	T2-1		77,05					77,33										
	S211	2111	25x30	4,00		76,89	35		77,04		15							
211		77,06			77,06	35	77,21		15									
S2192	21922	30x40	0,86		75,10	35		75,30		20								
	21921				75,20	75,20	35	75,40	75,40	20	20							
	2192				75,31		35	75,51		20								
S22	224	30x40	0,45		75,80	25		76,00		20								
	223				75,90	75,93	25	76,10	76,13	20	20							
	222	25x30	2,00		76,02	76,07	25	76,22		20								
	221				77,85	77,85	25	78,00		15								
	T2-2				78,06		25	78,21		15								

anal	Pontas	Tipo de canal	Cota/diâmetro	Cota do fundo		Vazão	Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança	
				J	M		Nível Piezométrico		Altura da água em cm		Nível Piezométrico		Altura da água em cm			
							J	M	J	M	J	M	J	M		
S23	232	25x30	0,70		76,25	15		76,40		15						
	231			76,64	77,60		15	76,79	77,75	15	15					
	T2-3			77,67			15	77,82		15						
S24	246	30x40	0,63		76,80	30		77,00		20						
	245			76,99	77,55		30	77,19	77,75	20	20					
	244			77,60	77,60		30	77,80	77,80	20	20					
	243			77,77	77,77		30	77,97	77,97	20	20					
	242	35x50	0,44	77,86	77,93	45	78,06	78,18	20	26	30	78,06	78,15	20	22	78,12
	241			78,07	78,07	45	78,32	78,34	25	27						
	T2-4			78,24		45	78,49		25							
S241	2411	30x40	0,63		78,03	30		78,23		20						
	241			78,06			30	78,26		20						
S243	2431	30x40	0,63		77,72	30		77,92		20						
	243			77,77			30	77,97		20						
S25	256	30x40	0,86		74,54	35		74,74		20						
	255			74,60	74,60		35	74,80	74,80	20	20					
	254			74,77	74,77		35	74,97	74,97	20	20					
	253			74,87	75,03		35	75,07	75,23	20	20					
	252			75,42	75,60		35	75,62	75,80	20	20					
	251			75,90	76,90		35	76,10	77,10	20	20					
	T2-5			76,96			35	77,16		20						
S26	261	25x30	1,30		76,00	10		76,09		9						
	T2-6			76,26			10	76,35		9						

SETOR 2

603/14

CANAIS SECUNDÁRIOS

Canal	Pontos	Tipo de canal	Cota de fundo %	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança		
				J	M	Vazio	Nível Piezométrico		Cota Júp. em m		Vazio	Nível Piezométrico			Altura água em m	
							J	M	J	M		J	M		J	M
S27	275	30x40	0,45		75,27	25		75,47		20						
	274			75,29	75,32	25	75,49	75,52	20	20						
	273			75,41	75,70	25	75,61	75,90	20	20						
	272			75,77	75,90	25	75,97	76,10	20	20						
	271			75,98	76,30	25	76,18	76,50	20	20						
	T2-7			76,33		25	76,53			20						
S28	281	25x30	1,30		75,80	10		75,89		9						
	T2-8			75,84		10	75,93		9							
S29	292	25x30	1,30		75,41	10		75,50		9						
	291			75,44	75,81	10	75,53	75,90	9	9						
	T2-9			75,84		10	75,93		9							
S210	2101	25x30	1,30		75,20	10		75,29		9						
	T2-10			75,24		10	75,33		9							

SETOR 3

000045

Conel	Pontes	Trazo de canal	Cachivinda Cachivinda %o	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota desnível de segurança		
				J	M	Vozes	Nível Barométrico		Alivio de canais		Vozes	Nível Planométrico			Alivio de canais	
							J	M	J	M		J	M		J	M
S31	312	25x30	0,70		73,55	15		73,70		15						
	311				73,69	74,65	15	73,84	74,80	15	15					
	T3-1				74,79		15	74,94		15						
S32	329	30x40	0,63		71,20	30		71,40		20						
	328				71,30	71,30	30	71,50	71,50	20	20					
	327				71,41	71,70	30	71,61	71,90	20	20					
	326				71,82	72,36	30	72,02	72,56	20	20					
	325				72,47	72,50	30	72,67	72,70	20	20					
	324	35x50	0,55		72,58	72,65	50	72,78	72,90	20	27					72,84
	323				72,71	72,74	50	72,96	72,99	25	25					
	322				72,83	72,83	50	73,08		25						
	321				75,50	75,50	50		75,75		25					
	T3-2				75,58		50	75,83		25						
S324	3241	25x30	1,30		72,05	20		72,20		15						
	324				72,25		20	72,30		15						
S326	3261	30x40	0,63		72,17	30		72,37		20						
	326				72,33		30	72,53		20						
S33	334	25x30	1,30		71,21	10		71,30		9						
	333				71,40	71,40	10	71,49		9						
	332	25x30		72,50	72,50	10	72,59		9							
	331	25x30		75,42	75,42	10		75,51		9						
	T3-3	25x30	1,30	75,50		10	75,59		9							
S333	3331	25x30	1,30		72,35			72,44		9						
	333				72,50		10	72,59		9						

Canal	Pontos	Tipo de canal	Cota mínima em %	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota dos pontos de segurança		
				J	M	Vazão	Tubo Periférico		Cota de fundo		Vazão	Tubo Periférico			Cota de fundo	
							J	M	J	M		J	M		J	M
S34	345	30x40	0,28		71,90	20		72,10		20						
	344			71,93	72,73	20	72,13	72,93	20	20						
	343			72,76	73,54	20	72,96	73,74	20	20						
	342			73,55	73,60	20	73,75		20							
	341	25x30	0,28	75,48	75,48	20		75,68		20						
	T3-4	30x40		75,50		20	75,70		20							
S341	3411	30x40	0,28		74,80	20		75,00		20						
	341			74,82		20	75,02		20							
S343	3431	30x40	0,28		73,50	20		73,70		20						
	343			73,54		20	73,74		20							
S344	3441	30x40	0,28		72,70	20		72,90		20						
	344			72,73		20	72,93		20							
S35	353	25x30	3,00		71,81	15		71,90		9						
	352			72,17	72,17	15	72,26	72,26	9	9						
	351	25x30	4,00	73,00	74,31	15	73,09	74,39	9	8						
	T3-5			75,23		15	75,31		8							
S351	3511	25x30	0,70		73,25	15		73,40		15						
	351			73,29		15	73,44		15							
S352	3521	25x30	0,70		71,35	15		71,50		15						
	352			71,45		15	71,60		15							
S36	362	25x30	1,30		74,71	10		74,80		9						
	361			74,92	75,61	10	75,01	75,70	9	9						
	360			75,65	75,65	10	75,74	75,74								
	T3-6			75,67		10	75,76		9							

Canal	Rentes	Tico de canal	Cota de fundo	Hypótese 1				Hypótese 2				Cota de segurança			
				Cota do fundo		Valor	Hypótese 1		Valor	Hypótese 2					
				J	M		Valor	M		J	M		J	M	
S37	375	25x30	0,70		71,55	15		71,70		15					
	374				71,65	71,65	15	71,80	71,80	15	15				
	373	"	"		71,91	71,91	15	72,06	72,06	15	15				
	372	25x30	0,70		72,05	72,05	15	72,17		15					
	371				74,89	74,89	15		75,04		15				
	T3-7				74,95		15	75,10		15					
S38	387	30x40	0,63		70,40	30		70,60		25					
	386				70,48	70,51	30	70,68	70,71	25	25				
	385	"	"		70,55	70,55	30	70,75	70,75	25	25				
	384	35x50	0,20		70,61	71,05	30	70,81	71,30	25	25				
	383				71,12	71,12	30	71,37	71,37	25	25				
	382	25x30	0,70		71,17	71,27	30	71,42	72,29	25					
	381				72,40		30	72,42							
	T3-8														
S39	395	30x40	0,28		69,10	20		69,30		20					
	394				69,13	69,13	20	69,33	69,33	20	20				
	393	25x30	4,00		69,18	69,31	20	69,38	69,41	20	10				
	392				71,04	71,04	20	71,14		10					
	391	25x30	0,28		72,43	72,43	20		72,63	20	20				
	T3-9	30x40			72,45		20	72,65		20					

SETOR 4

SETOR 4

CANAIS SECUNDÁRIOS

000030

Canal	Pontes	Tiro de canal	Declividade ‰	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança	
				J	M	Vazão	Nível Piezométrico		Nível Piezométrico		Vazão	Nível Piezométrico			Vazão
							J	M	J	M		J	M		
S41	412	25x30	1,30		70,51	10		70,60		9					
	411				70,57		71,11		70,66	71,20	9	9			
	T4-1				71,12				71,21		9				
S42	422	25x30	1,30		71,40	10		71,49		9					
	421				71,68		71,68		71,77	71,77	9	9			
	T4-2				71,71				71,80		9				
S43	434	25x30	0,70		72,35	15		72,50		15					
	433				72,40		72,40		72,55	72,55	15	15			
	432				72,53		72,56		72,68	72,71	15	15			
	431				72,75		72,75		72,90	72,90	15	15			
	T4-3				72,75				72,90		15				
S431	4311	25x30	0,70		72,25	15		72,40		15					
	431				72,32				72,47		15				
S433	4331	25x30	0,70		72,15	15		72,30		15					
	433				72,17				72,32		15				
S44	441	25x30	1,30		71,71	10		71,80		9					
	T4-4				71,77				71,86		9				
S45	452	25x30	1,30		71,31	10		71,40		9					
	451				71,66		71,81		71,75	71,90	9	9			
	T4-5				71,84				71,93		9				



SETOR 5

Canal	Pontos	Tipo de canal	Cota, m/100	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança		
				J	M	Vazio	Nível Piezométrico		Nível de enchimento		Vazio	Nível Piezométrico			Nível de enchimento	
							J	M	J	M		J	M		J	M
S54	546	30x40	0,63		66,88	30		67,08		20						
	545			67,00	67,00	30	67,20	67,20	20	20						
	544			67,13	67,13	30	67,33	67,33	20	20						
	543			67,19	67,50	30	67,39	67,70	20	20						
	542			67,66	68,10	30	67,86	68,30	20	20						
	541			68,10	68,15	30	68,30		20							
	T5-4	25x30		70,31		30										
S511	5113	30x40	0,28		65,14	10		65,34		20						
	5112			65,15	65,18	10	65,35	65,38	20	20						
	5111			65,22	65,22	10	65,42	65,42	20	20						
	T51-1			65,25		10	65,45		20							
S55	556	25x30	7,00		65,17	30		65,26		11						
	555			66,30	66,30	30	66,41	66,50	11	20						
	554	30x40	0,63	66,44	66,70	30	66,64	66,90	20	20						
	553			66,90	66,90	30	67,10	67,20	20	20						
	552			67,17	67,90	30	67,37	68,10	20	20						
	551	25x30		68,06	68,11	30	68,26		20							
	T55			69,80		30										
S56	563	25x30	1,30		65,91	10		66,00		9						
	562			66,09	66,09	10	66,18		9							
	561			69,00	69,00	10	69,09		9							
	T56			69,01		10	69,10		9							
S57	571	25x30	0,33		67,55	10		67,70		15						
	T57			67,56		10	67,71		15							



Condição	Pontas	Tipo de canal	Cota da obra	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança		
				J	M	Valor	Piezométrico		Cargas		Valor	Piezométrico			Cargas	
							J	M	J	M		J	M		J	M
S58	581	25x30	0,33		66,25	10		66,40		15						
	T58				66,26	10	66,41		15							
S59	592	25x30	1,30		65,91	10		66,00		9						
	591				66,43	66,43	10	66,52	66,52	9	9					
	T59				66,44		10	66,53		9						
S510	5102	25x30	1,30		65,07	10		65,16		9						
	5101				65,33	65,33	10	65,42	65,42	9	9					
	T510				65,59		10	65,68		9						
S5101	51011	25x30	0,33		65,31	10		65,46		15						
	5101				65,33		10	65,48		15						

SETOR 6

Condiç	Revis	Tipo de canal	Cota da obra %	Cota do funo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota das obras de segurança		
				J	M	Vozes	Azimut Geométrico		Vozes	Azimut Geométrico		Vozes	M			
							J	M		J	M					
S61	618	25x30	1,30	68,75	68,75	20		68,90		15						
	617			68,90	69,45	20	69,05	69,60	15	15						
	616	30x40	0,50	69,59	69,62	20	69,74	69,77	15	15						
	615	"	"	69,97	70,00	20	70,12	70,15	15	15						
	614	35x50	0,44	70,03	70,43	45	70,18	70,71	15	28	20	70,18	70,65	15	22	70,60
	613			70,53	70,52	45	70,78	70,82	25	30	20	70,69	70,74	16	22	
	612	"	"	70,56	70,58	45	70,83	70,87	27	29	20	70,75	70,80	19	22	
	611	35x50	0,44	70,66	70,66	45	70,91			25						
	610			72,35	72,35	45		72,60			25					
	T61			72,50		45	72,75				25					
S617	6171	25x30	1,30	68,75	68,75	20		68,90		15						
	617			68,90		20	69,05			15						
S62	622	30x40	1,30		68,65	25		68,78		15						
	621			69,13	69,13	25	69,26			15						
	620	25x30		70,40	70,40	25		70,55		15						
	T62	25x30	2,00	70,80		25	72,95			15						
S63	637	SIFÃO	0,27		72,04			72,29		25						
	636			72,07	72,07	35	72,32	72,32	25	25						
	635			72,09	72,12	35	72,34	72,37	25	25						
	634			72,28	72,31	35	72,53	72,56	25	25						
	633			72,34	72,34	35	72,59	72,59	25	25						
	632			72,39	72,39	35	72,64	72,64	25	25						
	631			72,40	72,40	35	72,65	72,65	25	25						
	T63			72,59		35	72,84			25						

