



**Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará**

---

## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0000430004

**TÍTULO:**

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA: PROJETO EXECUTIVO

**SUBTÍTULO:**

RELATÓRIO GERAL

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS  
2ª DIRETORIA REGIONAL

# AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

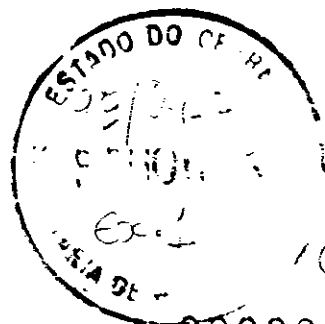
## PROJETO EXECUTIVO

VOLUME I - RELATÓRIO GERAL

TOMO II

Lote 00306 - Prep (X) Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 0043/04/02  
Volume \_\_\_\_\_  
Qtd A4 \_\_\_\_\_ Qtd A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

DEZ/88



**SUMÁRIO**

10043/01/02

000003



## SUMÁRIO

### TOMO I

	PÁGINAS
1 - INTRODUÇÃO .....	05
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....	12
3 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO .....	15
3.1 - CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS .....	16
3.2 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS .....	17
3.3 - ESCOLHA DA SEÇÃO TIPO .....	19
3.4 - ESCOLHA DO SANGRADOURO .....	20
3.5 - ESCOLHA DA TOMADA D'ÁGUA .....	22
4 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO .....	23
4.1 - MACIÇO .....	24
4.1.1 - Barragem principal .....	25
4.1.2 - Diques .....	27
4.2 - SANGRADOURO .....	28
4.3 - TOMADA D'ÁGUA .....	30
5 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÕES .....	31
6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS .....	34
7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA .....	45
7.1 - GENERALIDADES .....	46



	<b>PÁGINAS</b>
<b>7.2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DE TERRA E ENROCAMENTO .....</b>	<b>46</b>
7.2.1 - <b>Objetivos .....</b>	<b>46</b>
7.2.2 - <b>Limpeza geral da área .....</b>	<b>46</b>
7.2.3 - <b>Escavações e preparo das fundações .....</b>	<b>47</b>
7.2.4 - <b>Execução do maciço de terra e enrocamento .</b>	<b>50</b>
7.2.5 - <b>Controle tecnológico .....</b>	<b>60</b>
<b>7.3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE CONCRETO .....</b>	<b>61</b>
7.3.1 - <b>Objetivos .....</b>	<b>61</b>
7.3.2 - <b>Escavação e preparo das fundações .....</b>	<b>61</b>
7.3.3 - <b>Liberação das fundações .....</b>	<b>63</b>
7.3.4 - <b>Especificação para preparo e execução de concreto simples e armado .....</b>	<b>63</b>
<b>7.4 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO .....</b>	<b>72</b>
7.4.1 - <b>Objetivos .....</b>	<b>72</b>
7.4.2 - <b>Injeções para tratamento de fundação em rocha .....</b>	<b>72</b>
<b>8 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS ....</b>	<b>80</b>
<b>9 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DA OBRA .....</b>	<b>82</b>



**10.1 - MEMÓRIAS DOS CÁLCULOS**

**10.1 - MACIÇO .....**

**10.1.1 - Maciço - parâmetros geométricos .....**

**10.1.2 - Maciço - cálculos do filtro e transições**

**10.1.3 - Maciço - estabilidade dos taludes .....**

**10.2 - SANGRADOURO .....**

**10.2.1 - Sangradouro - cálculos hidráulicos .....**

**10.2.2 - Sangradouro - estabilidade dos muros ....**

**10.2.3 - Sangradouro - cálculos estruturais .....**

**10.3 - TOMADA D'ÁGUA .....**

**10.3.1 - Tomada d'água - cálculos hidráulicos ....**

**10.3.2 - Tomada d'água - cálculos estruturais ....**



## 1 - INTRODUÇÃO

O relatório do projeto executivo do Açude Público Frecheirinha, elaborado em decorrência da Tomada de Preço nº 18/87 - DGO-G, estabelecido entre o DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS E A SIRAC - SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESORIA E CONSULTORIA LTDA, tem como objetivo a consolidação de dados e estudos existentes sobre a região, a explanação detalhada das obras projetadas e dos critérios de cálculo das mesmas, bem com emissão de um orçamento global das obras aqui descritas.

A obra em questão barra o Rio Caiçara, localizado ao Norte do Estado do Ceará, próximo a cidade de Frecheirinha, possibilitando a criação de um reservatório de  $85 \times 10^6 \text{ m}^3$ , que irá constituir-se numa fonte para a irrigação de uma extensa área aluvionar no Vale do Rio Caiçara, a jusante da barragem, bem como reforçar o abastecimento de água para as cidades circunvizinhas.

A necessidade de armazenamento de água na região foi identificada durante o desenvolvimento do Estudo de Viabilidade do Vale do Coreaú, que identificou entre as manchas de solos irrigáveis no vale, uma a jusante da localidade de Frecheirinha, denominada mancha de Frecheirinha, com um potencial de solo irrigável de aproximadamente 3.000ha, que necessitaria de uma disponibilidade hídrica de  $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ , para o seu aproveitamento com um nível de garantia de 95%.

Durante os estudos topográficos, realizados no desenvolvimento do Projeto Executivo do Açude Público Frecheirinha foi identificada a existência de uma linha de transmissão, de alta tensão, de propriedade da CHESF, que ficaria submersa caso se projetasse a obra com um volume de acumulação de  $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ , conforme solicitado no Estudo de Viabilidade do Vale do Coreaú.



Procurou-se, portanto, desenvolver o projeto buscando o máximo aproveitamento dos recursos hídricos e topográficos da bacia, considerando, entretanto, os limites técnicos e econômicos identificados e a existência das torres da CHESF.

As principais características técnicas das obras podem ser resumidas nos seguintes aspectos básicos:

a) LOCALIZAÇÃO

- Rio: Rio Caiçara
- Município: Frecheirinha
- Estado: Ceará

b) CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Área de drenagem: 197 Km<sup>2</sup>
- Área do reservatório(cota 133,00m) 1090 ha
- Volume morto do reservatório(cotas: 108,00/121,53m): 11x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>
- Volume útil do reservatório (cotas: 121,53/133,00m): 74x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>
- Volume máximo do reservatório: 85x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>
- N.A máximo normal: 133,00m
- N.A máximo maximorum: 133,63m
- N.A mínimo operacional: 121,53m





08

C) BARRAGEM PRINCIPAL

- Tipo:	Aterro zoneado
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	27,50m
- Comprimento da crista:	615,0m
- Largura da crista:	7,00m
- Volume total do maciço:	1.108.950m <sup>3</sup>

D) DIQUE 1

- Tipo:	Aterro homogêneo
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	2,14m
- Comprimento da crista:	30,00m
- Largura da crista:	4,00m
- Volume total do maciço:	480m <sup>3</sup>

E) DIQUE 2

- Tipo:	Aterro homogêneo
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	1,32m

000010



09

- Comprimento da crista: 50,0m
- Largura da crista: 4,00m
- Volume total do maciço: 230m<sup>3</sup>

F) DIQUE 3

- Tipo: Aterro homogêneo
- Cota do coroamento: 135,50m
- Altura máxima: 5,28m
- Comprimento da crista: 63,00m
- Largura da crista: 4,00m
- Volume total do maciço: 3.300m<sup>3</sup>

G) DIQUE 4

- Tipo: Aterro homogêneo
- Cota do coroamento: 135,50m
- Altura máxima: 4,90m
- Comprimento da crista: 155,00m
- Largura da crista: 4,00m
- Volume total do maciço: 5.420m<sup>3</sup>

000011



## H) DIQUE 5

- Tipo:	Aterro homogêneo
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	6,30m
- Comprimento da crista:	290,00m
- Largura da crista:	4,00m
- Volume total do maciço:	14.650m <sup>3</sup>

## I) SANGRADOURO

- Tipo:	labirinto
- Cota da soleira:	133,00m
- Largura:	100m
- Vazão efluente (TR= 1000 anos):	528,8m <sup>3</sup> /s
- Lâmina d'água máxima:	0,63m

## J) TOMADA D'ÁGUA

- Tipo:	Torre e conduto forçado
- Número de conduto:	01
- Diâmetro do conduto:	1.200mm



11

- Comprimento do conduto:

105m

- Vazão máxima:

3,4m<sup>3</sup>/s

- Vazão Regularizável

1,21m<sup>3</sup>/s

000013



## 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Açude Público Frecheirinha está localizado no Rio Caiçara, distando de aproximadamente 3,5 km da cidade de Frecheirinha, e ligada a esta por uma estrada carroçável que se inicia próximo a ponte da BR - 222 sobre o rio Caiçara, que segue até a localidade de Contendas.

A cidade de Frecheirinha localiza-se na região norte do Estado e sua distância até Fortaleza é de 290 Km. O acesso ao município, partindo de Fortaleza é feito através da BR - 222.

O mapa de localização da área das obras é mostrado a seguir na Figura 2.1.





10 - MEMÓRIA DOS CÁLCULOS

000007



10.1 - MACIÇO

000008





10.1.1 - MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

000009



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Eng.º T. G. / Rosa	17.	DEZ/88	01 de 08

Os parâmetros geométricos do maciço aqui calculados dizem respeito a:

- Altura máxima da barragem (ou cota do coroamento)
- largura do coroamento
- Taludes do maciço
- Tipo do maciço

Os cálculos e considerações adotadas são mostrados a seguir:

a) ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM.

A cota do leito do rio no eixo barragem é 108,0m, desejando-se aproveitar ao máximo o potencial hídrico da bacia e considerando os respectivos limites definiu-se para a soleira do sangradouro a cota 133,00m armazenando um volume de  $85 \times 10^6 \text{ m}^3$ , conforme mostra a curva cota  $\times$  área  $\times$  volume, a seguir

000010



Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
01/22/88 T. Costa / R. Costa	M.	DEZ/88	02 de 08

Segundo os cálculos hidráulicos a vazão máxima de  $520 \text{ m}^3/\text{s}$  deverá gerar uma lâmina máxima de sangria de  $0,63 \text{ m}$  (ver memória dos cálculos hidráulicos do sangradouro)

Assim, o cálculo da cota do coroamento é dado pela seguinte expressão:

$$e_{COR} = e_{SANG} + h_s + f$$

onde:  $e_{COR}$  = cota do coroamento (m),

$e_{SANG}$  = cota da soleira do sangradouro (m),  $e_{SANG} = 133,00$

$h_s$  = lâmina máxima de sangria (m),  $h_s = 0,63 \text{ m}$

$f$  = folga

O cálculo da folga foi efetuado segundo apresentado no livro "Curso de Barragens de Terra", do professor L. H. Carvalho

$$f \geq 0,75 \cdot h_0 + \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$$

000011



Obra	Assunto
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MARCO-PARÂMETROS GEOMÉTRICOS
Cálculo	Data
sucesso Técnico/Rosa	DEZ/88
Visto	Folha
11	03 de 08

ONDE:  $h_0$  = altura da onda (m),

$v_0$  = velocidade da onda (m/s),

$$h_0 = 0,75 + 0,34\sqrt{L} - 0,26\sqrt[4]{L}, \text{ onde}$$

$L$  = Fetch (Km)

$$v_0 = 1,5 + 2 \times h_0$$

Para a bacia hidráulica em questão:

$$L = 5,92 \text{ Km}$$

$$\text{Obtem-se } h_0 = 1,17 \text{ m} \quad \text{e} \quad v_0 = 3,84 \text{ m/s}$$

A polga será:

$$f \geq 0,75 \times 1,17 + \frac{(3,84)^2}{2 \times 9,81} \Rightarrow f \geq 1,63$$

$$\text{Logo: } C_{COR} = 133,00 + 0,63 + 1,63 = 135,26 \text{ m}$$

Adotaremos para o consamento:  $C_{COR} = 135,50 \text{ m}$

$$H_{\text{máx}} = 135,50 - C_{R10}$$

$$H_{\text{Máx}} = 135,50 - 108,00 = 27,50 \text{ m}$$



Obra	Assunto		
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
funcionário Tdeito/Rosa	M.	DEZ/88	04 de 08

## a.1) CÁLCULO DA ALTURA MÁXIMA - DIQUES

- DIQUE 1 - CFUNDO = 133,36 m

$$H_{MÁX} = 135,50 - 133,36 = 2,14 \text{ m}$$

- DIQUE 2 - CFUNDO = 134,18 m

$$H_{MÁX} = 135,50 - 134,18 = 1,32 \text{ m}$$

- DIQUE 3 - CFUNDO = 130,22 m

$$H_{MÁX} = 135,50 - 130,22 = 5,28 \text{ m}$$

- DIQUE 4 - CFUNDO = 130,60 m

$$H_{MÁX} = 135,50 - 130,60 = 4,90 \text{ m}$$

- DIQUE 5 - CFUNDO = 129,20 m

$$H_{MÁX} = 135,50 - 129,20 = 6,30 \text{ m}$$

## b) LARGURA DO COROAMENTO

O critério adotado para o cálculo da largura do coroamento foi o sugerido por E F Frece -

$$b \geq 1,1 \sqrt{H} + 1,0$$

000013



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO-PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Eng.º Talito/Rosa	M.	DEZ/88	05 de 08

onde:  $H$  = altura máxima da barragem (m),

$b$  = largura do coroamento (m).

### b.1) Barragem Principal

$$H_{\text{máx}} = 27,50 \text{ m}$$

$$b = 1,1 \sqrt{27,50} + 1,0 = 6,77 \rightarrow \text{ADOPTA-SE}$$

$$b = 7,0 \text{ m}$$

### b.2) Diques.

Adotaremos uma seção única para os 5 diques.

portanto, tomaremos, para cálculo da largura do coroamento, o dique mais alto (dique 5)

$$H_{\text{máx}} = 6,30 \text{ m}$$

$$b = 1,1 \sqrt{6,30} + 1,0 = 3,76 \rightarrow \text{ADOPTA-SE}$$

$$b = 4,0 \text{ m}$$

### c) TALUDES DO MACIÇO.

Os taludes dos maciços (B principal e diques) foram determinados baseado em sugestões de tabelas, sendo, no entanto, dependa a permanência destes valores

000014



Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Successo/Tálio/Rosa	M.	DEZ/88	06 de 08

após a verificação de estabilidade quanto a ruptura (ver Memória - Estabilidade de taludes).

Os taludes adotados são

c.1) BARRAGEM PRINCIPAL

- TALUDE DE MONTANTE - 2,5 - 1,0 (H=V)
- TALUDE DE JUSANTE - 2,5 - 1,0 (H=V)

c.2) DIQUES

- TALUDE DE MONTANTE - 2,0 - 1,0 (H=V)
- TALUDE DE JUSANTE - 2,0 - 1,0 (H=V)

d) TIPO DE MACIÇO

d.1) Barragem Principal -

De acordo com as disponibilidades dos materiais, adotou-se para o maciço uma seção zonada com um material amarelo (SE) no núcleo, ardósia alterada nas margens de montante e jusante e dreno constituído de filtros

000015



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO-PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Área: Talude/Rosa	ML.	DEZ/88	07 de 08

horizontal, vertical e "rock-fill" no pé do talude de jusante.

d.2) Diques

O maciço dos diques é do tipo aterro-homogêneo constituído de ardózia alterada e de um dreno de enrocamento no pé do talude de jusante.





Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MABICO-PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Projeto/Técrito/Revisão	M.	DEZ/88	08 de 08

## BIBLIOGRAFIA

1. USBR, Desenho de Presas Pequenas, Companhia Editorial Continental, México, 1974
2. Esteves, V. P., Barragens de Terra, Universidade da Paraíba, Campina Grande, 1964
3. Carvalho, L. H., Curso de Barragens de Terra, vol I, DNOCS, Fortaleza, 1984
4. Badillo, E. J. e Rodrigues, A. R., Mecânica dos Solos, Ed. Lumina, México, 1975

000017



10.1.2 - MACIÇO - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES

000018

---



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	MACIÇO - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES		
Cálculo	Visto			Data	Folha		
<i>maior Tâche/quina</i>	<i>177</i>			<i>DEZ/88</i>	<i>01 de 03</i>		

Foram avaliados o filtro e as transições pelos critérios de Terzaghi e da uniformidade para o material do núcleo x areia e para areia x brita corrida

As características dos materiais são:

MATERIAL	D <sub>10</sub>	D <sub>15</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>85</sub>	(mm)
AREIA	0,16	0,30	1,80	20,0	
NÚCLEO (A E 2)	0,003	0,01	0,35	2,50	
BRITA CORRIDA	4,50	5,80	38,0	85,0	

Os critérios analisados são:

a) Terzaghi .

$$a.1. \frac{D_{15} \text{ FILTRO}}{D_{15} \text{ NÚCLEO}} \geq 5$$

$$a.2. \frac{D_{15} \text{ FILTRO}}{D_{85} \text{ NÚCLEO}} \leq 5$$

b) coeficiente de uniformidade .

$$b.1. \frac{D_{60} \text{ FILTRO}}{D_{10} \text{ FILTRO}} \leq 20$$

000019



Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Áreas: Tabela/ sistema	11	DEZ/88	02 de 03

## I - Transição areia x núcleo

$$a.1 - \frac{D_{15} \text{ areia}}{D_{15} \text{ núcleo}} = \frac{0.30}{0.003} = 100 \geq 5 \quad \text{OK!}$$

$$a.2 - \frac{D_{15} \text{ areia}}{D_{85} \text{ núcleo}} = \frac{0.30}{2.50} = 0.12 \leq 5 \quad \text{OK!}$$

$$b.1 - \frac{D_{60} \text{ areia}}{D_{10} \text{ areia}} = \frac{1.80}{0.16} = 11.25 \leq 20 \quad \text{OK!}$$

## II - Transição brita corrida x areia

$$a.1 - \frac{D_{15} \text{ brita}}{D_{15} \text{ areia}} = \frac{5.80}{0.30} = 19.33 \geq 5 \quad \text{OK!}$$

$$a.2 - \frac{D_{15} \text{ brita}}{D_{85} \text{ areia}} = \frac{5.80}{20.0} = 0.29 \leq 5 \quad \text{OK!}$$

$$b.1 - \frac{D_{60} \text{ brita}}{D_{10} \text{ brita}} = \frac{38.0}{4.50} = 8.44 \leq 20 \quad \text{OK!}$$



Obra	Assunto		
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	MACIÇO-CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES		
Cálculo	Visto	Data	Folha
SUCUBA Tdeita/estona	MA	DEZ/88	03 de 03

## BIBLIOGRAFIA

1. U. S. B. R , Desenho de Presas Pequenas , Companhia Editorial continental , México , 1974
2. Esteves , V. P. , Barragens de Terra , Universidade da Paraíba , Campina Grande , 1964



10.1.3 - MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES

000022



Obra	Acude Público Frecheirinha		Assunto	Maciço - Estabilidade dos Taludes	
Cálculo	Visto	11	Data	02 85	Folha
Superfície/Talude/Rosa					01 de 52

Os cálculos de estabilidade dos taludes do maciço do Acude Público Frecheirinha foram feitos utilizando-se o método dos fatores, o qual consiste em escolher uma superfície de ruptura, geralmente circular, dividindo-a em fatias. O fator de segurança é obtido da razão entre as forças resistentes de cada fatia, e as forças desestabilizadoras quanto ao colapso do maciço:

$$F_s = \frac{\sum (N-U) \operatorname{tg} \phi + \sum C}{\sum T}$$

onde:

$F_s$  - fator de segurança

$N$  - força normal à superfície de ruptura

$U$  - força peso-pressão, normal à superfície,

$C$  - força coesiva

$T$  - força Tangencial

A seção escolhida para o cálculo foi a seção máxima uma vez que ela detém as condições



Obra	FICHA DE CÁLCULO DE TALUDES		Assunto	ANÁLISE DE ESTABILIDADE DOS TALUDES	
Cálculo	Lucrecio Tacilo/Rosa	Visto	H	Data	DEZ. 33
				Folha	02 de 32

mas desfavoráveis.

Os taludes de montante e jusante foram verificados para várias hipóteses, cada, conforme explicadas a seguir

Os parâmetros considerados para os diversos materiais, adotados nos perfis tipo, foram obtidos baseados na caracterização das áreas de empréstimos e em experiência com o mesmo tipo de material em outras obras:

Os parâmetros dos materiais, são:

MATERIAL	$\phi$ (°)	c (t/m <sup>2</sup> )	$\gamma_{nat}$ (t/m <sup>3</sup> )
MATERIAL AMARELO (A.E-2)	27°	3,0	1,90
ARDÓSIA ALTERADA (A.E-1,3,4)	26°	2,0	1,90
ENROCAMENTO	35°	0,0	2,00
TRANSIÇÃO	33°	0,0	1,90
AREIA	30°	0,0	1,80
ALUVIÃO	25°	0,0	1,10





Obra	Acude Público Frecheirinha			Assunto	MACIO - Estabilidade dos TALUDES	
Cálculo	Visto			Data		Folha
suave Tático / Resor	M.			DEZ 99		03 de 32

Para o talude de jusante e também de montante foram feitos estudos de vários círculos de ruptura

#### CASOS ESTUDADOS

- TALUDE DE MONTANTE:
- Operação normal
  - nebaixamento rápido
  - final de construção

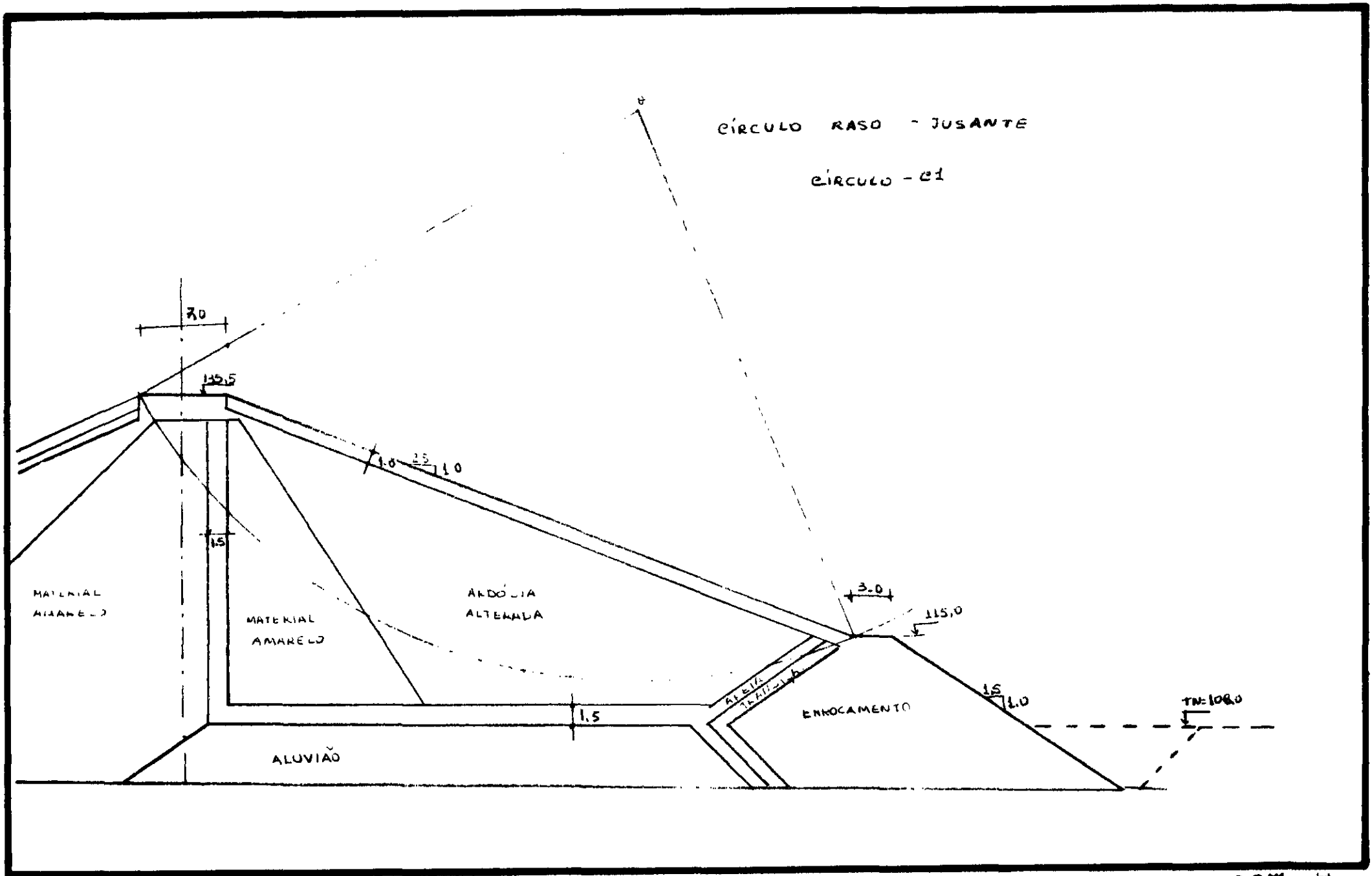
- TALUDE DE JUSANTE:
- Operação normal
  - filtro inoperante
  - final de construção

A seguir serão apresentados os resultados, rodados em computador, para a superfície de ruptura crítica de cada paramento, montante e jusante.



Obra	Acude Público Frecheiminha			Assunto	MACICO - Estabilidade dos TALUDES.	
Cálculo	Visto	Data	Folha			
Sumário, Tabela/Ross	HA	03/88	04 de 32			

CÍRCULO	TALUDE	C A S O	F <sub>s</sub>
C <sub>1</sub>	JUSANTE	OPERAÇÃO NORMAL	1.825
		FILTRO INOPERANTE	1.673
		FINAL DE CONSTRUÇÃO	1.522
C <sub>2</sub>	JUSANTE	OPERAÇÃO NORMAL	1.726
		FILTRO INOPERANTE	1.554
		FINAL DE CONSTRUÇÃO	1.382
C <sub>3</sub>	MONTANTE	OPERAÇÃO NORMAL	1.744
		REBAIXAMENTO RÁPIDO	1.574
		FINAL DE CONSTRUÇÃO	1.403





Obra	AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIÇO-ESTABILIDADE DOS TALUDES
Cálculo	Guarini/Táreis/Rosa	Visto	M
		Data	DEZ 1988
		Folha	06 de 32

CASO: CIRC. ROMP. ACIMA DA BERMA-JUSANTE

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.100

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 35

000028



Obra ASUDE PÚBLICO FRECHIRINHA		Assunto MACIÇO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo Bucina/Tacito/Rosa	Visto M	Data DE 21 88	Folha 07 de 32

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	1.71	57.99	0.91	0.09	26.00	0.40	1.45	2.00	4.00
2	35.91	52.43	21.90	2.19	27.00	10.04	28.46	3.00	21.00
3	22.49	47.72	15.13	1.51	30.00	7.86	16.64	0.00	0.00
4	77.30	41.98	57.46	5.75	27.00	26.35	51.70	3.00	16.20
5	89.92	34.99	73.67	7.37	27.00	33.78	51.56	3.00	15.00
6	72.69	30.96	62.33	6.23	27.00	28.58	37.39	3.00	10.20
7	100.00	26.56	89.45	8.94	26.00	39.26	44.71	2.00	9.20
8	100.00	21.80	92.85	9.28	26.00	40.76	37.14	2.00	8.40
9	100.00	16.69	95.79	9.58	26.00	42.05	28.72	2.00	8.40
10	96.20	8.53	95.14	9.51	26.00	41.76	14.27	2.00	8.00
11	87.08	5.71	86.65	8.66	26.00	38.04	8.66	2.00	8.00
12	75.68	0.00	75.68	7.57	26.00	33.22	0.00	2.00	8.00
13	62.76	-5.71	62.45	6.24	26.00	27.41	-6.24	2.00	8.00
14	47.76	-8.53	47.23	4.72	26.00	20.73	-7.08	2.00	8.00
15	20.42	-14.03	19.81	1.98	26.00	8.70	-4.95	2.00	5.60
16	9.34	-16.69	8.94	0.89	30.00	4.65	-2.68	0.00	0.00
17	1.60	-19.29	1.51	0.15	35.00	0.95	-0.53	0.00	0.00
18	2.70	-21.80	2.51	0.25	35.00	1.58	-1.00	0.00	0.00
TOTALS->						406.12	298.22	138.00	

Fator de Segurança: 1.825

000029



Obra SAÚDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES		
Cálculo Cálculo Tático/Raso	Visto M	Data 12/21/88	Folha 08 de 32

CASO: CIRC. ROMP. ACIMA DA BERMA-JUSANTE

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.200

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesão: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesão: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

000030



Obra ASUDE PÚBLICO FEECHEIRANHA	Assunto MDCIÇO-ESTABILIDADE DE TALUDES		
Cálculo Eugenio Treito/Rosa	Visto ML	Data DEZ   88	Folha 09 de 32

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	1.71	57.99	0.91	0.18	26.00	0.35	1.45	2.00	4.00
2	35.91	52.43	21.90	4.38	27.00	8.93	28.46	3.00	21.00
3	22.49	47.72	15.13	3.03	30.00	6.99	16.64	0.00	0.00
4	77.30	41.98	57.46	11.49	27.00	23.42	51.70	3.00	16.20
5	89.92	34.99	73.67	14.73	27.00	30.03	51.56	3.00	15.00
6	72.69	30.96	62.33	12.47	27.00	25.41	37.39	3.00	10.20
7	100.00	26.56	89.45	17.89	26.00	34.90	44.71	2.00	9.20
8	100.00	21.80	92.85	18.57	26.00	36.23	37.14	2.00	8.40
9	100.00	16.69	95.79	19.16	26.00	37.37	28.72	2.00	8.40
10	96.20	8.53	95.14	19.03	26.00	37.12	14.27	2.00	8.00
11	87.08	5.71	86.65	17.33	26.00	33.81	8.66	2.00	8.00
12	75.68	0.00	75.68	15.14	26.00	29.53	0.00	2.00	8.00
13	62.76	-5.71	62.45	12.49	26.00	24.37	-6.24	2.00	8.00
14	47.76	-8.53	47.23	9.45	26.00	18.43	-7.08	2.00	8.00
15	20.42	-14.03	19.81	3.96	26.00	7.73	-4.95	2.00	5.60
16	9.34	-16.69	8.94	1.79	30.00	4.13	-2.68	0.00	0.00
17	1.60	-19.29	1.51	0.30	35.00	0.85	-0.53	0.00	0.00
18	2.70	-21.80	2.51	0.50	35.00	1.40	-1.00	0.00	0.00
TOTAIS->						361.00	298.22		138.00

Fator de Seguranca: 1.673

000031



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto MACIÇO ESTABILIDADE DOS TALUDES		
Cálculo Bucina Teófilo Rosa	Visto M	Data Dez/88	Folha 40 de 32

CASO: CIRC. ROMP. ACIMA DA BERMA-JUSANTE

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.300

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 35

000032





Obra	AQUED. PÚBLICO FRECHERINHA		Assunto	-MACIÇO-ESTABILIDADE DOSTALUDES.	
Cálculo	Quicinal Tante/Rosa	Visto	M	Data	DE 21 88
				Folha	11 de 32

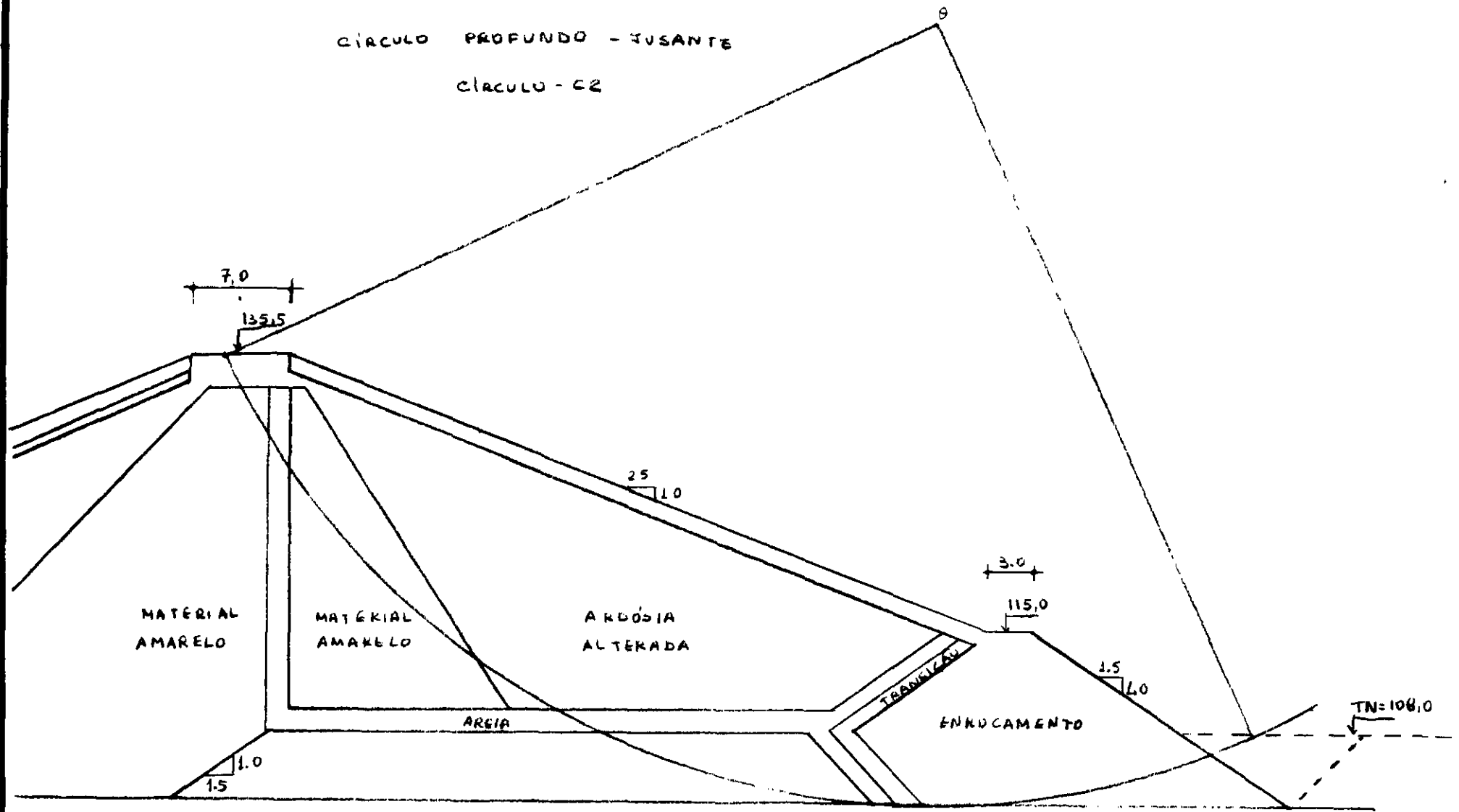
**ESTABILIDADE DE TALUDES**

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	1.71	57.99	0.91	0.27	26.00	0.31	1.45	2.00	4.00
2	35.91	52.43	21.90	6.57	27.00	7.81	28.46	3.00	21.00
3	22.49	47.72	15.13	4.54	30.00	6.12	16.64	0.00	0.00
4	77.30	41.98	57.46	17.24	27.00	20.49	51.70	3.00	16.20
5	89.92	34.99	73.67	22.10	27.00	26.27	51.56	3.00	15.00
6	72.69	30.96	62.33	18.70	27.00	22.23	37.39	3.00	10.20
7	100.00	26.56	89.45	26.83	26.00	30.54	44.71	2.00	9.20
8	100.00	21.80	92.85	27.85	26.00	31.70	37.14	2.00	8.40
9	100.00	16.69	95.79	28.74	26.00	32.70	28.72	2.00	8.40
10	96.20	8.53	95.14	28.54	26.00	32.48	14.27	2.00	8.00
11	87.08	5.71	86.65	25.99	26.00	29.58	8.66	2.00	8.00
12	75.68	0.00	75.68	22.70	26.00	25.84	0.00	2.00	8.00
13	62.76	-5.71	62.45	18.73	26.00	21.32	-6.24	2.00	8.00
14	47.76	-8.53	47.23	14.17	26.00	16.13	-7.08	2.00	8.00
15	20.42	-14.03	19.81	5.94	26.00	6.76	-4.95	2.00	5.60
16	9.34	-16.69	8.94	2.68	30.00	3.61	-2.68	0.00	0.00
17	1.60	-19.29	1.51	0.45	35.00	0.74	-0.53	0.00	0.00
18	2.70	-21.80	2.51	0.75	35.00	1.23	-1.00	0.00	0.00
TOTAIS->						315.87	298.22		138.00