Condi	No. fo.	Tipo de canal	Declividade o/oo	Cota do fundo		Vazio	Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança	
				J	M		Nível Parâmetro		Altitude na encostas		Vazio	Nível Financieiro		Altitude na encostas		
							J	M	J	M		J	M	J		M
S631	6311	30x40		70,85	70,85	35	71,00		15							
	631			72,40		35	72,41			15						
S632	6321	30x40		71,35	71,35	35	71,50		15							
	632			72,39	72,39	35		72,64	25							
S633	6331	25x30	4,00		71,85	35		72,00		15						
	633			72,22	72,34	35	72,37		15							
S635	6351	35x50	0,27		72,11	35		72,36		25						
	635			72,12		35	72,37		25							
S64	646	30x40	0,44		69,60	25		69,80		20						
	645			69,64	70,13	25	69,84	70,33	20	20						
	644			"	"	70,19	70,19	25	70,39	70,39	20	20				
	643			"	"	70,23	70,23	25	70,43	70,43	20	20				
	642			SIFÃO		70,50	70,50		70,45							
	641			25x30		71,51	71,51	25		71,67		15				
	T64			25x30	2,00	71,77		25	71,92		15					
S65	654	30x40	0,28		68,60	20		68,80		20						
	653			68,72	68,72	20	68,92	68,92	20	20						
	652			"	"	68,79	68,79	20	68,99	68,99	20	20				
	651			"	"	68,99	68,99	20	69,19	69,19	20	20				
	T65			"	"	69,08		20	69,28		20					
S653	6531	30x40	0,28		68,40	20		68,60		20						
	653			68,45		20	68,65		20							

Canal	Ponto	Tipo de canal	Cota de fundo ‰	Cota do fundo		Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de segurança			
				J	M	Vazão	Nível Piezométrico		Alinham. por curvas		Vazão	Nível Piezométrico			Alinham. por curvas		
							J	M	J	M		J	M		J	M	
66	664	30x40	0,28		68,10	20		68,30		20							
	663				68,13	68,13	20	68,33	68,33	20	20						
	662				68,16	68,30	20	68,36	68,50	20	20						
	661				68,33	68,33	20	68,53	68,53	20	20						
	T66				68,33		20	68,53		20							
S661	6611	30x40	0,28		68,10	20		68,30		20							
	661				68,13		20	68,33		20							
S67	679e	35x50	0,50		64,80	35		65,00		20							
	679d				64,94	65,33	35	65,14	65,53	20	20						
	679c				65,52	65,55	35	65,72	65,75	20	20						
	679b				65,63	65,63	35	65,83	65,83	20	20						
	679a				65,99	66,33	35	66,19	66,53	20	20						
	679	40x60	0,45		66,37	66,41	70	66,57	66,71	20	30	35	66,57	66,64	20	23	66,62
	678				66,61	66,56	70	66,89	66,90	28	34	35	66,77	66,79	16	23	
	677				66,61	66,64	70	66,91	66,94	30	30	35	66,80	66,83	19	19	
	676				66,76	66,74	70	67,04	67,08	28	34						
	675				66,78	66,92	95	67,07	67,24	29	32	70	67,07	67,20	29	28	67,14
	674				67,14	67,16	95	67,44	67,50	30	34	70	67,38	67,44	24	28	
	673				67,56	67,58	95	67,86	67,92	30	34	70	67,80	67,86	24	28	
	672				67,68	67,70	95	67,98	68,04	30	34						
	671				68,27	68,30	95	68,57	68,60	30	30						
	670				68,58	68,61	95	68,88	68,91	30	30						
	T67				68,69		95	68,99		30							

Parcela	Pontos	Tipo de canal	Decliv. 33/100 ‰	Cota do fundo		Valor	Hipótese 1				Hipótese 2				Cota de cota de segurança
							Perfil Barométrico		Perfil por alturas		Perfil Barométrico		Perfil por alturas		
				J	M		J	M	J	M	J	M			
6673	6734	25x30	2,00		65,65	25		65,80		15					
	6733			65,84	66,89		25	65,99	67,04	15	15				
	6732			67,15	67,15		25	67,30	67,30	15	15				
	6731			67,27	67,65		25	67,42	67,80	15	15				
	673			67,65			25	67,80		15					
6676	6761	35x50	0,28		66,55	35		66,80		25					
	676			66,62			35	66,87		25					
6679	6792	30x40	0,86		65,20	35		65,40		20					
	6791			65,49	66,37		35	65,11	66,57	20	20				
	679			66,37			35	66,57		20					

3.2 - CÁLCULO DOS SIFÕES ESPECIAIS

000001

CÁLCULO DOS SIFÕES ESPECIAIS

-	Nº dos sifões			
	471 - 472	636 - 637	642 - 643	T6S - T66
c(1/s)	35	35	25	135
L (m)	150	64	64	120
d (mm)	400	400	400	400
v(m/s)	0,30	0,30	0,20	1,10
$\frac{1,5V^2}{2g}$ (m)	0,01	0,01	0,01	0,09
J (‰)	0,25	0,25	0,11	4,5
J L(m)	0,04	0,02	0,01	0,54
$\Delta = \frac{1,5V^2}{2g} + JL$ (m)	0,05	0,03	0,02	0,72 (1)

(1) Este sifão comporta um poço intermediário, que ocasiona uma perda de carga suplementar de  $1,5 \frac{V^2}{2g} = 0,09$  m.

3.3 - CÁLCULO DAS BACIAS DE DISSIPACÃO

000003

---

VALORES HIDRÁULICOS DAS VAGIAS DE DESBARRAÇÃO  
 A 100 M DE UM CANAL COM VELOCIDADE APROXIMADA

N <sup>o</sup>	P.H. (m)	V L/s	z (cm)	q (L/s/m)	hc cm	h1 cm	h2 cm	d 2 m	h <sub>2</sub> JUCANTE cm	hn cm
222	2,00	25	30	83	8,9	1,3	34	1,65	20	19
322	3,00	50	50	100	10,0	1,5	30	1,45	25	10
332	3,00	10	30	33	4,7	0,4	22	1,20	9	17
333	1,20	10	30	33	4,7	0,7	18	0,85	9	12
342	2,10	20	30	67	7,7	1,1	29	1,40	20	14
372	3,00	15	30	50	6,4	0,8	21	1,00	15	9
381	1,30	30	30	100	10,0	2,0	42	2,00	25	23
392	1,50	20	30	67	7,7	1,4	32	1,55	10	27
511	2,50	20	30	67	7,7	1,0	26	1,25	20	10
521	2,80	20	30	67	7,7	1,0	26	1,25	20	10
533	1,20	10	30	33	4,7	0,8	18	0,85	15	6
541	2,30	30	30	100	10,0	1,5	39	1,90	20	25
551	1,90	30	30	100	10,0	1,7	39	1,85	20	25
562	3,00	10	30	33	4,7	0,4	22	1,20	9	17
611	1,90	45	50	90	9,4	1,2	31	1,50	30	6
621	1,40	20	30	67	7,7	1,2	31	1,50	15	20
631-1	2,00	35	40	88	9,2	1,4	36	1,75	20	21
632-1	1,50	35	40	88	9,2	1,6	37	1,75	20	23

3.4 - CÁLCULO DOS PARTIDORES

009965

CALCULO DE COTAS PARA TORRES

SETOR Nº	PARTICOP Nº	VAZÃO (l/s)	LARGURA (m)	VAZÃO/m (l/s/m)	hc (cm)	NIVEL D'ÁGUA		COTA DA SOLEIRA S <sub>1</sub>	COTA DO FUNDO	
						A JUSANTE (m)	A MONTANTE (m)		A JUSANTE (m) A <sub>3</sub>	A MONTANTE (m) A <sub>2</sub>
1	111	100	0,80	125	12	76,11 <sup>(A)</sup>	76,18	76,00	75,77	75,78
	112	100	0,80	125	12	76,07 <sup>(A)</sup>	76,14	75,96	75,73	75,74
	113	100	0,80	125	12	75,99 <sup>(A)</sup>	76,06	75,88	75,63	75,66
	114	100	0,80	125	12	75,93 <sup>(B)</sup>	76,00	75,82	75,60	75,60
	115	70	0,60	116	11	75,75 <sup>(A)</sup>	75,82	75,65	75,53	75,52
	116	70	0,60	116	11	75,72 <sup>(A)</sup>	75,79	75,62	75,53	75,49
	117	70	0,60	116	11	75,63 <sup>(B)</sup>	75,70	75,53	75,37	75,40
	121	95	0,60	158	14	76,20 <sup>(C)</sup>	76,29	76,18	76,04	76,04
	122	95	0,60	158	14	75,21 <sup>(B)</sup>	75,30	75,09	75,05	75,05
	123	70	0,60	117	11	74,95 <sup>(C)</sup>	75,02	74,85	74,77	74,77
	124	70	0,60	117	11	74,44 <sup>(A)</sup>	74,51	74,34	74,26	74,26
	125	70	0,60	117	11	74,40 <sup>(C)</sup>	74,47	74,30	74,22	74,22
	126	70	0,60	117	11	74,06 <sup>(B)</sup>	74,13	73,96	73,88	73,88

• NIVEL D'ÁGUA A JUSANTE

A. imposto pelo nivel d'agua do canal de jusante

B. imposto pela cota da soleira da descarga de segurança

C. imposto pelo nivel d'agua mínimo necessário à irrigação das culturas

000000

C/LOCOLO 1003 11.1.1965

SETOR Nº	PARTIDO Nº	VAZÃO (l/s)	LARGURA (m)	VAZÃO/m (l/s/m)	r <sub>0</sub> (cm)	NÍVEL D'ÁGUA		COTA DA SOLEIRA S <sub>1</sub>	COTA DO FUNDO	
						A JUSANTE (m)	A MONTANTE (m)		A JUSANTE (m) A <sub>3</sub>	A MONTANTE (m) A <sub>2</sub>
2	217	70	0,50	140	13	76,30 <sup>(B)</sup>	76,38	76,18	76,13	76,13
	216	70	0,50	140	13	76,50 <sup>(C)</sup>	76,58	76,38	76,33	76,33
	215	70	0,50	140	13	76,60 <sup>(A)</sup>	76,68	76,48	76,45	76,43
	214	70	0,50	140	13	76,68 <sup>(A)</sup>	76,76	76,56	76,53	76,51
	213	70	0,50	140	13	76,83 <sup>(A)</sup>	76,91	76,71	76,68	76,66
	212	70	0,50	140	13	77,00 <sup>(C)</sup>	77,08	76,88	76,83	76,83
	211	70	0,50	140	13	77,21 <sup>(A)</sup>	77,29	77,09	77,06	77,04
	212	45	0,50	90	9	78,12 <sup>(B)</sup>	78,18	78,03	77,93	77,93
	211	45	0,50	90	9	78,26 <sup>(A)</sup>	78,32	78,16	78,07	78,07

• NÍVEL D'ÁGUA A JUSANTE

- A - imposto pelo nível d'água do canal de jusante
- B - imposto pela cota da soleira da descarga de segurança
- C - imposto pelo nível d'água mínimo necessário à irrigação dos pontos

000007

CALCULO DOS ...

SETOR N°	PARTICIP. N°	VAZÃO (l/s)	LARGURA (m)	VAZÃO/m (l/s/m)	r <sub>c</sub> (cm)	NIVEL D'ÁGUA		COTA DA SOLEIRA S <sub>1</sub>	COTA DO FUNDO	
						A JUSANTE (m)	A MONTANTE (m)		A JUSANTE (m) A <sub>3</sub>	A MONTANTE (m) A <sub>2</sub>
3	324	50	0,50	100	10	72,84 <sup>(B)</sup>	72,90	72,75	72,65	72,65

\* NIVEL D'ÁGUA A JUSANTE  
 A - imposto pelo nivel d'agua do canal de jusante  
 B - imposto pela cota da soleira da descarga de segurança  
 C - imposto pelo nivel d'agua minimo necessario à irrigação das parcelas

000008

SETOR Nº	PARTICOR Nº	VAZÃO (l/s)	LARGURA (m)	VAZÃO/m (l/s/m)	rc (cm)	NÍVEL D'ÁGUA		COTA DA SOLEIRA S <sub>1</sub>	COTA DO FUNDO	
						A JUSANTE (m)	A MONTEANTE (m)		A JUSANTE (m)	A MONTEANTE (m)
									A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>
4	464	40	0,50	80	9	72,70 <sup>(B)</sup>	72,76	72,62	72,51	72,51
	463	40	0,50	80	9	72,72 <sup>(A)</sup>	72,78	72,64	72,54	72,53
	462	40	0,50	80	9	72,90 <sup>(C)</sup>	72,96	72,81	72,71	72,71
	461	40	0,50	80	9	72,92 <sup>(A)</sup>	72,98	72,84	72,76	72,73

• NÍVEL D'ÁGUA A JUSANTE 000000  
 A - imposto pelo nível d'água do canal de jusante  
 B - imposto pela cota da soleira da descarga de segurança  
 C - imposto pelo nível d'água mínimo necessário à irrigação das parcelas

CALCULO DE NÍVEIS D'ÁGUA

SETOR Nº	PARTICIPA Nº	VAZÃO (l/s)	LARGURA (m)	VAZÃO / m (l/s/m)	h <sub>c</sub> (cm)	NÍVEL D'ÁGUA		COTA DA SOLEIRA S <sub>1</sub>	COTA DO FUNDO	
						A JUSANTE (m)	A MONTANTE (m)		A JUSANTE (m)	A MONTANTE (m)
			L <sub>1</sub>						A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>
6	611	45	0,50	90	9	70,82 <sup>(A)</sup>	70,87	70,74	70,62	70,62
	612	45	0,50	90	9	70,75 <sup>(A)</sup>	70,80	70,67	70,55	70,55
	613	45	0,50	90	9	70,69 <sup>(A)</sup>	70,74	70,61	70,49	70,49
	614	45	0,50	90	9	70,60 <sup>(B)</sup>	70,65	70,52	70,40	70,40
	672	95	0,60	158	13	67,92 <sup>(A)</sup>	68,00	67,80	67,68	67,70
	673	95	0,60	158	13	67,80 <sup>(A)</sup>	67,88	67,68	67,56	67,58
	674	95	0,50	158	13	67,38 <sup>(A)</sup>	67,46	67,26	67,14	67,16
	675	95	0,60	158	13	67,14 <sup>(B)</sup>	67,22	67,02	66,92	66,92
	676	70	0,60	117	11	66,92 <sup>(A)</sup>	66,99	66,82	66,76	66,71
	678	70	0,60	117	11	66,77 <sup>(A)</sup>	66,84	66,67	66,61	66,56
	679	70	0,60	117	11	66,62 <sup>(B)</sup>	66,69	66,52	66,37	66,42

• NÍVEL D'ÁGUA A JUSANTE  
 A. imposto pelo nível d'água do canal de jusante  
 B. imposto pela cota da soleira da descarga de segurança  
 C. imposto pelo nível d'água mínimo necessário à irrigação das parcelas