Fator de Seguranca: 1.522

CÍRCULO PROFUNDO - JUSANTE

CÍRCULO - C2



000034



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIÇO-ESTABILIDADE DAS TALUDES
Cálculo	Quilino/Tácito/Rosa	Visto	M'
		Data	DEZ/88
		Folha	13 de 32

CASO: CIRCULO PROFUNDO

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.100

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : TRANSICAO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 33



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIÇO ESTABILIDADE DOS TALUDES				
Cálculo	<i>Proj. de Teito / P. 200</i>	Visto	<i>M.</i>	Data	DE 21 88	Folha	14 de 32

MATERIAL 5 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 35

MATERIAL 6 : ALUVIÃO

Peso Especifico: 1.1

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 25



Obra	ASU DE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	MOLÇO-ESTABILIDADE DOS TALUDES	
Cálculo	Específico/Tácito/Rosa		Visto	M	
			Data	DEZ/88	
			Folha	15 de 32	

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	1.06	63.43	0.48	0.05	26.00	0.21	0.95	2.00	3.60
2	21.28	59.53	10.79	1.08	27.00	4.95	18.34	3.00	17.40
3	20.47	56.30	11.36	1.14	30.00	5.90	17.03	0.00	0.00
4	77.26	50.19	49.46	4.95	27.00	22.68	59.35	3.00	18.00
5	103.02	45.00	72.85	7.28	27.00	33.41	72.85	3.00	16.80
6	87.17	38.65	68.08	6.81	27.00	31.22	54.44	3.00	12.00
7	100.67	34.99	82.47	8.25	27.00	37.82	57.73	3.00	12.00
8	100.85	30.96	86.48	8.65	26.00	37.96	51.88	2.00	7.60
9	103.70	26.56	92.76	9.28	26.00	40.72	46.37	2.00	7.20
10	104.90	24.22	95.67	9.57	30.00	49.71	43.03	0.00	0.00
11	137.66	21.80	127.82	12.78	25.00	53.64	51.12	0.00	0.00
12	131.50	16.69	125.96	12.60	25.00	52.86	37.77	0.00	0.00
13	125.06	11.30	122.64	12.26	25.00	51.47	24.51	0.00	0.00
14	115.36	8.53	114.08	11.41	25.00	47.88	17.11	0.00	0.00
15	129.79	5.71	129.14	12.91	25.00	54.20	12.91	0.00	0.00
16	102.10	2.86	101.97	10.20	30.00	52.99	5.09	0.00	0.00
17	37.16	0.00	37.16	3.72	33.00	21.72	0.00	0.00	0.00
18	93.66	-2.86	93.54	9.35	35.00	58.95	-4.67	0.00	0.00
19	99.00	-5.71	98.51	9.85	35.00	62.08	-9.85	0.00	0.00
20	78.00	-11.30	76.49	7.65	35.00	48.20	-15.28	0.00	0.00
21	48.80	-14.03	47.34	4.73	35.00	29.84	-11.83	0.00	0.00
22	16.80	-19.29	15.86	1.59	35.00	9.99	-5.55	0.00	0.00
TOTAIS-						808.39	523.30		94.60

Fator de Segurança: 1.726

000037



Obra	ASUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES
Cálculo	Duvidal / Távila / Rosa	Visto	M
		Data	Dez 1988
		Folha	16 de 32

CASO: CIRCULO PROFUNDO

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.200

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSTIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : TRANSICAO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 33

000038



Obra	ASUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES
Cálculo	Visto	Data	Folha
Quilicini / Tóte / Rosa	M	Dez 188	17 de 32

MATERIAL 5 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 35

MATERIAL 6 : ALIUVIADO

Peso Especifico: 1.1

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 25



Obra ASUDE PÚBLICO FRECH EIRINHA		Assunto - MACIÇO - ESTABILIDADE DE DOSTALUDES	
Cálculo <i>Quarta/Terço/Reco</i>	Visto <i>M</i>	Data <i>DEZ/88</i>	Folha <i>16 de 32</i>

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	1.06	63.43	0.48	0.10	26.00	0.19	0.95	2.00	3.60
2	21.28	59.53	10.79	2.16	27.00	4.40	18.34	3.00	17.40
3	20.47	56.30	11.36	2.27	30.00	5.25	17.03	0.00	0.00
4	77.26	50.19	49.46	9.89	27.00	20.16	59.35	3.00	18.00
5	103.02	45.00	72.85	14.57	27.00	29.69	72.85	3.00	16.80
6	87.17	38.65	68.08	13.62	27.00	27.75	54.44	3.00	12.00
7	100.67	34.99	82.47	16.49	27.00	33.62	57.73	3.00	12.00
8	100.85	30.96	86.48	17.30	26.00	33.74	51.88	2.00	7.60
9	103.70	26.56	92.76	18.55	26.00	36.19	46.37	2.00	7.20
10	104.90	24.22	95.67	19.13	30.00	44.19	43.03	0.00	0.00
11	137.66	21.80	127.82	25.56	25.00	47.68	51.12	0.00	0.00
12	131.50	16.69	125.96	25.19	25.00	46.99	37.77	0.00	0.00
13	125.06	11.30	122.64	24.53	25.00	45.75	24.51	0.00	0.00
14	115.36	8.53	114.08	22.82	25.00	42.56	17.11	0.00	0.00
15	129.79	5.71	129.14	25.83	25.00	48.18	12.91	0.00	0.00
16	102.10	2.86	101.97	20.39	30.00	47.10	5.09	0.00	0.00
17	37.16	0.00	37.16	7.43	33.00	19.31	0.00	0.00	0.00
18	93.66	-2.86	93.54	18.71	35.00	52.40	-4.67	0.00	0.00
19	99.00	-5.71	98.51	19.70	35.00	55.18	-9.85	0.00	0.00
20	78.00	-11.30	76.49	15.30	35.00	42.85	-15.28	0.00	0.00
21	48.80	-14.03	47.34	9.47	35.00	26.52	-11.83	0.00	0.00
22	16.80	-19.29	15.86	3.17	35.00	8.88	-5.55	0.00	0.00
TOTAIS->						718.57	523.30		94.60

Fator de Seguranca: 1.554





Obra DSU DE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto MARGO - ESTABILIDADE DOS TALUDES	
Cálculo Suaveza/Tácito/Reova	Visto M	Data DEZ 198	Folha 19 de 32

CASO: CIRCULO PROFUNDO

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.300

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : TRANSICAO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 33

000041



Obra		Assunto	
DGUDE PÚBLICO FRECHÊIRINHA		MAC 19 - ESTABILIDADE DOS TALUDES.	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Bucício/Tá cito/Boa	M	DE 21 88	20 de 32

## MATERIAL 5 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 35

## MATERIAL 6 : ALUVIAO

Peso Especifico: 1.1

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 25



Obra AQUEDU PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto MACIÇO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo Suavizado Tórcito/Rosa	Visto M	Data DEZ/88	Folha 21 de 32

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

IFATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	1.06	63.43	0.48	0.14	26.00	0.16	0.95	2.00	3.60
2	21.28	59.53	10.79	3.24	27.00	3.85	18.34	3.00	17.40
3	20.47	56.30	11.36	3.41	30.00	4.59	17.03	0.00	0.00
4	77.26	50.19	49.46	14.84	27.00	17.64	59.35	3.00	18.00
5	103.02	45.00	72.85	21.85	27.00	25.98	72.85	3.00	16.80
6	87.17	38.65	68.08	20.42	27.00	24.28	54.44	3.00	12.00
7	100.67	34.99	82.47	24.74	27.00	29.42	57.73	3.00	12.00
8	100.85	30.96	86.48	25.94	26.00	29.53	51.88	2.00	7.60
9	103.70	26.56	92.76	27.83	26.00	31.67	46.37	2.00	7.20
10	104.90	24.22	95.67	28.70	30.00	38.66	43.03	0.00	0.00
11	137.66	21.80	127.82	38.34	25.00	41.72	51.12	0.00	0.00
12	131.50	16.69	125.96	37.79	25.00	41.12	37.77	0.00	0.00
13	125.06	11.30	122.64	36.79	25.00	40.03	24.51	0.00	0.00
14	115.36	8.53	114.08	34.23	25.00	37.24	17.11	0.00	0.00
15	129.79	5.71	129.14	38.74	25.00	42.15	12.91	0.00	0.00
16	102.10	2.86	101.97	30.59	30.00	41.21	5.09	0.00	0.00
17	37.16	0.00	37.16	11.15	33.00	16.89	0.00	0.00	0.00
18	93.66	-2.86	93.54	28.06	35.00	45.85	-4.67	0.00	0.00
19	99.00	-5.71	98.51	29.55	35.00	48.28	-9.85	0.00	0.00
20	78.00	-11.30	76.49	22.95	35.00	37.49	-15.28	0.00	0.00
21	48.80	-14.03	47.34	14.20	35.00	23.21	-11.83	0.00	0.00
22	16.80	-19.29	15.86	4.76	35.00	7.77	-5.55	0.00	0.00
TOTALS->						628.75	523.30		94.60

Fator de Segurança: 1.382

CIRCULO RASO MONTANTE

CIRCULO C1

NA MAX MAXIMORUM 123,63 m

7,0  
135,5

6,0

122,0

3,0 2,5

ARDÓSIA  
ALTERADA

1,0 2,5

MATERIAL  
AMARELO

MATERIAL  
AMARELO

TN= 108,0

ALUVIÃO

1,0  
1,5

1,0  
1,5

000044



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
Ducena/Tóxico/Rosa	MA		DEZ 88	23 de 32	

CASO: CIRC. RASO -MONTANTE

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.100

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : TRANSICAO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 33



Obra		Assunto	
MUNICÍPIO DE FREIXEIRINHA		MACIÇO - ESTRELA DOS TALUDES	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Superfície Talude / Roca	HA	DEZ 93	24 de 32

MATERIAL 5 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coeficiente: 0

Ang. Atrito Interno: 35

MATERIAL 6 : ALUVIÃO

Peso Especifico: 1.1

Coeficiente: 0

Ang. Atrito Interno: 25



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIO - ESTABILIDADE DOS TALUDES		
Cálculo	Bucinao / Ts'ubo / Repa	Visto	MA	Data	DEZ/88
				Folha	25 de 32

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	0.64	53.47	0.38	0.04	35.00	0.24	0.51	0.00	0.00
2	33.08	47.72	22.25	2.23	27.00	10.21	24.47	3.00	16.80
3	22.91	46.39	15.80	1.58	30.00	8.21	16.58	0.00	0.00
4	83.60	43.53	60.61	6.06	27.00	27.79	57.58	3.00	16.20
5	103.60	41.98	77.01	7.70	27.00	35.32	69.30	3.00	15.00
6	120.14	34.99	98.42	9.84	27.00	45.14	68.89	3.00	15.00
7	132.85	30.96	113.92	11.39	27.00	52.24	68.34	3.00	15.00
8	110.43	26.56	98.78	9.88	27.00	45.30	49.38	3.00	13.80
9	141.97	24.22	129.47	12.95	27.00	59.37	58.24	3.00	13.50
10	142.73	21.80	132.52	13.25	27.00	60.77	53.01	3.00	12.60
11	140.33	16.69	134.42	13.44	25.00	56.41	40.30	0.00	0.00
12	133.67	14.03	129.68	12.97	25.00	54.42	32.41	0.00	0.00
13	127.70	11.30	125.22	12.52	25.00	52.55	25.02	0.00	0.00
14	130.58	8.53	129.14	12.91	25.00	54.20	19.37	0.00	0.00
15	125.55	5.71	124.93	12.49	25.00	52.43	12.49	0.00	0.00
16	114.99	2.86	114.85	11.48	25.00	48.20	5.74	0.00	0.00
17	110.40	0.00	110.40	11.04	25.00	46.33	0.00	0.00	0.00
18	97.65	-2.86	97.53	9.75	25.00	40.93	-4.87	0.00	0.00
19	79.11	-5.71	78.72	7.87	25.00	33.04	-7.87	0.00	0.00
20	68.55	-8.53	67.79	6.78	25.00	28.45	-10.17	0.00	0.00
21	50.10	-11.30	49.13	4.91	25.00	20.62	-9.82	0.00	0.00
22	31.58	-14.03	30.64	3.06	25.00	12.86	-7.66	0.00	0.00
23	17.50	-16.69	16.76	1.68	25.00	7.03	-5.03	0.00	0.00
TOTAIS->						852.06	556.22		117.90

Fator de Seguranca: 1.744



Obra	AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES	
Cálculo	Visto	Data	Folha	
Quicini/Tácito/Rosa	✓	DEZ/88	26 de 32	

CASO: CIRC. RASO -MONTANTE

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.200

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDOSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : TRANSICAO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 33

000048





Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
Quilómetros Talude/Roa	M		DEZ 1988	27 de 32	

## MATERIAL 5 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 35

## MATERIAL 6 : ALUVIAO

Peso Especifico: 1.1

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 25



Obra		Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		VALÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Analítico / Técnico / Real	11	DEZ/83	28 de 32

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	0.64	53.47	0.38	0.08	35.00	0.21	0.51	0.00	0.00
2	33.08	47.72	22.25	4.45	27.00	9.07	24.47	3.00	16.80
3	22.91	46.39	15.80	3.16	30.00	7.30	16.58	0.00	0.00
4	83.60	43.53	60.61	12.12	27.00	24.71	57.58	3.00	16.20
5	103.60	41.98	77.01	15.40	27.00	31.39	69.30	3.00	15.00
6	120.14	34.99	98.42	19.68	27.00	40.12	68.89	3.00	15.00
7	132.85	30.96	113.92	22.78	27.00	46.44	68.34	3.00	15.00
8	110.43	26.56	98.78	19.76	27.00	40.26	49.38	3.00	13.80
9	141.97	24.22	129.47	25.89	27.00	52.78	58.24	3.00	13.50
10	142.73	21.80	132.52	26.50	27.00	54.02	53.01	3.00	12.60
11	140.33	16.69	134.42	26.88	25.00	50.14	40.30	0.00	0.00
12	133.67	14.03	129.68	25.94	25.00	48.38	32.41	0.00	0.00
13	127.70	11.30	125.22	25.04	25.00	46.71	25.02	0.00	0.00
14	130.58	8.53	129.14	25.83	25.00	48.17	19.37	0.00	0.00
15	125.55	5.71	124.93	24.99	25.00	46.60	12.49	0.00	0.00
16	114.99	2.86	114.85	22.97	25.00	42.84	5.74	0.00	0.00
17	110.40	0.00	110.40	22.08	25.00	41.18	0.00	0.00	0.00
18	97.65	-2.86	97.53	19.51	25.00	36.38	-4.87	0.00	0.00
19	79.11	-5.71	78.72	15.74	25.00	29.37	-7.87	0.00	0.00
20	68.55	-8.53	67.79	13.56	25.00	25.29	-10.17	0.00	0.00
21	50.10	-11.30	49.13	9.83	25.00	18.33	-9.82	0.00	0.00
22	31.58	-14.03	30.64	6.13	25.00	11.43	-7.66	0.00	0.00
23	17.50	-16.69	16.76	3.35	25.00	6.25	-5.03	0.00	0.00
TOTALS->						757.38	556.22		117.90

Fator de Segurança: 1.574



Obra	ACUDE P/EL DO CREE MARINHA	Assunto	MAÇ. ESTABILIDADE DOS TALUDES
Cálculo	Luizinho / Tércio / Rosa	Visto	HA
Data	DEZ/88	Folha	29 de 32

CASO: CIRC. RASO -MONTANTE

PROJETO: FRECHEIRINHA

FATOR DE PRESSAO NEUTRA: 0.300

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARDSIA ALTERADA

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 2

Ang. Atrito Interno: 26

MATERIAL 2 : MATERIAL AMARELO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 3

Ang. Atrito Interno: 27

MATERIAL 3 : AREIA DO FILTRO

Peso Especifico: 1.8

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : TRANSICAO

Peso Especifico: 1.9

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 33

000051



Obra	AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	MÁQUINA-ESTABILIDADE DOS TUBOS	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
Amesquita/Tárito/Rosa	M		DEZ/88	30 de 32	

## MATERIAL 5 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 2

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 35

## MATERIAL 6 : ALUVIAO

Peso Especifico: 1.1

Coesao: 0

Ang. Atrito Interno: 25



Obra	AQUIDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	MACIÇO-ESTABILIDADE DOS TALUDES
Cálculo	Sussumi/Técito/Reon	Visto	<i>[assinatura]</i>
		Data	DEZ 188
		Folha	31 de 32

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

IFATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	0.64	53.47	0.38	0.11	35.00	0.19	0.51	0.00	0.00
2	33.08	47.72	22.25	6.68	27.00	7.94	24.47	3.00	16.80
3	22.91	46.39	15.80	4.74	30.00	6.38	16.58	0.00	0.00
4	83.60	43.53	60.61	18.18	27.00	21.62	57.58	3.00	16.20
5	103.60	41.98	77.01	23.10	27.00	27.47	69.30	3.00	15.00
6	120.14	34.99	98.42	29.53	27.00	35.11	68.89	3.00	15.00
7	132.85	30.96	113.92	34.18	27.00	40.63	68.34	3.00	15.00
8	110.43	26.56	98.78	29.63	27.00	35.23	49.38	3.00	13.80
9	141.97	24.22	129.47	38.84	27.00	46.18	58.24	3.00	13.50
10	142.73	21.80	132.52	39.76	27.00	47.27	53.01	3.00	12.60
11	140.33	16.69	134.42	40.33	25.00	43.88	40.30	0.00	0.00
12	133.67	14.03	129.68	38.90	25.00	42.33	32.41	0.00	0.00
13	127.70	11.30	125.22	37.57	25.00	40.87	25.02	0.00	0.00
14	130.58	8.53	129.14	38.74	25.00	42.15	19.37	0.00	0.00
15	125.55	5.71	124.93	37.48	25.00	40.78	12.49	0.00	0.00
16	114.99	2.86	114.85	34.45	25.00	37.49	5.74	0.00	0.00
17	110.40	0.00	110.40	33.12	25.00	36.04	0.00	0.00	0.00
18	97.65	-2.86	97.53	29.26	25.00	31.83	-4.87	0.00	0.00
19	79.11	-5.71	78.72	23.62	25.00	25.69	-7.87	0.00	0.00
20	68.55	-8.53	67.79	20.34	25.00	22.13	-10.17	0.00	0.00
21	50.10	-11.30	49.13	14.74	25.00	16.04	-9.82	0.00	0.00
22	31.58	-14.03	30.64	9.19	25.00	10.00	-7.66	0.00	0.00
23	17.50	-16.69	16.76	5.03	25.00	5.47	-5.03	0.00	0.00
TOTAIS->						662.71	556.22		117.90

Fator de Seguranca: 1.403

000053



Obra	AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	-MDCIÇO-ESTABILIDADE DAS TALUDES	
Cálculo	Amarelo/Tacito/Rosa	Visto	M.	Data
				DEZ 1 88
				Folha
				32 de 32

## BIBLIOGRAFIA

1. Sherard et al , Earth and Earth - Rock Dams ;  
wiley & Sons , New York , 1963
2. Caputo , H. P , Mecânica dos Solos , Ao Livro Técnico,  
Rio de Janeiro , 1981
3. Cederghren , Harry , Seepage , Drainage and Flow  
nets , John Wiley & Sons , New York , 1967
4. Badillo , E. J e Rodriguez , A.R - Mecânica del Suelos -  
vol II - Edit. Lumisa - México , 1975 .



10.2 - SANGRADOURO

000055

---



10.2.1 - SANGRADOURO - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

000056

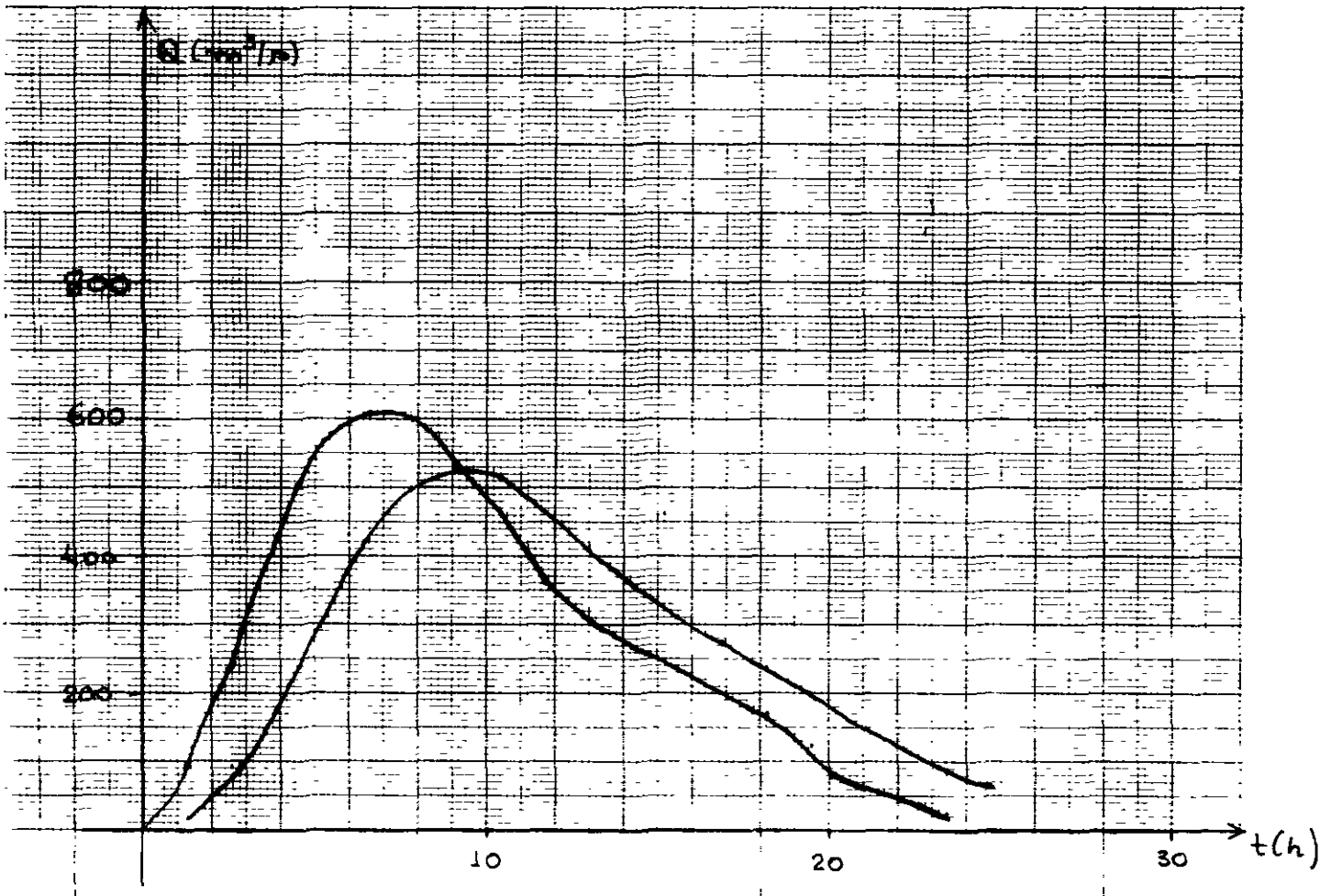
---





Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO / HIDRÁULICA		
Calculo	Visto	Data	Folha
Jul. de 1988 / <i>[assinatura]</i>	<i>M.</i>	DEZ/88	01 de 36

O SANGRADOURO DA BARRAGEM FRECHEIRINHA FOI DIMENSIONADO PARA VAZÃO MILENAR 2 APÓS O FENÔMENO DA LAMINAÇÃO NO LAGO DE ACORDO COM OS HIDROGRAMAS DE ENTRADA E SAÍDA, MOSTRADOS A SEGUIR, A VAZÃO DE TRABALHO SERÁ  $528,8 \text{ m}^3/\text{s}$  (VER ESTUDOS HIDROLÓGICOS - CAP. 5, VOL II - ESTUDOS BÁSICOS)





Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGILADOURO/HIDRÁULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Julio/Custina JB	M.	DEZ/88	02 de 36

O VERTEDOURO ESCOLHIDO FOI DO TIPO LABIRINTO DEVIDO AO SEU ALTO RENDIMENTO, PERMITINDO O FLUXO DA VAZÃO MILENAR COM UMA LÂMINA DE 63,0 cm E LARGURA DO CANAL DE APENAS 200,0 m

O CÁLCULO E DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS E GEOMÉTRICAS DO VERTEDOURO ENCONTRAM-SE A SEGUIR.

O CÁLCULO DO FLUXO NO VERTEDOURO LABIRINTO PODE SER DE DUAS FORMAS DISTINTAS.

NO PRIMEIRO MÉTODO (A. P. MAGALHÃES, RBE, ANAIS 2, LNEC), DADAS AS CONDIÇÕES GEOMÉTRICAS, FAZ-SE VARIAR A LÂMINA E CALCULA-SE O COEFICIENTE " $\mu_w$ " ATRAVÉS DE UM ÁBACO.

UTILIZANDO-SE " $\mu_w$ " CALCULA-SE A VAZÃO QUE PASSA POR ESTE LABIRINTO PARA A LÂMINA DADA.



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	CANALADOURO / HIDRÁULICA.	
Cálculo	Jul/10/instm JB	Visto	MA	Data	DEZ/88	Folha 03 de 36

A PARTIR DESTES DADOS, PLOTA-SE UM ÁBACO ENTRANDO-SE NESTE ÁBACO COM A VAZÃO DESEJADA, ENCONTRA-SE A LÂMINA CORRESPONDENTE.

NO SEGUNDO MÉTODO (NESSIM HAY E GEOFFREY TAYLOR, JOURNAL OF THE HYDRAULICS DIVISION, AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, NOV'70) CALCULA-SE A VAZÃO QUE PASSARIA POR UM VERTEDOURO LINEAR COM A MESMA CRISTA DO LABIRINTO E UMA DADA LÂMINA.

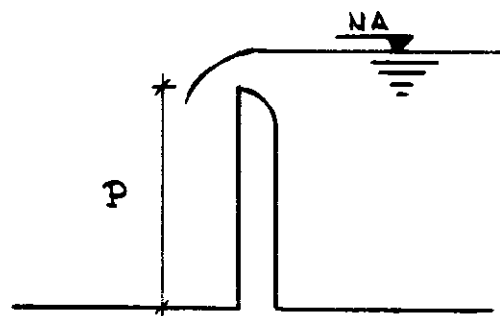
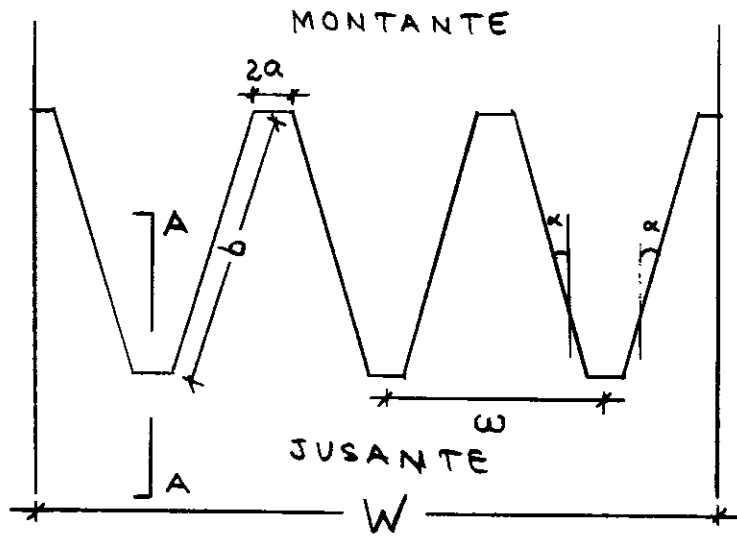
COM BASE NAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO LABIRINTO E NA LÂMINA DADA, UTILIZA-SE O ÁBACO APROPRIADO DO MÉTODO E CALCULA-SE A MAJORAÇÃO DA VAZÃO ANTERIORMENTE DETERMINADA.

PLOTA-SE UM ÁBACO VAZÃO X LÂMINA E COM A VAZÃO DE TRABALHO, DEFINE-SE A LÂMINA DO FLUXO.



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Calculo	Julio / <i>motina</i> / <i>JB</i>	Visto	<i>M</i>	Data
				DEZ / 88
			Folha	04 de 36

### PARÂMETROS GEOMÉTRICOS



CORTE A-A



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO / HIDRÁULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
			05 de 36

- EQUAÇÕES -

$$L = 4a + 2b$$

CONDIÇÃO -

$$n = \frac{W}{w}$$

$$w/p \geq 2,0$$

$$Q = n q$$

- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS -

$$W = 100 \text{ m}$$

$$Q_{1000} = 528,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$w = 8,0 \text{ m}$$

$$n = 12,5$$

$$2a = 1,50 \text{ m}$$

$$q = 42,30 \text{ m}^3/\text{s mod}$$

$$b = 19,70 \text{ m}$$

$$L = 42,40 \text{ m}$$

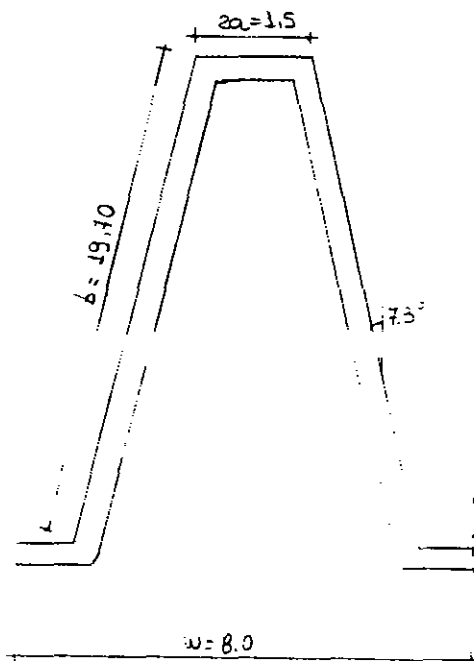
$$p = 2,50 \text{ m}$$

$$L/w = 5,30$$

$$\alpha = 7,30^\circ$$

$$w/p = 3,2$$

\* funilso arriunado



000061



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	SANGRACUORO HIDRÁULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha		06 de 36		

METODO I - TABALHÃO

FAZENDO  $h$  VARIANDO DE 0,30 m A 0,70 m.

UTILIZANDO-SE O ABACO MOSTRADO E AS EQUAÇÕES

DEFINE-SE A CURVA  $Q \times h$

$$q = Q/m$$

$$l/w = \frac{42,40}{8,0} = 5,30$$

$$q = M_w \sqrt{2g} \cdot w \cdot h^{3/2}$$

$$p = 2,50 \text{ m}$$

$h$	$h/p$	$M_w$	$q$	$Q$
0,30	0,12	2,72	15,84	198,00
0,40	0,16	2,58	23,13	289,13
0,50	0,20	2,42	30,32	379,00
0,60	0,24	2,35	38,70	483,78
0,70	0,28	2,19	45,45	568,12



Obra		Assunto	
AÇUDE PÚBLICO FRECHERINHA		SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			07 de 36

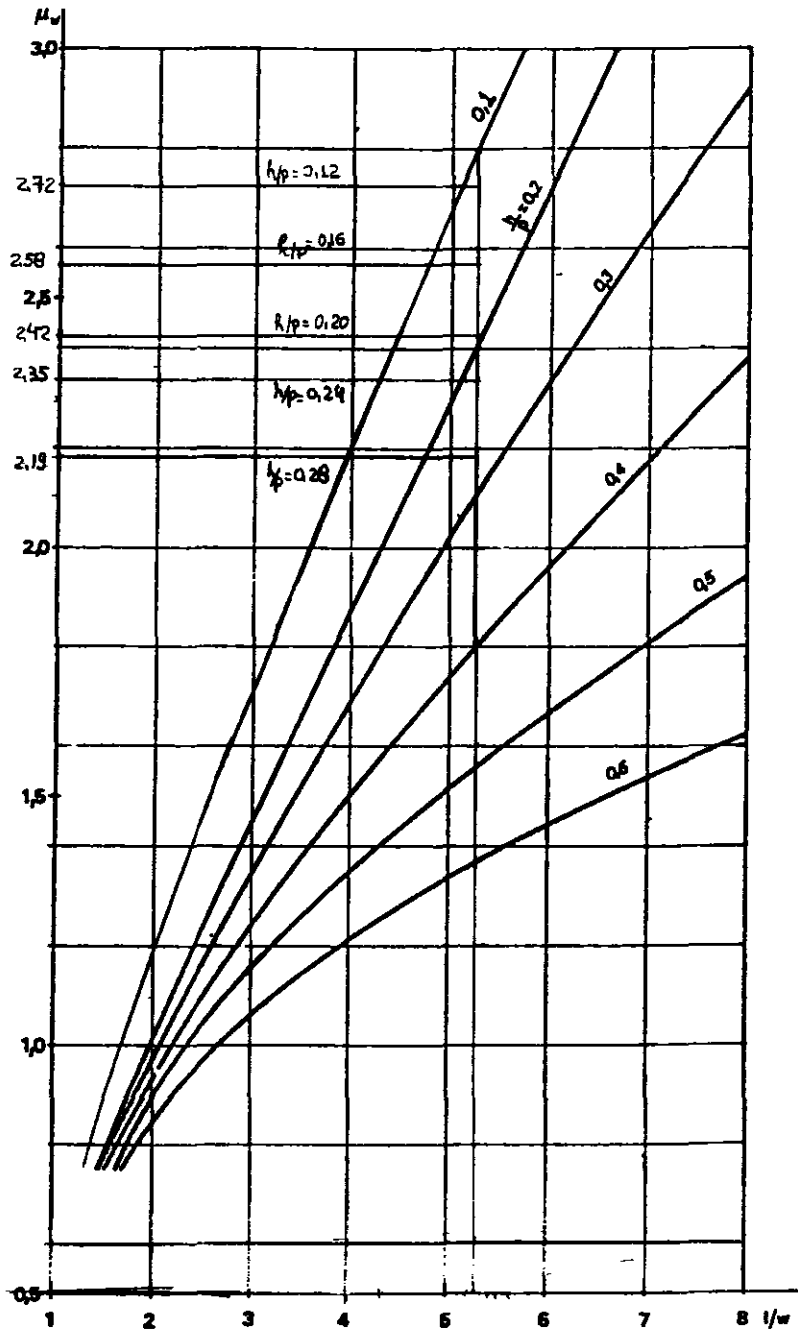
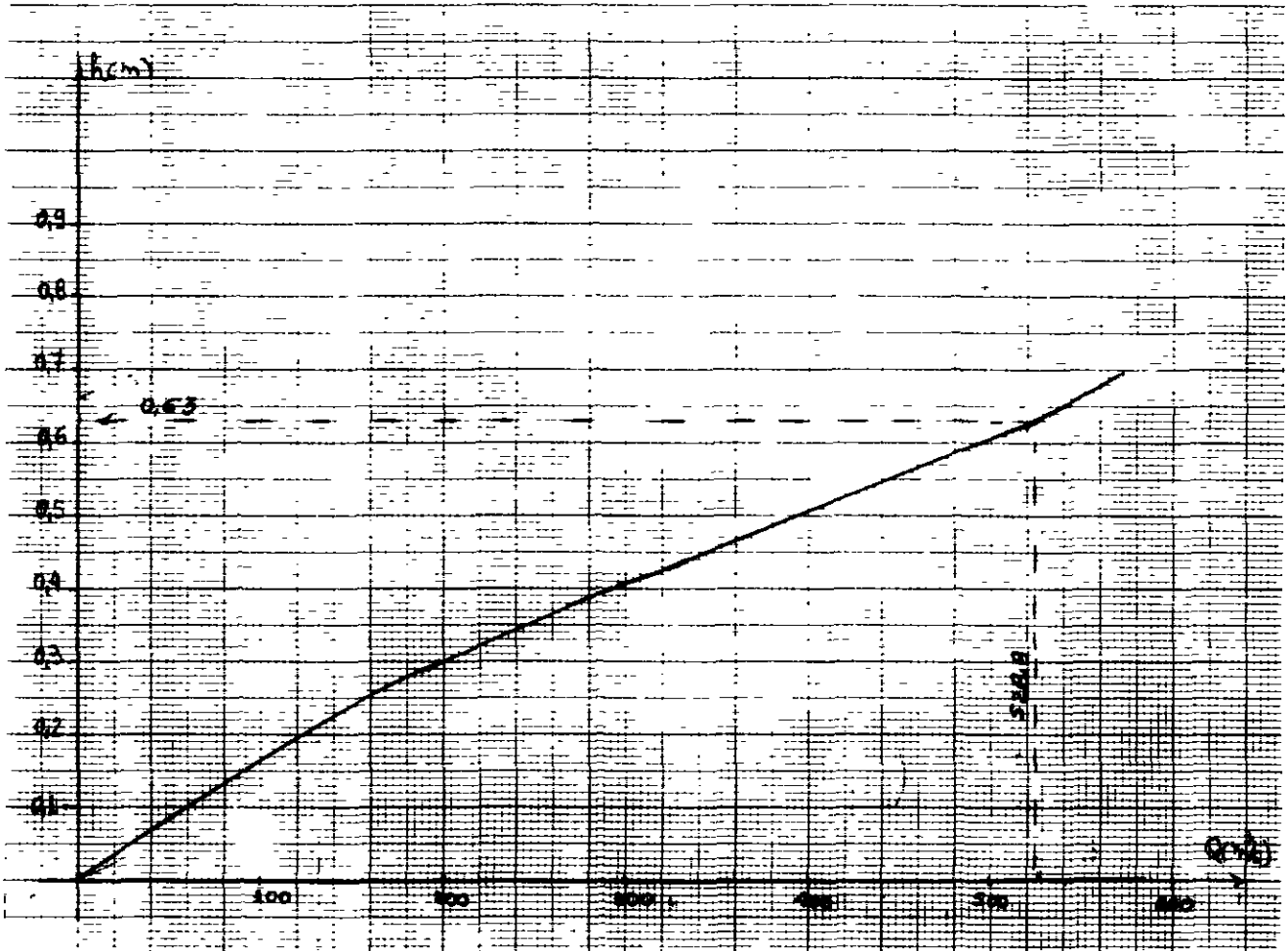


FIGURA 4-COEFICIENTE DE VAZÃO DE SOLEIRAS COM A FORMA TRAPEZOIDAL EM PLANTA



Obra		Assunto	
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOIRO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			08 de 36



SEGUNDO O MÉTODO I

$$\text{PARA } Q = 528,8 \text{ m}^3/\text{s} \quad \rightarrow \quad h = 0,63 \text{ m}$$

$$v = \mu_0 \sqrt{2g} \sqrt{h}$$

$$\mu_0 = \frac{\mu_w}{l.w} \quad \rightarrow \quad \mu_0 = 0,50$$

$$v = 1,76 \text{ m/s}$$

000064





Obra	ACUDE PÚBLICO FREI-EIRINHA			Assunto	SANGRADOLO - DRAJ	
Cálculo	Visto	Data	Folha			
			09 de 36			

### MÉTODO II - (HAY & TAYLOR)

PARA O CÁLCULO DO VERTEDOURO PELO

MÉTODO II (HAY & TAYLOR) TEM-SE AS SEGUINTE

EQUAÇÕES

$$Q_N = C_0 \cdot W \cdot n^{3/2} \quad (\text{ESTRUTURA LINEAR})$$

$$Q_L = p \cdot Q_N$$

$$p = Q_L / Q_N \quad (Q_L \rightarrow \text{VAZÃO REAL})$$

$$C_0 = 2,10 \sqrt{m} / A$$

APESAR DE NO PRESENTE CASO A SOLEIRA

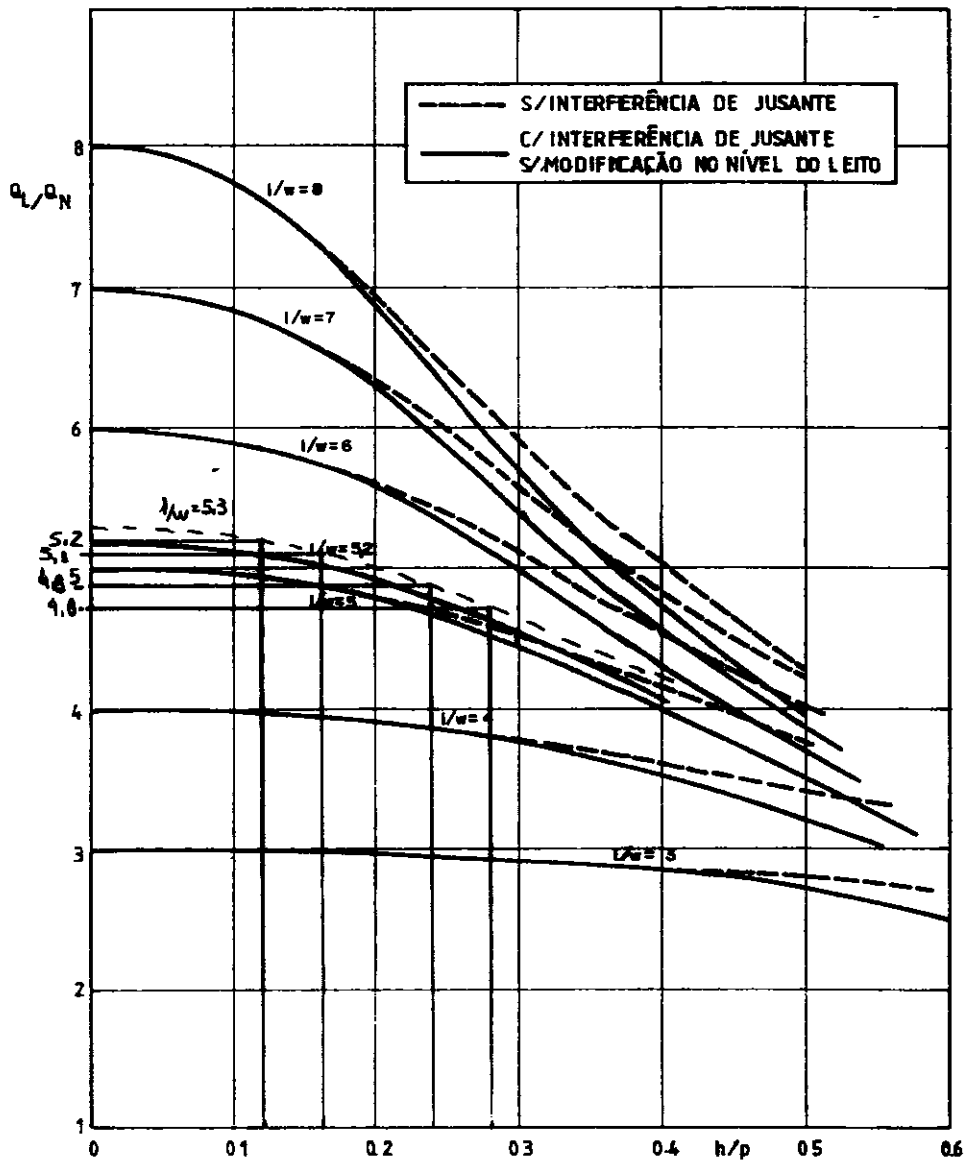
ESTAR ASSENTE SOBRE FUNDO INCLINADO ( $L=0,075$ )

UTILIZOU-SE O ABACO MOSTRADO A SEGUIR PARA O

CÁLCULO APROXIMADO DA SUA CURVA DA VAZÃO.



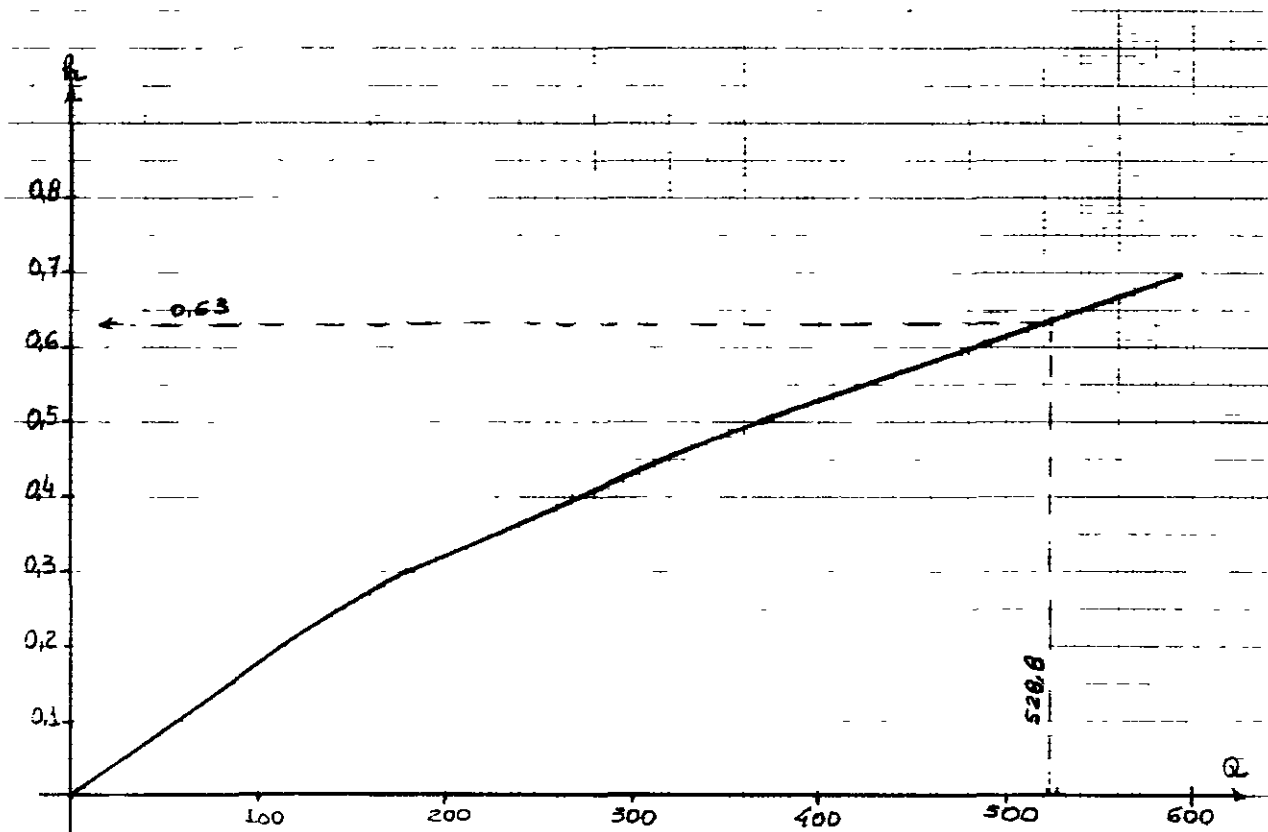
Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO HIDRAULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
			10 de 36





Obra		Assunto	
ACUDE PUBLICO FRECHERINHA		SANGREDOURO HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			11 de 36

$h$	$h/p$	$p = Q_L/Q_N$	$Q_N$	$Q_L$
0,30	0,12	5,2	34,50	179,40
0,40	0,16	5,1	53,13	270,96
0,50	0,20	5,0	74,25	371,25
0,60	0,24	4,9	97,60	478,24
0,70	0,28	4,8	122,29	590,35



000067



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
				12 de 36	

SEGUNDO O METODO II

PARA  $Q = 528,8 \text{ m}^3/\text{s}$

$$h = 0,63 \text{ m}$$

$$V = C_0 \times \sqrt{h}$$

$$C_0 = 2,10 \sqrt{\text{m}}/\text{s}$$

$$V = 1,67 \text{ m/s}$$

TENDO OS DOIS MÉTODOS, CONVERGINDO PARA OS  
MESMOS VALORES, ACEITAM-SE OS RESULTADOS

OBTIDOS:

$$h = 0,63 \text{ m}$$

$$V = 1,67 \text{ m/s}$$

000068

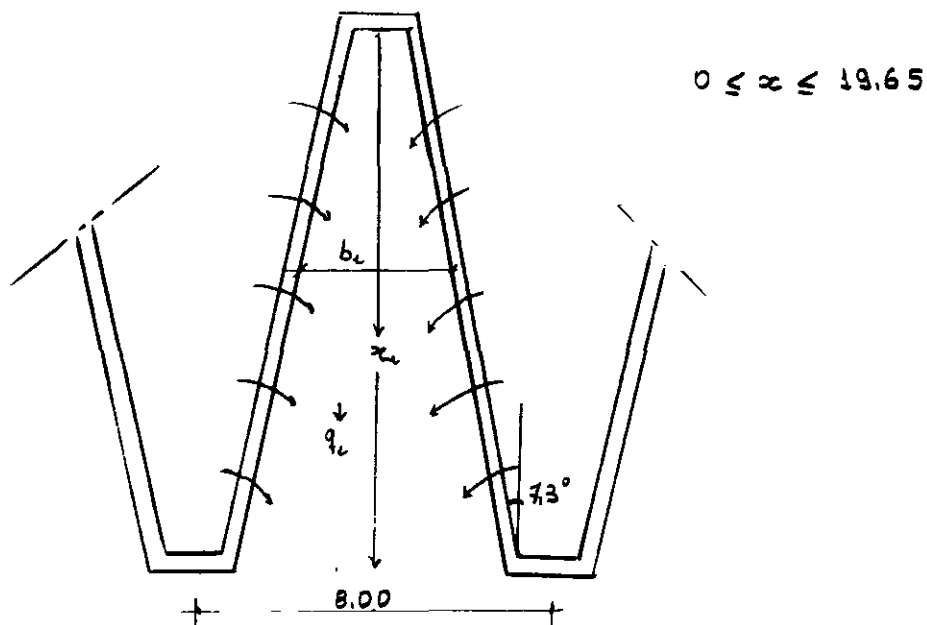


Obra		Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			13 de 36

VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE FLUXO NO  
CANAL INTERNO AS PAREDES DO LABIRINTO.

A FIGURA ABAIXO MOSTRA UM ESQUEMA DO FLUXO:

MONTANTE



JUSANTE

$$q_c = \left( 2a + \frac{2x}{\cos \alpha} \right) \frac{Q/m}{l}$$

$$b_c = 2a + 2x \operatorname{tg} \alpha$$



Obra	ÁCUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA
Cálculo	Visto		Data	Folha 14 de 36

$$q_u = \left( 1,5 + \frac{2x}{\cos 7,3^\circ} \right) \cdot \frac{528,8 / 12,5}{42,40}$$

$$q_u = \left( 1,5 + \frac{2x}{\cos 7,3^\circ} \right) \cdot 0,998$$

$$b_u = 2a + 2x \operatorname{tg} \alpha$$

$$b_u = 1,5 + 2x \operatorname{Tg} 7,3^\circ$$

$x$	$\Delta x$	$q$	$b$
0,0	-	1,497	1,50
5,0	5,0	11,56	2,78
10,0	5,0	21,62	4,06
15,0	5,0	31,69	5,34
19,65	4,65	41,04	6,50



Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto SANGRABOURO/HIDRÁULICA	
Calculo Julio/antunes	Visto M	Data DEZ/88	Folha 15 de 36

## CONDIÇÃO INICIAL DO FLUXO

O CANAL INTERNO DO LABIRINTO TEM VAZÃO E LARGURA VARIÁVEL E TEM DECLIVIDADE NA SUA BASE.

A TEORIA SOBRE A QUAL FORAM FEITOS OS CÁLCULOS ENCONTRA-SE NO LIVRO "DESEÑO DE PRESAS PEQUENAS, USBR-1974

O PRINCÍPIO NO QUAL SE BASEIA O CÁLCULO É O DA RELAÇÃO DAS QUANTIDADES DE MOVIMENTO DE DUAS SEÇÕES CONSECUTIVAS

$\left\{ \begin{array}{l} M \rightarrow \text{QUANTIDADE DE MOVIMENTO} \\ g \rightarrow \text{ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE} \end{array} \right.$

$$M_u = \frac{Q \cdot v}{g} \quad ; \quad v' = v + \Delta v \quad \Delta Q' = q \cdot \Delta x$$

$$M_d = \frac{(Q + q \cdot \Delta x) \cdot (v + \Delta v)}{g} \quad \Delta M = M_d - M_u$$

$$\Delta M = \frac{Qv}{g} + \frac{Q \cdot \Delta v}{g} + \frac{q \cdot \Delta x \cdot v}{g} + \frac{q \cdot \Delta x \cdot \Delta v}{g} - \frac{Q \cdot v}{g}$$

$$\frac{\Delta M}{\Delta x} = \frac{Q \cdot \Delta v}{g \cdot \Delta x} + \frac{q}{g} (v + \Delta v) \quad ; \quad \frac{\Delta x}{\Delta t} = \bar{v} = v + \frac{1}{2} \Delta v$$

000071



Obra AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO/HIDRÁULICA		
Calculo Julio/Austria	Visto M	Data DEZ/88	Folha 16 de 36

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{Q \cdot \Delta V}{g \cdot \Delta x} \left( V + \frac{1}{2} \Delta V \right) + \frac{Q}{g} (V + \Delta V) \cdot \left( V + \frac{1}{2} \Delta V \right)$$

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{\Delta Y}{\Delta x} \cdot \bar{Q}$$

$$\frac{\Delta Y}{\Delta x} \left( Q + \frac{1}{2} \Delta Q \right) = \frac{\Delta M}{\Delta t}$$

$$\Delta Y = \frac{Q}{g} \cdot \frac{\left( V + \frac{1}{2} \Delta V \right)}{\left( Q + \frac{1}{2} \Delta Q \right)} \cdot \left[ \Delta V + \frac{g \cdot \Delta x}{Q} \cdot \left( V + \frac{1}{2} \Delta V \right) \right]$$

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta Y &= \frac{Q_2}{g} \cdot \frac{(V_1 + V_2)}{(Q_1 + Q_2)} \cdot \left[ (V_2 - V_1) + \frac{V_1(Q_2 - Q_1)}{Q_2} \right] \quad \text{A} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta Y &= \frac{Q_1}{g} \cdot \frac{(V_1 + V_2)}{(Q_1 + Q_2)} \cdot \left[ (V_2 - V_1) + \frac{V_2(Q_2 - Q_1)}{Q_1} \right] \quad \text{B} \end{aligned} \right.$$





Obra	AFUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO/HIDRÁULICA	
Cálculo	Julio/bruna	Visto	MA	Data	DEZ/88
				Folha	17 de 36

UTILIZANDO AS EQUAÇÕES (A) E (B) SE PODE DETERMINAR O PERFIL DA SUPERFÍCIE DA ÁGUA EM QUALQUER CANAL LATERAL SUPONDO TRECHOS CURTOS DE CANAL UMA VEZ QUE SE TEM ENCONTRADO UM PONTO DE PARTIDA. A SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO (A) E (B) SE OBTÉM PELO PROCEDIMENTO DE TENTATIVAS. PARA UM TRECHO DE COMPRIMENTO  $\Delta x$  SE CONHECE  $Q_1$  e  $Q_2$ . SE SE TEM ESTABELECIDO UMA ALTURA (Y) EM UM EXTREMO SE PODE ENCONTRAR POR TENTATIVAS QUE SATISFAÇA O VALOR DE Y, OS CALCULADOS DE  $\Delta y$ .

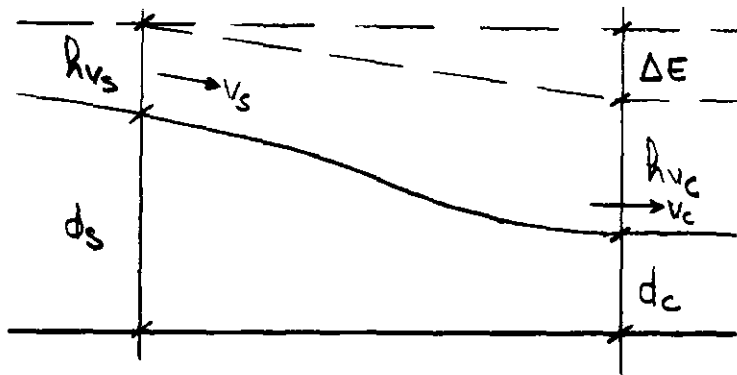
COMO EM OUTRAS DETERMINAÇÕES DOS PERFLS DA SUPERFÍCIE D'ÁGUA, A LÂMINA E AS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DO REGIME SERÃO AFETADAS PELOS REMANSOS QUE SE FORMAM EM ALGUM PONTO, OU POR CONDIÇÕES CRÍTICAS AO LONGO DO TRECHO DE CANAL QUE SE ESTÁ CONSIDERANDO. A SEGUINTE DISCUSSÃO SE TRATA DA SELEÇÃO DE UMA SECÃO PARA COMEÇAR O CÁLCULO DO PERFIL DA SUPERFÍCIE DA ÁGUA



Obra	ÁGUA PÚBLICA FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOIRO/HIDRÁULICA	
Calculo	Jul/Outubro/88	Visto	M	Data	DEZ/88
				Folha	18 de 36

PARA QUE O CANAL FUNCIONE NO REGIME SUBCRÍTICO FAZ-SE NECESSÁRIA A EXISTÊNCIA DE UMA SEÇÃO DE CONTROLE POSTERIOR ONDE O FLUXO ACONTEÇA NO REGIME CRÍTICO.

A SITUAÇÃO NAS PROXIMIDADES DA SEÇÃO DE CONTROLE É A SEGUINTE



HÁ UMA QUEDA DE ENERGIA DECORRENTE DO AUMENTO DA VELOCIDADE, ESTIMADO PARA ESTAS CONDIÇÕES COM 20% DA VARIAÇÃO DE ENERGIA CINÉTICA.

PORTANTO

$$d_s + h_{vs} = d_c + h_{vc} + 0,20 (h_{vc} - h_{vs})$$



Obra		Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			19 de 36

- DEFINIÇÃO DA SEÇÃO DE CONTROLE

\* A SEÇÃO DE CONTROLE SERÁ A  $X = 19,65 \text{ m}$

$$b = 6,50 \text{ m}$$

$$Q = 528,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{\text{unit}} = \frac{Q}{12,5 \times 1} = \frac{528,8}{12,5 \times 42,40} = 0,998 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$Q_{\text{SEÇÃO CONTROLADA}} = 0,998 \times (1-45) = 40,82 \text{ m}^3/\text{seção}$$

$$q_{\text{SEÇÃO}} = \frac{40,82}{6,5} = 6,28 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{seção}$$

\* CÁLCULO DA VELOCIDADE CRÍTICA.

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 1,59 \text{ m}$$

$$v_c = \frac{6,28}{1,59} = 3,95 \text{ m/s}$$

$$h_{vc} = \frac{v_c^2}{2g} = 0,795 \text{ m}$$

$$d_s + h_{vs} = h_{vc} + d_c + 0,20 (h_{vc} - h_{vs})$$

$$d_s = 2,544 - 1,2 h_{vs}$$

$d_s$	$v_s$	$h_{vs}$	$d_s$
1,60	3,925	0,785	1,60

000075



Obra <b>AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA</b>		Assunto <b>SANGRADOURO / HIDRÁULICA</b>	
Cálculo	Visto	Data	Folha <b>20 de 36</b>

- CÁLCULO DO PERFIL DA SUPERFÍCIE D'ÁGUA -

$$\Delta y = \frac{Q_2}{g} \frac{(V_1 + V_2)}{(Q_1 + Q_2)} [(V_2 - V_1) + V_2 \frac{(Q_2 - Q_1)}{Q_1}]$$

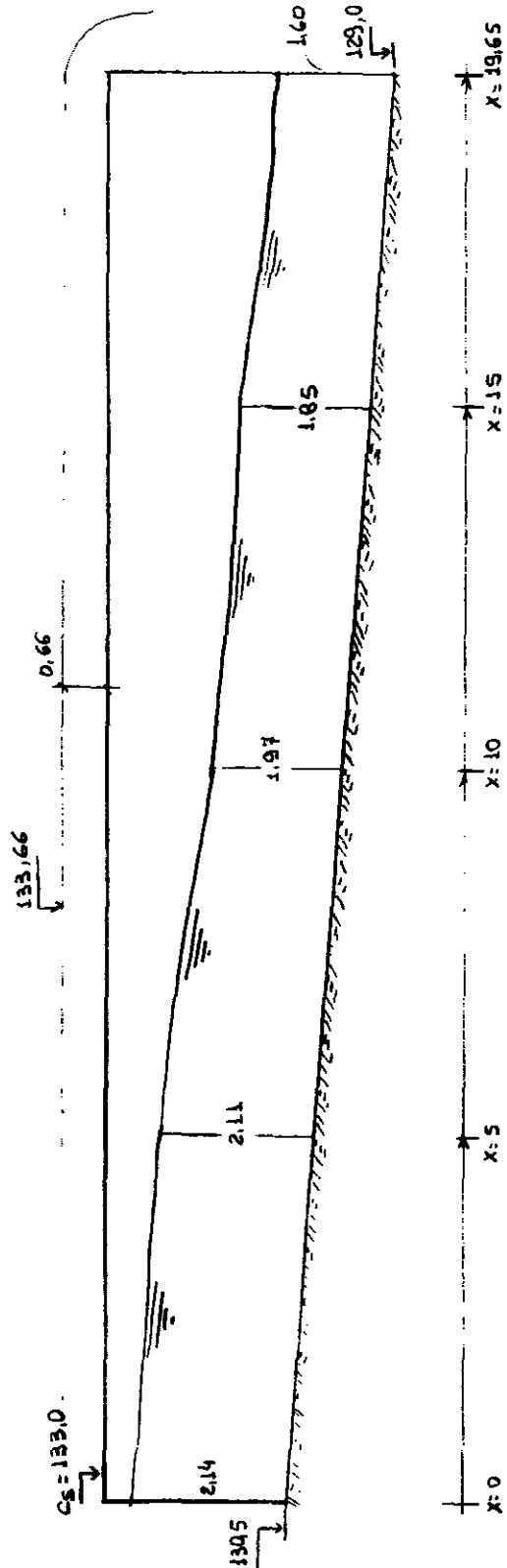
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$x$	$\Delta x$	COTA FUNDO	$\Delta y$	COTA M.A	$d$	$A$	$Q$	$V$	
$b=6,50$	19,65	—	—	129,00	130,60	1,60	—	40,82	3,93
$b=5,34$	15,00	4,65	129,35	0,63	131,23	1,88	10,04	31,69	3,16
				0,61	131,21	1,86	9,83		3,19
				0,60	131,20	1,85	9,88		3,21
$b=4,06$	10,00	5,00	129,72	0,56	131,76	2,04	8,28	21,63	2,61
				0,50	131,70	1,98	8,04		2,69
				0,49	131,69	1,97	8,00		2,70
$b=2,78$	5,00	5,00	130,10	0,60	132,29	2,19	6,09	11,56	1,90
				0,52	132,21	2,11	5,87		1,97
$b=1,50$	0,00	5,00	130,50	0,70	132,91	2,41	3,62	1,49	0,41
				0,43	132,64	2,14	3,21		0,46

10	11	12	13	14	15	16	17	18
$Q_1 + Q_2$	$\frac{Q_1}{g}$	$V_1 + V_2$	$V_2 - V_1$	$Q_2 - Q_1$	$\frac{V_2}{Q_1}$	$V_2$	$(13) + (16)$	$\Delta y$
—	—	—	—	—	—	—	—	—
72,51	0,045	7,09	0,77	9,13	0,288	1,13	1,90	0,61
		7,12	0,74				1,87	0,60
		7,14	0,72				1,85	0,60
53,31	0,041	5,82	0,60	10,06	0,465	1,49	2,09	0,50
		5,90	0,52				2,01	0,49
		5,91	0,51				2,00	0,49
33,19	0,036	4,60	0,80	10,07	0,871	2,35	3,15	0,52
		4,67	0,73				3,08	0,52
13,05	0,012	2,38	1,56	10,07	6,76	13,31	14,87	0,43
		2,43	1,51				14,82	0,43



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	SANGRADOIRO / HIDRAULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha	21 de 36		

- PERFIL DA SUPERFÍCIE D'ÁGUA NO CANAL -  
- DO LABIRINTO A JUSANTE -



000077



Obra		Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			22 de 36

O RENDIMENTO DO LABIRINTO NÃO É  
AFETADO A JUSANTE, PELO NÍVEL D'ÁGUA  
NO CANAL.

TEMOS A SEGUINTE SITUAÇÃO.

PARA A VAZÃO MILENAR :  $Q = 520,8 \text{ m}^3/\text{A}$

COTA DA CRISTA = 133,00 m

COTA  $Y_{\text{MÁX JUS}} = 132,64 \text{ m}$

COTA DA CRISTA > COTA  $Y_{\text{MÁX JUS}}$

CONCLUI-SE QUE O FLUXO PARA A VAZÃO MILENAR  
NÃO AFETA O RENDIMENTO DO LABIRINTO

000078



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADO DE HIDRÁULICA	
Cálculo	Julio/Interno	Visto	M	Data	DEZ 198
				Folha	23 de 36

O CÁLCULO DA LINHA D'ÁGUA DO CANAL FOI FEITO ATRAVÉS DO MÉTODO DE ENERGIA POR DIFERENÇAS FINITAS ("DIRECT STEP METHOD") CONFORME APRESENTADO POR VEN-TE-CHOW NO LIVRO "OPEN CHANNEL HYDRAULICS" CAPÍTULO 10.3

ESTE MÉTODO CONSISTE NO CÁLCULO DAS CONDIÇÕES DE FLUXO EM UM CANAL, DADAS AS CONDIÇÕES DE ENERGIA E PERDA DE CARGA EM UMA SEÇÃO ANTERIOR, ALÉM DAS CONDIÇÕES GEOMÉTRICAS DO CANAL EM QUESTÃO.

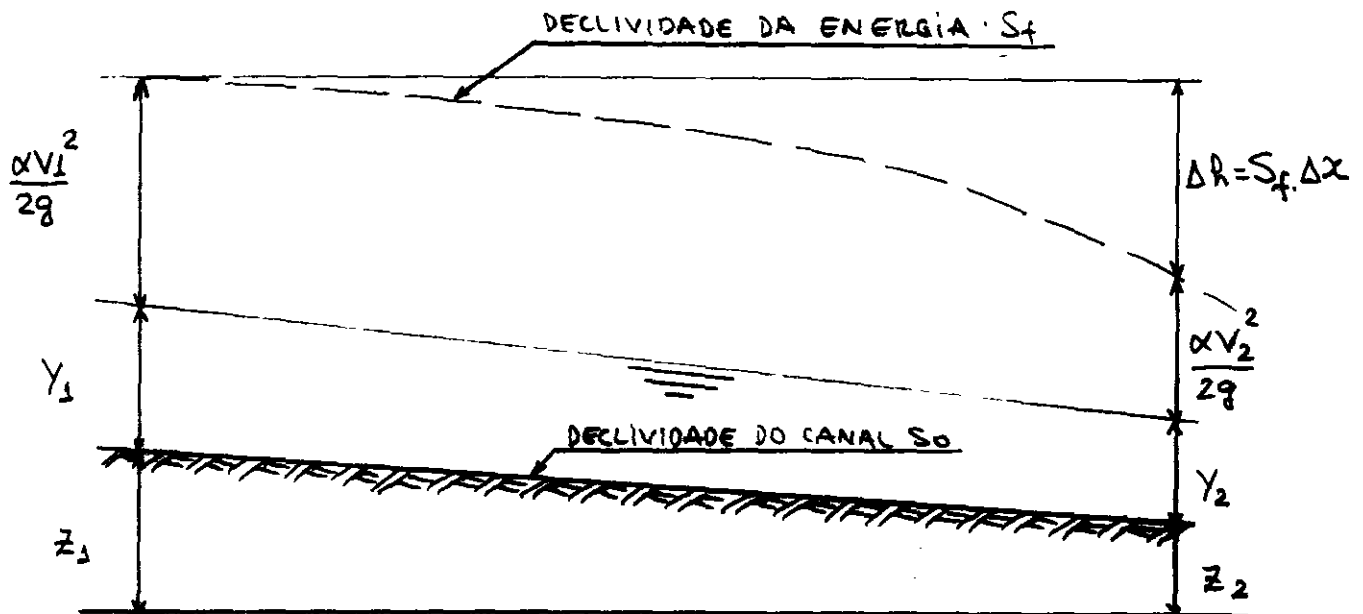
EM CADA TRECHO É FEITO UM BALANÇO DE ENERGIA ENTRE AS SEÇÕES ENVOLVIDAS, UTILIZANDO-SE AS EQUAÇÕES DA ENERGIA E A DE MANNING

000079



Obra	Assunto		
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRIA DOURO / HIDRÁULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Julio/maior/B	M.	DEZ/88	24 de 36

## BALANÇO DE ENERGIA.



AO LONGO DO MÉTODO, DUAS SEÇÕES DEVEM SER PROCURADAS COM A MAIOR PRECISÃO POSSÍVEL, SÃO ELAS, A SEÇÃO ONDE "Y" CRÍTICO É ATINGIDO; E A SEÇÃO ONDE  $S_f = S_0$ .

A SEÇÃO ONDE  $S_f = S_0$  É DE FUNDAMENTAL IMPORTÂNCIA PARA ESTE MÉTODO UMA VEZ QUE, A PARTIR DE ENTÃO, " $S_f$ " É CONSTANTE, POIS  $S_f \leq S_0$  PARA UMA DADA VAZÃO E CANAL.





Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	SANGRIA DUPO/HIDRÁULICA	
Calculo	Julio/Antonia	Visto	✓	Data	DEZ/88	Folha 25 de 36

O MÉTODO CONSISTE EM, CONHECIDA UMA SEÇÃO "S<sub>1</sub>", ARBITRAR UM VALOR Y<sub>2</sub>, OU SEJA, UMA LÂMINA EM UMA SEÇÃO POSTERIOR "S<sub>2</sub>", E CALCULAR "ΔX", QUE INDICARÁ ONDE A LÂMINA "Y<sub>2</sub>" ACONTECEIRA.