000070

3.5 - CÁLCULO DAS DESCARGAS DE SEGURANÇA

000071

---

RELATÓRIO DAS OBSERVAÇÕES DA COTA MÍNIMA

OBRA Nº	VAZÃO	LARGURA	VAZÃO/m	J	NÍVEL D'ÁGUA		H	COTA DA SOLEIRA S2	COTA DA LESCADA DE S. GUARANDA D	COTA DO FUND	
					A JUSANTE MÁX	A MONTANTE NOMINAL				A JUSANTE A4	A MONTANTE A5
	(l/s)	(m)	(l/s/m)	(CT)	(m)	(m)	(cm)		(m)		
114	70	0,60	116	7	75,86	75,93	15	75,78	75,93	75,55	75,60
117	35	0,40	87	6	75,57	75,63	13	75,50	75,63	75,37	75,34
122	70	0,60	117	7	75,14	75,21	15	75,05	75,21	74,89	74,88
126	35	0,40	87	6	73,98	74,06	13	73,93	74,06	73,78	73,78

CÁLCULO DAS DESCARGAS DA SEGURANÇA

OBRA Nº	VAZÃO	LARGURA	VAZÃO/m	J	NÍVEL D'ÁGUA		H	COTA DA SOLEIRA S2	COTA DA DESCARGA DE SEGURANÇA D	COTA DO FUNDO	
					A JUSANTE MÁX	A MONTANTE NOMINAL				A JUSANTE A4	A MONTANTE A5
	(l/s)	(m)	(l/s/n)	(cm)	(m)	(m)	(cm)		(m)		
217	35	0,40	87,5	6	76,06	76,30	13	76,17	76,30	75,83	76,00
242	30	0,40	75	6	78,06	78,12	11	78,01	78,12	77,86	77,94

CONTAS DAS DESCONTAS DA SOTERRADA

OBRA Nº	VAZÃO	LARGURA	VAZÃO/M	J	VALOR DA DESCONTAS		H	COTA DA SOLEIRA S2	COTA DA DESCONTAS DE S.C. 100	COTA DO F.O. 0	
					A JUSANTE MÁX	A MONTANTE NOMINAL				A JUSANTE A4	A MONTANTE A5
(1/s)	(m)	(1/s/m)	(cm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
324	30	0,40	75	6	72,78	72,84	12	72,72	72,84	72,58	72,57

009074

CALCULO DAS DESCARGAS DA SEGURANCA

07

OBRA Nº	VAZÃO	LARGURA	VAZÃO/m	J	NIVEL D'ÁGUA		H	COTA DA SOLEIRA S2	COTA DA DESCARCA DE SEGURANCA D	COTA DO FUNDO	
					A	A				A JUSANTE A4	A MONIANTE A5
					MÁX	NOMINAL					
(l/s)	(m)	(l/s/m)	(cm)	(m)	(cm)	(m)	(m)				
464	20	0,40	50	4	72,66	72,70	8	72,62	72,70	72,51	72,51

000375

CALCULO DAS DESCARGAS NA SEGURANÇA

OBRA Nº	VAZÃO	LARGURA	VAZÃO/m	L	NÍVEL D'ÁGUA		H	COTA DA SOLEIRA S2	COTA DA DESCARGA DE SEGURANÇA D	COTA DO FUNDO	
					A JUSANTE	A MONTANTE				A JUSANTE A4	A MONTANTE A5
					MÁX	NOVINAL					
(l/s)	(m)	(l/s/m)	(cm)	(m)	(cm)	(m)					
614	20	0,40	50	4	70,15	70,60	8	70,52	70,60	70,03	70,47
675	70	0,60	117	7	67,07	67,14	15	66,99	67,14	66,78	66,81
679	35	0,50	70	5	66,57	66,62	11	66,51	66,62	66,37	66,37

B - REDE PRINCIPAL

B RÊDL PRINCIPAL

1 - CÁLCULO DAS VAZÕES

As vazões são obtidas, somando-se, da jusante para a montante, as vazões das tomadas principais determinadas na ocasião do cálculo das vazões da rê de secundária.

Os quadros a seguir dão para cada canal principal :

- a designação da tomada principal
- a vazão da tomada
- a vazão nominal de cada trecho compreendido entre duas tomadas (caso em que todas as tomadas estão abertas)
- a vazão máxima dos trechos limitados pelas descargas de segurança (caso em que todas as tomadas estão fechadas)

2 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

2.1 - Cálculo das perdas de carga nos canais

Utilizaremos as fórmulas de Manning e Strickler :

$$Q = KSR^{2/3} I^{1/2}$$

com  $K = 60$ .

Nos trechos em que o escoamento é gradualmente retardado, calcularemos as alturas de remanso pela mesma fórmula usada para os canais secundários, ou seja :

$$Z = \frac{(2 Z_0 - I I)^2}{4 Z_0}$$

## CÁLCULO DE CAPACIDADES

## CANAL P1

N.º de Tomada	VAZÃO			da Descarga
	da Tomada	do Trunco		
		V. Normal	V. Máxima	
D3				
T5.11	20	20	137	137
T5.10	10	30	137	
T5.9	10	40	137	
T5.8	10	50	137	
T5.7	10	60	137	
T5.6	10	70	137	
T5.5	30	100	500	363
D2				
T5.4	30	130	500	
T5.3	10	140	500	
T5.2	20	160	500	
T6.8	135	295	500	
T5.1	20	315	500	
T3.9	20	335	500	695
D1				
TP3	255	590	1195	
T3.7	15	605	1195	
T3.6	10	615	1195	
T3.5	15	630	1195	
T3.4	20	650	1195	
T3.3	10	660	1195	
T3.2	50	710	1195	
T3.1	15	725	1195	
T1.4	10	735	1195	
T1.3	10	745	1195	
T1.2	95	840	1195	
T1.1	100	940	1195	
TP2	255	1195	1195	

## CALCULO DE VAZÕES

## CANAL P2

N.º das Tomadas das Reservas de Segurança	VAZÃO			da Descarga
	da Tomada	do Tracção		
		V Normal	V Maxima	
D1				255
T2.10	10	10	255	
T2.9	10	20	255	
T2.8	10	30	255	
T2.7	25	55	255	
T2.6	10	65	255	
T2.5	35	100	255	
T2.4	45	145	255	
T2.3	15	160	255	
T2.2	25	185	255	
T2.1	70	255	255	

# CALCULO DE VAZÕES

## CANAL P3

N.º de Tomadas de Descargas de Segurança	VAZÃO			
	de Tomada	de Tracção		de Descarga
		V Normal	V Máxima	
D1				159 (1)
T6.4	25			
T6.3	35	60	159	
T6.2	25	85	159	
T6.1	45	130	159	
T4.1	10	140	159	
Partidor com A1 P3		225	255	
T3.8	30	255	255	

(1) A vazão máxima é a soma da vazão normal de 140 l/s e de parte da vazão de 30 l/s da tomada T3-8 derivada pelo partidor A P3.

74

# CÁLCULO DE VAZÃO

## CANAL A1 P3

Vazão		Vazão		Vazão	
Desbordo	Tomada	do T. achado		da Desbordo	
V. Normal	V. Máxima	V. Normal	V. Máxima	V. Normal	V. Máxima
D1				96	(1)
T4.6	40	40	a 6		
T4.5	10	50	a 6		
T4.4	10	60	a 6		
T4.3	15	75	a 6		
T4.2	10	85	a 6		
Partidor $P_3 - A_{1P3}$					

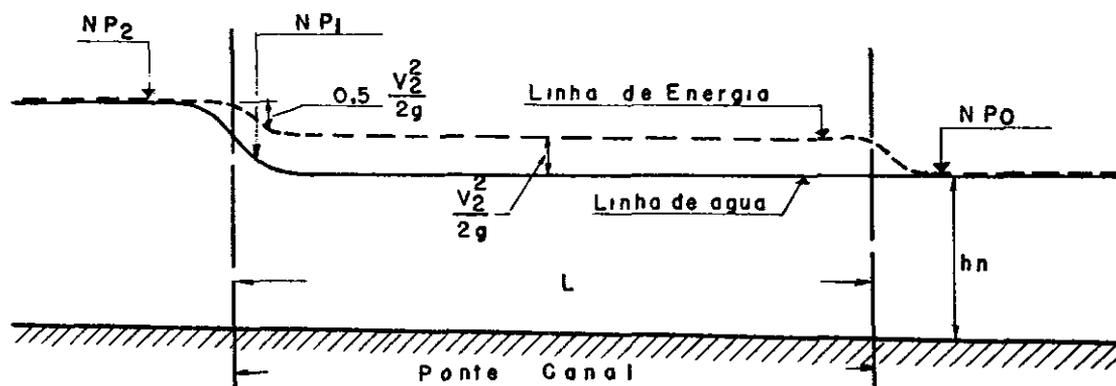
(1) A Vazão máxima é a soma da vazão normal de 85 l/s e de parte da vazão da tomada T3-8 derivada pelo partidor A P3.

## 2.2 - Cálculo das pontes-canais

Não sendo necessária uma grande precisão nos cálculos, empregamos o seguinte método :

A velocidade  $V_1$  no canal a montante e a jusante de uma ponte sendo baixa, desprezamos o termo  $\frac{V_1^2}{2g}$ . A linha de energia confunde-se, pois, com a linha de água.

- Na ponte-canal, a velocidade  $V_2$  não sendo desprezível, a linha de água estará situada abaixo da linha de energia, de uma altura  $\frac{V_2^2}{2g}$ .
- A perda de energia devida a um estreitamento na entrada da ponte é igual  $0,5 \frac{V_2^2}{2g}$ .
- A linha de energia na ponte-canal está situada  $\frac{0,5 V_2^2}{2g}$  abaixo da linha de água na montante do canal.
- Na saída da ponte-canal, a perda de energia por alargamento é igual a  $\frac{V_2^2}{2g}$ . Por conseguinte, na saída da ponte, as linhas de água na montante e na jusante estão no mesmo nível.



Conhecendo o nível piezométrico  $NPO$  a jusante da ponte, determinaremos os níveis  $NP_1$  e  $NP_2$ , efetuando o seguinte cálculo aproximativo:

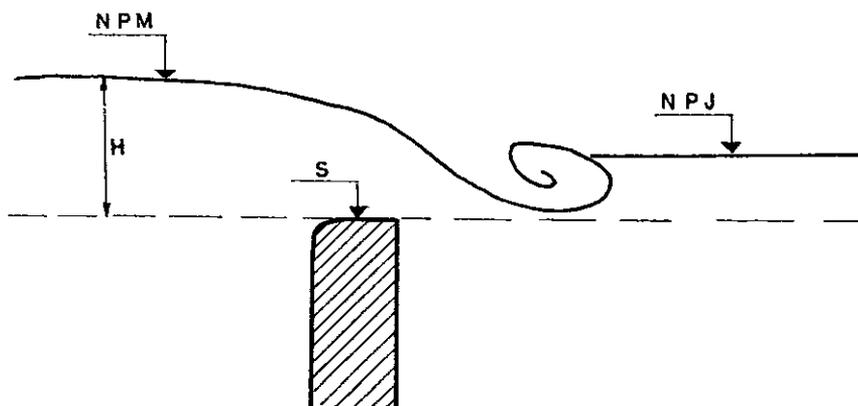
Sem levar em conta a declividade do fundo da ponte-canal, determinamos a declividade hidráulica  $J$  em função de  $h_n$  e da largura do canal.

$$\text{Donde : } NP_1 = NPO + JL$$

$$e \quad NP_2 = NP_1 + 1,5 \frac{V_2^2}{2g} = NPo + JL + 1,5 \frac{V_2^2}{2g}$$

### 2.3 - Cálculo dos vertedores

#### a) Vertedor desafogado



Consideramos que a lâmina é desafogada se :

$$NPM - NPJ \geq 0,4H \quad (1)$$

Nesse caso admitiremos que :

$$H = 1,5 h_c$$

$$\text{com } q = \frac{V}{l} = \frac{\text{vazão}}{\text{largura do vertedor}}$$

A condição (1) é, então, escrita :

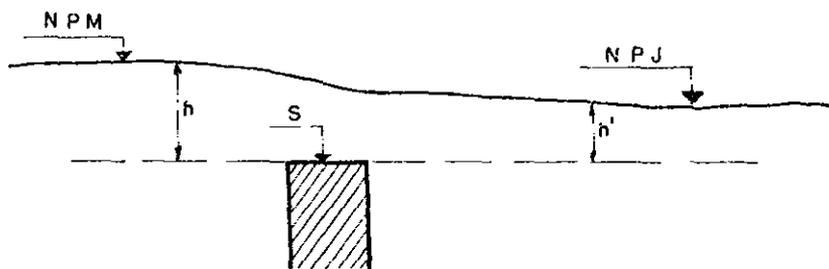
$$NPM - NPJ \geq 0,6 h_c$$

Se S é a cota da soleira, teremos as relações :

$$NPJ - S \leq 0,9 h_c$$

$$NPM - S = H = 1,5 h_c$$

b) Vertedor afogado



A lâmina será afogada se:  $NPJ - NPM \leq 0,6 h_c$

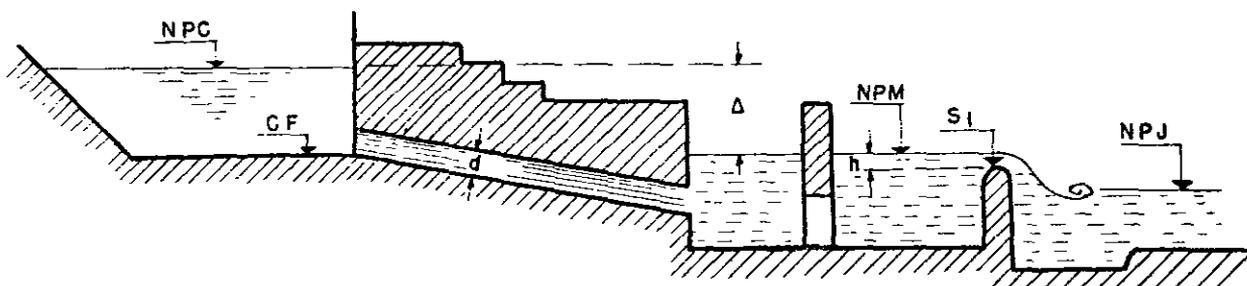
Calculamos h em função de h' por meio do ábaco nº (ver cálculos dos canais secundários). Temos as relações :

$$NPM = S + h$$

$$NPJ = S + h'$$

2.4 - Cálculo das tomadas principais

A partir dos níveis NPJ, determina-se o nível  $NP_c$  no canal principal do seguinte modo :



- o valor de NPJ é fornecido pelos cálculos hidráulicos dos canais secundários
- o cálculo do vertedor dá o valor de NPM

$$NPM = S_1 + h$$

O vertedor deve funcionar desafogado. Para isto, vimos que era preciso ter a condição :

$$NPM - NPJ \geq 0,4 h \quad (1)$$

Para o cálculo, utilizaremos a fórmula de Francis :

$$V = 1,83 (1_v - 0,2 h) h^{3/2}$$

na qual :

$V$  = vazão (em  $m^3/seg.$ )

$l_v$  = largura do vertedor (em m)

$h$  = carga na soleira

Para uma vazão dada, os valores de  $l_v$  e de  $h$  serão escolhidos em função do outro e de conformidade com as seguintes considerações :

Visto que a bacia situada a montante da soleira é uma bacia de medição, na qual um marco indicará o nível de água a respeitar para que uma vazão dada  $V_0$  passe por cima da soleira.