### EQUAÇÕES DO MÉTODO

$$\Delta x = \frac{|\Delta E|}{S_0 - \bar{S}_f}$$

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f_i} + S_{f_{i+1}}}{2}$$

$$S_{f_i} = \frac{n^2 \cdot Q^2}{A_i^2 \cdot R_i^{4/3}}$$

$$E_i = y_i + \alpha \frac{V_i^2}{2g}$$

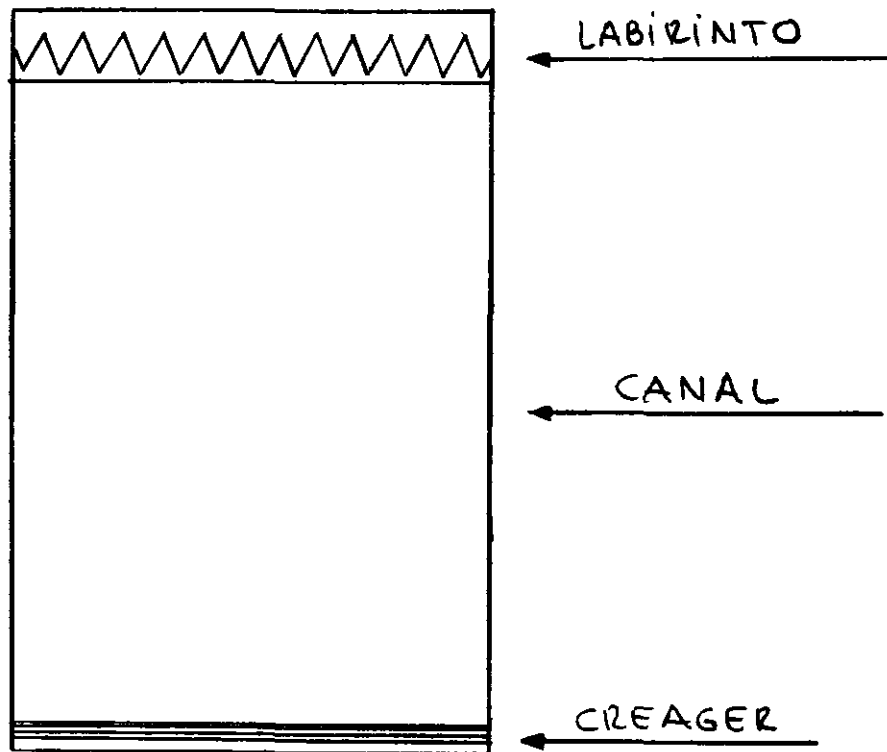
$$R_i = A_i / P_i \quad \dots \quad P_i = F + 2y_i$$

$$A_i = F \cdot y_i$$



Obra AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto SANGRADURO/HIDRÁULICA	
Cálculo Julio/Custina/DB	Visto i/11	Data DEZ/88	Folha 26 de 36

LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO AS CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS, TOPOGRÁFICAS E HIDRÁULICAS, O SANGRADURO FICOU DEFINIDO DA FORMA A SEGUIR



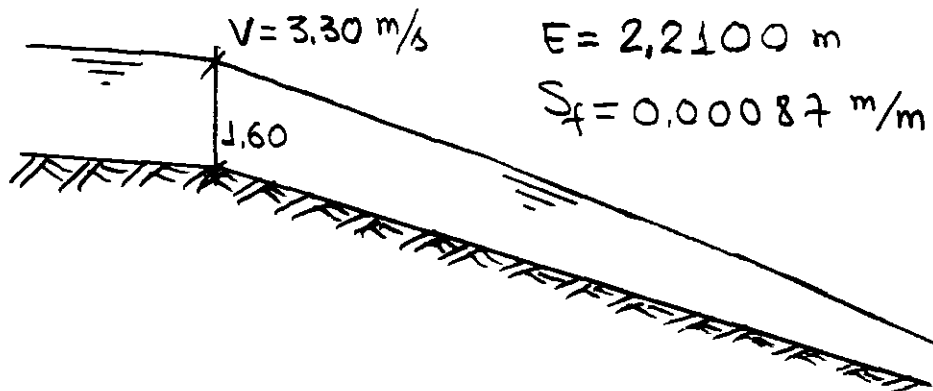


Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO/HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha	de	
Julio Pastoral	M	DEZ/88	27	36	

## CANAL

### CARACTERÍSTICAS.

- LARGURA CONSTANTE  $F = 100,0$  m
- COMPRIMENTO TOTAL :  $L = 119,0$  m
- DECLIVIDADE  $S_0 = 0,170$  m/m
- REVESTIMENTO EM CONCRETO  $n = 0,012$
- SECÃO INICIAL ( $x = 1,10$ )





Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO/HIDRÁULICA
Cálculo Julio/Antônio / <i>JB</i>	Visto <i>M</i>
Data DEZ/88	Folha 28 de 36

CANAL

$Q = 528,8 \text{ m}^3/\text{s}$      $n = 0,012$

$S_0 = 0,170 \text{ m/m}$      $L = 119 \text{ m}$

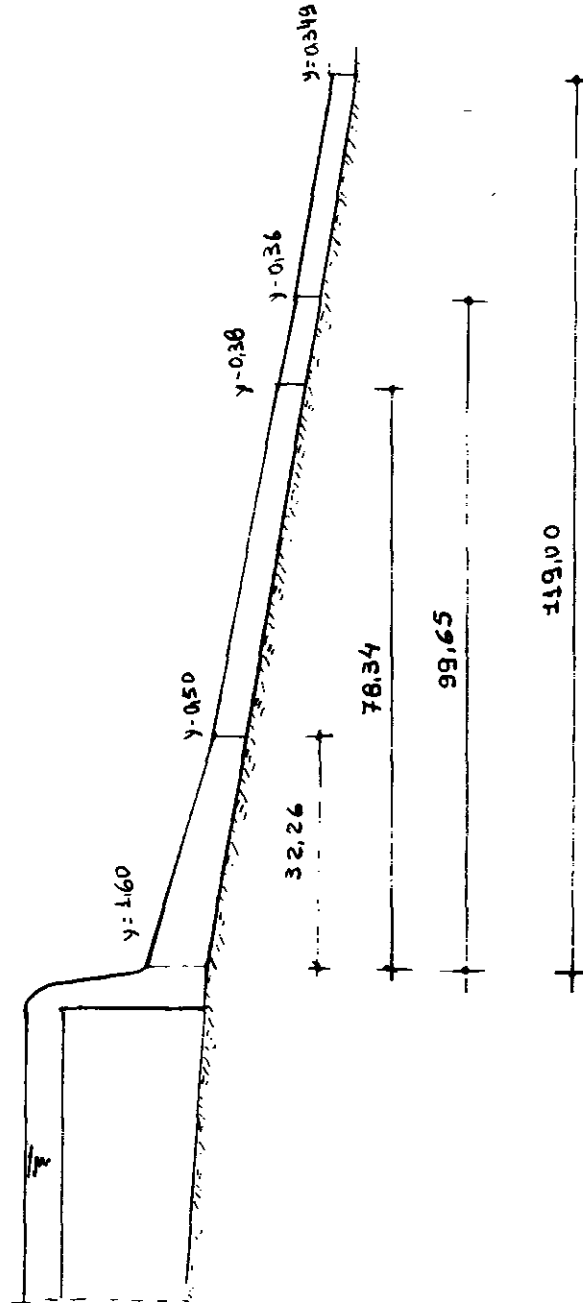
Y	E	ΔE	S <sub>c</sub>	S <sub>f</sub>	V	ΔX	X
1,600	2,210	—	0,00087	—	3,30	—	0
1,550	2,202	0,1025	0,00097	0,00093	3,41	0,606	0,606
1,500	2,196	0,1767	0,00108	0,00103	3,52	1,046	1,652
1,300	2,227	0,3166	0,00174	0,00141	4,06	0,188	1,840
1,200	2,288	0,6171	0,00226	0,00200	4,40	0,367	2,207
1,000	2,567	0,2790	0,00413	0,00320	5,29	1,672	3,879
0,900	2,835	0,2678	0,00586	0,00499	5,87	1,623	5,502
0,700	3,899	1,0640	0,01347	0,00966	7,55	6,636	12,14
0,500	6,771	2,8715	0,04113	0,0273	10,57	20,12	32,26
0,450	8,192	1,4209	0,05836	0,04974	11,75	11,81	44,07
0,400	10,198	2,0064	0,08630	0,07233	13,22	20,54	64,62
0,380	11,237	1,0385	0,10234	0,09432	13,91	13,22	78,34
0,370	11,822	0,5848	0,11182	0,10708	14,29	9,29	87,63
0,360	12,457	0,6350	0,12248	0,11715	14,69	12,01	99,65
0,350	13,148	0,6911	0,13451	0,12849	15,11	16,65	116,30
0,349	13,220	0,0724	0,13580	0,13515	15,15	2,70	119,00

000084



Obra		Assunto	
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			29 de 36

LINHA D'ÁGUA AO LONGO DO CANAL





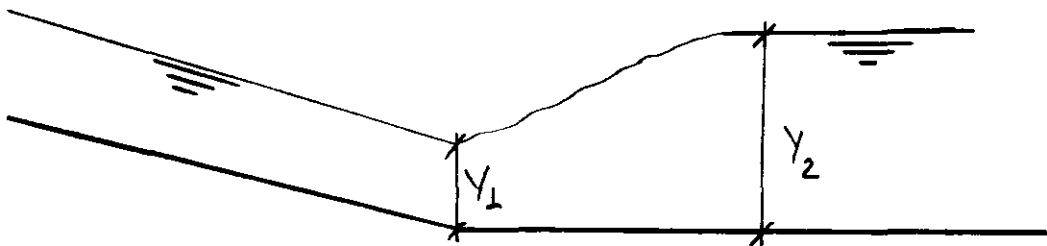
Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRASOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Julio/antena/108	Visto	M	Data	DEZ/88
				Folha	30 de 36

## BACIA DE DISSIPAÇÃO

O FLUXO QUE CHEGA AO FIM DO CANAL É DO TIPO SUPERCRÍTICO, POIS

$$Y_{\text{CRÍTICO}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 1,418 \text{ m} \quad \text{E} \quad Y = 0,349 \text{ m}$$

DEVIDO A DECLIVIDADE DA BACIA SER NULA, ( $S_0 = 0$ ) OCORRERÁ UM RESSALTO HIDRÁULICO.



000086



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOUÍLO/HIDRÁULICA	
Cálculo	Julio/antonio	Visto	Data	DEZ/88	
			Folha	31 de 36	

CÁLCULO DA ALTURA " $y_2$ " DO RESSALTO HIDRÁULICO E DO COMPRIMENTO MÍNIMO DA BACIA DE DISSIPAÇÃO ( $L_j$ ).

EQUAÇÕES.

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g \cdot y}}$$

$$y_2 = y_1 \cdot \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8NF^2} - 1)$$

CONHECENDO-SE O NÚMERO DE FROUDE, NA SEÇÃO ①, ENCONTRA-SE A RELAÇÃO  $L_j/y_2$  ATRAVÉS DO GRÁFICO APRESENTADO POR VEN-TE-CHOW, NO LIVRO OPEN CHANNEL HYDRAULICS CAPÍTULO 15, PÁGINA 398.



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto SANGRADOURO/HIDRÁULICA.	
Calculo Julio Brito	Visto 1/1	Data 02/08	Folha 32 de 36

$$y_1 = 0,349 \text{ m}$$

$$V_1 = 16,15 \text{ m/s}$$

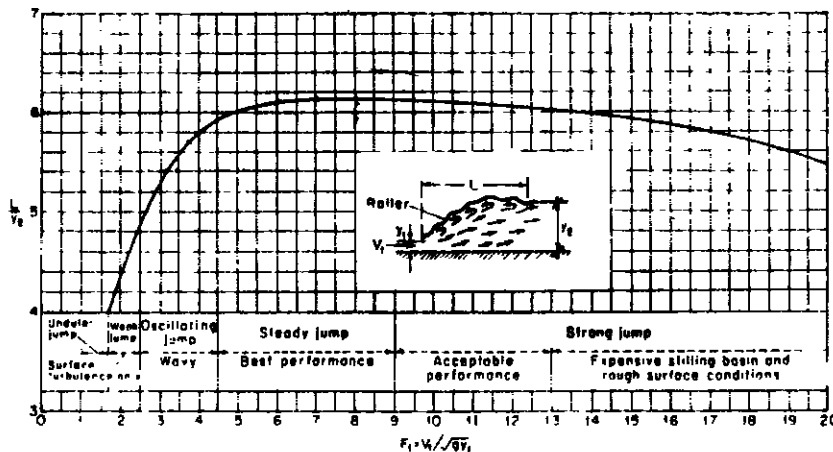
$$NF_1 = \frac{16,15}{\sqrt{9,8 \cdot 0,349}}$$

$$NF_1 = 8,19 \quad \text{PELO GRÁFICO} \quad L_j/y_2 = 6,70$$

$$y_2 = 0,349 \cdot \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8 \cdot 8,19^2} - 1)$$

$$y_2 = 3,87 \text{ m}$$

$$L_j = 6,70 y_2 \quad \cdot \quad L_j = 6,70 \cdot 3,87 \quad \cdot \quad \boxed{L_j = 25,94 \text{ m}}$$



ADOTAR

$$\boxed{L_j = 26,0 \text{ m}}$$

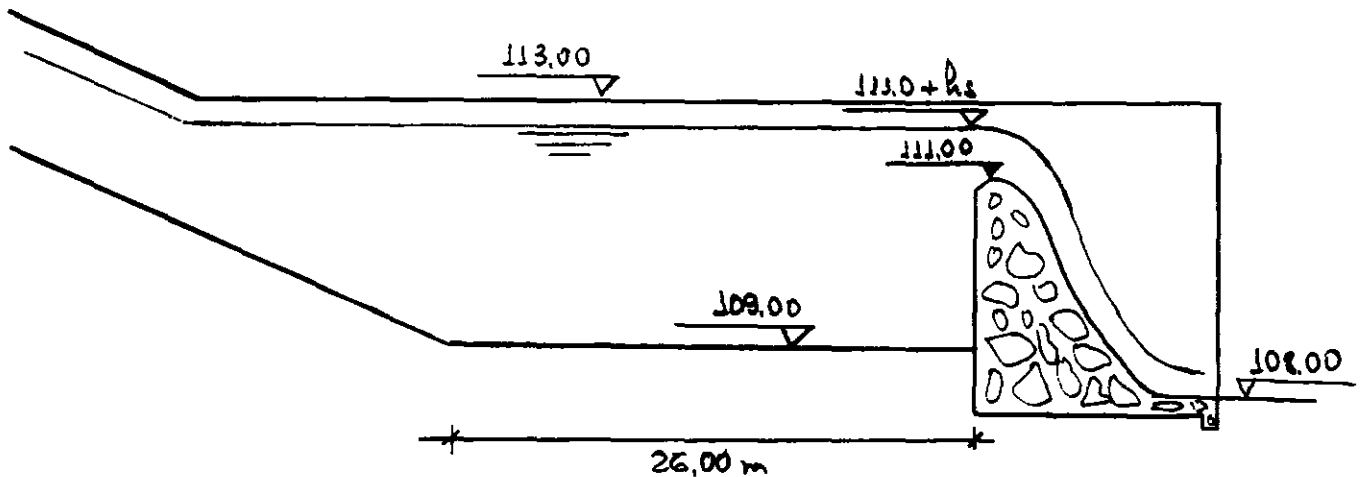
FIG 15-4 Length in terms of sequent depth  $y_2$  of jumps in horizontal channels (Based on data and recommendations of U.S. Bureau of Reclamation [34])





Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Jul/10 / <i>[assinatura]</i>	Visto	<i>[assinatura]</i>	Data	DEZ/88
				Folha	33 de 36

APÓS A ESTABILIZAÇÃO DO FLUXO DA BACIA, AS CONDIÇÕES DE VAZÃO NO PERFIL CREAGER SITUADO NA SEÇÃO FINAL SÃO:



O CÁLCULO DE " $h_s$ " FOI REALIZADO COM BASE NO MÉTODO PROPOSTO PELO U.S.B.L. PARA O PERFIL CREAGER.



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	SANGRADOURO / HIDRAULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha	34 de 36			

$$h_a = \frac{V^2}{2g}$$

$$H_0 = h_s + h_a$$

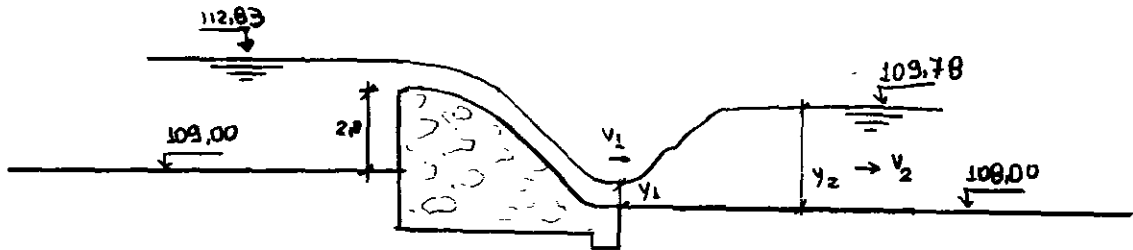
CONDICÕES	$c_0 (\sqrt{m/s})$	$h_s (cm)$	$V (m/s)$	$h_a (cm)$	$H_0 (m)$	$P/H_0$	$c_0 (\sqrt{m/s})$
$Q = 520,0 \text{ m}^3/s$	2,0	1,93	2,768	0,39	2,30	0,869	2,14
$b = 100 \text{ m}$	2,14	1,83	2,893	0,43	2,26	0,885	2,14

- ÁBACO (C/S-B/R)

$$c_0 (\sqrt{m/\Delta}) = 0,552 c_0 (\sqrt{ft/\Delta})$$



Objeto	Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHERINHA	SANGRADOURO / HIDRAULICA	
Cálculo	Visto	Data
		Folha
		35 de 36



$$v_1 = \sqrt{2g \Delta R}$$

$$\Delta R = 112.83 - 108.00 = 4.83 \text{ m}$$

$$v_1 = \sqrt{2 \times 9.8 \times 4.83}$$

$$\therefore v_1 = 9.73 \text{ m/s}$$

$$Y_1 = \frac{q}{v_1} = \frac{5.288}{9.73}$$

$$Y_1 = 0.544$$

$$Y_2 = \frac{Y_1}{2} \left( \sqrt{1 + 8NF^2} - 1 \right)$$

$$NF = \frac{3.73}{\sqrt{9.8 \times 0.544}} = 4.21$$

$$Y_2 = \frac{0.544}{2} \left( \sqrt{1 + 8 \cdot 4.21^2} \right)$$

$$Y_2 = 2.98 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{5.288}{2.98} = 1.77 \text{ m/s}$$



Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO/HIDRÁULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Julio/Antonia JB	M	DEZ/88	36 de 36

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1- CHOW - VEN - TE OPEN CHANNEL HYDRAULICS  
MC GRAW - HILL ZAGAKUSHA LTD, 1959
- 2- HAY, NESSIM AND TAYLOR, GEOFFREY;  
PERFORMANCE AND DESIGN OF LABYRINTH WEIRS.  
JOURNAL OF THE HYDRAULICS DIVISION.  
PROCEEDINGS OF THE AMERICAN SOCIETY OF  
CIVIL ENGINEERS, NOVEMBER, 1970.
- 3- MAGALHÃES, A P, O DESCARREGADOR EM  
LABIRINTO DA BARRAGEM DO DUNGO. RBE-  
ANAI 2. SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO SOBRE  
SIMULAÇÃO EM HIDRÁULICA E RECURSOS HIDRÍ-  
COS.
- 4- USBR, DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS.  
COMPANHIA EDITORIAL CONTINENTAL S A  
NEW YORK, 1974.



10.2.2 - SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MUROS

000093

---



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MURDS	
Cálculo	Rosa / B. B. B. B.	Visto	M	Data	DEZ / 88	Folha 01 de 22

Nesta etapa foram verificados a estabilidade dos muros laterais do sangradouro.

Estes muros laterais são em número de quatro e apresentam características geométricas de acordo com o trecho do canal a que pertencem, e com as condições topográficas locais.

- PARÂMETROS TESTADOS -

Foram escolhidos três parâmetros físicos que determinassem a estabilidade dos muros:

- Fator de segurança quanto ao tombamento,
- Fator de segurança quanto ao arraste,
- Tensão máxima de solicitação do solo

A seguir são mostradas as planilhas de cálculo de cada muro estudado.

000094



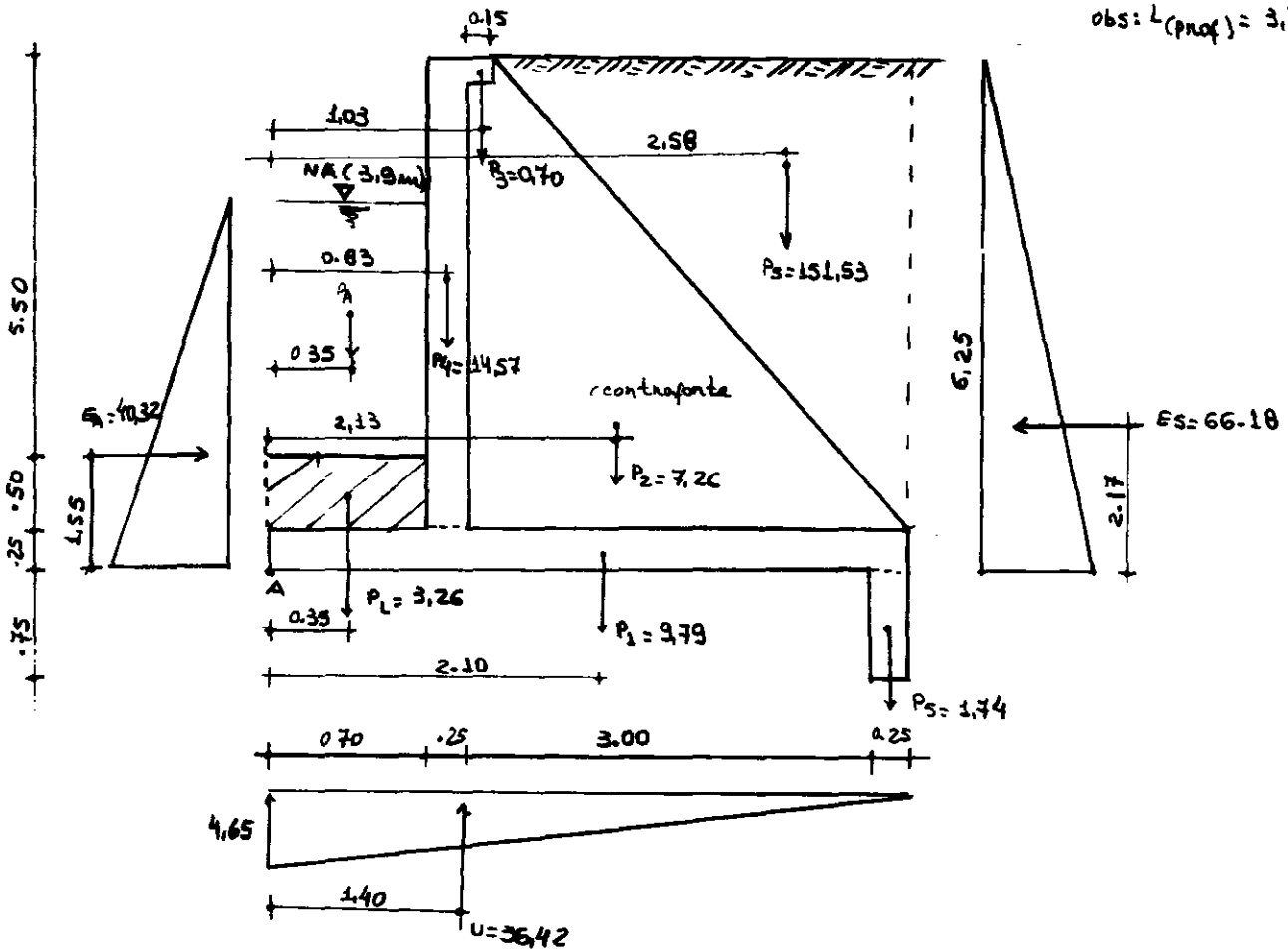
Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MUROS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rosa / B. Buciano	MA	DEZ/88	02 de 22

1) MURO - M0

ALTURA - VARIÁVEL (5,50 a 7,00 m)

1.1) MURO - M0 (H = 5,50 m)

obs: L<sub>(prof)</sub> = 3,73 m



a) TOMBAMENTO EM (A) - ATERRO MÁXIMO

$M_1 = 20,56 \text{ t.m}$

$M_L = 1,14 \text{ t.m}$

$M_2 = 15,46 \text{ t.m}$

$M_S = 390,94 \text{ t.m}$

$M_3 = 0,72 \text{ t.m}$

$M_{ES} = 143,61 \text{ t.m}$

$M_4 = 12,09 \text{ t.m}$

$M_5 = 7,09 \text{ t.m}$

$$F_S = \frac{\sum M_R}{\sum M_A} = \frac{448}{143,61} = 3,11$$

000095



Obra		Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MURDS	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rosa / B / Bussua	<i>N</i>	DEZ/88	03 de 22

b) TOMBAMENTO EM  $\textcircled{A}$  - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA ( $h=3,90\text{m}$ )

$$M_{EAG} = 62,50 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{PAG} = 3,56 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_U = 50,99 \text{ t}\cdot\text{m} \quad \rightarrow \quad F_s = \frac{514,06}{194,60} = \underline{2,64}$$

c) ARRASTE - ATERRO MÁXIMO

FORÇA CIZALHANTE DO DENTE DE 0,75 m.

$$F_{CIZ} = S_{CIZ} \times \sigma_{CIZ} = 3,73 \times \frac{0,75}{\cos 45^\circ} \times 30 \text{ t/m}^2 = 118,5 \text{ t}$$

$$F_{CIZ H} = F_{CIZ} \times \cos 45^\circ = 83,79 \text{ t}$$

$$F_s = \frac{(\sum W) \tan 35^\circ + F_{CIZ}}{E_s} = \frac{(188,85) \tan 35^\circ + 83,79}{66,18} \Rightarrow F_s = \underline{3,26}$$

d) ARRASTE : ATERRO MÁXIMO E ÁGUA

$$F_s = \frac{(\sum W - U) \tan 35^\circ + E_{AG} + F_{CIZ}}{E_s}$$

$$F_s = \frac{(199,03 - 36,42) \tan 35^\circ + 40,32 + 83,79}{66,18}$$

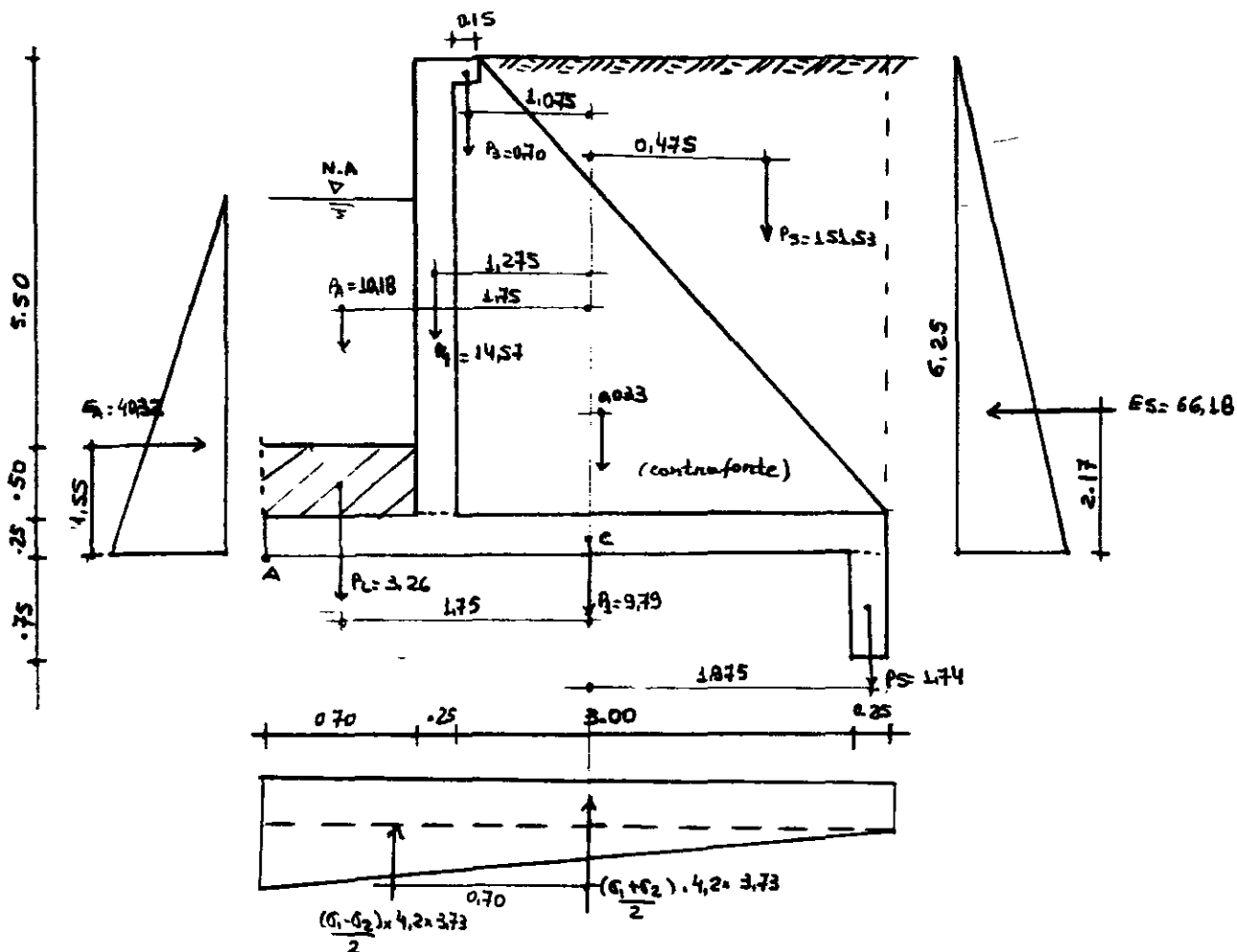
$$F_s = \underline{3,59}$$





Obra	Assunto
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRAĐOURO - ESTABILIDADE DOS MURDS
Cálculo	Data
Reso. <i>B. Bucaria</i>	DEZ/88
Visto	Folha
<i>M</i>	04 de 22

e) TENSÕES: ATERRO MÁXIMO



$$\sum F_v = 0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) \cdot 7.83 = 188.85 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 24.11$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot 5.48 + 75.65 = 168.64 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 16.97$$

$$\sigma_1 = 2.05 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0.35 \text{ Kg/cm}^2$$

f) TENSÕES: ATERRO MÁXIMO E ÁGUA ( $h = 3.90 \text{ m}$ )

$$\sum F_v = 0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) \cdot 7.83 = 199.03 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 25.42$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot 5.48 + 138.15 = 186.45 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 8.81$$

$$\sigma_1 = 1.71 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0.83 \text{ Kg/cm}^2$$

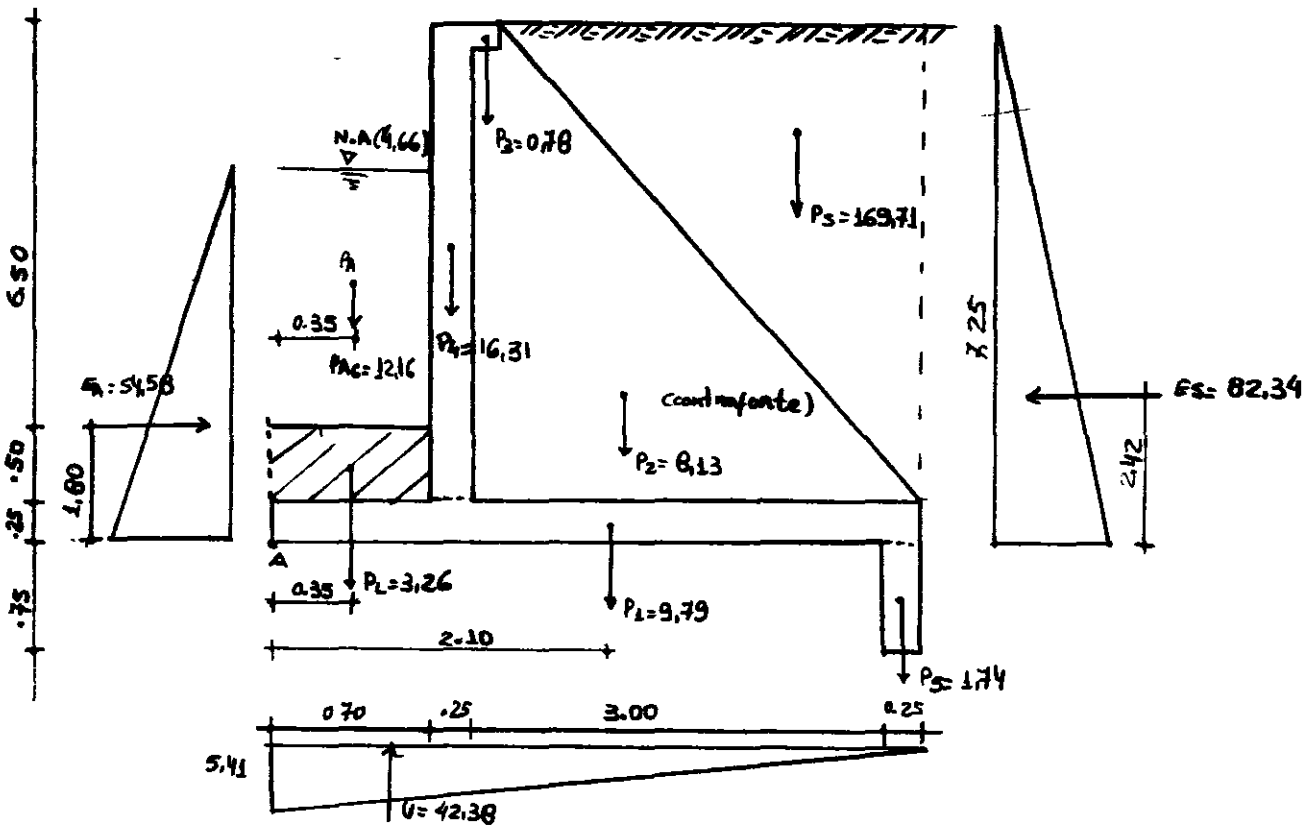
000097



Obra		Assunto	
APUDE PÚBLICO FREGUEIRINHA		SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MURDS	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rosa B. B. B. B. B.	ML.	DEZ/88	05 de 22

1.2) MURO - M0

ALTURA - 7,00 m



a) TOMBAMENTO EM (A) - ATERRO MÁXIMO

$M_1 = 20,56$

$M_5 = 7,09$

$M_2 = 17,31$

$M_L = 1,14$

$M_3 = 0,80$

$M_{Es} = 199,26$

$F_s = \frac{498,28}{199,26} = 2,50$

$M_4 = 13,53$

$M_s = 437,85$

b) TOMBAMENTO EM (A) - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA (h = 4,66m)

$M_{Ac} = 4,26$

$M_{EAc} = 98,24$

$M_U = 59,33$

$F_s = \frac{600,78}{258,59} = 2,32$

000098



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS Muros	
Cálculo	Visto		Data	Folha		
Rosário B. B. B. B.	/ /		DEZ/88	06 de 22		

e) ARRASTE - ATERRO MÁXIMO

$$F_s = \frac{\sum W \operatorname{tg} \phi + F_{CIZ}}{E_s} \quad \text{ONDE } \phi = 35^\circ$$

$$\sum W = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_L + P_S = 209,72 \text{ t}$$

$F_{CIZ} = \sigma_{CIZ} \times S_{CIZ}$ , PARA dente de 75cm e profundidade  $L=3,73$

$$F_{CIZ} = 30 \times 3,73 \times \frac{0,75}{\cos 45^\circ} = 118,8 \text{ t}$$

$$F_{CIZ \text{ HORIZ}} = F_{CIZ} \times \cos 45^\circ = 84 \text{ t}$$

$$F_s = \frac{209,72 \times \operatorname{tg} 35^\circ + 84,0}{82,34} = 1,80$$

d) ARRASTE - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA ( $h=4,66\text{m}$ )

$$F_s = \frac{(\sum W - U + P_{AG}) \operatorname{tg} \phi + F_{CIZ} + E_{AG}}{E_s}$$

$$E_{AG} = 54,58 \text{ t}$$

$$P_{AG} = 12,16 \text{ t}$$

$$U = 42,38 \text{ t}$$

$$F_s = \frac{(209,72 - 42,38 + 12,16) \operatorname{tg} 35^\circ + 84 + 54,58}{82,34}$$

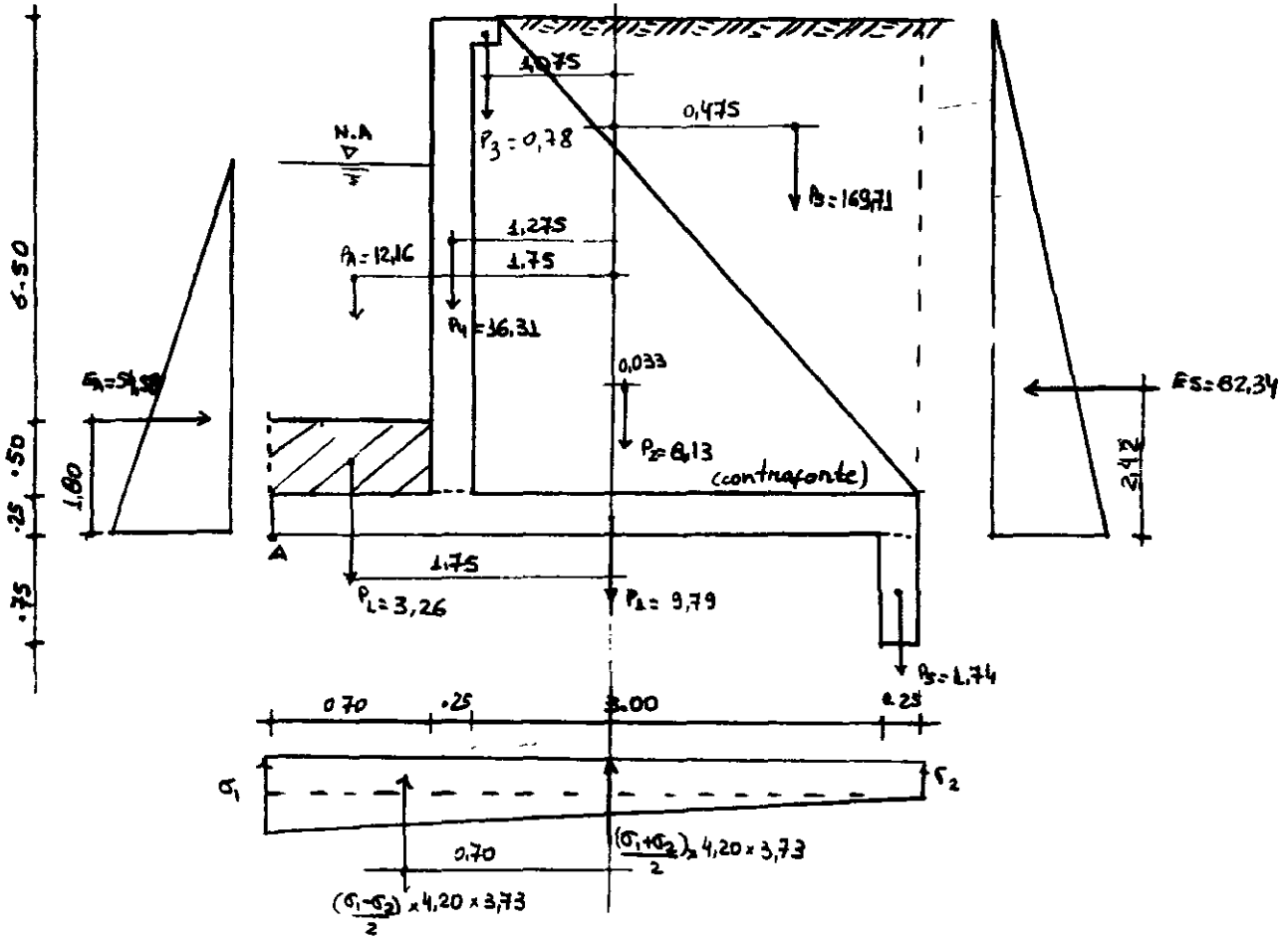
$$F_s = 3,21$$

000099



Obra	Assunto
AFUDE PÚBLICO FRECHERINHA	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MURROS
Cálculo	Visto
Rozou/B.B. 10	R
	Data
	DEZ 188
	Folha
	07 de 22

e) TENSÕES : ATERRO MÁXIMO



$$\sum FV = 0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) \times 7.83 = 209.72 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 26.78$$

$$\sum Mc = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) \times 5.48 + 84.31 = 226.59 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 25.96$$

$$\sigma_1 = 2.63 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0.041 \text{ Kg/cm}^2$$

f) TENSÕES : ATERRO MÁXIMO E ÁGUA (h = 4.66 m)

$$\sum FV = 0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) \times 7.83 = 221.88 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 28.33$$

$$\sum Mc = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) \times 5.48 + 182.55 = 247.87 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 11.92$$

$$\sigma_1 = 2.01 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0.02 \text{ Kg/cm}^2$$

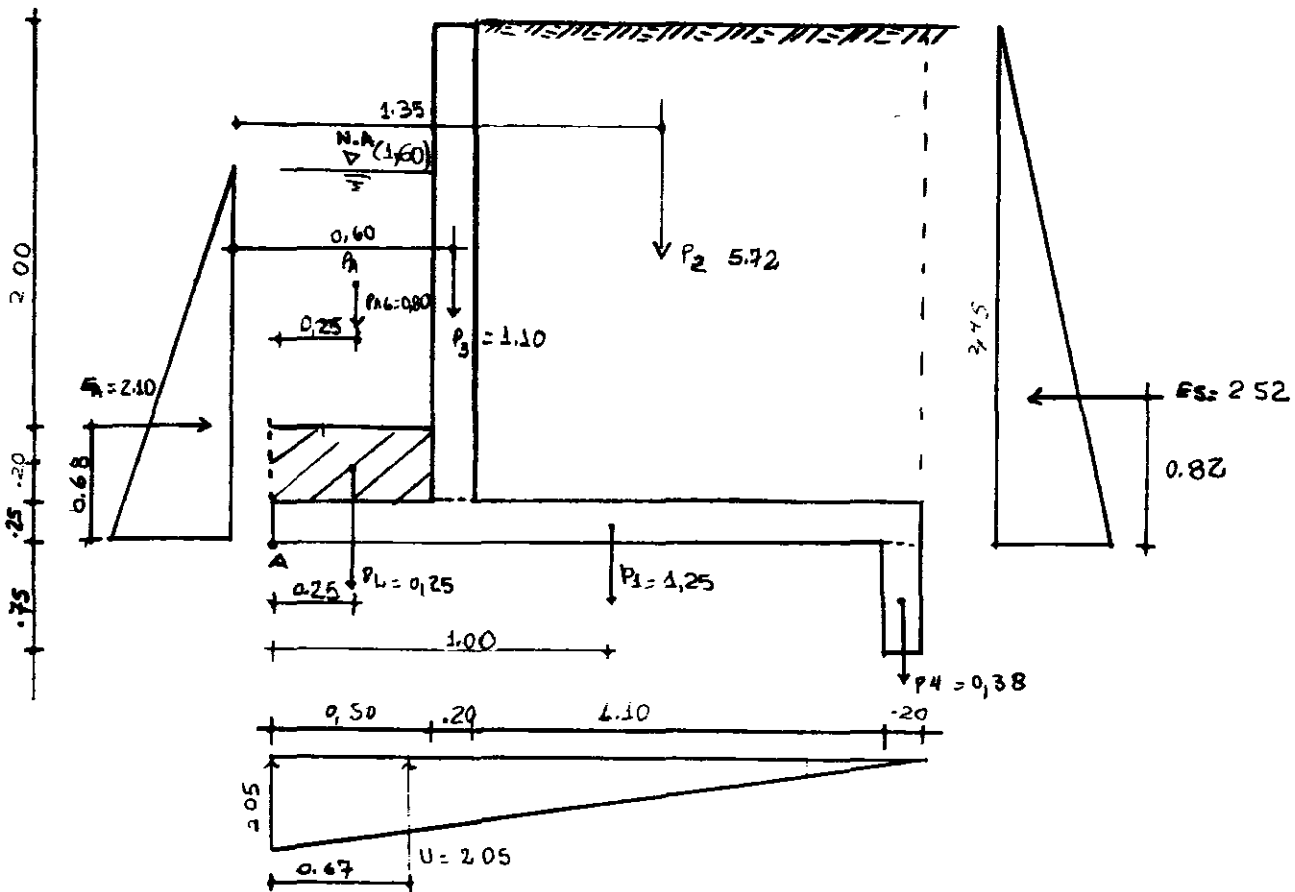
000100



Obra		Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECREIRINHA		SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MURDS	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rosa / B. Bucácia	ML	DEZ/88	08 de 22

2) MURO - M1

ALTURA - CONSTANTE (2,20m)



a) TOMBAMENTO - ATERRO MÁXIMO

$$M_1 = 1,25$$

$$M_4 = 0,72$$

$$F_s = \frac{\sum MR}{\sum MA} = \frac{10,41}{2,066} = 5,04$$

$$M_2 = 7,72$$

$$M_L = 0,06$$

$$M_3 = 0,66$$

$$M_E = 2,066$$

b) TOMBAMENTO - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA (h = 1,60m)

$$M_A = 0,20$$

$$M_U = 1,37$$

$$M_{E,AG} = 1,43$$

$$F_s = \frac{12,04}{3,44} = 3,50$$

000101



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS Muros		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rosa B. Brucina	M.	DEZ/88	09 de 22

e) ARRASTE - ATERRO MÁXIMO

$$F_s = \frac{[(\sum W) \operatorname{tg} 35^\circ + F_{ciz}]}{E_s}$$

$$F_{ciz} = S_{ciz} \times \sigma_{ciz} \quad (\text{para densidade de } 0,75 \text{ t/m}^3)$$

$$\sigma_{ciz} = 3,0 \text{ Kg/cm}^2 = 30 \text{ t/m}^2$$

$$S_{ciz} = 1,0 \times \frac{0,75}{\cos 45^\circ} = 1,06 \text{ m}^2$$

$$F_{ciz} = 1,06 \times 30 = 31,81 \text{ t}$$

$$F_{ciz \text{ HOR}} = F_{ciz} \times \cos 45^\circ = 22,49 \text{ t}$$

$$F_s = \frac{8,7 \operatorname{tg} 35^\circ + 22,49}{2,52} = \underline{11,34}$$

d) ARRASTE - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA ( $h = 1,60 \text{ m}$ )

$$F_s = \frac{[(\sum W - U) \operatorname{tg} 35^\circ + EA + F_{ciz}]}{E_s}$$

$$EA = 2,10$$

$$U = 2,05$$

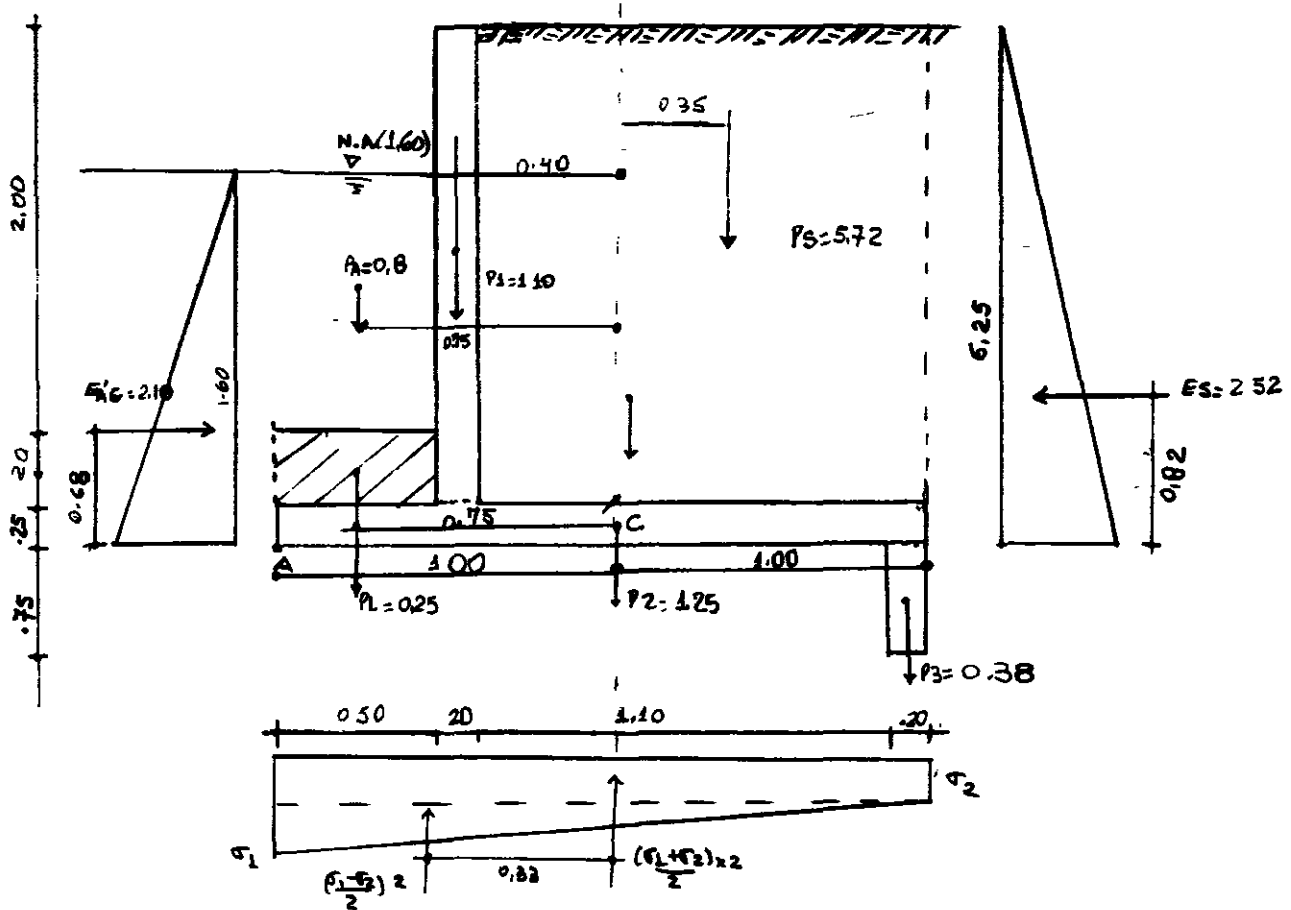
$$F_s = \frac{(9,5 - 2,05) \operatorname{tg} 35^\circ + 2,10 + 22,49}{2,52}$$

$$F_s = \underline{11,82}$$



Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MUR
Cálculo	Data
Ronal B. Bussac	DEZ/88
Visto	Folha
ML	10 de 22

e) TENSÕES - ATERRO MÁXIMO



$$\sum F_v = 0 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 8.7$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) \times 0.33 = 0.35 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 1.06$$

$$\sigma_1 = 0.49 \text{ Kg/cm}^2 \quad \sigma_2 = 0.38 \text{ Kg/cm}^2$$

f) TENSÕES : ATERRO MÁXIMO E AGUA (N.A.: 1,60m)

$$\sum F_v = 0 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 9,50$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = -1,75$$

$$\sigma_1 = 0,40 \text{ Kg/cm}^2 \quad \sigma_2 = 0,54 \text{ Kg/cm}^2$$

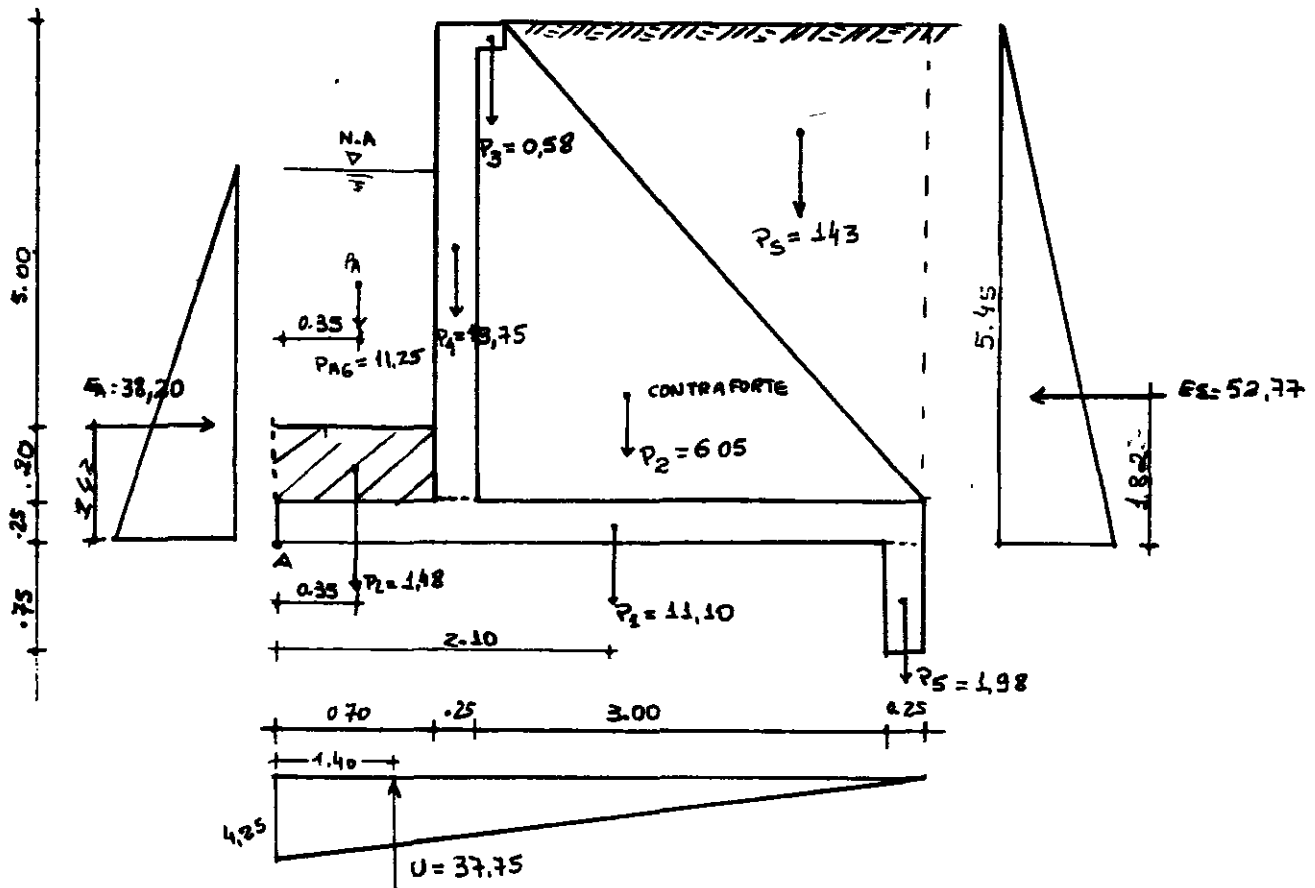


Obra		Assunto	
AÇUDE PÚBLICO FRECREIRINHA		SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MUROS	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rosa/B. Bucurim	M	DEZ/88	11 de 22

3) MURO - M<sub>2</sub>

ALTURA - VARIÁVEL (2,20 a 5,20m)

3.1) MURO - M<sub>2</sub> (H = 5,20m)



a) TOMBAMENTO EM (A) - ATERRO MÁXIMO

$$\begin{aligned}
 M_1 &= 23,31 & M_5 &= 8,07 \\
 M_2 &= 12,91 & M_L &= 0,52 & F_s &= \frac{425,76}{96,04} = 4,43 \\
 M_3 &= 0,60 & M_{E_s} &= 96,04 \\
 M_4 &= 11,41 & M_s &= 368,94
 \end{aligned}$$

b) TOMBAMENTO EM (A) - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA (h = 3,80m)

$$\begin{aligned}
 M_{E_{ág}} &= 54,24 \\
 M_U &= 58,85 & F_s &= \frac{483,93}{148,89} = 3,25 \\
 M_{ág} &= 3,93
 \end{aligned}$$





Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE - MUROS
Cálculo	Reco. / B. / Incurios	Visto	HL
		Data	Folha 12 de 22

c) ARRASTE - ATERRO MÁXIMO.

$$F_s = \frac{\sum W \operatorname{tg} \phi + F_{ciZ}}{E_s} \quad \text{onde } \phi = 35^\circ$$

$$\sum W = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_L + P_S = 177,94$$

$$F_{ciZ} = \sigma_{ciZ} \times S_{ciE} \quad , \text{ PARA DENTE DE 75cm e PROFUNDIDADE } L=4,23$$

$$F_{ciZ} = 30 \times 4,23 \times \frac{0,75}{\cos 45^\circ} = 134,40t$$

$$F_{ciZ_{\text{HORIZ}}} = F_{ciZ} \times \cos 45^\circ = 95,03t$$

$$F_s = \frac{(177,94) \operatorname{tg} 35^\circ + 95,03}{52,77} = 4,17$$

d) ARRASTE - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA (h = 3,80m)

$$F_s = \frac{(\sum W - U) \operatorname{tg} 35^\circ + EA + F_{ciZ}}{E_s}$$

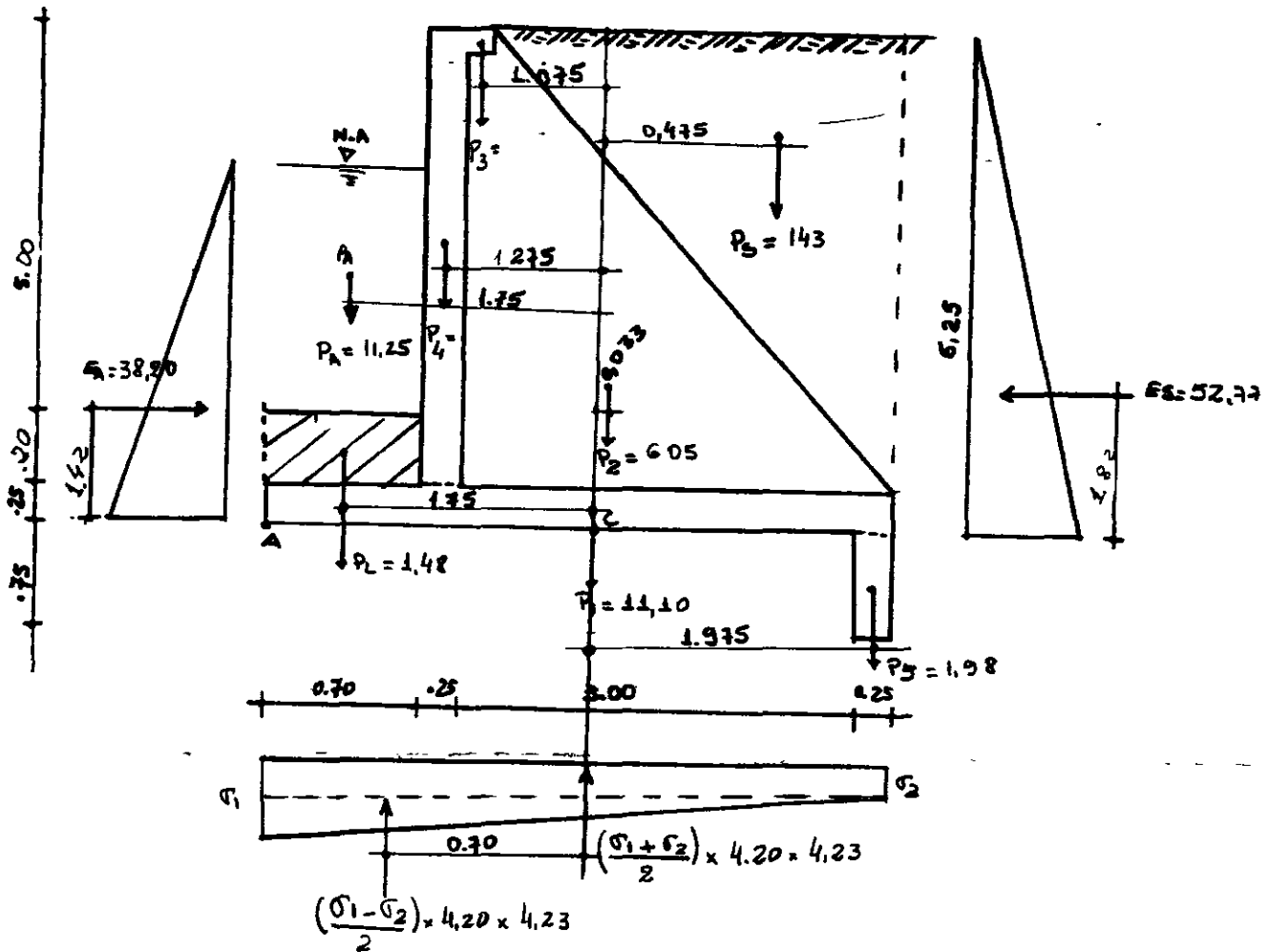
$$F_s = \frac{(189,19 - 37,75) \operatorname{tg} 35^\circ + 38,20 + 95,03}{52,77}$$

$$F_s = 4,53$$



Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADDURO - ESTABILIDADE DOS MUROS
Cálculo	Data
Rosa/B. B. B. B.	DEZ/88
Visto	Folha
M.	13 de 22

e) TENSÕES: ATERRO MÁXIMO



$$\sum FV = 0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) 8.88 = 177.94 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 20.03$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) 6.22 + 72.03 = 116.78 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 7.19$$

$$\sigma_1 = 1.36 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0.64 \text{ kg/cm}^2$$

f) TENSÕES: ATERRO MÁXIMO E ÁGUA (h = 3,80m)

$$\sum FV = 0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) 8.88 = 189.19 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 21.29$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) 6.22 + 126.27 = 136.47 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 1.64$$

$$\sigma_1 = 1.14 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0.98 \text{ kg/cm}^2$$

000106

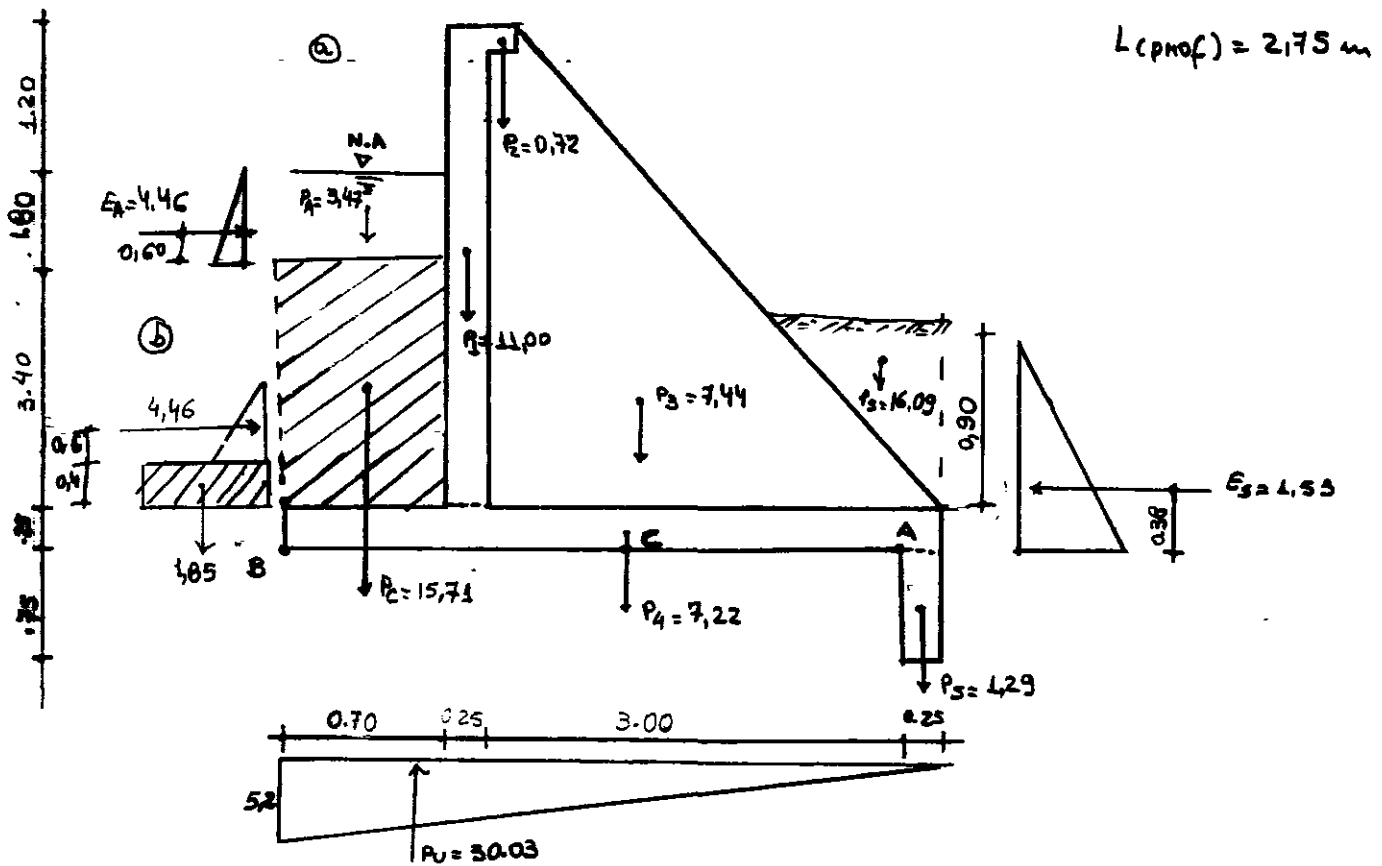


Obra <b>APUDE PÚBLICO FRECREIRINHA</b>		Assunto <b>SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MURDS</b>	
Cálculo <i>Rozal B. B. B. B.</i>	Visto <i>M</i>	Data <b>DEZ/08</b>	Folha 14 de 22

4) MURO - M3

ALTURA - CONSTANTE (6,40m)

LADO ESQUERDO DO FLUXO - ATERRO  $R = 0,90$



a) TOMBAMENTO EM A - CREAGER NA COTA MÁXIMA (a) ; ATERRO (0,90m) E ÁGUA (h=1,80)

$M_1 = 34,43$

$M_5 = 0,17$

$M_2 = 2,11$

$M_c = 56,57$

$M_3 = 13,54$

$M_A = 12,49$

$E_s = \frac{155,27}{103,21} = 1,50$

$M_4 = 13,36$

$M_{EAG} = 18,96$

$M_U = 84,08$

$M_{E_s} = 0,58$

$M_S = 22,20$



Obra		Assunto	
ACUDE PUBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MURDS	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rosa / B. Bucaria	M.	DEZ/88	15 de 22

b) TOMBAMENTO EM B - CREAGER NA COTA MINIMA E ATERRO (0,90m) SEM AGUA (b)

$$M_1 = 3,13$$

$$M_5 = 5,26$$

$$M_2 = 0,74$$

$$M_{SOLO} = 41,51$$

$$M_3 = 15,85$$

$$M_{ESOLO} = 0,58$$

$$F_5 = \frac{38,3}{0,58} = \frac{152,25}{0,58}$$

$$M_4 = 15,16$$

$$M_c = 0,65$$

c) TOMBAMENTO EM A - CREAGER NA COTA MINIMA (b) ATERRO (0,90m) E

ÁGUA (h=1,80m)

$$M_{EAG} = 4,46$$

$$M_U = 35,59$$

$$M_4 = 13,36$$

$$M_5 = 0,17$$

$$M_c = 6,66$$

$$M_1 = 34,43$$

$$M_{AG} = 12,49$$

$$F_5 = \frac{105,37}{40,22} = 2,62$$

$$M_2 = 2,11$$

$$M_{SOLO} = 22,20$$

$$M_3 = 13,54$$

$$M_{ESOLO} = 0,58$$

d) TENSÕES - CREAGER NA COTA MÁXIMA (a) E ATERRO (0,90m) SEM

ÁGUA

$$\sum F_v = 0 \rightarrow \frac{(\sigma_1 + \sigma_2) \times 11,55}{2} = 59,47 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 10,30$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) 4,04 = 32,54 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 8,05$$

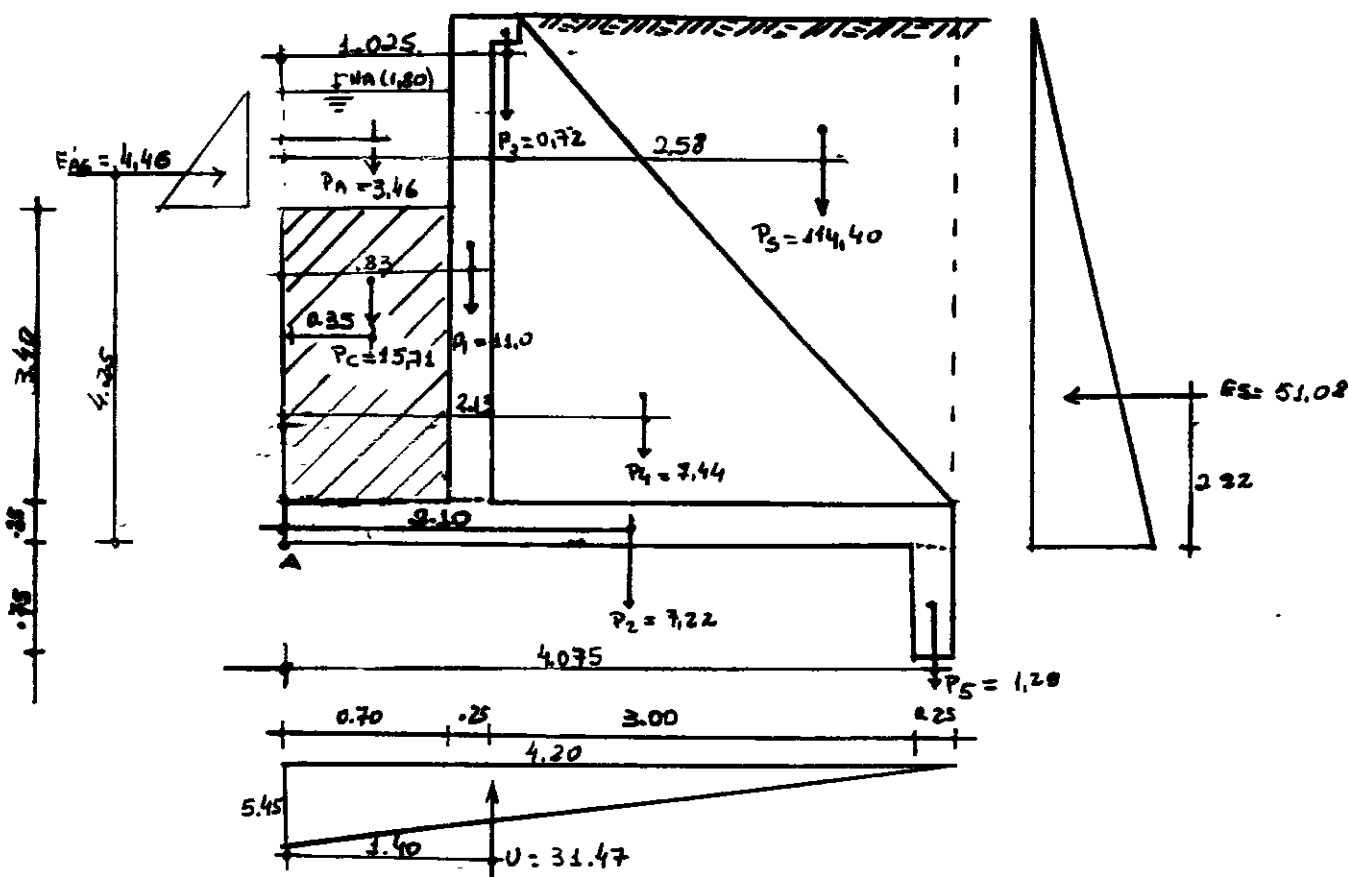
$$\sigma_1 = 0,92 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0,11 \text{ Kg/cm}^2$$



Obra <b>ACUDE PÚBLICO FRECUEIRINHA</b>		Assunto <b>SANGRADOIRO - ESTABILIDADE DOS MURDS</b>	
Cálculo <i>Rosa / B/Bunicao</i>	Visto <i>M.</i>	Data <b>DEZ/88</b>	Folha 16 de 22

MURO - M3

LADO DIREITO DO FLUXO - ATERRO MÁXIMO



TOMBAMENTO EM (A) - ATERRO MÁXIMO

- $M_1 = 9.13 \text{ t m}$
- $M_2 = 15.16 \text{ t m}$
- $M_3 = 0.738 \text{ t m}$
- $M_4 = 15.84 \text{ t m}$
- $M_5 = 5.26 \text{ t m}$
- $M_6 = 295.15 \text{ t m}$
- $M_{PE} = 5.50 \text{ t m}$
- $\sum E_S = 113.39 \text{ t m}$

$$F_S = \frac{\sum MR}{\sum MA} = \frac{346.78}{113.39} = 3.06$$



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRA DOURO - ESTABILIDADE DOS MURROS	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
Rod. B. Bussico	M.		DEZ/88	17 de 22	

b) TOMBAMENTO EM (A) - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA ( $h = 1,80\text{m}$ )

$$MEÁG = 18,93 \text{ t m}$$

$$MU = 44,06 \text{ t m}$$

$$M_{pág} = 1,22 \quad \rightarrow \quad F_s = \frac{366,93}{157,45} = \underline{2,33}$$

c) ARASTE - ATERRO MÁXIMO

FORÇA CIZALHANTE DO DENTE DE  $0,75\text{m}$ .