Para que um erro de apreciação do nível (ou seja, um erro em  $h$ ) de 0,5 cm não acarrete um erro superior a 10% na vazão, é preciso que  $h$  tenha um valor mínimo de 8 cm. Com efeito, a relação entre  $h$  e  $V$  tem a forma :

$$V = K h^{3/2}$$

Diferenciando e desprezando a variação de  $K$ , vem :

$$\frac{dV}{V} = \frac{3}{2} \frac{dh}{h} = 1,5 \frac{dh}{h}$$

Para  $dh = 0,5$  cm e  $h = 8$  cm,  $\frac{dh}{h} = 6,25\%$

donde  $\frac{dV}{V} = 1,5 \times 6,25\% = 9,4\%$

Escolher-se-á, portanto, para  $l_v$  um valor tal que  $h \geq 0,08$  m e que a largura  $l_v$  seja inferior ou igual a largura das soleiras existentes.

Conhecendo  $NPM$ , calcula-se o valor mínimo de NPC no canal principal :

$$NPC = NPM + \Delta$$

em que  $\Delta$  representa as perdas de carga entre a bacia de medição e o canal principal. Para calcular  $\Delta$ , suporemos que a comporta está completamente aberta e

desprezaremos as perdas nos orifícios de fundo (onde as velocidades são reduzidas) que asseguram a comunicação entre a bacia de dissipação e a bacia de medição. Nestas condições,  $\Delta$  será igual à soma das perdas de cargas na entrada e na saída da tubulação e das perdas de cargas lineares na tubulação.

$$\Delta = 1,5 \frac{v^2}{2g} + JL$$

O valor de J é calculado pela fórmula de SCHEFFÉ :

$$d = 48,3 D^{2,68} J^{0,56}$$

Na maior parte dos casos, acharnos um valor de NPM inferior ou igual à cota do fundo do canal principal.

Na realidade, o nível de água no canal terá um certo valor  $NPCo > NPC$  e a comporta estará parcialmente fechada, o que criará uma perda de carga suplementar  $\Delta_o$ , tal que :

$$NPCo - NPM = \Delta + \Delta_o$$

Nos outros casos, escolheremos os valores de NPM superiores à cota do fundo e verificamos no cálculo dos canais principais a condição :

$$NPCo > NPM$$

OBS : - O valor de NPM calculado é suficiente para o dimensionamento da obra, mas não é bastante preciso para fixar a posição do marco no tanque de medição. Para determinar esse marco, regular-se-á a comporta de maneira que o nível no tanque de medição seja igual a NPM e medir-se-á a vazão no canal secundário a jusante do vertedor. Manobrar-se-á a comporta de maneira que a vazão tenha o valor desejado e traçar-se-á em seguida o marco.

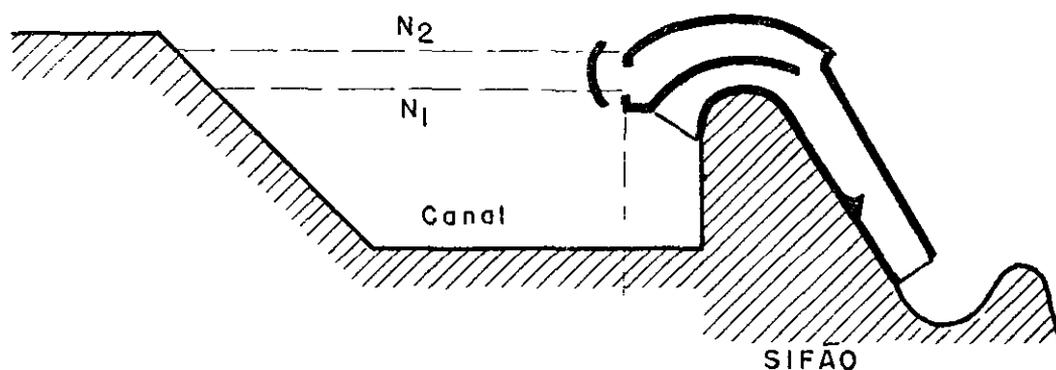
## 2.5 - Cálculo das descargas de segurança

### 2.5.1 - Descarga de extremidade

Calculam-se como os vertedores. A cota S do vertedor deverá ser ligeiramente superior ao nível mínimo necessário ao funcionamento da tomada principal situada logo a montante da descarga.

### 2.5.2 - Descargas intermediárias

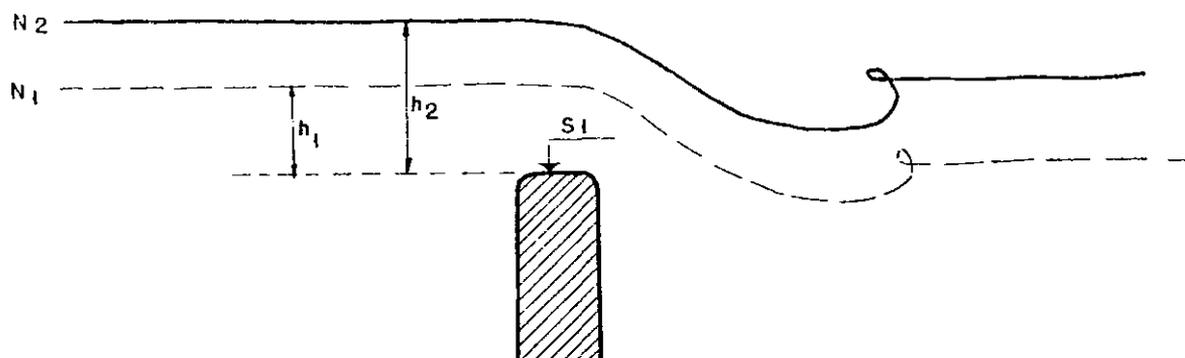
As duas descargas intermediárias  $D_1$  e  $D_2$  do canal  $P_1$  são constituídas, cada uma, por um vertedor transversal e por um sifão automático tipo NEYR - PIC, disposto lateralmente



Se o nível de água no canal é inferior a  $N_1$ , o sifão não funciona. À medida que o nível se eleva no canal, a descarga começa a funcionar como vertedor; depois o sifão se escoia e atinge a vazão máxima, quando o nível está em  $N_2$ .

Para os dois tipos de sifões que previmos (Si 700 e Si 500), a diferença  $N_2 - N_1$  é igual a 6 cm.

No canal, para a vazão normal, o nível não deve ultrapassar  $N_1$  e para a vazão máxima, deve atingir  $N_2$ .



Dever-se-á dimensionar o vertedor de tal maneira que a vazão máxima  $V_2$  admissível na jusante do canal passe com uma carga  $h_2$  e a vazão normal  $V_1$  passe com uma carga  $h_1$ , com :

$$h_2 - h_1 \geq 6 \text{ cm.}$$

## 2.6 - Metodologia de cálculo dos canais

A partir dos perfis longitudinais (escalas de 1/100 e 1/2.000) dos canais principais levantados pelas equipes topográficas do Consórcio, à razão de um ponto a cada 50 m, determinamos trechos de declividade uniforme. Desenhamos novos perfis nas escalas de 1/5.000 em comprimento e de 1/100 em altura, nos quais indicamos as mudanças de seções e de declividade, a posição das obras projetadas e a das obras existentes que serão aproveitadas.

Determinamos para cada trecho de seção uniforme, uma curva da "debitance" ( $\frac{Q}{\sqrt{i}} = f(h)$ )

A partir dessas curvas, determinamos a vazão máxima que cada trecho poderia transportar, o que nos permitiu fixar em primeira aproximação a posição das descargas de segurança e as suas vazões.

Em seguida, determinamos para cada trecho limitado por tomadas principais ou descargas de segurança, as alturas normais relativas à vazão máxima e à vazão normal.



- pela largura no fundo :  $b$
- pela declividade do fundo :  $I$
- pela altura normal :  $h_n$

Consideramos por hipótese que :

- A representa a extremidade do canal e que o regime uniforme se estabelece no trecho AB, que serve apenas para evacuar a vazão excedente.
- B representa uma obra, um vertedor, por **exemplo**.
- C representa a posição de uma tomada principal no trecho BD, cujas características são uniformes.
- D é uma obra.

Em cada um desses pontos, conhecem-se as cotas CF do fundo, a jusante e a montante.

Os quadros são preenchidos assim :

- inscrevem-se os valores de  $V, b, I, h_n, CF$
- o nível NP a jusante de B é igual a :  

$$NP = CF_{\text{jusante}} + h_{nAB}$$
- o cálculo da obra B é acompanhado de um esboço e é efetuado de conformidade com os principais enunciados anteriormente. Calcula-se o nível NP a montante do dispositivo B.
- Conhecendo NP, calcula-se a altura :  

$$h = NP - CF$$
- Determina-se  $Z_0 = h - h_{nCB}$

Se  $Z_0 < 0$ , há remanso "d' abaissement" num comprimento pequeno, e admite-se que o regime uniforme se estabeleça antes do ponto C.

Se  $Z_0 > 0$ , calcula-se o remanso Z a jusante do ponto C.

$$Z = \frac{(Z_0 - dn)^2}{4 Z_0}$$

em que  $d_{nDC} = CF$  na montante em B -  $CF$  na jusante em C.

- Calcula-se NP a jusante de C =  $CF_{\text{jusante}} + h_{nDC} + Z$
- Os elementos na montante do ponto C são idênticos aos da jusante
- Se  $d_{nBD} < Z_0$ , calcula-se Z a jusante de D da mesma maneira empregada acima.

Donde  $NP_{\text{jusante}} \text{ em D} = CF_{\text{jusante}} \text{ em D} + h_{nDC} + Z$

- Se  $d_n B > Z_0$ , o remanso se anula entre C e D e tem-se então :

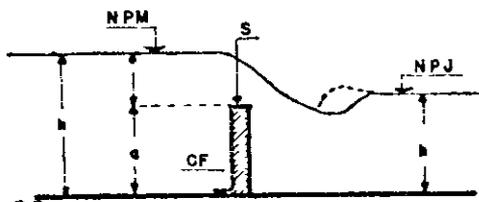
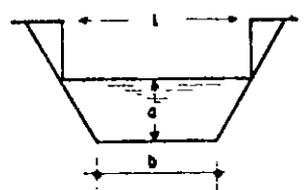
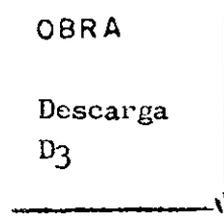
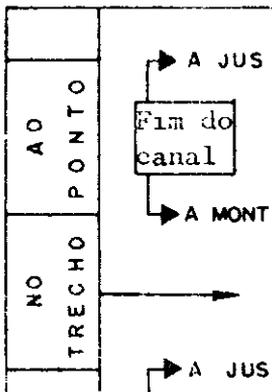
$$NP_{\text{jusante}} \text{ em D} = CF_{\text{jusante}} \text{ em D} + h_{nDC}$$

- Calcula-se a obra D e prosseguem-se, assim, os cálculos até a origem do canal.

3.1 - CÁLCULO DO CANAL PL

000593 .

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P <sub>1</sub>									
V	b	I	hn	Z	Z <sub>o</sub>	n	CF <sub>J</sub> CF <sub>M</sub> d <sup>n</sup>	N P	OBSERVAÇÕES
							64,79		
137	30	0,76	37						
				0		37	66,09	66,46	



$v = 137 \text{ L/s}$      $q = 152 \text{ L/s/m}$      $CF = 69,09$   
 $l = 0,90$      $H = 0,20$      $a = 0,30$      $NPM = S = M = 66,59$   
 $s = 66,39$

						12	50	66,09	66,59	
		137	30	0,69	38			0,02		
					10		48	66,11	66,59	
							48	66,11	66,59	
		137	30	0,69	38			0,15		
					1		39	66,26	66,65	
							39	66,26	66,65	
		137	30	0,69	38			1,07		
					0		38	66,33	67,71	
						0	36	67,33	67,71	
		137	30	0,69	38			0,15		
					0		38	67,48	67,86	

000594

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL. P<sub>1</sub>

		V	b	I	h <sub>n</sub>	Z	Z <sub>o</sub>	n	CF. CF <sup>dn</sup> CF <sup>M</sup>	J M	N P	OBSERVAÇÕES
AO	→ A JUS					0		38	67,48		67,86	
PONTO	T5-8											
NO	→ A MONT						- 2	38	67,48		67,86	
TRECHO	→	137	30	0,608	40							
AO	→ A JUS					0		40	67,84		68,24	
PONTO	M14											
NO	→ A MONT						6	40	67,84		68,24	
TRECHO	→	137	30	1,085	34				0,40			
AO	→ A JUS					0		34	68,24		68,58	
PONTO	T5-7											
NO	→ A MONT						0	34	68,24		68,58	
TRECHO	→	137	30	1,085	34							
AO	→ A JUS					0		34	68,58		68,92	
PONTO	M13											
NO	→ A MONT						- 4	34	68,58		68,92	
TRECHO	→	137	30	0,685	38							
AO	→ A JUS.					0		38	69,24		69,62	
PONTO	M12											
NO	→ A MONT						- 2	38	69,24		69,62	
TRECHO	→	137	30	0,78	40							
AO	→ A JUS.					0		40	69,61		70,01	
PONTO	Ponte P7											
NO	→ A MONT											
TRECHO	→											
NO	→ A JUS											

000055





CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL : P<sub>1</sub>

		V	b	I	h <sub>n</sub>	Z	Z <sub>o</sub>	h	CF. J CF. M	N P	OBSERVAÇÕES
AO	A JUS					0		73	71,72	72,49	
PONTO	T6-5										
	A MONT						4	77	71,72	72,49	
NO	TRECHO	500	50	0,356	73						
AO	A JUS					0		73	71,81	72,54	
PONTO	[ ]										
	A MONT						- 10	73	71,81	72,54	
NO	TRECHO	500	120	0,064	83						
AO	A JUS					0		83	71,86	72,69	
PONTO	T5-1										
	A MONT						0	83	71,86	72,69	
NO	TRECHO	500	120	0,064	83						
AO	A JUS					0		83	71,88	72,71	
PONTO	M6										
	A MONT						31	83	71,88	72,71	
NO	TRECHO	500	120	0,37	52				0,43		
AO	A JUS.					3		55	72,31	72,86	
PONTO	M7										
	A MONT						- 15	55	72,31	72,86	
NO	TRECHO	500	120	0,127	70						
AO	A JUS.					0		70	72,45	73,15	
PONTO	Ponte P <sub>5</sub>										
	A MONT										
NO	TRECHO										
	A JUS										

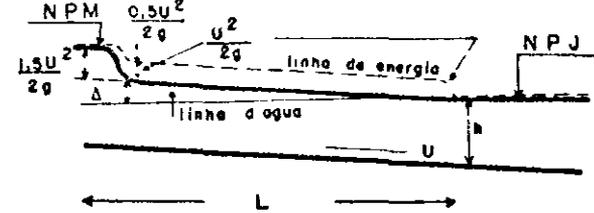
000008

CA'LCULOS HIDRA'ULICOS DO CANAL PRINCIPAL . P<sub>1</sub>

V	b	I	h <sub>n</sub>	Z	Z <sub>o</sub>	h	CF <sub>dn</sub> CF. M	J	N P	OBSERVAÇÕES
---	---	---	----------------	---	----------------	---	---------------------------	---	-----	-------------

OBRA  
Ponte  
Canal  
P<sub>6</sub>

				0		70	72,45		73,15	
--	--	--	--	---	--	----	-------	--	-------	--



$n = 0,70$	$NPJ = 73,15$
$\ell = 0,60$	$\Delta = 2$
$s = 0,42$	$\frac{1,5U^2}{2g} = 10$
$U \times \frac{V}{S} = 0,07 \text{ m}$	$NPM = 73,27$

No ponte canal  
com  $h \neq 0,70 \text{ m}$

$J = 2,2 \text{ ‰}$

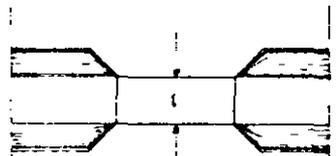
$\Delta = JL = 2 \text{ cm}$



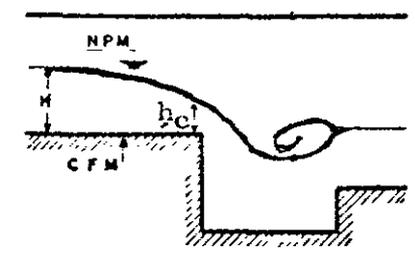
NO  
TRECHO P  
A MONT  
A JUS.

						3	82	72,45	73,27	
500	90	0,127	79							
				3		82	72,45		73,27	

OBRA  
Queda  
Q<sub>3</sub>



$v = 500 \text{ L/s}$   $q = 590 \text{ L/s/m}$   
 $l = 0,85$   $H = 0,50$



NO  
TRECHO P  
A MONT  
AO PUNTO T3-9  
A JUS.  
A MONT  
NO  
TRECHO P  
A JUS.  
AO PUNTO Q7  
A MONT  
NO  
TRECHO P  
A JUS.

						8	50	73,47	73,97	
500	90	0,43	58							
				6		64	73,49		74,15	
						66	73,49		74,15	
500	90	0,43	58							
				0		58	73,78		74,36	

000039

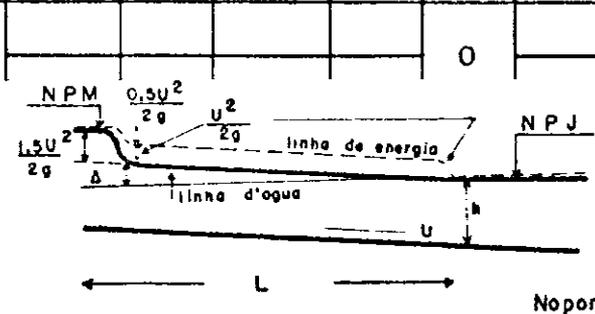




CA'LCULOS HIDRA'ULICOS DO CANAL PRINCIPAL . P<sub>1</sub>

V	b	I	hn	Z	Z <sub>o</sub>	n	CF. J CF. M	N P	OBSERVAÇÕES
---	---	---	----	---	----------------	---	----------------	-----	-------------

OBRA  
Ponte  
Canal  
P<sub>5</sub>



				0		130	75,97	77,27	
							$h = 1,30$	$NPJ = 77,27$	
							$t = 1,00$	$\Delta = 1$	
							$s = 1,20$	$\frac{1,5U^2}{2g} = 7$	
							$U = \frac{V}{S} = 0,05 \text{ m}$	$NPM = 77,35$	

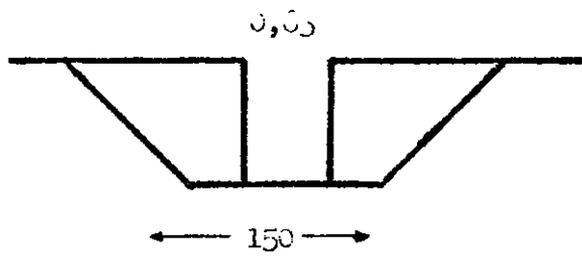
No ponte canal  
com  $h = 1,30$   
 $J = 0,56\%$   
 $\Delta = JL = 1 \text{ cm}$



TRECHO P  
NO  
A MONT  
A JUS

						8	138	75,97	77,35
		1195	150	0,05	130				
						8	138	75,97	77,35

GERA.  
5



GERA. a ser  
retinida para evitar transbordamen  
to.

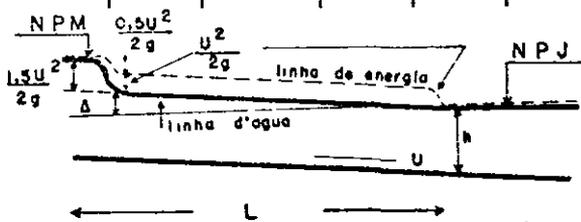
						85	138	75,97	77,35
NO	TRECHO P								
AO	PONTO	1195	150	1,24	53				
	M <sub>4</sub>					57		1,10	76,28
						-8		1,10	76,28
NO	TRECHO P	1195	150	0,126	102			2	
AO	PONTO					0		108	76,30
	T3-5					6		108	76,30
NO	TRECHO P	1195	150	0,126	102				
						0		102	76,36

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P<sub>1</sub>

V	b	I	h <sub>n</sub>	Z	Z <sub>o</sub>	h	CF. J CF. M	NP	OBSERVAÇÕES
				0		102	76,36	77,38	
					0	102	76,36	77,38	
1195	150	0,126	102						
				0		102	76,40	77,42	

OBRA

Ponte  
Canal  
P<sub>4</sub>



$h = 1,02$

$NPJ = 77,42$

$l = 1,00$

$\Delta = 0,025$

$s = 1,00$

$\frac{1.5U^2}{2g} = 0,105$

$U = \frac{V}{S} = 0,07$

$NP.M = 77,55$

No ponte canal  
com  $h \neq 1,00$

$J = 1,2\%$

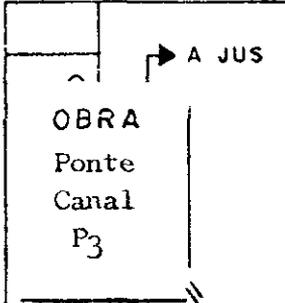
$\Delta = JL = 2,5 \text{ cm}$



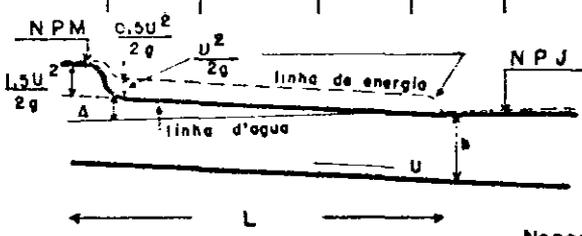
						-1	112	76,43	77,55	
		1195	150	0,082	113					
					0		113	76,47	77,60	
						0	113	76,47	77,60	
		1145	150	0,082	113					
					0		113	76,49	77,62	
						0	113	76,49	77,62	
		1195	150	0,082	113					
					0		113	76,49	77,62	
						0	113	76,49	77,62	
		1195	150	0,082	113					
					0		113	76,50	77,63	

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P<sub>1</sub>

V	b	I	hn	Z	Zo	n	CF. J CF. M	NP	OBSERVAÇÕES
---	---	---	----	---	----	---	----------------	----	-------------



				0		113	76,50	77,63	
						$n = 1,13$		$NPJ = 77,63$	
						$i = 0,90$		$\Delta = 3$	
						$s = 1,00$		$\frac{1,5U^2}{2g} = 10$	
						$U = \frac{V}{S} = 0,07 n$		$NPM = 77,76$	



No ponte canal  
com  $n = 1,13$

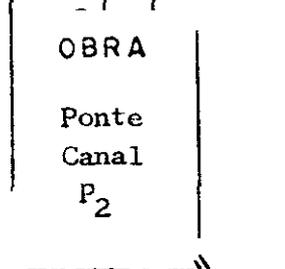
$J = 1,5 \%$

$\Delta = JL = 3 \text{ cm}$

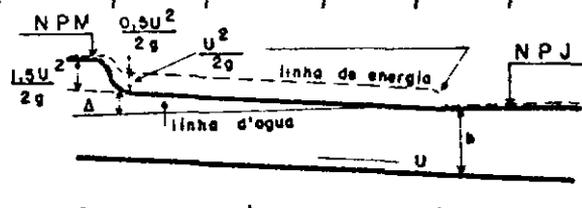


NO TRECHO P	AO PONTO	NO TRECHO P	AO PONTO	NO TRECHO P	AO PONTO	NO TRECHO P	AO PONTO
	A MONT		A JUS		A MONT		A JUS
			M <sub>3</sub>				M <sub>2</sub>

						-14	126	76,50	77,76
		1195	150	0,04	140			7	
						0	140	76,57	77,97
						100	140	76,57	77,97
		1195	150	0,4	40			2	
						81	121	76,77	77,98
						31	121	76,77	77,98
		1195	150	0,193	90			26	
						11	101	77,03	78,04



							$n = 1,00$	$NPJ = 78,04$	
							$i = 90$	$\Delta = 5$	
							$s = 0,90$	$\frac{1,5U^2}{2g} = 24$	
							$U = \frac{V}{S} = 16$	$NPM = 78,33$	



No ponte canal  
com  $n = 1,00$

$J = 1,2 \%$

$\Delta = JL = 5 \text{ cm}$



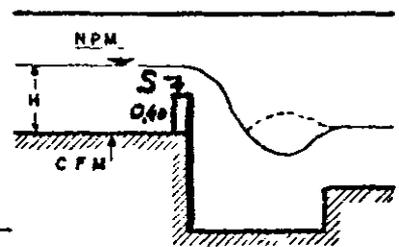
TRECHO P	A MONT	A JUS
		T1-4

						32	130	77,03	78,33
		1195	150	0,146	98				
						32	130	77,04	78,34

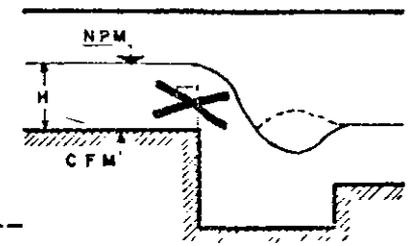
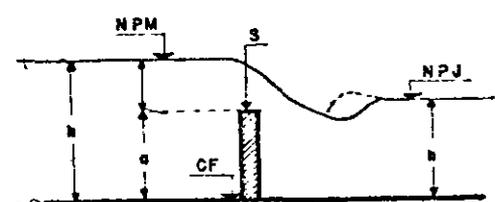
000105

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL: P<sub>1</sub>

		V	b	I	nn	Z	Z <sub>o</sub>	h	CF. J CF. M	N.P	OBSERVAÇÕES
AO PONTO	A JUS					32		130	77,04	78,34	
	A MONT							130	77,04	78,34	
NO TRECHO		1195	150	0,146	98				9		
AO PONTO	A JUS					23		121	77,13	78,34	
	A MONT						27	121	77,13	78,34	
NO TRECHO		1195	165	0,146	94				6		
AO PONTO	A JUS.					21		115	77,19	78,34	
	A MONT							115	77,19	78,34	
NO TRECHO		1195	165	0,146	94				13		
AO PONTO	A JUS					11		105	77,32	78,37	
	A MONT						-1	105	77,32	78,37	
NO TRECHO		1195	125	0,146	104						
	A JUS.					0		104	77,33	78,37	
OBRA											
Queda											
5											
		<p>V = 1195      q = 1 m<sup>3</sup>/sm      S = 79,21</p> <p>l = 1,20      H = 0,72      M = 0,72</p> <p>NPM = 79,93</p>									
NO TRECHO P <sub>1</sub>	A MONT						18	112	78,81	79,93	
		1195	125	0,38	94						
	A JUS					9		103	78,91	79,94	
M1											



000106

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P <sub>1</sub>											
		V	b	I	h <sub>0</sub>	Z	Z <sub>0</sub>	h	CF <sub>gn</sub> CF	JNP	OBSERVAÇÕES
AO PONTO	→ A JUS					9		1,03	78,91	79,94	
	M <sub>1</sub>										
NO TRECHO	→ A MONT						24	1,03	78,91	79,94	
	→	1195	160	0,238	84				17		
NO TRECHO	→ A JUS					10		0,94	79,08	80,02	
	→										
OBRA											
Vertedor a ser destruído		V = 1195	q = 800 L/s/m	CFM = 80,07							
		l = 150	H = 0,62	M = 62							
				NPM = 80,69							
											
NO TRECHO	→ A MONT						-25	0,62	80,07	80,69	
	→	1195	160	0,206	87				1		
NO TRECHO	→ A JUS					53		1,40	80,08	81,48	
	→										
OBRA											
Cruzeiro do sifão P <sub>2</sub>											
		V = 1195	q = 333 L/s/m	CF = 80,08							
		l = 360	H = 34	o = 1,13							
				S = 81,27							
											
NO TRECHO	→ A MONT						57	1,47	80,08	81,55	
	→	1195	150	0,206	90				21		
AO PONTO	→ A JUS					38		1,28	80,29	81,57	
	Q <sub>3</sub> (*)										
NO TRECHO	→ A MONT						10	0,86	80,71	81,57	
	→	1195	150	0,36	70						
NO TRECHO	→ A JUS										
	→										

(\*)  
Queda afo-  
gada sem  
influência  
apreciável  
sobre a li-  
nha de água.