$$F_{ciz} = S_{ciz} \times \sigma_{ciz} = 2,75 \times \frac{0,75}{\cos 45^\circ} \times 30 \text{ t/m}^2 = 87,60 \text{ t}$$

$$F_{cizH} = F_{ciz} \times \cos 45^\circ = 61,94 \text{ t}$$

$$F_s = \frac{(\sum W) \tan 35^\circ + F_{cizH}}{51,08} = \frac{(157,78) \tan 35^\circ + 61,94}{51,08} \Rightarrow F_s = \underline{3,37}$$

d) ARASTE - ATERRO MÁXIMO E ÁGUA

$$F_s = \frac{(\sum W - U) \tan 35^\circ + EA + F_{cizH}}{51,08}$$

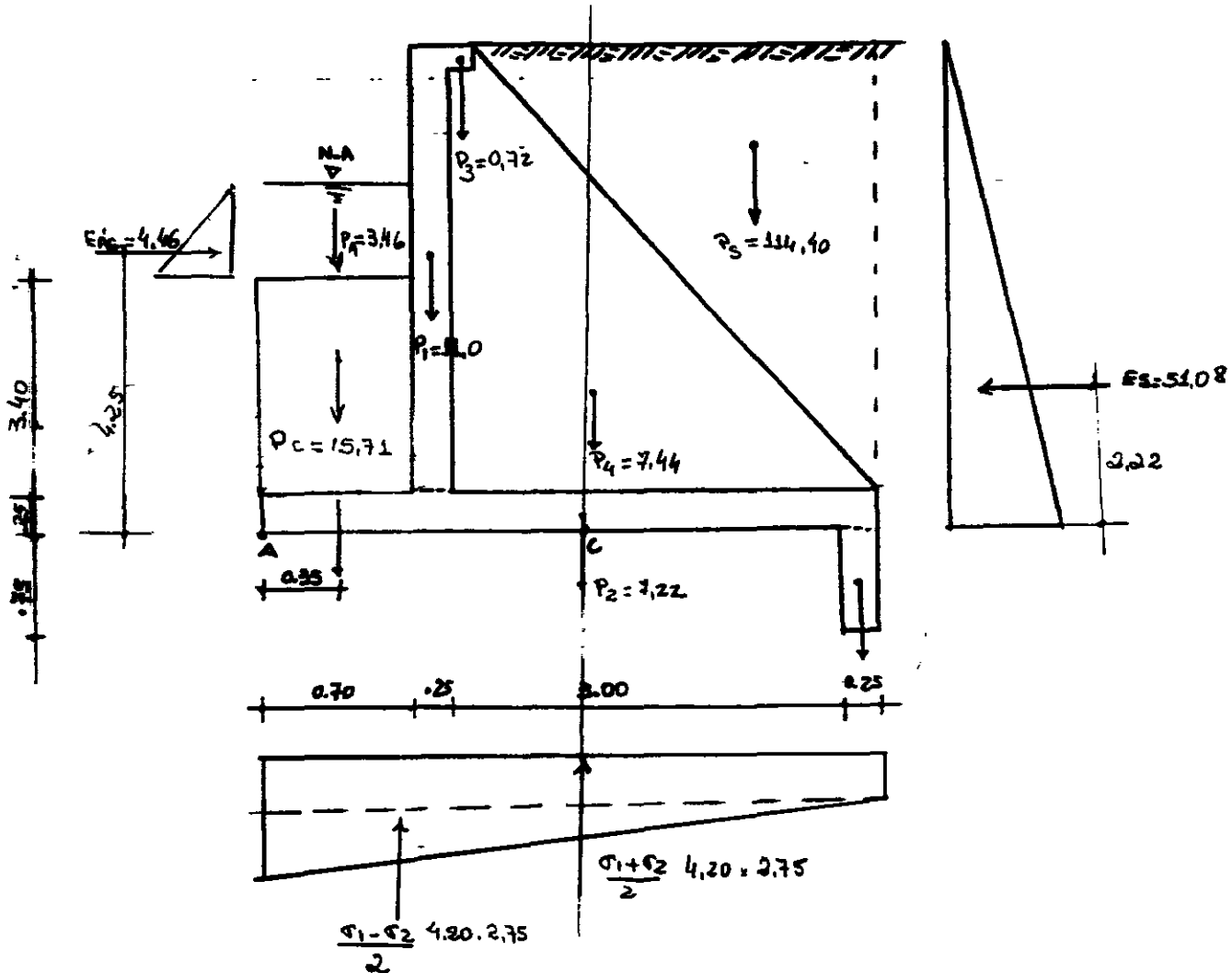
$$F_s = \frac{(161,24 - 31,47) \tan 35^\circ + 4,45 + 61,94}{51,08}$$

$$F_s = \underline{3,07}$$



Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DOS MUROS.
Cálculo	Visto
Rosa/Bueneca	ML
	Data
	DEZ/88
	Folha
	18 de 22

2) TENSÕES : A TERRO MÁXIMO



$$\Sigma FV=0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) \cdot 5,78 = 157,78 \Rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 27,29$$

$$\Sigma M_C=0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot 4,04 + 57,14 = 155,67 \Rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 24,38$$

$$\sigma_1 = 2,58 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0,14 \text{ Kg/cm}^2$$

f) TENSÕES : A TERRO MÁXIMO E ÁGUA (h = 1.80 m)

$$\Sigma FV=0 \rightarrow (\sigma_1 + \sigma_2) \cdot 5,78 = 161,24 \rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = 27,89$$

$$\Sigma M_C=0 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot 4,04 + 76,05 = 161,72 \rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = 21,20$$

$$\sigma_1 = 2,45 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0,33 \text{ Kg/cm}^2$$

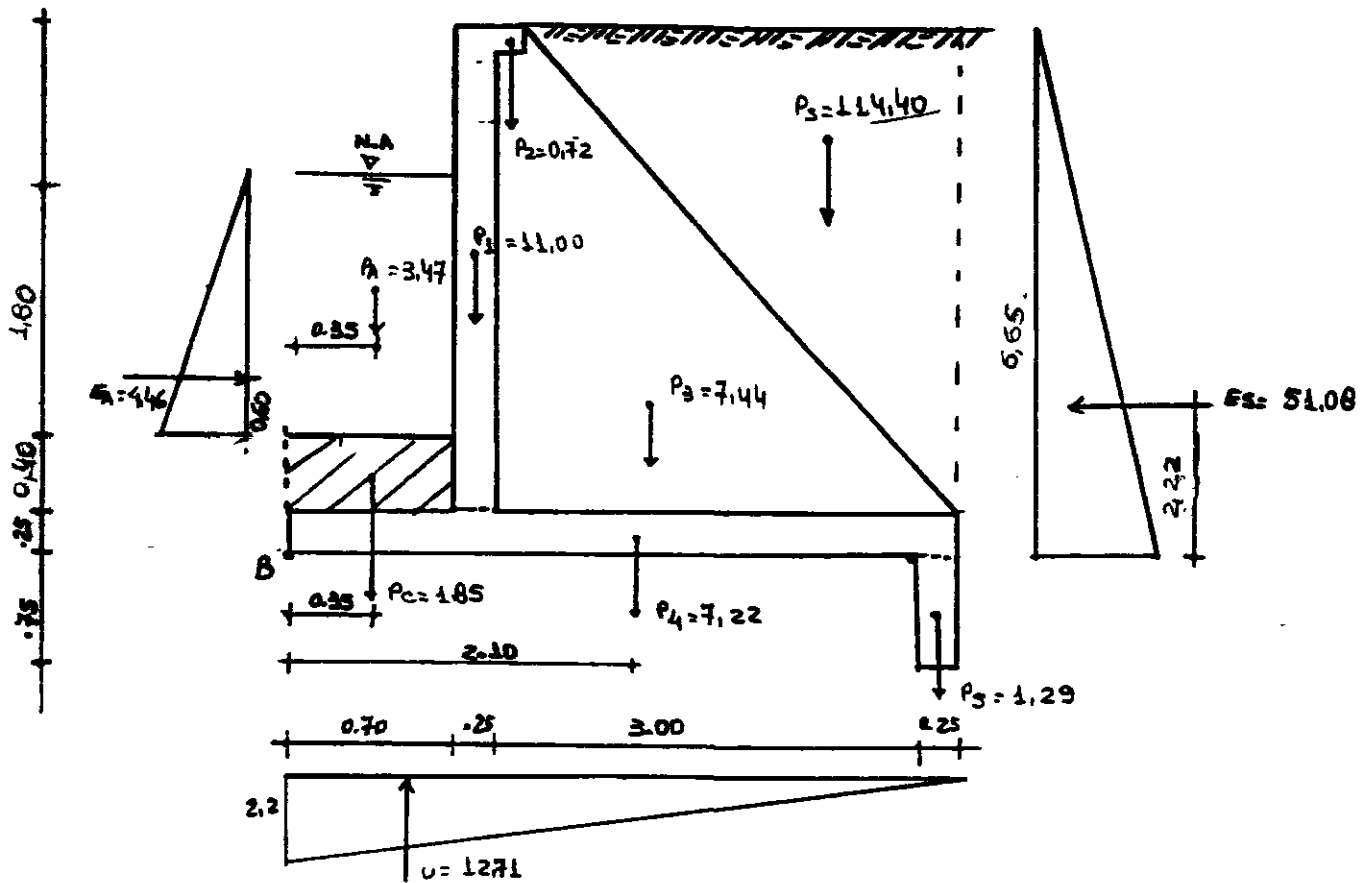
000111



Obra <b>ARQUE PÚBLICO FRECREIRINHA</b>		Assunto <b>SANCRADURO - ESTABILIDADE DOS MUROS</b>	
Cálculo <i>Rosa B. B. B. B.</i>	Visto <i>M.</i>	Data <b>DEZ/88</b>	Folha <b>19 de 22</b>

8) TOMBAMENTO EM B - CREAGER NA COTA MÍNIMA, ATERRO MÁXIMO SEM ÁGUA

$$L \text{ (prof)} = 2,75 \text{ m}$$



$$M_1 = 9,13$$

$$M_{P_6} = 0,65$$

$$M_2 = 0,74$$

$$M_{E_5} = 113,39$$

$$M_3 = 15,84$$

$$M_4 = 15,16$$

$$M_5 = 5,20$$

$$F_s = \frac{\sum M_R}{\sum M_A} = \frac{341,92}{113,39} = 3,02$$

$$M_{P_3} = 295,15$$





Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO - ESTABILIDADE NOS MURDS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Resol. <i>S. Bucicchio</i>	<i>M.</i>	DEZ/88	20 de 22

k) TOMBAMENTO EM B - CREAGER NA COTA MÍNIMA, ATERRO MÁXIMO E ÁGUA ( $h=1,80m$ )

$$M_{AC} = 1,21$$

$$M_{EAG} = 5,58$$

$$M_U = 3,43$$

$$F_s = \frac{348,71}{116,82} = \underline{2,99}$$

l) ARRASTE - CREAGER NA COTA MÍNIMA, ATERRO MÁXIMO SEM ÁGUA

$$F_s = \frac{(ZW) \tan 35^\circ + F_{C12}}{E_s}$$

$$F_{C12} = 30 \times 2,75 \times \frac{0,75}{\cos 45^\circ} = 87,50$$

(plante de 0,75m e prof = 2,75)

$$F_{C12 \text{ HOR}} = F_{C12} \times \cos 45^\circ = 61,88$$

$$F_s = \frac{143,92 \tan 35^\circ + 61,88}{51,08}$$

$$F_s = 3,18$$

j) ARRASTE - CREAGER NA COTA MÍNIMA, ATERRO MÁXIMO E ÁGUA ( $h=1,80m$ )

$$F_s = \frac{(ZW - U) \tan 35^\circ + E_A + F_{C12}}{E_s}$$

$$E_A = 4,46$$

$$U = 12,71$$

$$F_s = \frac{(143,92 - 12,71) \tan 35^\circ + 4,46 + 61,88}{51,08}$$

$$F_s = 3,10$$



Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto SANGRADOURO-ESTABILIDADE DOS MURROS	
Cálculo Res. / <i>B. Bucácia</i>	Visto <i>ML</i>	Data 02/08	Folha 21 de 22

K) TENSOES: CREAGER NA COTA MÍNIMA, ATERRO MÁXIMO SEM ÁGUA

$$\Sigma F_v = 0 \quad \rightarrow \quad \sigma_1 + \sigma_2 = 24,90$$

$$\Sigma M_c = 0 \quad \rightarrow \quad \sigma_1 - \sigma_2 = 19,00$$

$$\sigma_1 = 2,19 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{e} \quad \sigma_2 = 0,30 \text{ kg/cm}^2$$



Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto ESTABILIDADE DOS MURES	
Cálculo Reca. <i>[assinatura]</i>	Visto <i>[assinatura]</i>	Data DEZ/88	Folha 22 de 22

## BIBLIOGRAFIA

1. Caputo, H. P.; Mecânica dos solos  
Ao Livro Técnico Editora, Rio de Janeiro, 1981
2. Fox and McDonald; Introdução à Mecânica dos fluidos,  
Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981,
3. Venard & Steet, Elementos de Mecânica dos  
Fluidos; Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1978
4. Shenard et al; Earth and Earth-Rock Dams;  
John Wiley & Sons; New York, 1967



10.2.3 - SANGRADOURO - CÁLCULOS ESTRUTURAIS

000116



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO / ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
RIBANAR / <i>105</i>	<i>1/11</i>	DEZ / 88	01 de 46

O sangradouro do Açude Público Frecheirinha é constituído de um vertedouro labirinto seguido de canal rápido e bacia de dissipação até restituir o fluxo à colina do rio (ver sangradouro / hidráulica).

Os canais são revestidos de concreto estrutural e margeados por muros também estruturais. Portanto as peças estruturais, que compõem o sangradouro, aqui estudadas são:

- a) Labirinto
- b) Lajes
- c) Muros

Os cálculos estruturais levaram em conta os seguintes critérios:

1. Concreto com  $f_{ck} \geq 150 \text{ Kgf/cm}^2$ , e recobrimento de 3cm
2. Hipóteses de cálculo de acordo com abacos e tabelas apresentadas nos vols 1 e 4 do livro do prof Aderson M da Rocha.
3. Obedecem aos critérios estabelecidos na Norma Brasileira para

Cálculo e Execução de Construções de Concreto Armado - NBR

000117

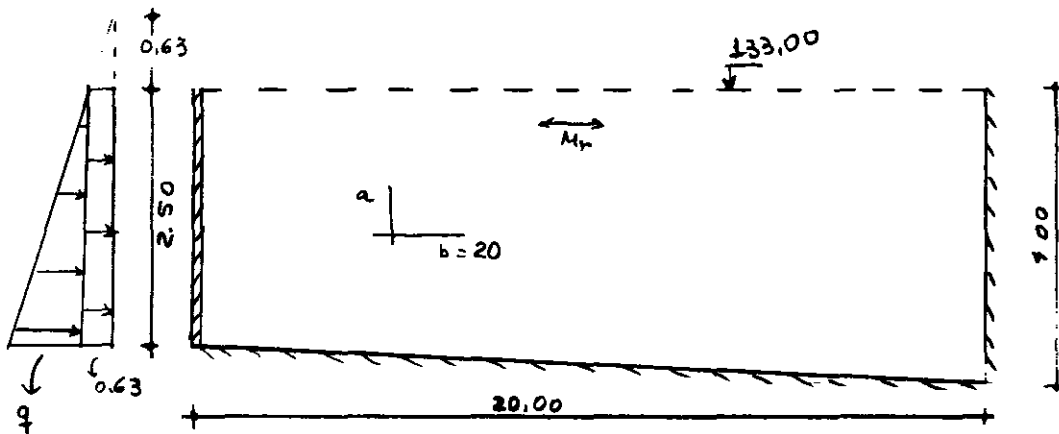


Obra	Assunto
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo	Data
RIBAMAR / <i>Antônio</i>	DEZ / 88
Visto	Folha
<i>M.</i>	02 de 46

## LABIRINTO

a parede do sangradouro foi calculada para suportar uma lâmina máxima de sangue de 0,63 m, calculada para uma vazão máxima de 528,8 m<sup>3</sup>/s.

## Esquema estrutural



Tomando para o valor de a, a maior altura:  $a = 4,00$

$$a/b = 0,20 \rightarrow \text{adotar } a/b = 0,30$$

O valor do carregamento q, será:

$$q = \gamma_a \times h = 4,0 \text{ t/m}^2$$

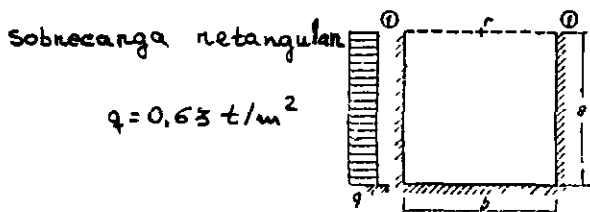
O cálculo dos espessos será feito baseado no princípio da superposição dos eixos. Desta feita, a parede do vertedouro labirinto será calculada pelo método das deformações como apre-



Obra		Assunto	
ACUDE PÚBLICO - RECHEIRINHA		SANGRADOURO / ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
			03 de 46

sentado pelo prof. Aderson M Rocha. A sobrecarga "trapezoidal" foi dividida em "retangular" e "triangular" e seus espaços calculados com base nas tabelas apresentadas a seguir.

LAGE RETANGULAR SOBRE 3 APOIOS COM CARGA DISTRIBUÍDA TOTAL



Multiplicador para os momentos e reações concentradas nos cantos  $qb^2$

Multiplicador para as flexões  $qb^4/D$

$\frac{a}{b}$	$l$	$X_a$	$X_b$	$M_a$	$M_b$	$f_r$	$V_{b1}$	$V_r$
0,30	0,00021	-0,0327	-0,0133	-0,0038	0,0020	0,00070	-0,0379	0,0077
0,35	0,00043	-0,0396	-0,0165	-0,0023	0,0047	0,00112	-0,0471	0,0126
0,40	0,00016	0,0153	-0,0206	-0,0006	0,0067	0,00142	-0,0563	0,0171
0,45	0,00059	0,0486	-0,0262	0,0012	0,0087	0,00163	-0,0655	0,0210
0,50	0,00074	0,0511	-0,0319	0,0029	0,0108	0,00178	0,0742	0,0216
0,55	0,00090	-0,0526	-0,0369	0,0041	0,0131	0,00192	0,0783	0,0279
0,60	0,00104	0,0538	-0,0415	0,0056	0,0154	0,00205	-0,0815	0,0309
0,65	0,00118	0,0548	-0,0460	0,0066	0,0175	0,00217	0,0830	0,0335
0,70	0,00131	-0,0556	-0,0496	0,0074	0,0194	0,00228	-0,0858	0,0356
0,75	0,00142	-0,0560	-0,0528	0,0081	0,0212	0,00238	0,0869	0,0372
0,80	0,00152	0,0562	-0,0559	0,0087	0,0229	0,00246	0,0872	0,0385
0,85	0,00162	-0,0563	-0,0589	0,0091	0,0244	0,00252	0,0873	0,0395
0,90	0,00171	-0,0562	-0,0618	0,0092	0,0258	0,00256	0,0872	0,0402
0,95	0,00180	-0,0561	-0,0647	0,0091	0,0271	0,00257	0,0870	0,0408
1,00	0,00188	-0,0560	-0,0675	0,0090	0,0284	0,00258	0,0866	0,0413
1,10	0,00202	-0,0559	-0,0703	0,0085	0,0303	0,00258	-0,0858	0,0415
1,20	0,00214	-0,0558	-0,0731	0,0077	0,0321	0,00259	-0,0849	0,0416
1,30	0,00222	0,0557	-0,0759	0,0067	0,0337	0,00259	-0,0842	0,0417
1,40	0,00228	0,0556	-0,0785	0,0059	0,0351	0,00259	-0,0838	0,0417
1,50	0,00232	0,0556	-0,0805	0,0052	0,0362	0,00259	0,0836	0,0417
1,75	0,00238	0,0556	-0,0823	0,0030	0,0381	0,00259	0,0834	0,0417
2,00	0,00243	0,0556	0,0833	0,0015	0,0395	0,00259	0,0833	0,0417

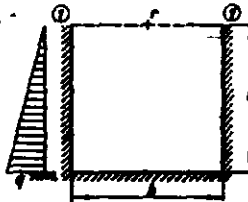


Obra	ACUDE PUBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURD / ESTRUCTURA	
Cálculo	RIBAMAR / <i>entina</i>	Visto	<i>M</i>	Data	Folha
				DEZ 198	04 de 45

LAJE RETANGULAR SOBRE 3 APOIOS COM CARGA DISTRIBUIDA TRIANGULAR

- Sobrecarga triangular -

$q = 4,0 \text{ t/m}^2$



Multiplicador para momentos e reações concentradas nos cantos:  $qb^2$

Multiplicador para flexões:  $qb^4/D$ .

$\frac{a}{b}$	$f_0$	$X_a$	$X_b$	$M_a$	$M_b$	$f_r$	$X_{b1}$	$M_r$
0,30	0,00008	-0,0120	-0,0048	0,0008	0,0008	0,00018	-0,0089	0,0028
0,35	0,00011	-0,0148	-0,0058	0,0009	0,0012	0,00024	-0,0112	0,0035
0,40	0,00016	-0,0172	-0,0069	0,0010	0,0015	0,00031	-0,0131	0,0044
0,45	0,00021	-0,0193	-0,0104	0,0024	0,0026	0,00038	-0,0149	0,0054
0,50	0,00027	-0,0212	-0,0124	0,0032	0,0034	0,00044	-0,0164	0,0064
0,55	0,00032	-0,0229	-0,0145	0,0041	0,0042	0,00048	-0,0165	0,0072
0,60	0,00037	-0,0246	-0,0166	0,0050	0,0050	0,00051	-0,0165	0,0079
0,65	0,00042	-0,0262	-0,0186	0,0057	0,0058	0,00053	-0,0164	0,0085
0,70	0,00048	-0,0277	-0,0205	0,0062	0,0067	0,00055	-0,0162	0,0090
0,75	0,00053	-0,0291	-0,0222	0,0065	0,0076	0,00057	-0,0159	0,0094
0,80	0,00059	-0,0304	-0,0238	0,0067	0,0085	0,00058	-0,0153	0,0096
0,85	0,00064	-0,0317	-0,0254	0,0069	0,0094	0,00057	-0,0144	0,0097
0,90	0,00070	-0,0329	-0,0269	0,0071	0,0102	0,00056	-0,0136	0,0096
0,95	0,00075	-0,0340	-0,0283	0,0071	0,0110	0,00055	-0,0128	0,0095
1,00	0,00081	-0,0349	-0,0297	0,0070	0,0118	0,00053	-0,0120	0,0091
1,10	0,00091	-0,0358	-0,0319	0,0068	0,0126	0,00050	-0,0103	0,0083
1,20	0,00100	-0,0375	-0,0338	0,0064	0,0134	0,00046	-0,0088	0,0076
1,30	0,00108	-0,0391	-0,0354	0,0057	0,0142	0,00042	-0,0078	0,0069
1,40	0,00114	-0,0405	-0,0367	0,0049	0,0150	0,00038	-0,0071	0,0063
1,50	0,00119	-0,0418	-0,0378	0,0041	0,0158	0,00035	-0,0064	0,0057
1,75	0,00123	-0,0455	-0,0399	0,0027	0,0179	0,00030	-0,0057	0,0051
2,00	0,00126	-0,0478	-0,0413	0,0016	0,0203	0,00026	-0,0051	0,0046





Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADO / ESTRUTURA
Cálculo	Data
RIAMAR / <i>[assinatura]</i>	DEZ/88
Visto <i>[assinatura]</i>	Folha
	05 de 46

## CÁLCULO DOS MOMENTOS DO CARREGAMENTO



$$qb^2 = 630 \times 20^2 = 252.000$$

$$X_a = - 8 240,4 \quad \text{Kgf. m}$$

$$X_b = - 3 351,6 \quad \text{Kgf m}$$

$$M_a = 957,6 \quad \text{Kgf. m}$$

$$M_b = 655,2 \quad \text{Kgf m}$$

$$M_n = 1940,4 \quad \text{Kgf m}$$

$$X_{b1} = - 9 550,8 \quad \text{Kgf. m}$$



$$qb^2 = 4000 \times 20^2 = 1 600 000$$

$$X_a = - 19 200 \quad \text{Kgf. m}$$

$$X_b = - 7 680 \quad \text{Kgf. m}$$

$$M_a = 320 \quad \text{Kgf m}$$

$$M_b = 960 \quad \text{Kgf. m}$$

$$M_n = 4 480 \quad \text{Kgf. m}$$

$$X_{b1} = - 14 240 \quad \text{Kgf m}$$

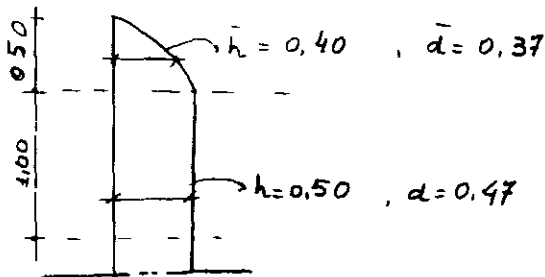


Obra	ACUÍLE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO / ESTRUTURA	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
RIBAMBE / <i>[assinatura]</i>	<i>[assinatura]</i>		DEZ/88	06 de 46	

Para um momento de bordo "Mr" foi considerado um

$b = 0,50 \text{ m}$  e um  $d_{\text{medio}} = 0,37 \text{ m}$ , para os demais casos

$b = 1,00 \text{ m}$  e  $d = 0,44 \text{ m}$ .



CÁLCULO DO AS

MOMENTO	$d_{\text{MÍN}}$	$d_{\text{ADOT}}$	$\mu$	$A_s$	$A_{s \text{ MIN}}$	$\emptyset$ ADOTADO
$X_a = 27.440,4$	37,44	47	0,240	<u>21,12</u>	7,50	$\emptyset 12.5c. 06$
$X_b = 11.031,6$	23,74	47	0,378	<u>8,12</u>	7,50	$\emptyset 12.5c. 15$
$M_a = 1.277,6$	8,08	47	1,111	0,94	<u>7,50</u>	$\emptyset 12.5c. 16$
$M_b = 1.615,2$	9,08	47	0,988	1,19	<u>7,50</u>	$\emptyset 12.5c. 16$
$M_r = 6.420,4$	25,61	37	0,276	<u>6,07</u>	3,00	5 $\emptyset 12.5$
$X_{bL} = 23.790,8$	34,86	47	0,258	<u>18,01</u>	7,50	$\emptyset 12.5c. 06$

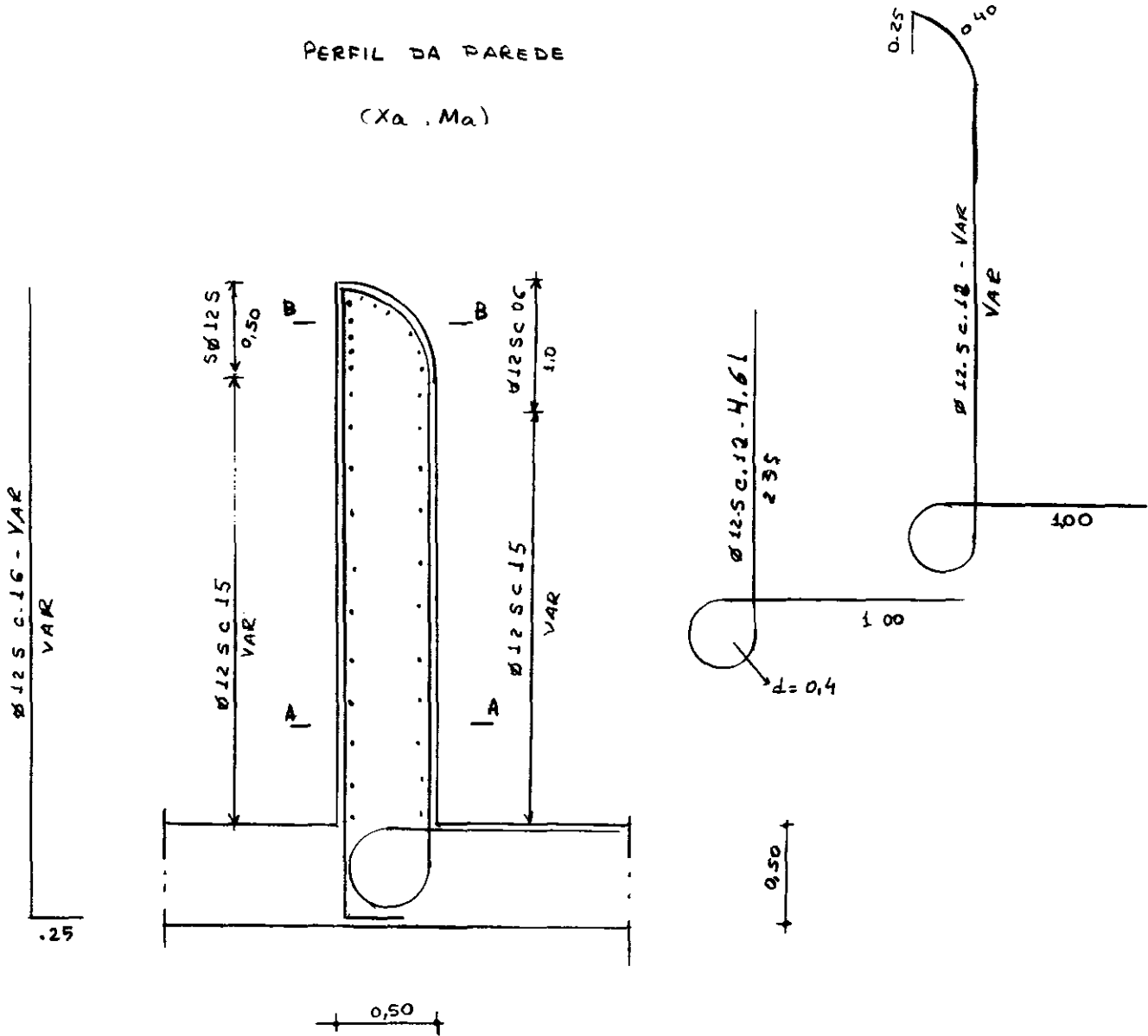


Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADORO/ESTRUTURA	
Cálculo	RIPAMAR / <i>[assinatura]</i>	Visto	MA	Data	DEZ/88
				Folha	07 de 95

DETALHAMENTO DA ARMADURA

PERFIL DA PAREDE

(Xa, Ma)

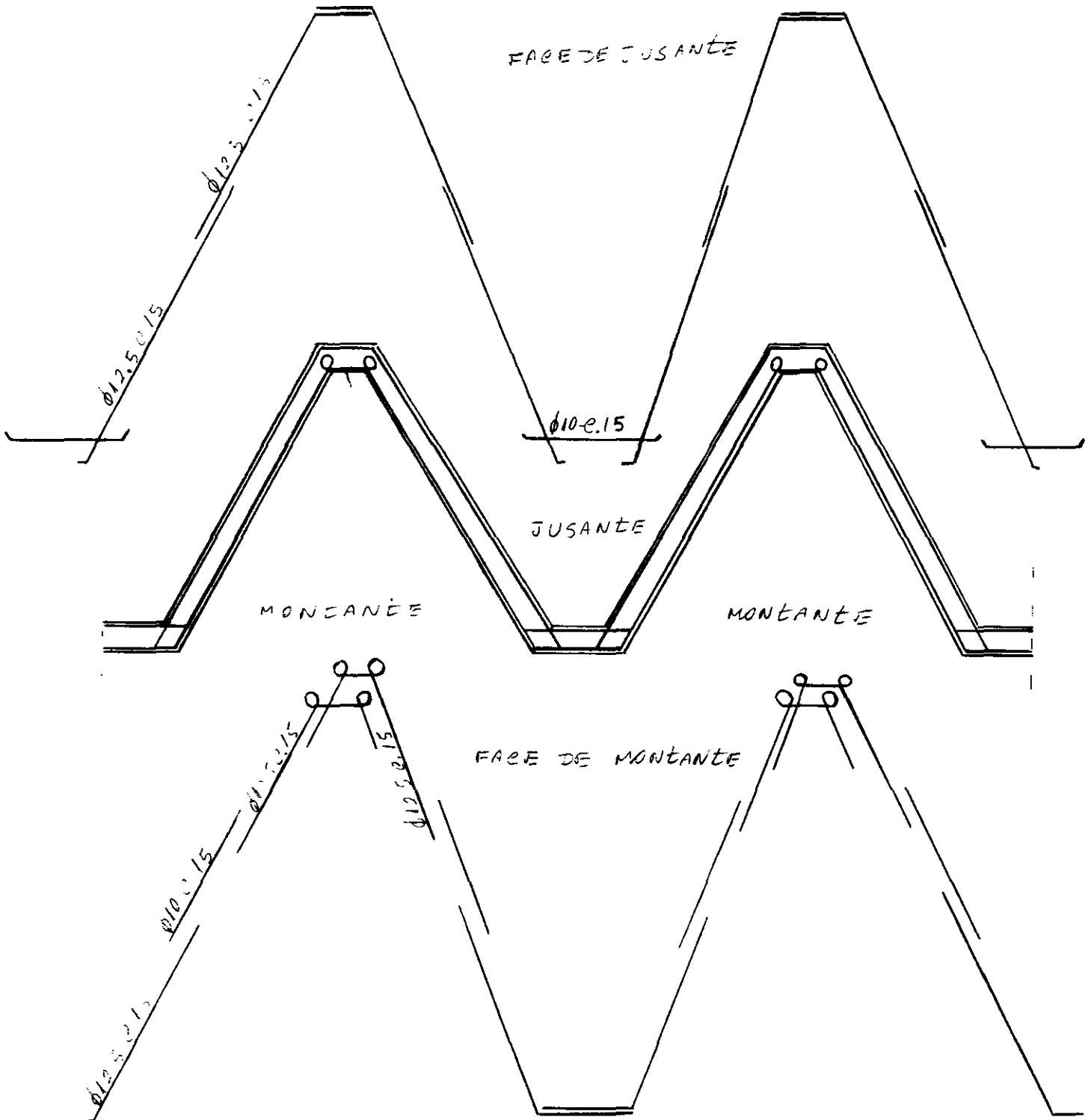




Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		SANGRADOURO / ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
RIBAMAR / antônio B	11.	DEZ/88	08 de 46

CORTE A A

(Xb, Mb)

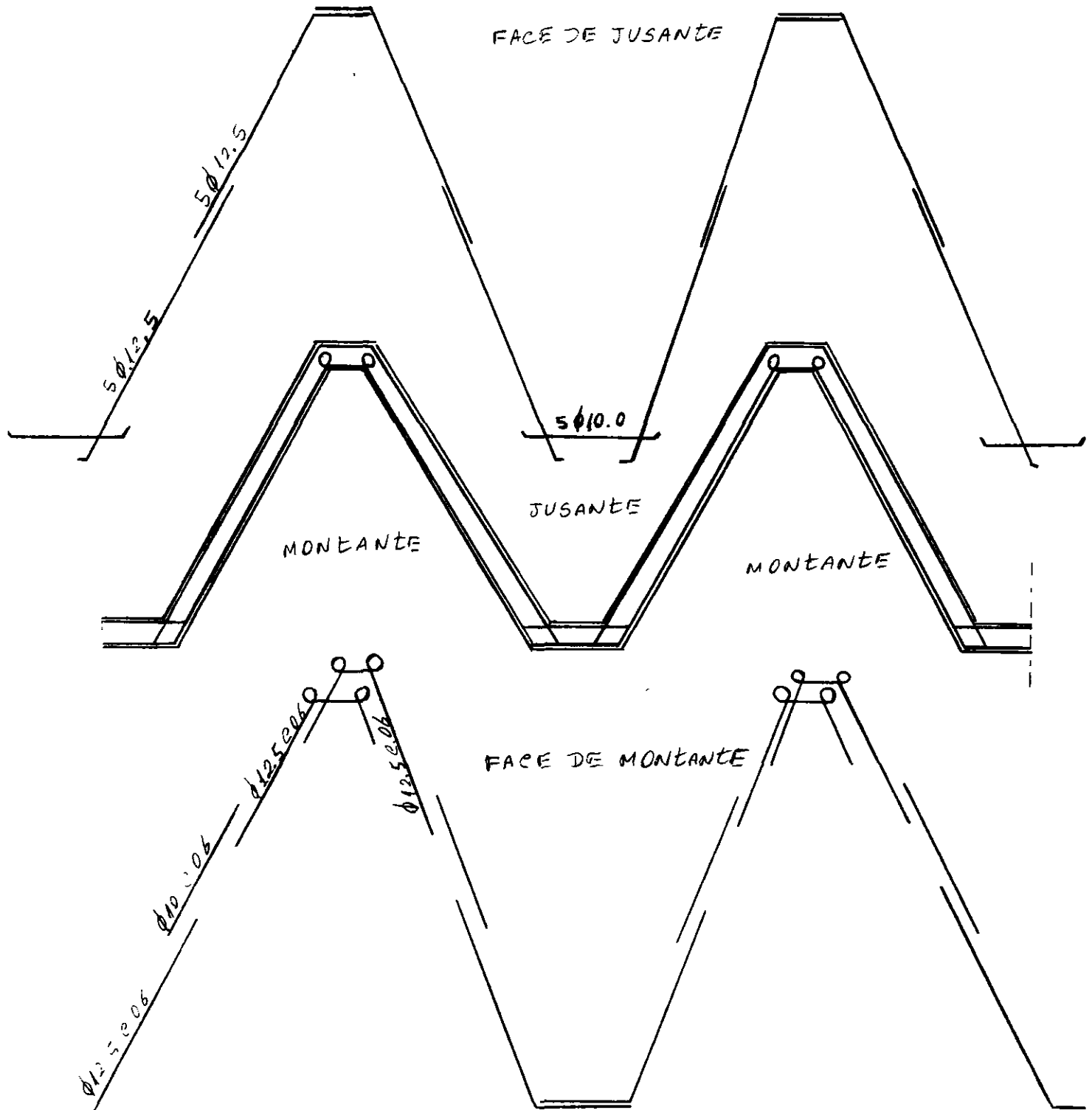


000124



Obra	Assunto		
AgUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO / ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
RIBAMAR / Assessoria	1/1	DEZ/88	09 de 45