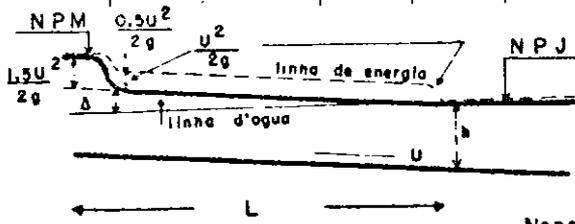
CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P<sub>1</sub>

V	b	I	h <sub>0</sub>	Z	Z <sub>0</sub>	h	$\frac{CF_{J0}}{CF_{JV}}$	N <sub>P</sub>	QUOTA DE SOBRES
---	---	---	----------------	---	----------------	---	---------------------------	----------------	-----------------

OBRA

Ponte Canal

P<sub>1</sub>



h =	0,78	N <sub>PJ</sub> =	81,60
l =	1,00	Δ =	5
S =	0,78	$\frac{1,5U^2}{2g}$	18
$U = \frac{V}{S}$	0,12 m	N <sub>PM</sub> =	81,83

No ponte canal com h = 0,78

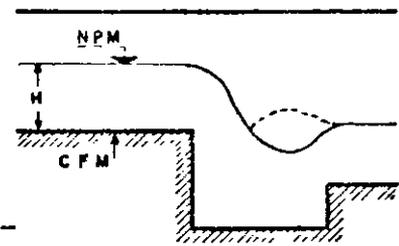
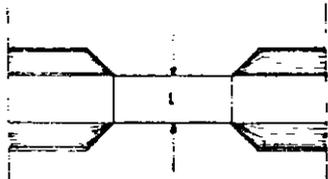
J =  $\frac{2,1}{100}$  %  
 Δ = JL = 5



NO TRECHO P	→ A MONT					25	1,01	80,82	81,83
	→ A JUS	1195	150	0,36	76				4

OBRA

Q<sub>0</sub>

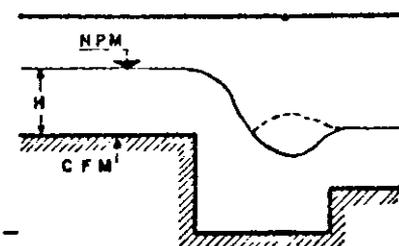
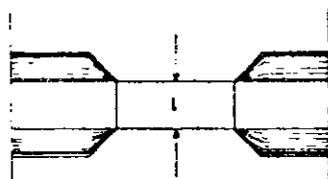


v =	1195	q =	800 L/s/m	CFM =	81,98
l =	150	H =	0,62	M =	62
		NPM =			82,60

NO TRECHO P	→ A MONT					24	62	81,98	82,60
	→ A JUS	1195	150	0,234	86			21	

OBRA

Q<sub>1</sub>



v =	1195	q =	800 L/s/m	CFM =	83,28
l =	150	H =	0,12	M =	62
		NPM =			83,90

NO TRECHO P	→ A MONT					-12	72	83,18	83,90
	→ A JUS	1195	150	0,252	84				
ORIGEM DO CANAL						0	84	83,42	84,26

CANAL P 1000108

CA	VALOR				
T5.11	20	12	66,23	65,61	Descarga 3 (137)
T5.10	30	16	66,42	65,83	
T5.9	40	19	67,52	67,39	
T5.8	50	23	67,71	67,28	
T5.7	60	20	68,44	67,98	
T5.6	70	31	70,32	69,58	
T5.5	100	36	70,52	70,08 *	* Descarga 2 (3631/s)
T5.4	130	35	71,37	70,82	
T5.3	140	34	71,44	70,75	
T5.2	160	41	71,96	71,20	
T6.5	295	56	72,28	70,34	
T5.1	315	65	72,51	71,79	
T3.9	335	45	73,94	73,12	
TP3	590	71	76,47	76,36 *	* Descarga 1 (695 l/s)
T3.7	605	71	76,61	75,84	
T3.6	615	92	76,89	76,04	
T3.5	630	72	77,02	76,67	
T3.4	650	73	77,12	76,24	
T3.3	660	82	77,29	76,16	
T3.2	710	86	77,35	76,51	
T3.1	725	86	77,35	76,59	
T1.4	735	75	77,79	76,80	
T1.3	745	72	77,85	77,02	
T1.2	840	77	77,96	77,64	
T1.1	940	94	78,26	77,14	
TP2	1195	90	80,98 (1)	81,41	(1) Cota do vertedor = 81,21
					Nível d'água real em P2 = 81,50
					Por V = 940 l/s H = 0,29

3.2 - CÁLCULO DO CANAL P2

900109

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P<sub>2</sub>

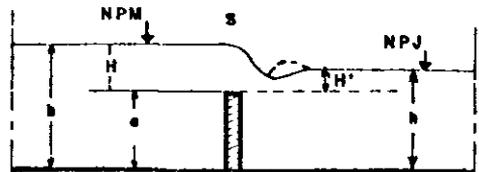
V	b	I	nn	Z	Z <sub>o</sub>	n	CF. J CF. M	N P	OBSEVAÇÕES
---	---	---	----	---	----------------	---	----------------	-----	------------

→ A JUS

52 75,51 76,03

OBRA

Descarga de  
Segurança e  
T2-10



v = 255 q = 170  
l = 150 s = 75,81

NPS = 76,03  
-S = 75,81  
H' = 22  
H = 26  
+S = 75,81  
NPM =

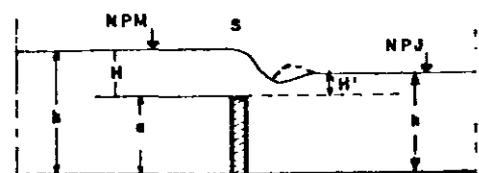
NO TRECHO	→ A MONT
AO PONTO	→ A JUS
NO TRECHO	→ A MONT
AO PONTO	→ A JUS



					4	56	75,51	76,07
255	45	0,43	52				34	
				0		52	75,85	76,37
					-10	36	76,01	76,37
255	45	0,63	46					
				0		46	76,47	76,93

OBRA

T2-9



v = 255 q = 170 l/sm  
l = 150 s = 76,77

NPS = 76,93  
-S = 76,77  
H' = 16  
H = 23  
+S = 76,77  
NPM = 77,00

NO TRECHO	→ A MONT
AO PONTO	→ A JUS
NO TRECHO	→ A MONT
AO PONTO	→ A JUS



					7	53	76,47	77,00
255	45	0,63	46				8	
				1		47	76,55	77,02
						47	76,55	77,02
255	45	0,63	46					
				0		46	76,91	77,37

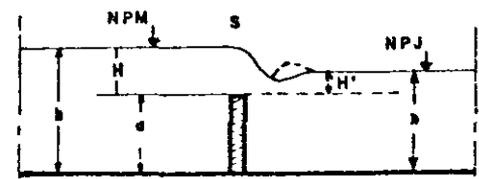
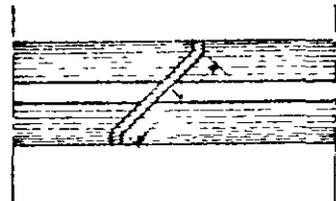
M4

009110

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL . P<sub>2</sub>

		V	b	I	hn	Z	Z <sub>o</sub>	h	CF. J dn CF. M	NP	OBSERVAÇÕES
AO PONTO	A JUS					0		46	76,91	77,37	
	M4										
TRECHO	A MONT						0	46	76,91	77,37	
		255	45	0,610	46						
	A JUS					0		46	77,03	77,49	

OBRA  
T2-7

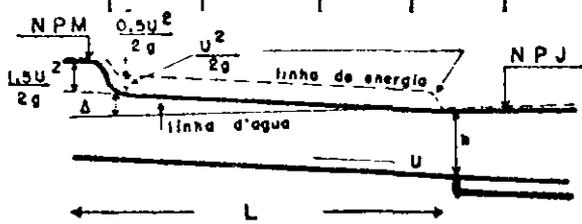


$V = 255$        $q = 170$   
 $l = 150$        $s = 77,33$

$NPS = 77,49$   
 $-S = 77,33$   
 $H' = 16$   
 $H = 23$   
 $+S = 77,33$   
 $NPM = 77,56$

NO TRECHO P	A MONT						7	53	77,03	77,56	
		255	45	0,610	46				3		
	A JUS					5		51	77,10	77,61	

OBRA  
Ponte Canal sobre o riacho Papucu



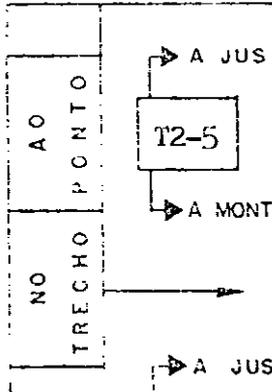
$h = 0,36$        $NPJ = 77,61$   
 $i = 1,00$        $\Delta = 4$   
 $s = 0,36$        $\frac{1,5U^2}{2g} = 3$   
 $U = \frac{V}{S} = 0,02 \text{ m}$        $NPM = 77,68$

No ponte canal  
 com  $h = 0,36$   
 $J = 0,8 \text{ cm}$   
 $\Delta = JL = 4 \text{ cm}$

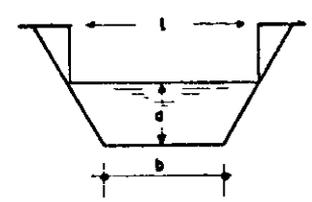
NO TRECHO I	A MONT						-3	43	77,25	77,68	
		255	45	0,626	46				1		
AO PONTO	A JUS.					0		46	77,26	77,72	
	T2-6										
TRECHO	A MONT						0	46	77,26	77,72	
		255	45	0,626	46						
	A JUS.					0		46	77,43	77,89	

000111

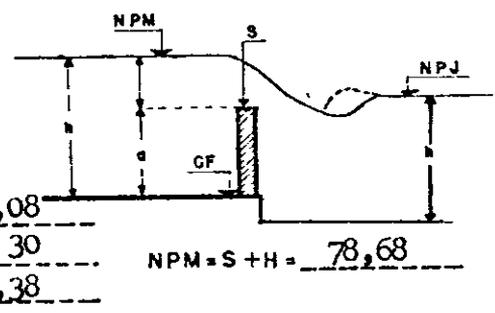
CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P <sub>2</sub>										
V	b	I	h <sub>n</sub>	Z	Z <sub>0</sub>	h	CF <sub>dn</sub>	J	N P	OBSERVAÇÕES
				0		46	77,43		77,89	
					0	46	77,43		77,89	
255	45	0,626	46							
				0		46	77,50		77,96	



OBRA  
M<sub>3</sub>



V = 255      q = 282 L/sm  
l = 90      H = 30



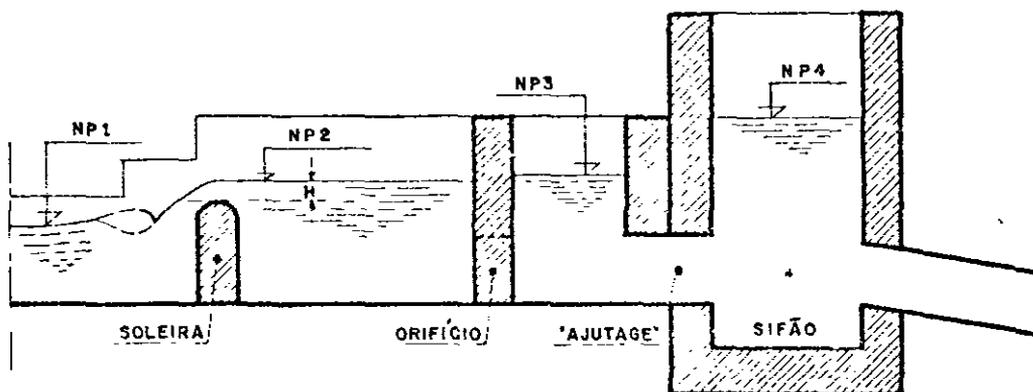
CF = 78,08  
o = 0,30      NPM = S + H = 78,68  
s = 78,38

						11	60	78,08	78,68	
		255	45	0,548	49			11		
					2		51	78,19	78,70	
						2	51	78,19	78,70	
		255	45	0,548	49			82		
					0		49	78,52	79,01	
						0	49	78,52	79,01	
		255	45	0,548	49					
					0		49	78,61	79,10	
						0	49	78,61	79,10	
		255	45	0,548	49					
					0		49	78,87	79,36	

000112



CÁLCULO DA TONELA IP<sub>2</sub>



Cálculo de NP<sub>2</sub>

$$V_{\text{max.}} = 255 \text{ L/seg.}$$

$$l = 0,85$$

$$q = \frac{V}{l} = 300 \text{ L/seg.}$$

$$H = 0,32$$

$$S_1 = 79,60$$

$$\underline{NP_2 = 79,92}$$

$$\underline{NP_1 = 79,77}$$

$$NP_2 - NP_1 = 0,15 > 0,4H$$

A soleira funciona como vertedouro desafogado.

Cálculo de NP<sub>3</sub>

Desprezam-se as perdas de carga no orifício (C).

$$\text{Donde : } NP_3 = NP_c = 79,92$$

Cálculo de NP<sub>4</sub>

A ligação entre a chaminé do sifão e a bacia de dissipação é feita por um orifício de secção quadrada (0,50 x 0,50) e de comprimento L = 50.

Para calcular as perdas de carga no orifício, utilizaremos a fór

nula clássica :

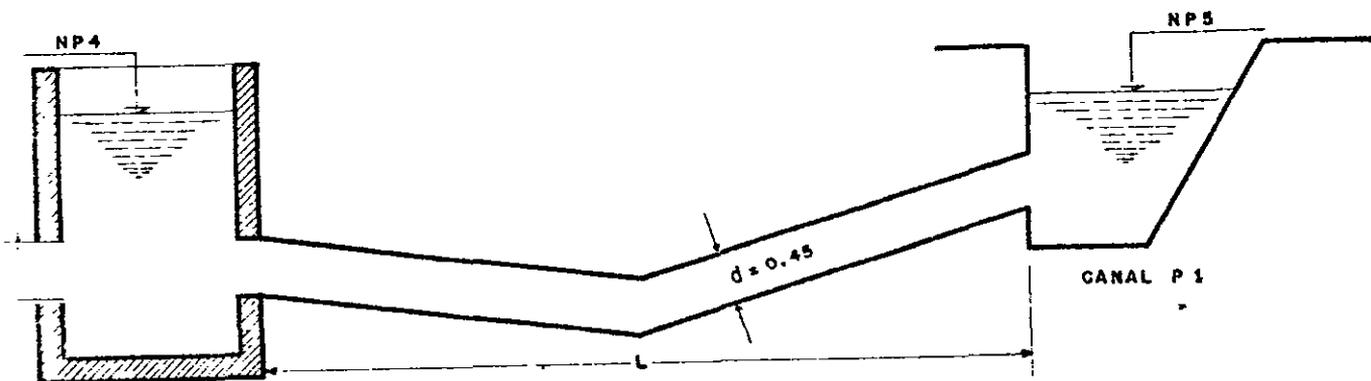
$$Q = \mu S 2gh$$

Pode-se tomar para  $\mu$ , um valor igual a 0,76 (Lancastre, pág. 363).

Donde :  $h = 9 \text{ cm}$

$$\text{e } NP_4 = NP_3 + H = 80,01$$

### CÁLCULO DO SIFÃO P<sub>2</sub>



Para  $V = 255 \text{ L/seg.}$ ,  $d = 0,45 \text{ m}$  e  $L = 150 \text{ m}$ , achamos :

$$V = 1,6 \text{ m/seg.}, \text{ donde } 1,5 \frac{V^2}{2g} = 0,20 \text{ m}$$

$$J = 8^{\circ}/_{00}, \text{ donde } JL = 1,20 \text{ m}$$

Ver, então :

$$NP_5 = 80,01 + 0,20 + 1,20$$

$$\underline{NP_5 = 81,41}$$

## CANAL P2

ESTACION A	VAZÃO NOMINAL	10	15	20	25
T2.10	10	9	75,60	75,56 *	* Descarga Vertedor S = 75,81
T2.9	20	12	76,59	76,17(1)	h > 0,30 (1) Vertedor: S = 77,77 h > 0,30
T2.8	30	15	76,70	76,28	
T2.7	55	21	77,23	76,68 (2)	(2) Vertedor: S = 77,33 h > 0,30
T2.6	65	23	77,49	76,72	
T2.5	100	29	77,72	77,34	
T2.4	145	35	78,54 (3)	78,55	(3) --Na realidade a vazão de 1001/s sobre o vertedor M3 provoca um remanso de 9 cm em T2-4. O nível mínimo será : $78,19 + 0,29 + 0,09$ $= 78,57$
T2.3	160	37	78,89	78,17	
T2.2	185	40	79,01	78,34	
T2.1	255	47	79,34	78,90	

3.3 - CÁLCULO DO CANAL P3

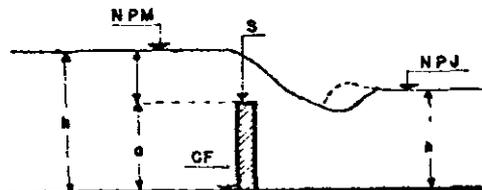
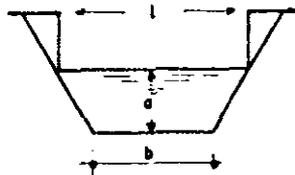
000117

---

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P <sub>3</sub>									
V	b	I	an	Z	Z <sub>0</sub>	n	CF <sub>J</sub> CF <sub>M</sub>	NP	Q. EVACU.
							72,50		

OBRA

Descarga de  
T6-3  
T6-4



$V = 159$        $q = 76 \text{ L/s/m}$        $CF = 72,50$   
 $l = 210$        $H = 13$        $o = 0,48$        $NPM = S = M = 73,11$   
 $S = 72,98$

NO	TRECHO	PONTO	NO	V	b	I	an	Z	Z <sub>0</sub>	n	CF <sub>J</sub> CF <sub>M</sub>	NP		
								10	61		72,50	73,11		
NO	→ A MONT			159	50	0,145	51							
AO	→ A JUS	16-2						1			52	72,64	73,16	
NO	→ A MONT			159	50	0,145	51				52	72,64	73,16	
AO	→ A JUS	16-1						0			51	72,77	73,28	
NO	→ A MONT			159	50	0,145	51				0	51	72,77	73,28
AO	→ A JUS	14-1						0			51	72,94	73,45	
NO	→ A MONT			159	50	0,145	51				0	51	72,94	73,45
AO	→ A JUS							0			51	72,95	73,46	
NO	→ A MONT													
NO	→ A JUS													

PARTIDOR P<sub>3</sub> - A<sub>1</sub>P<sub>3</sub>

000118

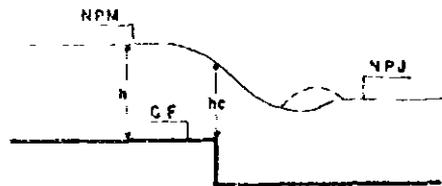
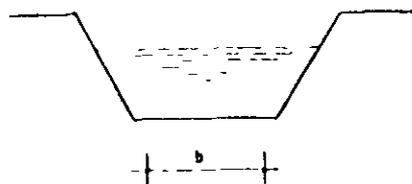


000120

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DO CANAL PRINCIPAL P<sub>3</sub>

V	b	i	hr	Z	Z <sub>0</sub>	n	CF <sub>en</sub> CF <sub>M</sub>	J M	NP	OBSERVAÇÕES	
									73,34	73,89	

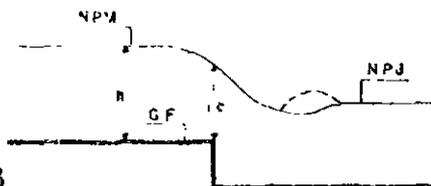
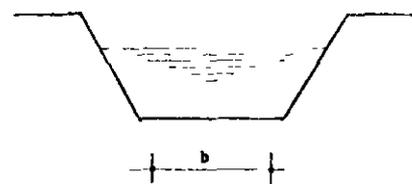
OBRA  
Queda  
Q<sub>2</sub>



$v = 255$        $h_c = 0,22$        $CF = 74,30$   
 $f = b = 0,65$        $h = 0,33$        $h = 0,33$   
 $NP = 74,63$

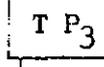
NO TRECHO	PC	A MONT	A JUS	Z	n	CF	NP
				-20	0,30	74,30	74,63
				0	0,50	74,34	74,84

OBRA  
Queda  
Q<sub>2</sub>



$v = 255$        $h_c = 0,22$        $CF = 75,33$   
 $f = b = 0,65$        $h = 0,33$        $h = 0,33$   
 $NP = 75,66$

NO TRECHO	PC	A MONT	A JUS	Z	n	CF	NP
				-14	0,33	75,33	75,66
				0	0,47	75,60	76,07



Crises do canal P<sub>3</sub>

Nº DE TOMADA	VALOR NOMINAL	Pa	NIVEL PRECIPITACION A UNO METRO DE PROFUNDIDAD	NIVEL MEDIO PARA LA TOMADA	OBS
T6.4				72,13	* Descarga: S = 72,98
T6.3	60	32	72,82	72,95 *	
T6.2	85	37	73,01	72,08	
T6.1	130	47	73,24	72,98	
T4.1	140	48	73,39	71,58	
Partidor con A <sub>1</sub> P <sub>3</sub>					
T3.8	255	50	74,82	73,38	

3.4 - CÁLCULO DO CANAL ALP3

000122





## CANAL A1 P3

NÚMERO DE TOMADA	VAZÃO NOMINAL	Nº	NÍVEL MÉDIO DE TRAZIDA MÍNIMO TRAZIDA	NÍVEL MÁXIMO PARA AÇÃO	OBS
T4.6	40	37	73,06	73,11 *	* Descarga: S = 73,15
T4.5	50	42	73,14	72,23	
T4.4	60	37	73,21	72,15	
T4.3	75	40	73,33	73,09	
T4.2	85	42	73,59	72,24	

000125

3.5 - CÁLCULO DAS TOMADAS PRINCIPAIS

000126

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS DAS TOMADAS PRINCIPAIS

CANAL P<sub>1</sub>

000127

TOMADA	V m/s	lv m	q l/s/m	h cm	S 1	NP JUSANTE MAX	NP PRECISO A JUSANTE	NP MONTANTE	d cm	U m/s	Δ 1 cm	J ‰	LT m	Δ 2 cm	Δ cm	ALTIMETRIA MONTANTE PRINCIPAL P. 1
T1-1	100	1,20	836	13	76,96	77,04	76,29	77,09	40	0,80	5	1,30	5,03	0	5	77,14
T1-2	95	1,28	743	12	77,49	77,56	76,94	77,61	45	0,60	3	0,70	3,75	0	3	77,64
T1-3	10	0,18	55	10	76,90	76,96	76,49	77,00	15	0,55	2	2,30	3,83	0	2	77,02
T1-4	10	0,18	55	10	76,70	76,76	74,67	76,80	25	0,20	0	0,20	5,21	0	0	76,80
T3-1	15	0,27	55	10	76,46	76,52	74,94	76,56	17	0,65	3	0,25	4,35	0	3	76,59
T3-2	50	0,67	743	12	76,16	76,23	75,83	76,28	20	1,60	18	10,00	5,40	5	23	76,51
T3-3	10	0,18	55	10	76,05	76,11	75,59	76,15	22	0,30	1	0,50	5,45	0	1	76,16
T3-4	20	0,36	55	10	76,12	76,18	75,70	76,22	22	0,55	2	1,20	4,37	0	2	76,24
T3-5	15	0,27	55	10	76,57	76,63	75,31	76,67	30	0,22	0	0,18	4,48	0	0	76,67
T3-6	10	0,18	55	10	75,74	75,80	75,76	75,84	10	1,30	13	16,00	4,5	7	20	76,04
T3-7	15	0,27	55	10	75,73	75,79	75,10	75,83	25	0,30	1	0,45	4,92	0	1	75,84
T P <sub>3</sub>	255	1,50	170	22	76,00	76,10	76,07	76,22	50	1,40	15	2,7	3,30	1	16	76,36
T3-9	20	0,36	55	10	72,98	73,04	72,65	73,08	20	0,70	4	2,00	4,35	0	4	73,12
T5-1	20	0,36	55	10	71,66	71,72	71,00	71,76	20	0,65	3	2,00	2,90	0	3	71,79
T6-S	135	1,00	135	18	70,05	70,15	70,10	70,23	40	1,10	9	4,5	3,75	2	11	70,34
T5-2	20	0,36	55	10	71,06	71,12	70,95	71,16	18	0,70	4	2,50	2,93	0	4	71,20
T5-3	10	0,18	55	10	70,64	70,70	70,31	70,74	17	0,45	1	1,30	4,20	0	1	70,75
T5-4	30	0,24	123	17	70,54	70,64	70,32	70,71	18	1,10	9	6,00	3,03	2	11	70,82
T5-5	30	0,55	55	10	69,90	69,96	69,80	70,00	20	1,00	7	4,50	3,20	1	8	70,08
T5-6	10	0,18	55	10	69,30	69,36	69,10	69,40	10	1,30	13	16,00	3,20	5	18	69,58
T5-7	10	0,18	55	10	67,70	67,76	67,71	67,80	10	1,30	13	16,00	3,20	5	18	67,98
T5-8	10	0,18	55	10	67,15	67,21	66,41	67,25	15	0,60	3	2,50	1,95	0	3	67,28
T5-9	10	0,18	55	10	67,28	67,34	66,53	67,38	17	0,45	1	1,30	2,15	0	1	67,39
T5-10	10	0,18	55	10	65,72	65,78	65,74	65,82	18	0,45	1	1,30	1,95	0	1	65,83
T5-11	20	0,36	55	10	65,47	65,53	65,45	65,57	20	0,70	4	2,00	1,92	0	4	65,61





C - CÁLCULO DE ESTABILIDADE DAS OBRAS

## C - CÁLCULO DE ESTABILIDADE DAS OBRAS

Vamos indicar a metodologia seguida por nós para calcular as secções de concreto e de ferragem das obras de concreto armado.

### Normas de cálculo

$$- n = \frac{E_f}{E_c} = 15$$

- barra de aço CA 24

$$\text{Tensão admissível: } \sigma_f = 1.400 \text{ kg/cm}^2$$

$$- \text{concreto tipo L: } \sigma_R = 225 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{compressão admissível } \sigma_c = 135 \text{ kg/cm}^2$$

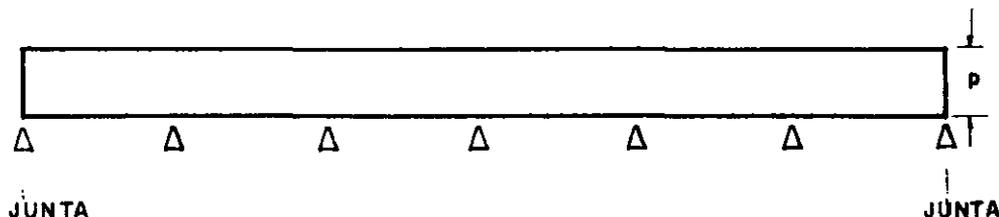
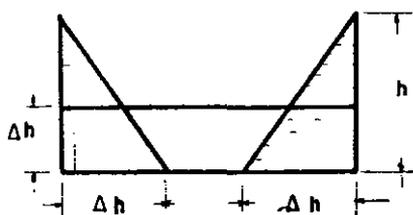
$$\text{Tensão admissível } \sigma_1 = 5,55 \text{ kg/cm}^2$$

### 1 - CÁLCULO DOS CANAIS SECUNDÁRIOS

No sentido transversal, as paredes laterais serão consideradas engastadas no embasamento, e no sentido longitudinal elas serão comparadas à vigas contínuas de 6 vãos iguais de 4 m.

a) Cálculo das cargas :

--- NO sentido transversal as cargas se devem ao empuxo da água:

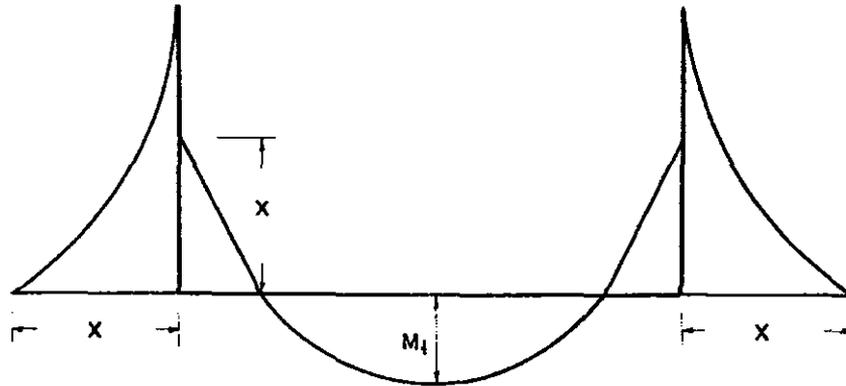


- No sentido longitudinal as cargas se devem ao peso da água e ao peso do próprio canal. Como a carga se distribui em 2 paredes laterais, o peso total será dividido por 2.