CORTE 33  
(X 61, MR)

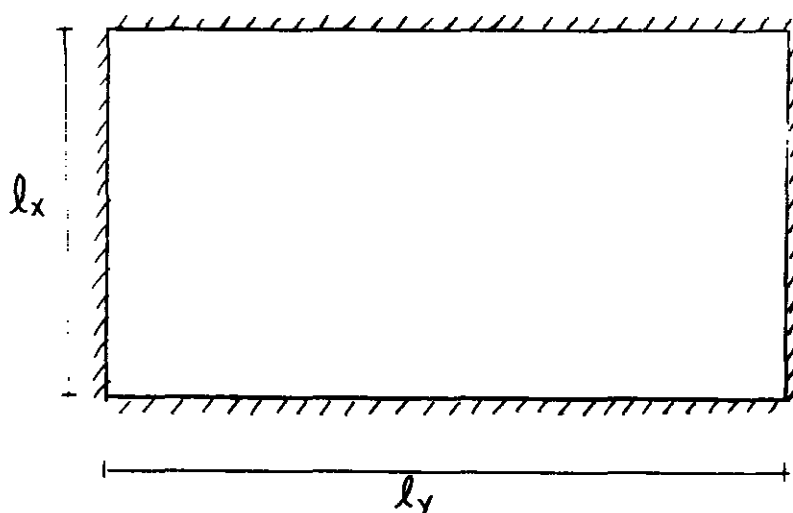




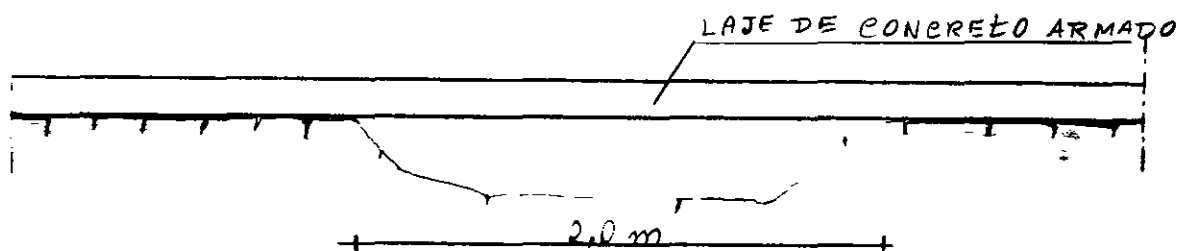
Obra	Assunto		
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO/ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
RIBAMAR/Audina 183	M.	DEZ/88	10 de 46

### LAJES

AS LAJES FORAM ALEIADAS SEGUNDO O MÉTODO DE MARSUS, EM QUE FORAM CONSIDERADAS NO CASO-06



O CÁLCULO DA LAJE LEVOU EM CONSIDERAÇÃO, A HIPÓTESE DE QUE O TERRENO EM QUE ELA SE ENCONTRA APOIADA, PODERÁ SOFRER UM REBALQUE CAUSANDO UM DESNÍVEL MÁXIMO DE 2,0 m, COMO É MOSTRADO A SEGUIR





Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO/ESTRUTURA	
Cálculo	RIBANAR/estrutura/18	Visto	M.	Data	DEZ/88
				Folha	11 de 46

PARA AS LAJES DO VERTEDOURO LABIRINTO,  
CANAL RÁPIDO E BACIA DE DISSIPACÃO FORMADAS  
ADOPTADOS COMO SOBRECARGA O PARREGAMENTO  
DA LÂMINA MÁXIMA DE CADA CANAL

LAJES	ESPESSURA DA LAJE (m)	LÂMINA (Y <sub>max</sub> ) (m)	SOBRECARGA Kgf/m <sup>2</sup>
LABIRINTO	0,50	4,63	4630
CANAL RÁPIDO	0,20	1,60	1600
BACIA DE DISSIPACÃO	0,20	3,80	3.800

CÁLCULO DOS ESFORÇOS  
(SOBRECARGA MAIS PÊSO PRÓPRIO)

LAJE/LABIRINTO

SOBRECARGA - 4630  
P. PRÓPRIO - 1.250  
5880 Kgf/m<sup>2</sup>

LAJE/CANAL RÁPIDO

SOBRECARGA - 1600  
P. PRÓPRIO - 500  
2100 Kgf/m<sup>2</sup>

LAJE/BACIA DE DISSIPACÃO

SOBRECARGA - 3800  
P. PRÓPRIO - 500  
4300 Kgf/m<sup>2</sup>

M Kgf.m	X Kgf.m
422	-980
151	-350
309	-717



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRESCHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO / ESTRUTURA	
Cálculo	RIBAMAR / <i>Antônio JB</i>	Visto	M.	Data	DEZ/88
				Folha	12 de 45

DIMENSIONAMENTO

$$F_{ck} = 150 \text{ Kgf/cm}^2$$

CA - 50-B

$$\text{RECUBRIMENTO} = 3,0 \text{ cm}$$

LAJE / LABIRINTO  $h = 0,50 \text{ m}$   $A_{s \text{ MIN}} = 7,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

-  $M_{d \text{ max}} = 591$   $A_s = 0,31 \text{ cm}^2/\text{m}$

-  $x_{d \text{ max}} = 1372$   $A_s = 0,72 \text{ cm}^2/\text{m}$

LAJE / CANAL RÁPIDO  $h = 0,20 \text{ m}$   $A_{s \text{ MIN}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

-  $M_{d \text{ max}} = 211$   $A_s = 0,31 \text{ cm}^2/\text{m}$

-  $x_{d \text{ max}} = 490$   $A_s = 0,71 \text{ cm}^2/\text{m}$

LAJE / BACIA DE DISSIPACÃO  $h = 0,20 \text{ m}$   $A_{s \text{ MIN}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

-  $M_{d \text{ max}} = 433$   $A_s = 0,63 \text{ cm}^2/\text{m}$

-  $x_{d \text{ max}} = 1004$   $A_s = 1,46 \text{ cm}^2/\text{m}$

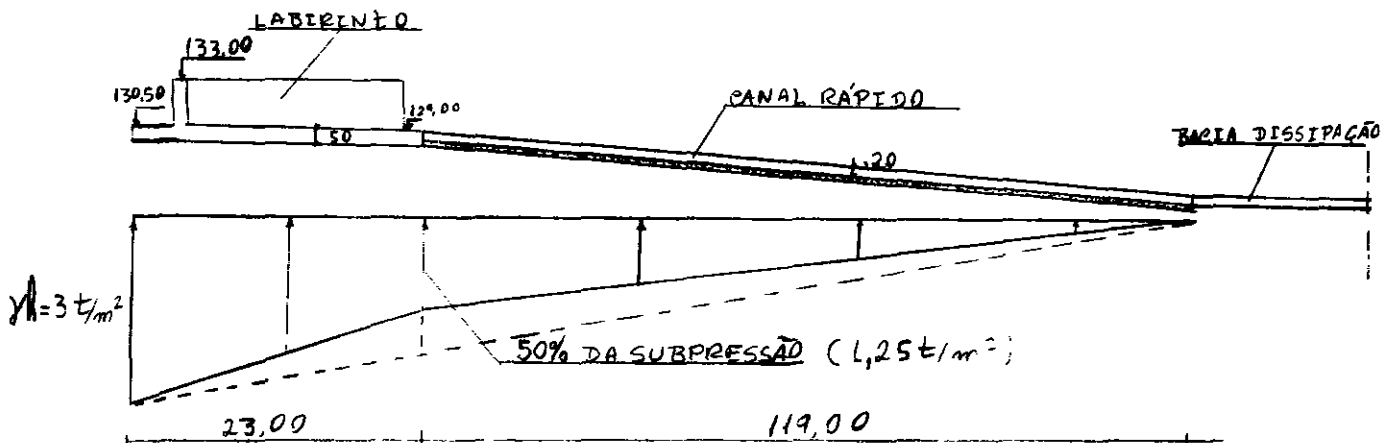




Obra	Assunto	
ACUDE PIZILOS FRECHETEIRA	SANGRADOURO/ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data
RIBAMAR/Assessoria/RS	M	DEZ 188
		Folha
		13 de 46

CÁLCULO DA SUBPRESSÃO  
(SANGRADOURO)

PARA AS LAJES DO LABIRINTO E DO CANAL RÁPIDO FOI CONSIDERADO UMA SUBPRESSÃO DE CARREGAMENTO TRIANGULAR, ONDE TEM SEU MÁXIMO VALOR NO INÍCIO DA LAJE DO LABIRINTO, TENDO UMA PERDA DE 50% NO INÍCIO DO CANAL RÁPIDO DEVIDO A DRENAGEM DO CANAL E CHEGANDO A ZERO NO FINAL DO CANAL RÁPIDO. A SUBPRESSÃO CONSIDERADA FOI QUANDO A LÂMINA D'ÁGUA ESTIVER NA IMINÊNCIA DE SANGRAR, QUE SERIA A HIPÓTESE MAIS DESFAVORÁVEL O BALANÇO DOS CARREGAMENTOS É MOSTRADO A SEGUIR

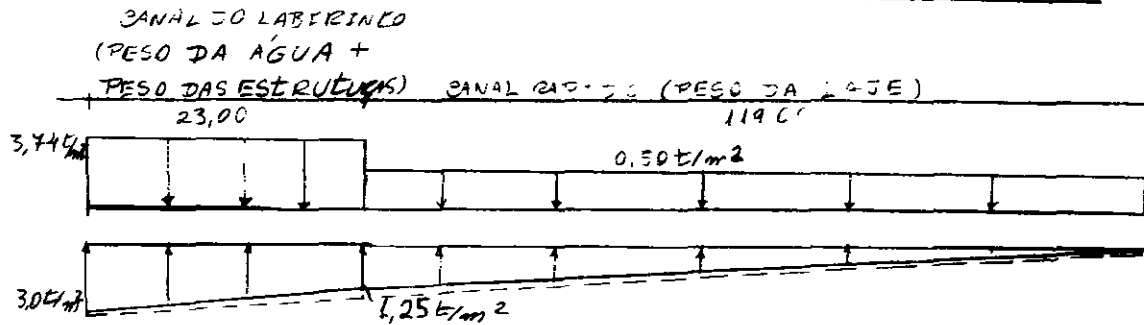


000129



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRENHEERJIMA	SANITIZOU E ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
ABAMAR/automa/BS	M	DEZ 188	14 de 46

### BALANÇO DOS CARREGAMENTOS:



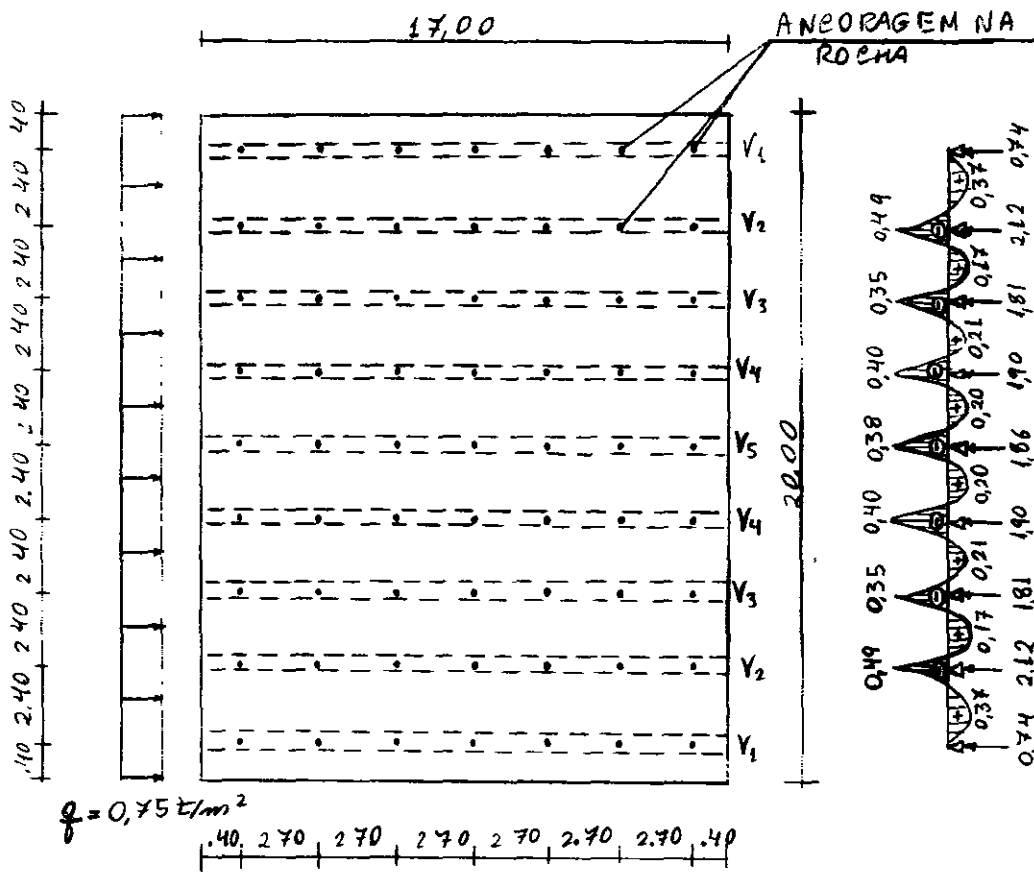
ANALISANDO O CARREGAMENTO, VERIFICOU-SE A NECESSIDADE DE ANCORAGEM DAS LAJES DO CANAL RÁPIDO, PORTANTO FORAM COLOCADAS ANCORAGENS COM VIGAS VIRTUAIS AO LONGO DAS LAJES, SENDO ELAS DIMENSIONADAS PARA SUPORTAR UM CARREGAMENTO DE  $0,75 \text{ t/m}^2$ . AS DISTRIBUIÇÕES DAS VIGAS É MOSTRADO A SEGUIR.



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR / <i>[Signature]</i>	Visto M.
Data DEZ/88	Folha 15 de 46

CÁLCULO DOS ESFORÇOS  
NA LAJE (SUBPRESSÃO)

LAJE / CANAL RÁPIDO



CÁLCULO DA ARMADURA DA LAJE P/ SUFORTAR + SUBPRESSÃO

$A_{smin} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

$M_{dmax} = 0,52 \text{ t.m}$

$A_s = 0,76 \text{ cm}^2/\text{m}$

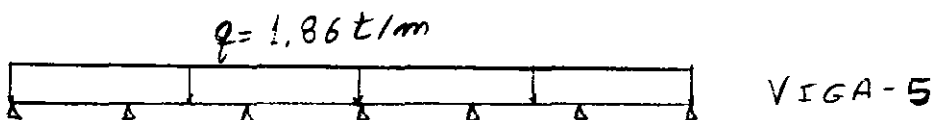
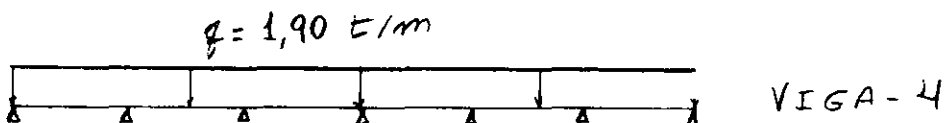
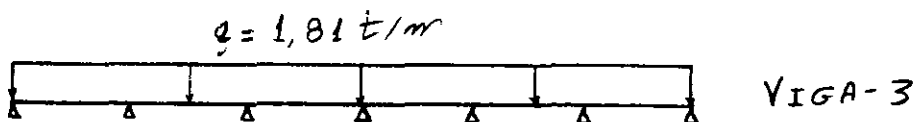
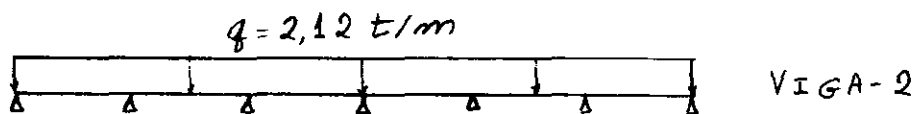
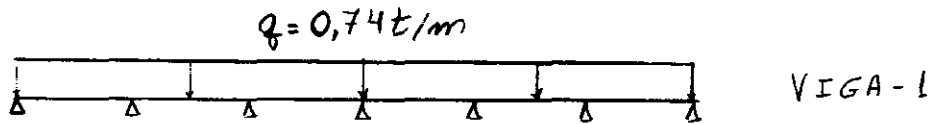
$X_{dmax} = 0,69 \text{ t.m}$

$A_s = 1,00 \text{ cm}^2/\text{m}$



Obra	ACUDE PÚBLICO FREGUESIA		Assunto	SANGRADOURA ESTRUTURA	
Cálculo	RIBAMAR / Antunes / JB	Visto	MI	Data	DEZ/88
				Folha	16 de 46

## DISTRIBUIÇÃO DOS ARREGAMENTOS NAS VIGAS



APÓS A DISTRIBUIÇÃO DOS ARREGAMENTOS NAS VIGAS,

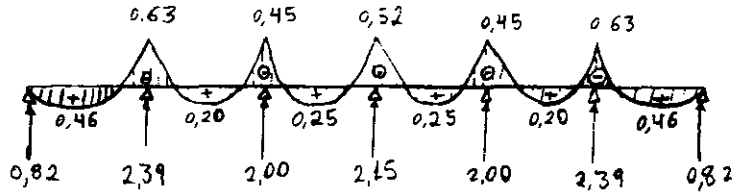
FOI CALCULADO AS SOLICITAÇÕES QUE OCORREM NAS VIGAS,

COMO É MOSTRADO A SEGUIR

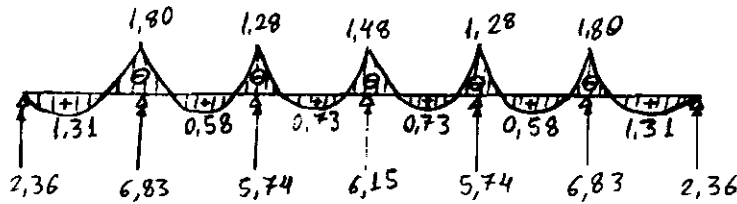


Obra	Assunto
ACUÍDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo	Data
RIBAMAR / <i>[assinatura]</i>	DEZ 188
Visto	Folha
<i>[assinatura]</i>	17 de 46

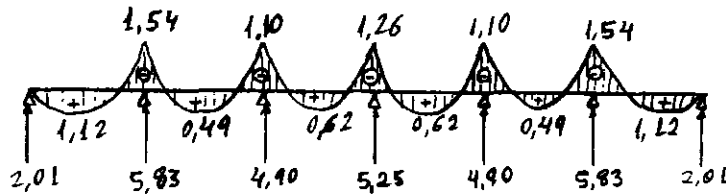
SOLICITAÇÕES NAS VIGAS



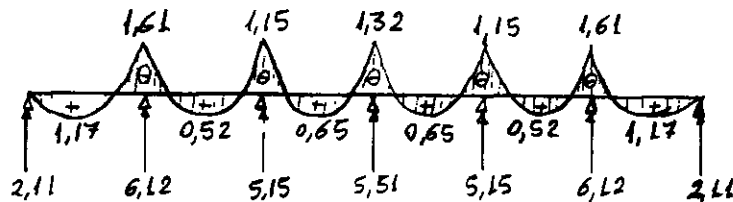
VIGA-1



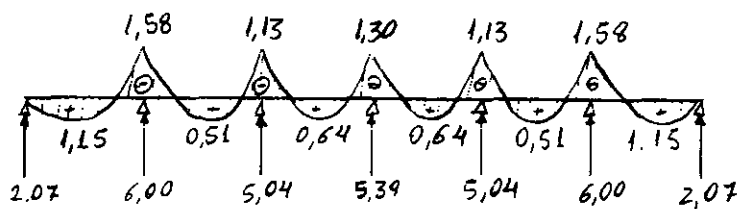
VIGA-2



VIGA-3



VIGA-4



VIGA-5



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	SANGRADOURO / ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
RIBAMAR/cantim/18	M	DEZ/88	18 de 46

DIMENSIONAMENTO (SUBPRESSÃO)VIGA-1 (80 x 20)

$A_{S\text{MIN}} = 2,40 \text{ cm}^2$

$M_{d\text{max}} = 0,64 \text{ t.m}$

$A_s = 0,93 \text{ cm}^2$

$X_{d\text{max}} = 0,88 \text{ t.m}$

$A_s = 1,28 \text{ cm}^2$

VIGA-2 (80 x 20)

$A_{S\text{MIN}} = 2,40 \text{ cm}^2$

$M_{d\text{max}} = 1,83 \text{ t.m}$

$A_s = 2,66 \text{ cm}^2$

$X_{d\text{max}} = 2,52 \text{ t.m}$

$A_s = 3,66 \text{ cm}^2$

VIGA-3 (80 x 20)

$A_{S\text{MIN}} = 2,40 \text{ cm}^2$

$M_{d\text{max}} = 1,57 \text{ t.m}$

$A_s = 2,28 \text{ cm}^2$

$X_{d\text{max}} = 2,16 \text{ t.m}$

$A_s = 3,14 \text{ cm}^2$

VIGA-4 (80 x 20)

$A_{S\text{MIN}} = 2,40 \text{ cm}^2$

$M_{d\text{max}} = 1,64 \text{ t.m}$

$A_s = 2,38 \text{ cm}^2$

$X_{d\text{max}} = 2,25 \text{ t.m}$

$A_s = 3,27 \text{ cm}^2$

VIGA-5 (80 x 20)

$A_{S\text{MIN}} = 2,40 \text{ cm}^2$

$M_{d\text{max}} = 1,61 \text{ t.m}$

$A_s = 2,34 \text{ cm}^2$

$X_{d\text{max}} = 2,21 \text{ t.m}$

$A_s = 3,21 \text{ cm}^2$

000134



Obra	AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO/ESTRUTURA	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
RIBAMAR/autina	M.		DEZ/88	19	de 46

DIMENSIONAMENTO DA ANCORAGEM  
NA ROCHA

$$N_{max} = 6,83 \text{ t}$$

$$N_d = 9,56 \text{ t}$$

$$\phi = 20 \text{ mm}$$

$$\text{FURO} = 2" \approx 50 \text{ mm}$$

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NA ROCHA  $L = 4,50 \text{ m}$

$$F_{\text{AÇO}} = 4348 \cdot \pi \cdot \frac{2,0^2}{4} = 13659 \text{ Kyf}$$

$$F_{\text{AÇO/CONCR.}} = 5,0 \cdot 20 \cdot \pi \cdot 450 = 14137 \text{ Kyf}$$

$$F_{\text{CONCR./ROCHA}} = 3,5 \cdot 5,0 \cdot \pi \cdot 450 = 24740 \text{ Kyf}$$

N: DE FERRO EM CADA APOIO

$$n = \frac{9560}{13659} = 0,70 \approx 1 \text{ FERRO}$$

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NA LAJE

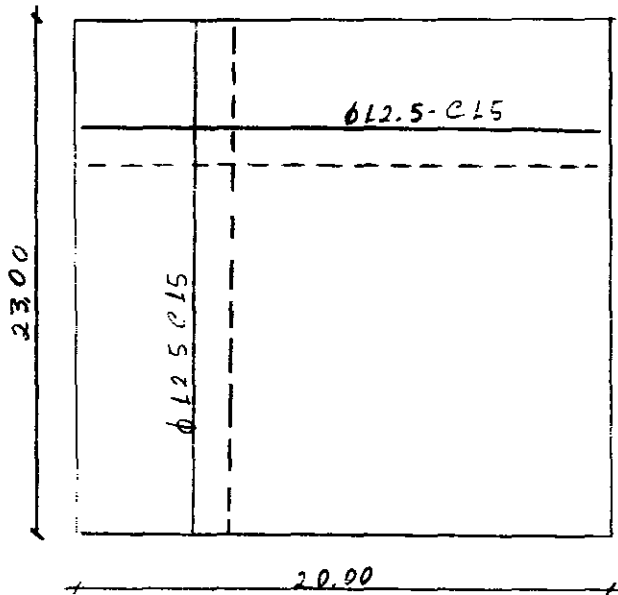
$$l_b = 75 \cdot \phi = 75 \cdot 2,0 = 1,50 \text{ em}$$



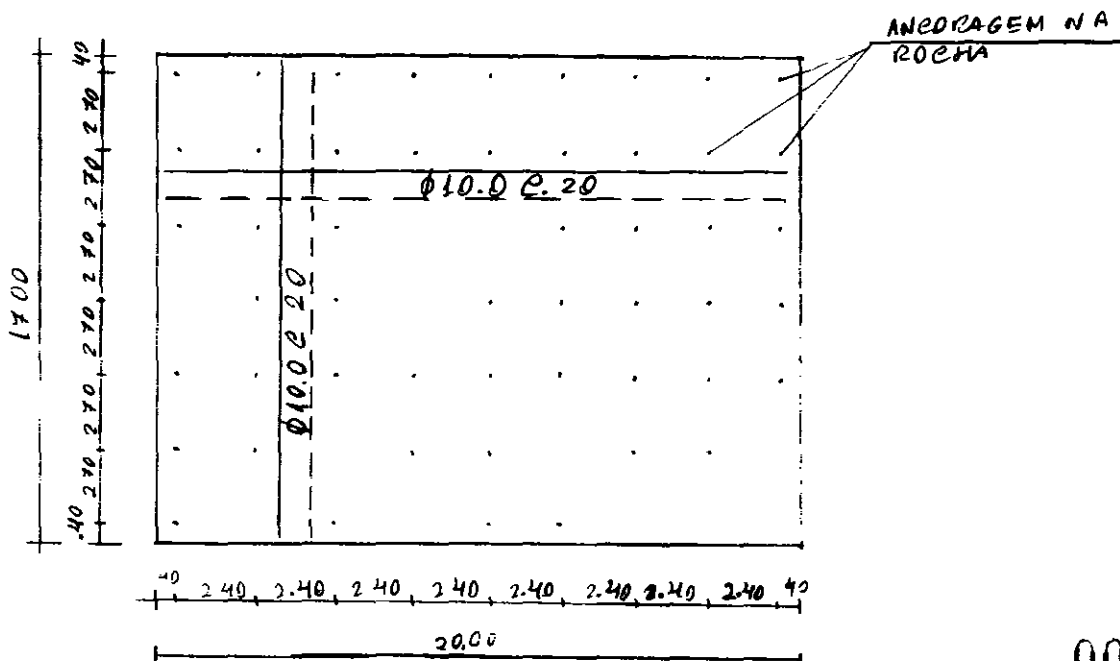
Obra	Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHETINHA	SANGRADOURO/ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data
RIBAMAR/Inteira/18	M.	DEZ/88
		Folha
		20 de 46

DETALHAMENTO

LAJE DO LABIRINTO



LAJE DO CANAL RÁPIDO



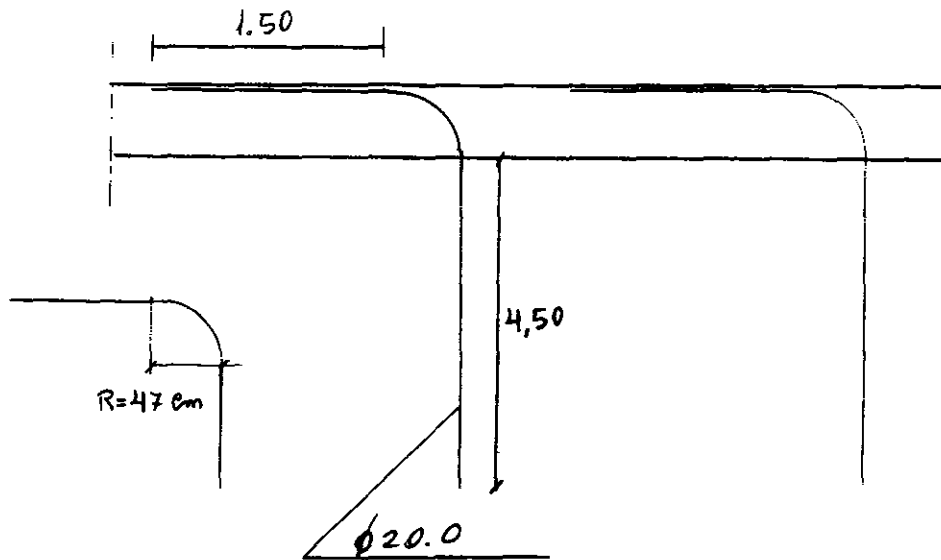
000136



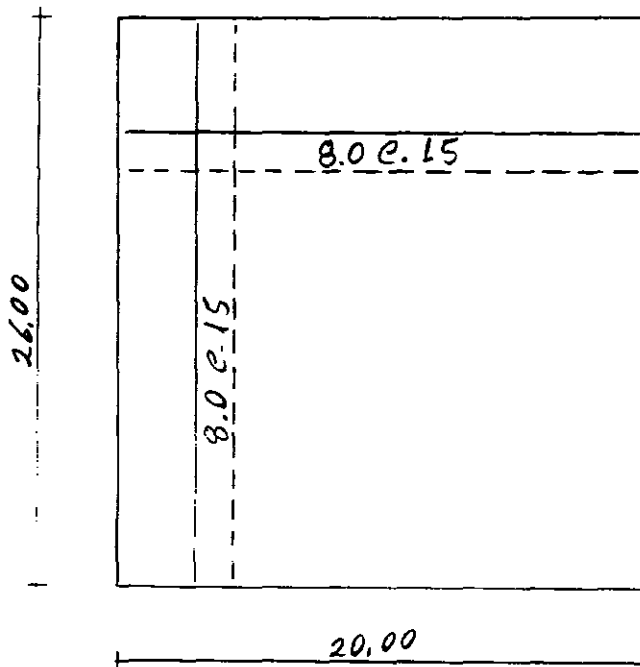


Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FREHEIRINA	SANGRADOURO / ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
RIBAMAR / <i>[assinatura]</i>	<i>in.</i>	DEZ/88	21 de 46

DETALHE DA ANCORAGEM



LATE DA BACIA DE DISSIPACÃO





Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHETRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA		
Cálculo RIBAMAR/automa/B	Visto M.	Data DEZ/88	Folha 22 de 46

## 10. ESPECIFICAÇÕES E NORMAS.

### 11 DADOS DO CONCRETO ARMADO

111  $f_{ck} \geq 150 \text{ kgf/cm}^2$ .

123 AÇO CA. 50B.

124. RECOBRIMENTO: 3cm.

### 12 DADOS DO SOLO

121  $\gamma_{sat} = 20 \text{ tf/m}^3$

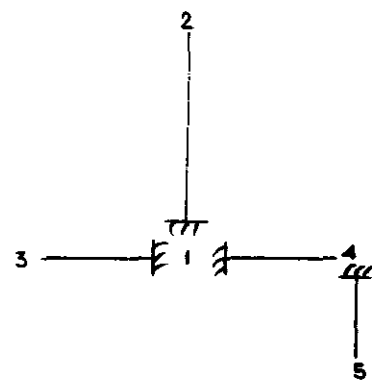
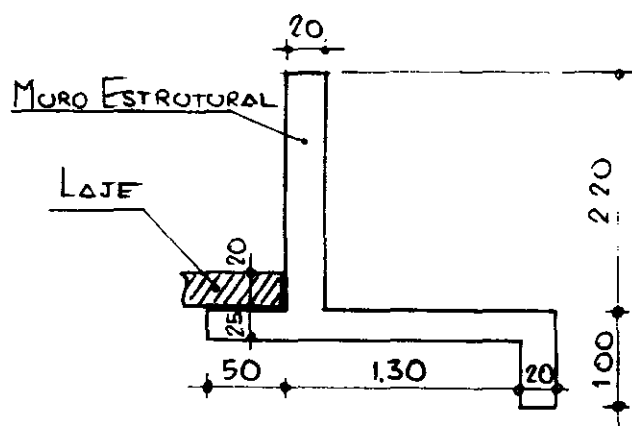
122. COEFICIENTE DE EMPUXO ATIVO ( $K_a$ ): 0.42

123 COEFICIENTE DE EMPUXO PASSIVO ( $K_p$ ): 2.38

## 2.0. PROJETOS - CRITÉRIOS.

### 21 MURO DE LIGAÇÃO SEM CONTRAFORTE

O MURO QUE SE APRESENTA ABAIXO SERÁ CALCULADO CONFORME ESQUEMA ESTRUTURAL E SERÃO CONSIDERADAS AS SITUAÇÕES CRÍTICAS DE CÁLCULO, TAIS COMO: ATERRO MÁXIMO SEM ÁGUA, ATERRO MÁXIMO COM ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO E EMPUXO PASSIVO.

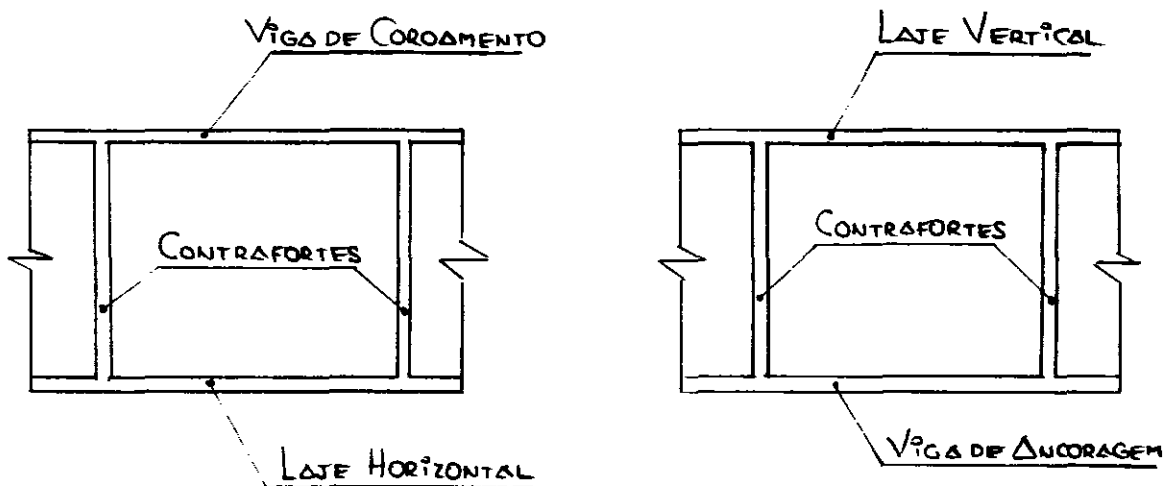
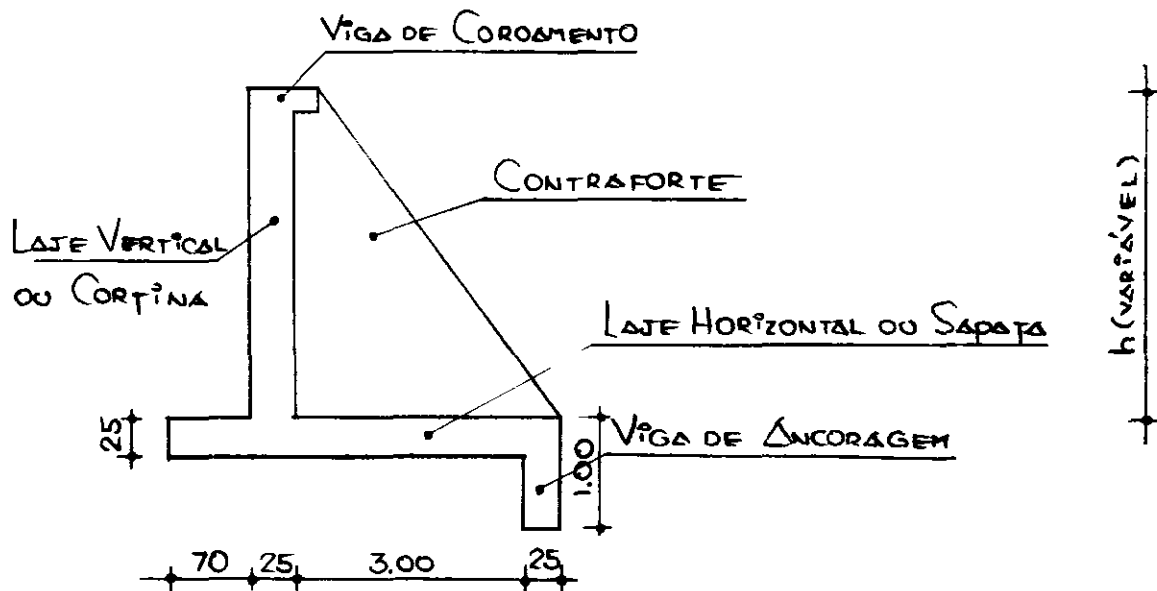


000138

Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR/centena B	Visto 57
Data DEZ/88	Folha 23 de 46

## 2.2 MURO DE LIGAÇÃO COM CONTRAFORTES

O MURO QUE SE APRESENTA ABAIXO SERÁ CONSTITUÍDO DE CONFORMIDADE COM OS ELEMENTOS DESTACADOS E PARA CADA ELEMENTO SERÃO INTERPRETADAS AS HIPÓTESES CRÍTICAS DE CÁLCULO



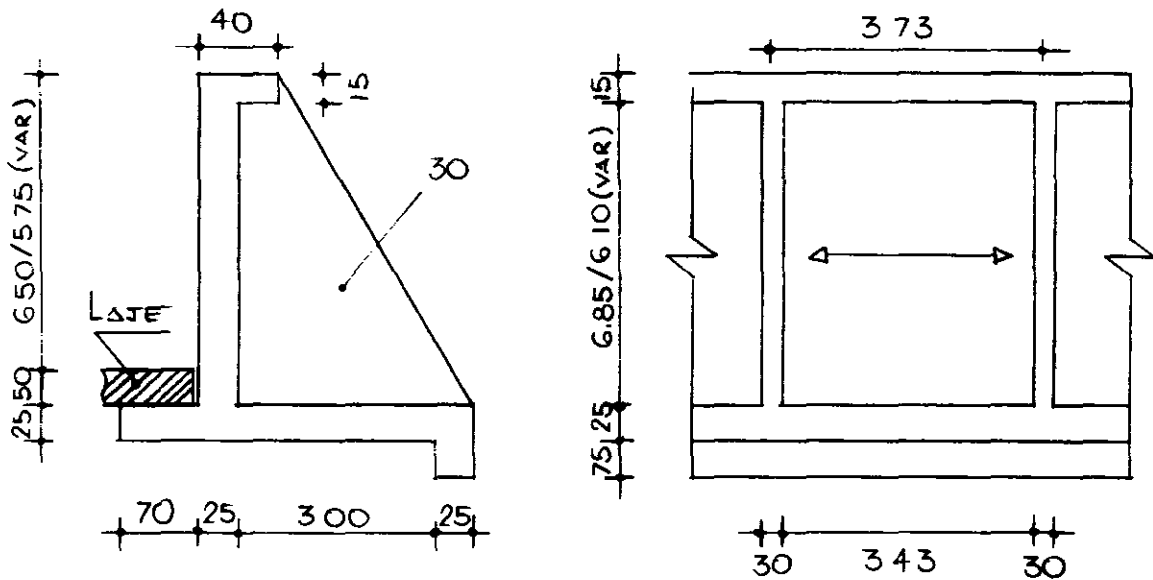
## 3.0 - DIMENSIONAMENTO.