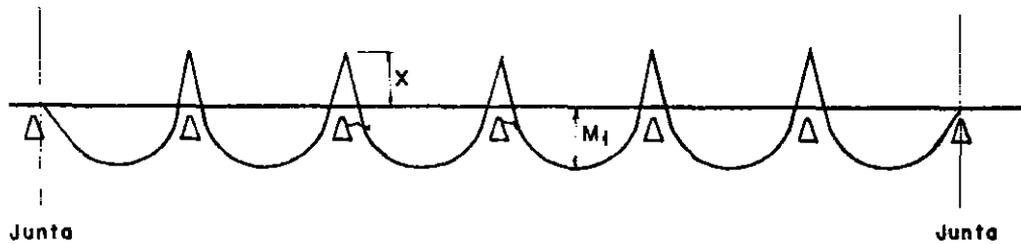
000131

b) Cálculo dos momentos :

$$\begin{aligned} \text{- No sentido transversal, } X &= - \frac{\Delta h^3}{6} \\ M_1 &= \frac{\Delta h l^2}{8} - \frac{\Delta h^3}{6} \end{aligned}$$



- No sentido longitudinal



$$X = 0,1058 pl^2 \quad M_1 = 0,777 pl^2$$

c) Determinação das armaduras :

- No sentido transversal.

Neste sentido, verificamos para cada tipo de canal que a tensão  $\sigma_1$  no concreto é inferior à tensão admissível.

$$\sigma_1 = \frac{M}{\left(\frac{I}{V}\right)} < 5,5 \text{ kg / cm}^2$$

Por conseguinte, para resistir ao empuxo da água, nenhuma armadura é necessária. Entretanto, para evitar o risco de rutura sob o efeito de choques exteriores, previmos uma armadura na face externa do canal, cuja secção corresponde à percentagem mínima de armadura:

$$\frac{100 A'}{b h} \geq \varphi_4 \frac{\sigma_1}{\sigma_f} \left(\frac{ht}{h}\right)^2$$

com :  
 $b = 100 \text{ cm}$   
 $h = 8 \text{ cm}$   
 $\phi_4 = 36$   
 $\sigma_I = 5,5 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_f = 1400 \text{ kg/cm}^2$   
 $ht = 8 \text{ cm}$   
 $h = 6 \text{ cm}$

temos :  
 $A' = 2 \text{ cm}^2$

Adotamos para  $A'$  8  $\phi$  1/4 por metro.

- No sentido longitudinal :

O cálculo das armaduras foi efetuado em função do momento máximo no apoio e colocamos armaduras simétricas (em cima e em baixo).

Verificamos que a tensão de cisalhamento devida ao esforço cortante é sempre inferior a  $\frac{\sigma_b}{2}$ , e que não é necessário prever estribos.

## 2 - CÁLCULOS DOS SIFÕES

### 2.1 - Cálculo das cargas

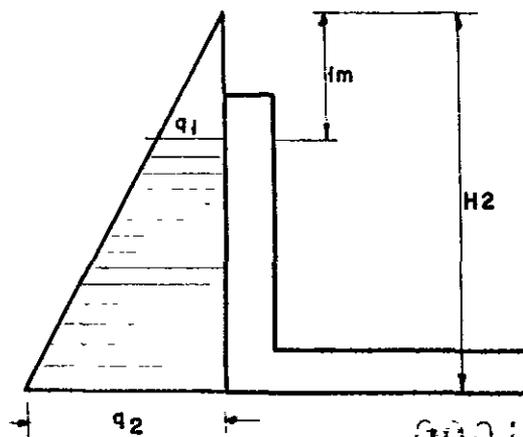
1ª hipótese - sifão vazio :

As paredes são submetidas ao empuxo das terras e levaremos em consideração uma sobrecarga equivalente a 1m de terra.

Temos :

$$q_1 = k \times H_1 = K$$

$$q_2 = K \cdot H_2$$



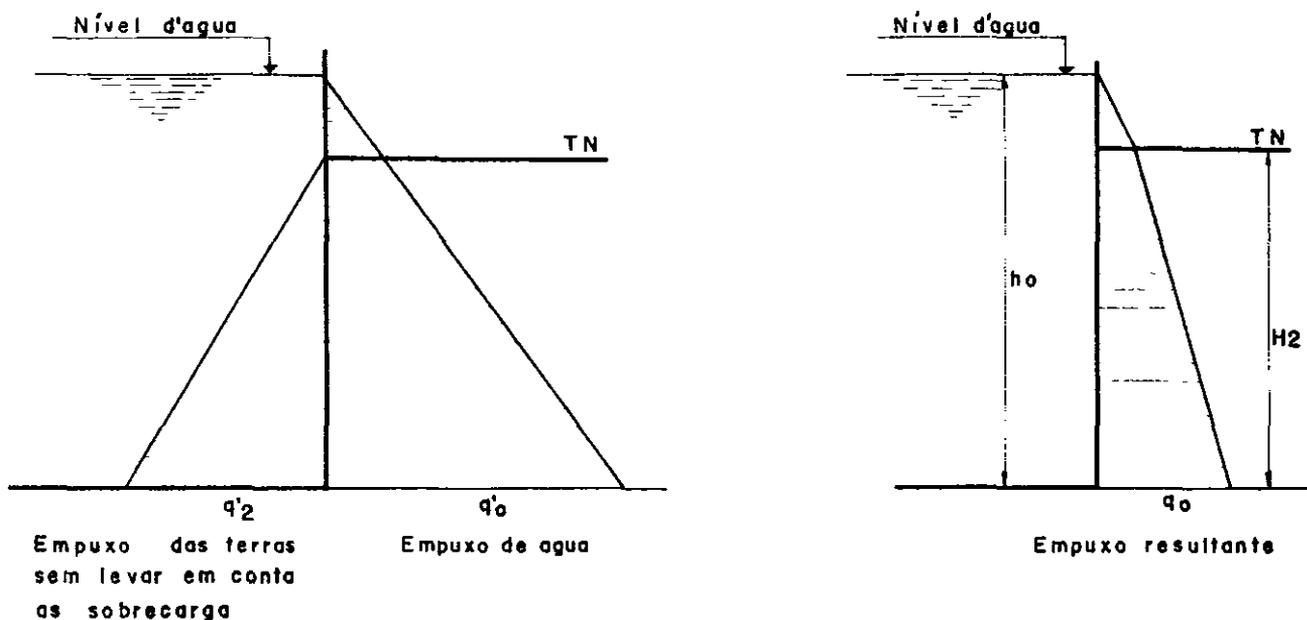
Tomando :  $\ell = 25^{\circ}$   $S = \frac{2}{3} \ell = 16^{\circ} 30'$  e  $\Delta = 1,7 \text{ T/m}^2$

Temos :  $k = 0,66$

Donde :  $q_1 = 0,66 \text{ T/m}^2$   
 $q_2 = 0,66 \text{ H}^2 \text{ T/m}^2$

2ª hipótese - sifão cheio de água :

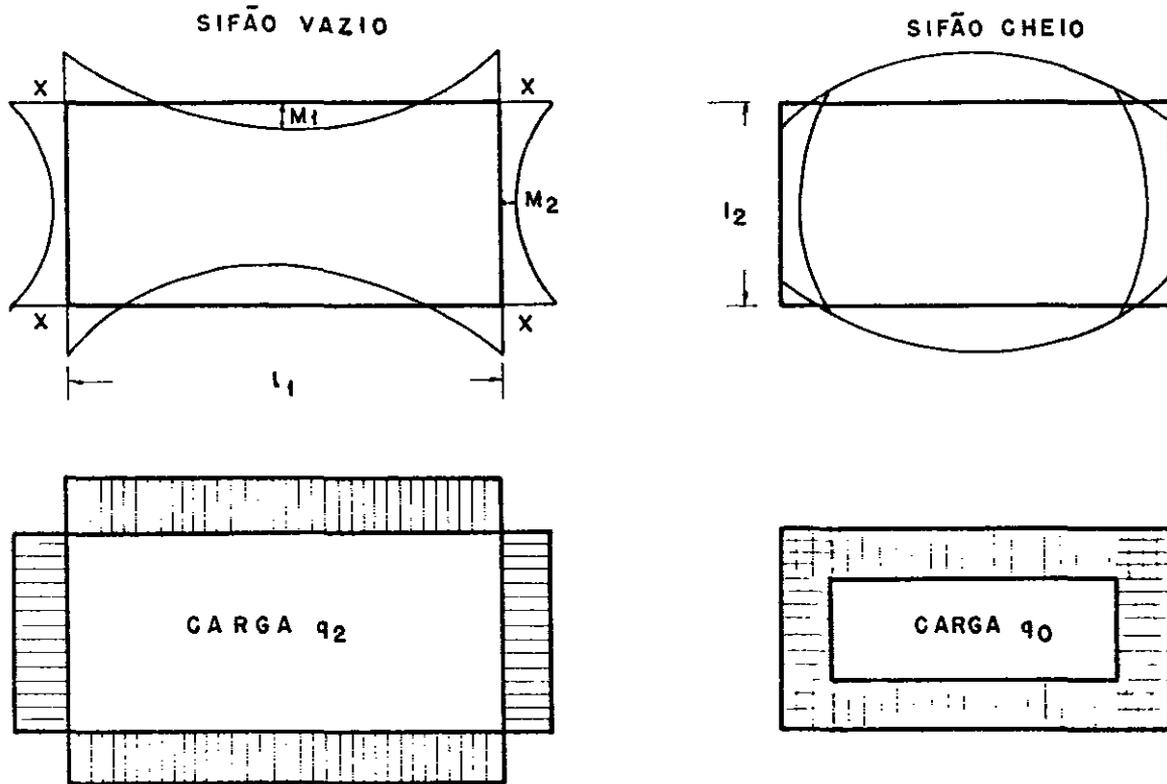
As paredes serão submetidas à resultante dos empuxos da água e das terras sem levar em conta a sobrecarga.



## 2.2 - Cálculo dos momentos

Calcular-se-á a chaminé considerando um quadro fechado de 1m de altura submetido aos empuxos máximos  $q_2$  e  $q_0$  definidos acima. De acordo com a importância da ferragem que se encontrar, operar-se-á uma redução das secções de ferro em função da altura. Mas, as secções que encontramos sendo pequenas, aplicamos a secção máxima em toda a altura.

Os diagramas das cargas e dos momentos nas duas hipóteses são as seguintes :



Os valores dos momentos são dados pelas fórmulas :

$$X = q \frac{l_1^3 + l_2^3}{12 (l_1 + l_2)}$$

$$M_1 = q \frac{l_1^2}{8} - X$$

$$M_2 = q \frac{l_2^2}{8} - X$$

c) Determinação das armaduras :

Determinamos as armaduras considerando secções retangulares de  $l_m$  de largura trabalhando na flexão simples sob o efeito dos momentos  $X$ ,  $M_1$  e  $M_2$ , nas duas hipóteses: sifão cheio - sifão vazio.

### 3 - CÁLCULO DA LAJE DOS PONTILHÕES SOBRE CANAIS PRINCIPAIS (espessura:20 cm)

a) Cálculo das cargas :

- peso da laje  $P = 4 \times L \times C \times 2.500 = 2.000 \times L$
- sobrecarga correspondente a um rolo compressor de 20T, de 2,50 m de largura, colocado no meio da laje, majorada de 20% (efeito dinâmico), ou seja,  $S = 24 T$ .

Se se raciocinar por metro de largura e se se admitir que a sobrecarga é distribuída por toda a largura da laje, temos :

$$p = 500 L \quad \text{Kgs (carga uniformemente distribuída)}$$

$$s = 6000 \text{ kg} \quad \text{(carga concentrada no meio)}$$

b) Cálculo dos momentos :

Consideramos que a laje se comporta como uma viga de 1 metro de largura, repousando sobre dois apoios simples :

- o momento  $M_1$ , devido à carga uniformemente distribuída  $p$ , é igual a :

$$M_1 = \frac{pl^2}{8}$$

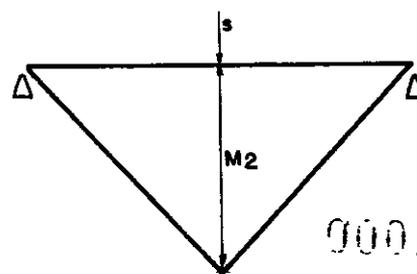
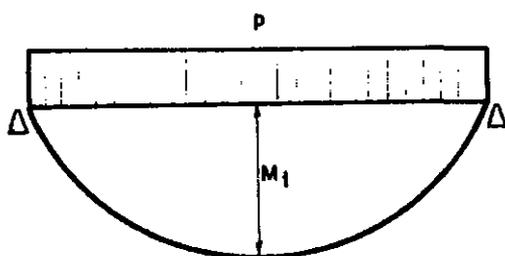
- o momento  $M_2$ , devido à carga concentrada,  $s$ , é igual a :

$$M_2 = s \frac{L}{4}$$

- o momento resultante  $M$  será :

$$M = M_1 + M_2 = p \frac{L^2}{8} + s \frac{L}{4}$$

Os diagramas das cargas e dos momentos são os seguintes :



000256

c) Determinação das armaduras :

Determinamos as armaduras, considerando cortes de secção re-  
tangular de 1m de largura trabalhando na flexão simples.

Verificamos que a tensão de cisalhamento devida ao efeito  
cortante era inferior à tensão de tração admissível no concreto.