Obra ACUDE PUBLICO FRECHÊIA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR <i>[assinatura]</i>	Data DEZ/88
Visto <i>[assinatura]</i>	Folha 24 de 46

31 Muro 0 - MÓDULO 2

I) LAJE VERTICAL



a) Empuxo devido ao aterro máximo sem água

$$q = 50\% K_A \gamma_s h = 0.50 \cdot 0.42 \cdot 2.0 \cdot 7.0 = 2.94 \text{ t/m}^2.$$

b) Empuxo devido à água e aterro mínimo

$$q = 50\% (\gamma_a h_1 - K_A \gamma_s h_2) = 0.50 (10 \cdot 5.16 - 0.42 \cdot 2.0 \cdot 7.0) = -0.36 \text{ t/m}^2$$

Mon(kg/m)	d <sub>MIN</sub> (cm)	d(cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S MIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>DIST</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> φ(mm)	A <sub>DIST</sub> φ(mm)
M=5113	1616	22.00	0.260	39.57	8.22	3.75	1.64	φ10 c 8	φ8 c 25

II) VIGA DE COROAMENTO (15x40)

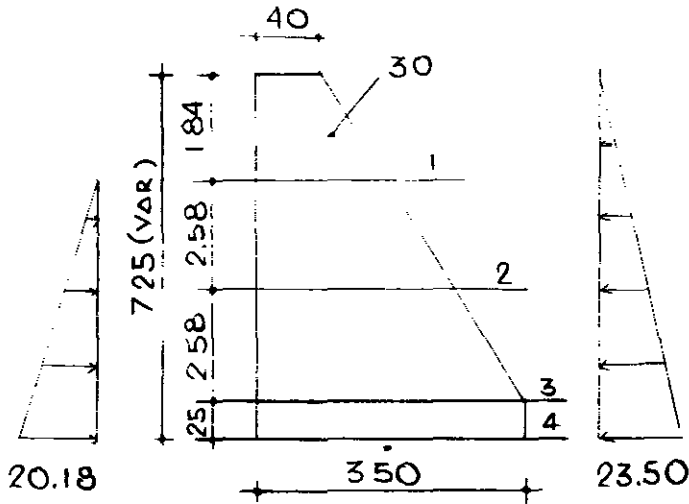
$$A_{S MIN} = 0.90 \text{ cm}^2 (3\phi 8)$$

$$A_{S W MIN} = 0.90 \text{ cm}^2 (\phi 6.3 \text{ c } 30).$$



Obra AÇUDE D'ÁGUA DE FERREIRINHA	Assunto SANGRADOR / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR/automa	Visto M
Data DEZ/88	Folha 25 de 46

III) CONTRAFORTE CENTRAL



ÁTERRO MÁXIMO

$$p_{max} = 0.42 \times 20 \times 7.25 \times 3.73 = 23.50 \text{ t/m}$$

ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

$$p_{max} = 1.0 \times 5.41 \times 3.73 = 20.18 \text{ t/m}$$

a) ÁTERRO MÁXIMO

SEÇÃO	M (t.m)	h (cm)	d (cm)	As (cm²)	ASMIN (cm²/m)	V (t)	ASW (cm²/m)	ASWMIN (cm²/m)	M (mm)	V (mm)
1	3.25	120.96	117.96	115	5.44	5.30	1.66	0.90	4φ20	φ10c30
2	45.09	234.48	231.48	8.11	10.55	30.61	4.90	0.90	4φ20	φ10c25
3	179.11	350.00	347.00	21.49	15.75	76.76	8.19	0.90	2φ20(2°) 6φ20(1°)	φ10c15
4	199.00	350.00	347.00	23.87	15.75	82.34	8.79	0.90	2φ20(2°) 6φ20(1°)	φ10c15

b) ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

SEÇÃO	M (t.m)	h (cm)	d (cm)	As (cm²)	ASMIN (cm²/m)	V (t)	ASW (cm²/m)	ASWMIN (cm²/m)	M (mm)	V (mm)
2	10.89	234.48	231.48	1.96	10.55	12.41	1.99	0.90	5φ16	φ10c30
3	87.12	350.00	347.00	10.45	15.75	49.66	5.30	0.90	5φ16	φ10c20
4	100.40	350.00	347.00	12.04	15.75	54.59	5.83	0.90	5φ16	φ10c20

ARMADURA SUPLEMENTAR VERTICAL

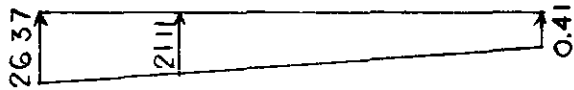
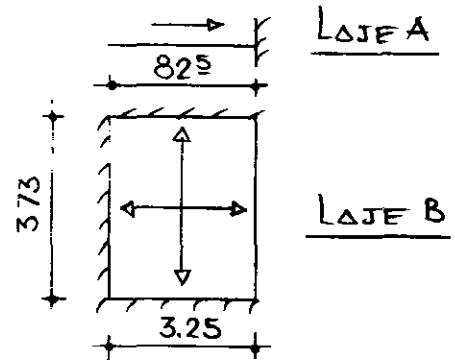
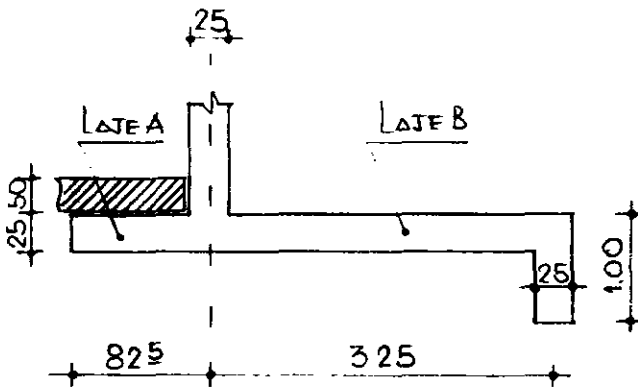
$$A_p = \frac{1}{5} \times 23.87 = 4.77 \text{ cm}^2 < A_p = 0.05\% b h = 5.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \cdot (\phi 10 \text{ c } 20 - \text{VAR})$$

000141

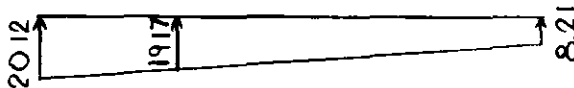


Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR <i>[assinatura]</i>	Visto <i>M.</i>
Data DEZ/88	Folha 26 de 46

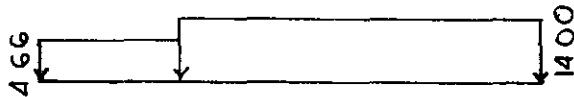
IV) LAJE DE FUNDAÇÃO



ATERRO SEM ÁGUA



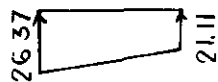
ATERRO COM ÁGUA



PESO DA ÁGUA / PESO DO SOLO



DIAGRAMAS FINAIS.



$$q_A = 26370 \text{ kg/m}^2 ; q_B = 13590 \text{ kg/m}^2 , \lambda = 0.87 \left\{ \begin{array}{l} K_x = 0.543 \\ K_y = 0.457 \end{array} \right.$$

$$A_{DISTA} = \frac{1}{5} \times 1582 = 3.16 \text{ cm}^2/\text{m} (\phi 10 \text{ c } 20)$$

M(kg.m)	d <sub>MIN</sub> (cm)	d(cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S MIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	φ(mm)
X <sub>A</sub> = -9974	21.41	22.00	0.196	36.09	15.82	3.75	φ16 c 12
M <sub>B</sub> <sup>x</sup> = 3382	13.14	22.00	0.320	40.48	5.32	3.75	φ10 c 13
X <sub>B</sub> <sup>x</sup> = -8415	20.73	22.00	0.203	36.52	14.66	3.75	φ16 c 12
M <sub>B</sub> <sup>y</sup> = 3915	14.14	22.00	0.297	40.48	6.15	3.75	φ12.5 c 12
X <sub>B</sub> <sup>y</sup> = -8337	20.63	22.00	0.204	36.74	14.44	3.75	φ16 c 12



Obra AÇO DE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA		
Cálculo R. BAMAQ / estrutura / B	Visto M.	Data DEZ/88	Folha 27 de 46

V) VIGA DE ANCORAGEM (25x100)

$$\text{REAÇÃO DA LAJE} \quad \frac{0,457 \times 13,590 \times 3,25}{2} - \frac{8337}{3,25} = 7527$$

$$\text{PESO PRÓPRIO} \quad 0,25 \times 100 \times 2500 = 625$$

8152 kg/m

(9000 kg/m)

ESFORÇO	d <sub>MIN</sub> (cm)	d(cm)	R	OC	A <sub>S</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>S<sub>MIN</sub></sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>S<sub>W</sub></sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S<sub>W<sub>MIN</sub></sub></sub> (cm <sup>2</sup> /m)	φ(mm)
M=11383	48,22	97,00	0,384	40,48	4,06	3,75	-	-	3φ16
X=-13913	53,31	97,00	0,348	40,48	4,96	3,75	-	-	3φ16
V=20515	-	97,00	-	-	-	-	783	0,90	φ10c16

ARMADURA DE PELE

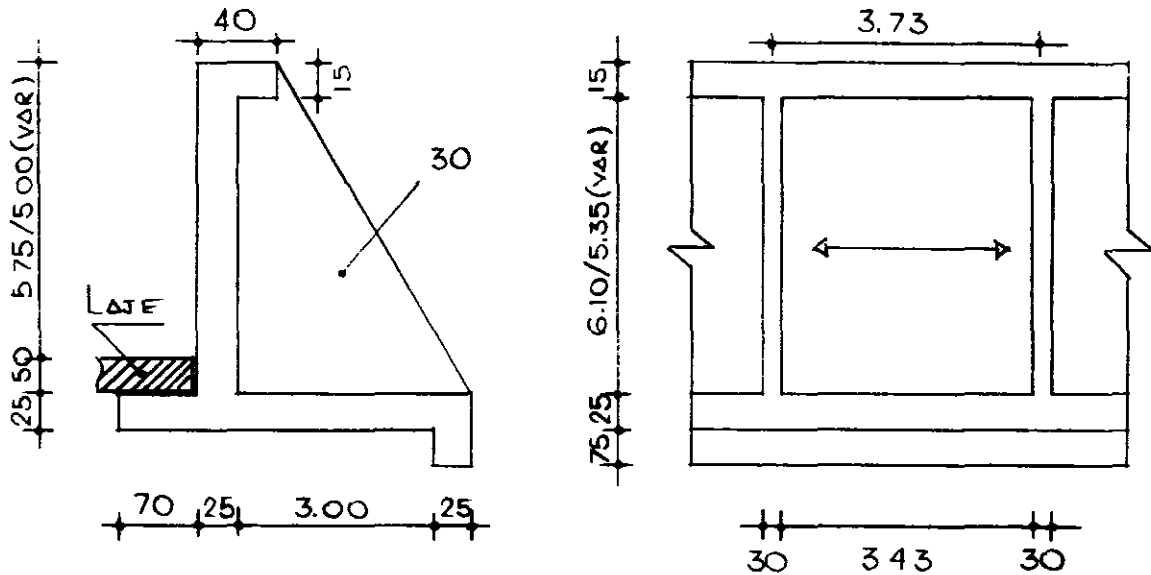
$$A_p = 0,05\% \times 25 \times 100 = 125 \text{ cm}^2 \quad (2-5\phi 6,3)$$



Obra AÇUDE PÚBLICO FRES FERREIRA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR / <i>[assinatura]</i>	Visto M.
Data DEZ/88	Folha 28 de 46

32 MURO 0 - MÓDULO I

I) LAJE VERTICAL



a) Empuxo devido ao aterro máximo sem água.

$$q = 50\% k_a \gamma_s h = 0.50 \cdot 0.42 \cdot 2.0 \cdot 6.25 = 2.63 \text{ t/m}^2.$$

b) Empuxo devido à água e ao aterro mínimo.

$$q = 50\% (\gamma_a h_1 - k_a \gamma_s h_2) = 0.50 (10 \cdot 4.40 - 0.42 \cdot 2.0 \cdot 6.25) = -0.43 \text{ t/m}^2$$

Mon(kg.m)	d <sub>min</sub> (cm)	d(cm)	R	αC	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>smin</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>dist</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> φ(mm)	A <sub>dist</sub> φ(mm)
M=4574	15.28	22.00	0.275	40.00	7.28	3.75	1.46	φ10c9	φ8c25

II) VIGA DE COROAMENTO (15x40)

$$A_{smin} = 0.90 \text{ cm}^2 (3\phi 8)$$

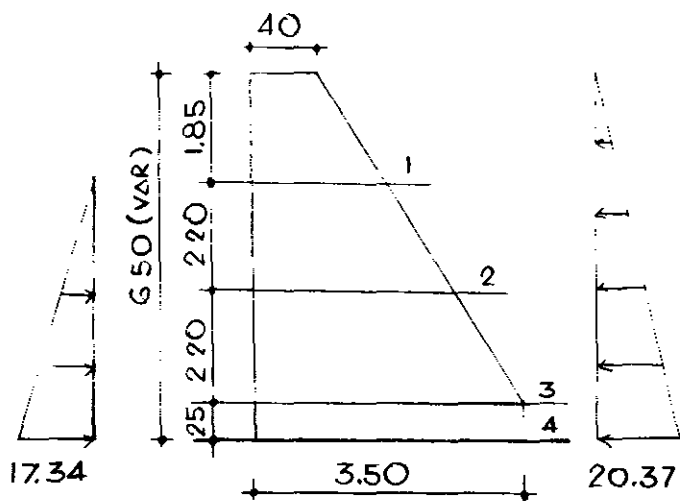
$$A_{skmin} = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m} (\phi 6.3 \text{ c } 30)$$





Obra ACÓDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR / <i>[assinatura]</i>	Visto <i>[assinatura]</i>
Data DEZ/88	Folha 29 de 46

III) CONTRAFORTE CENTRAL



ATERRO MÁXIMO

$$P_{max} = 0.42 \cdot 2.0 \cdot 650 \cdot 3.73 = 2037 \text{ t/m}$$

ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

$$p_{max} = 1.0 \cdot 4.65 \cdot 3.73 = 17.34 \text{ t/m}$$

d) ATERRO MÁXIMO

SEÇÃO	M (t.m)	h (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	AsMIN (cm <sup>2</sup> )	V (t)	Asw (cm <sup>2</sup> /m)	AswMIN (cm <sup>2</sup> /m)	M φ (mm)	V φ (mm)
1	3.30	132.50	129.50	1.07	5.96	5.36	1.53	0.90	4φ20	φ10c30
2	34.69	242.50	239.50	6.10	10.91	25.70	3.97	0.90	4φ20	φ10c30
3	127.49	350.00	347.00	15.46	15.75	61.20	6.53	0.90	6φ20	φ10c18
4	143.41	350.00	347.00	17.39	15.75	66.19	7.06	0.90	6φ20	φ10c18

b) ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

SEÇÃO	M (t.m)	h (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	AsMIN (cm <sup>2</sup> )	V (t)	Asw (cm <sup>2</sup> /m)	AswMIN (cm <sup>2</sup> /m)	M φ (mm)	V φ (mm)
2	6.75	242.50	239.50	1.19	10.91	9.03	1.40	0.90	4φ16	φ10c30
3	54.02	350.00	347.00	6.55	15.75	36.11	3.85	0.90	4φ16	φ10c30
4	63.76	350.00	347.00	7.73	15.75	40.33	4.30	0.90	4φ16	φ10c30

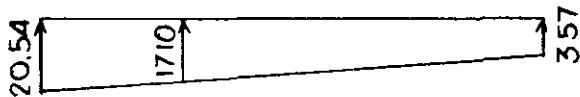
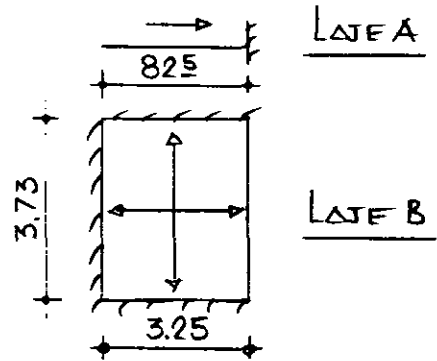
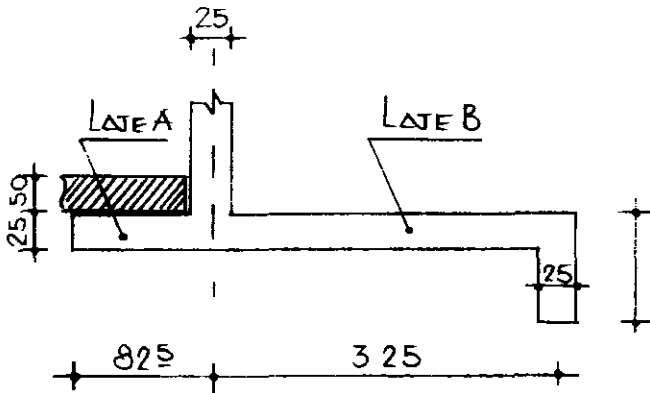
ARMADURA SUPLEMENTAR VERTICAL

$$A_p = \frac{1}{5} \cdot 17.39 = 3.48 \text{ cm}^2 < A_p = 0.05\% \cdot b \cdot h = 5.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \cdot (\phi 10 \text{ c } 20 \text{ -VAR})$$

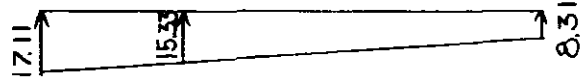


Obra ACÓDE PÚBLICO FRECHETRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo R. B. AMARAL / <i>[assinatura]</i>	Visto <i>M</i>
Data DEZ / 88	Folha 30 de 46

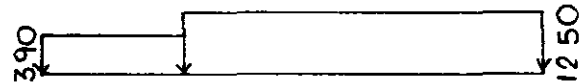
IV) LAJE DE FUNDAÇÃO



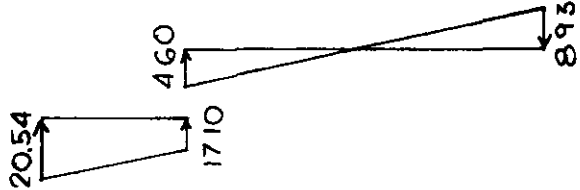
ATERRO SEM ÁGUA



ATERRO COM ÁGUA



PESO DA ÁGUA / PESO DO SOLO



DIAGRAMAS FINAIS.

$$q_A = 20540 \text{ kg/m}^2; \quad q_B = 8930 \text{ kg/m}^2, \quad \lambda = 0.87 \quad \left\{ \begin{array}{l} K_x = 0.543 \\ K_y = 0.457 \end{array} \right.$$

$$A_{0.15T_A} = \frac{1}{5} \cdot 11.76 = 2.35 \text{ cm}^2/\text{m} (\phi 8 \text{ c } 20)$$

M (Kg.m)	d <sub>MIN</sub> (cm)	d (cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S MIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)
X <sub>A</sub> = -6990	18.89	22.00	0.222	37.83	11.76	3.75	φ12.5 c 9
M <sub>B</sub> <sup>x</sup> = 2223	10.65	22.00	0.394	40.48	3.49	3.75	φ10 c 17
X <sub>B</sub> <sup>x</sup> = -5529	16.80	22.00	0.250	39.13	3.99	3.75	φ12.5 c 9
M <sub>B</sub> <sup>y</sup> = 2572	11.46	22.00	0.367	40.48	4.04	3.75	φ10 c 17
X <sub>B</sub> <sup>y</sup> = -5478	16.73	22.00	0.251	39.35	8.86	3.75	φ12.5 c 9



Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO   ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR <i>(assinatura)</i>	Visto <i>M.</i>
Data DEZ/88	Folha 31 de 46

2) VIGA DE ANCORAGEM (25-100)

$$\frac{\text{REAÇÃO DA LAJE}}{2} = \frac{0,457 \times 8930 \times 3,25}{2} - \frac{5478}{3,25} = 4946$$

$$\frac{\text{PESO PRÓPRIO}}{2} = \frac{0,25 \times 100 \times 2500}{2} = 625$$

$$5571 \text{ kg/m}$$

$$(6000 \text{ kg/m})$$

ESFORÇO	d <sub>MIN</sub> (CM)	d(CM)	R	α	A <sub>s</sub> (CM <sup>2</sup> )	A <sub>S MIN</sub> (CM <sup>2</sup> )	A <sub>SW</sub> (CM <sup>2</sup> /M)	A <sub>SW MIN</sub> (CM <sup>2</sup> /M)	φ(MM)
M=7589	39,37	97,00	0,470	4048	2,71	3,75	—	—	2φ16
X=-9275	43,53	97,00	0,426	4048	3,31	3,75	—	—	2φ16
V=13677	—	97,00	—	—	—	—	5,22	0,90	φ10c22

ARMADURA DE PELE

$$A_p = 0,05\% \times 25 \times 100 = 125 \text{ cm}^2 \text{ (2} \times 5\phi 63 \text{)}$$

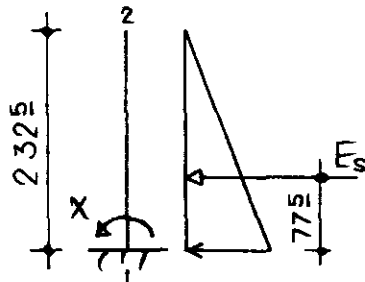


Obra AÇUDE PÚBLICO FERREIRINHA S.	Assunto SANGRA DOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR / antona	Visto M.
Data DEZ/88	Folha 32 de 46

### 33 MURO SEM CONTRAFORTE

#### 33.1 MURO 1

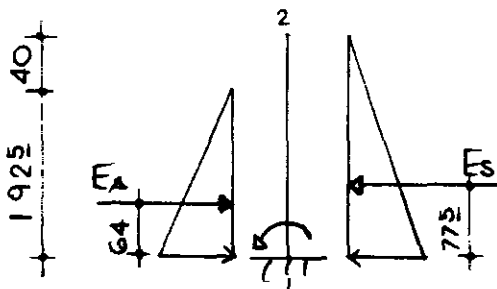
a) HASTE 12 - ATERRO MÁXIMO SEM ÁGUA



$$E_s = \frac{1}{2} \times 0.42 \times 2.0 \times \frac{2.325^2}{1.0} = 2.27 \text{ t}$$

$$X = -2.27 \times 0.775 = -1.76 \text{ tm}$$

b) HASTE 12 - ATERRO MÁXIMO COM NÍVEL DE ÁGUA MÁXIMO

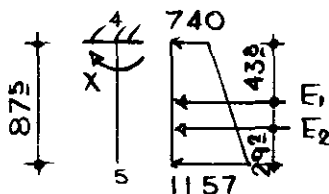


$$E_s = 2.27 \text{ t}$$

$$E_a = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 1.925 \times 1.0 = 1.85 \text{ t}$$

$$X = -2.27 \times 0.775 + 1.85 \times 0.64 = -0.58 \text{ tm}$$

c) HASTE 45 - EMPUXO PASSIVO.

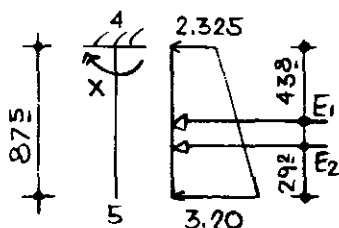


$$E_1 = 7.40 \times 0.875 = 6.48 \text{ t}$$

$$E_2 = 4.17 \times 0.875 / 2 = 0.44 \text{ t}$$

$$X = -6.48 \times 0.438 - 0.44 \times 0.583 = -3.09 \text{ tm}$$

d) HASTE 45 - INFILTRAÇÃO



$$E_1 = 2.325 \times 0.875 = 2.03 \text{ t}$$

$$E_2 = (1.075 \times 0.875) / 2 = 0.47 \text{ t}$$

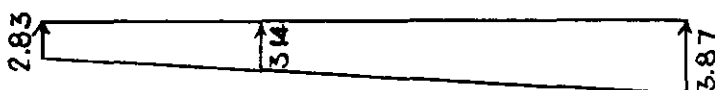
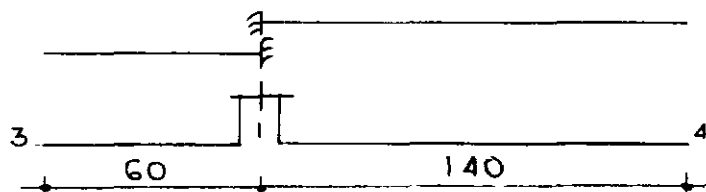
$$X = -2.03 \times 0.438 - 0.47 \times 0.583 = -1.16 \text{ tm}$$

000148

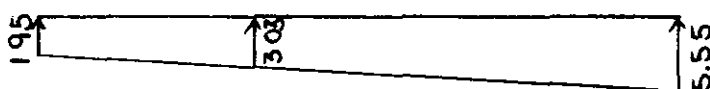


Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRAJOURO / ESTRUTURA
Cálculo R. B. M. A. <i>[assinatura]</i>	Visto M.
Data DEZ/88	Folha 33 de 46

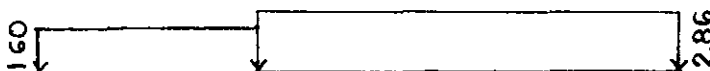
e) HASTES 13/14 - DIAGRAMA DE TENSÃO



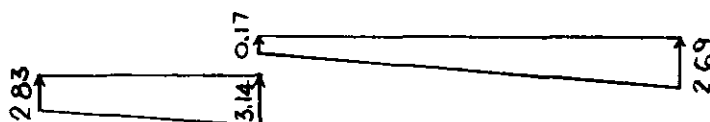
ATERRO SEM ÁGUA



ATERRO COM ÁGUA.



PESO DA ÁGUA / PESO DO SOLO



DIAGRAMAS FINAIS

$$X_{13} = - (2.83 \times 0.60)(0.30) - (0.31 \times 0.60/2)(0.60/3) = - 0.528 \text{ t.m}$$

$$X_{14} = - (0.17 \times 1.40)(0.70) - (2.52 \times 1.40/2)(1.40 \times 2/3) = - 1.813 \text{ t.m}$$

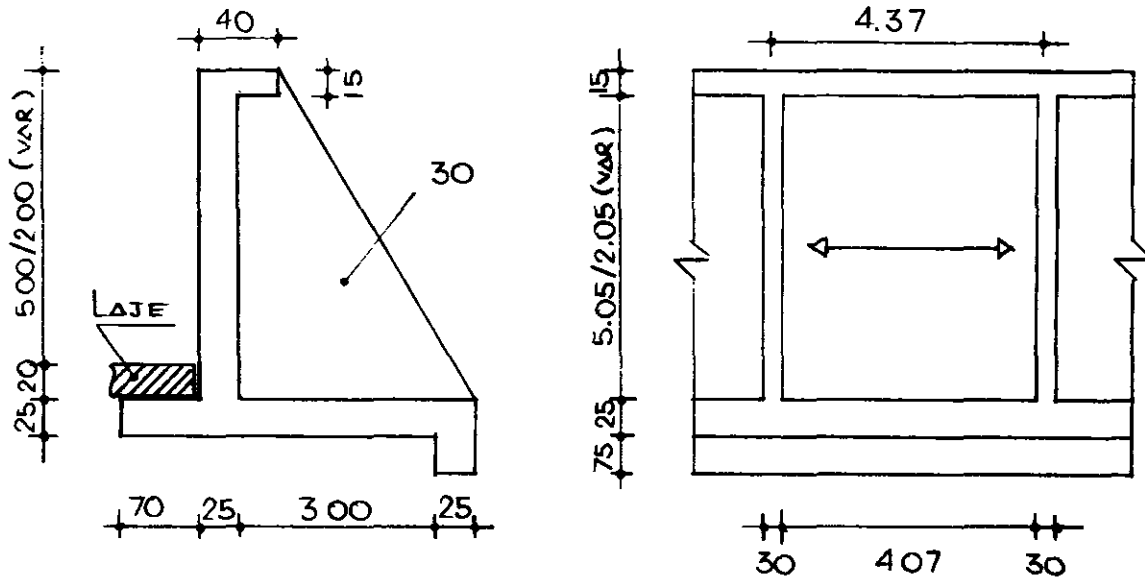
HASTE	ESFORÇO	d <sub>MIN</sub> (cm)	d(cm)	R	α	A <sub>S</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S</sub> MIN (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>DIST</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S</sub> φ(mm)	A <sub>DIST</sub> φ(mm)
12	X = -1760	9.48	17.00	0.342	40.48	3.58	3.00	0.90	φ8c11	φ6.3c25
45	X = -3090	12.56	17.00	0.258	39.57	6.43	3.00	1.29	φ10c11	φ6.3c20
13	X = -528	5.19	22.00	0.809	40.48	0.83	3.75	0.90	φ8c11	φ6.3c25
14	X = -1813	9.62	22.00	0.437	40.48	2.85	3.75	0.90	φ8c11	φ6.3c25



Obra AÇO DE PÚBLICO FRECHETEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR / <i>Antina</i>	Visto <i>M.</i>
Data DEZ/88	Folha 34 de 46

3.4 MURO 2 - ALTURA VARIÁVEL

I) LAJE VERTICAL



a) Empuxo devido ao aterro máximo sem água

$$q = 50\% K_a \gamma_s h = 0.50 \cdot 0.42 \cdot 2.0 \cdot 5.20 = 2.18 \text{ t/m}^2$$

b) Empuxo devido à água e aterro mínimo.

$$q = 50\% (\gamma_a h_1 - K_a \gamma_s h_2) = 0.50 (10 \cdot 4.0 - 0.42 \cdot 2.0 \cdot 5.20) = -0.18 \text{ t/m}^2$$

Mom (kg.m)	d <sub>MIN</sub> (cm)	d (cm)	R	α	A <sub>S</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S MIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>01ST</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S</sub> ϕ (mm)	A <sub>01ST</sub> ϕ (mm)
M = 5204	16.30	22.00	0.258	39.57	8.37	3.75	1.67	ϕ10 c 8	ϕ8 c 25

II) VIGA DE COROAMENTO (15x40)

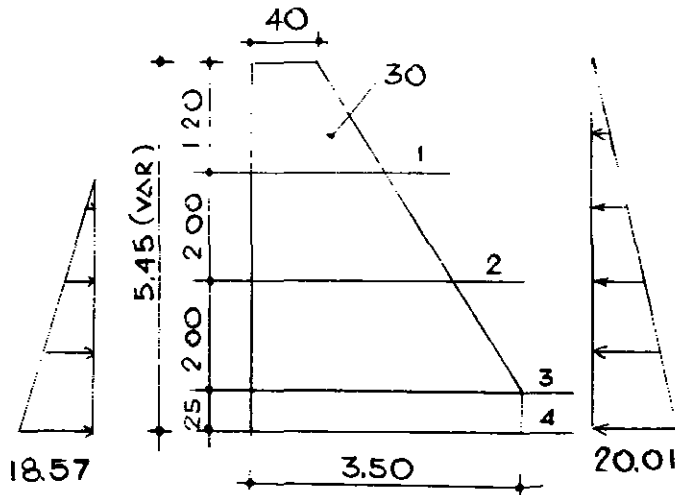
$$A_{S MIN} = 0.90 \text{ cm}^2 \text{ (3 } \phi 8 \text{)}$$

$$A_{S MIN} = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ ( } \phi 6.3 \text{ c } 30 \text{)}$$



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHETEIRINHA	Assunto SANGRADUROS / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR/entona	Visto M.
Data DEZ/88	Folha 35 de 46

III) CONTRAFORTE CENTRAL



ATERRO MÁXIMO

$$p_{max} = 0.42 \times 20 \times 5.45 \times 4.37 = 200.1 \text{ t/m}$$

ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

$$p_{max} = 1.0 \times 4.25 \times 4.37 = 18.57 \text{ t/m}$$

a) ATERRO MÁXIMO

SEÇÃO	M (tm)	h (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As <sub>MIN</sub> (cm <sup>2</sup> )	V (t)	As <sub>W</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sub>WMIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	M (mm)	V (mm)
1	1.06	112.00	109.00	0.43	5.04	2.64	0.90	0.90	4φ20	φ10c30
2	20.05	232.00	229.00	3.86	10.44	18.79	3.04	0.90	4φ20	φ10c30
3	86.02	350.00	347.00	10.92	15.75	49.63	5.30	0.90	6φ20	φ10c20
4	99.04	350.00	347.00	12.57	15.75	54.52	5.82	0.90	6φ20	φ10c20

b) ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

SEÇÃO	M (tm)	h (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As <sub>MIN</sub> (cm <sup>2</sup> )	V (t)	As <sub>W</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sub>WMIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	M (mm)	V (mm)
2	5.94	232.00	229.00	1.14	10.44	8.74	1.41	0.90	4φ16	φ10c30
3	47.55	350.00	347.00	6.04	15.75	34.96	3.73	0.90	4φ16	φ10c30
4	57.03	350.00	347.00	7.24	15.75	39.47	4.21	0.90	4φ16	φ10c30

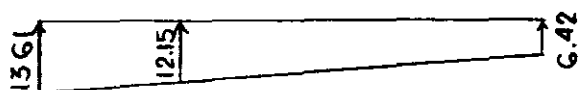
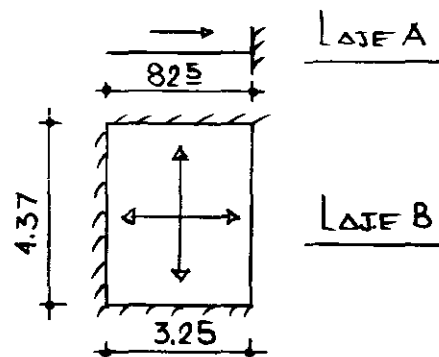
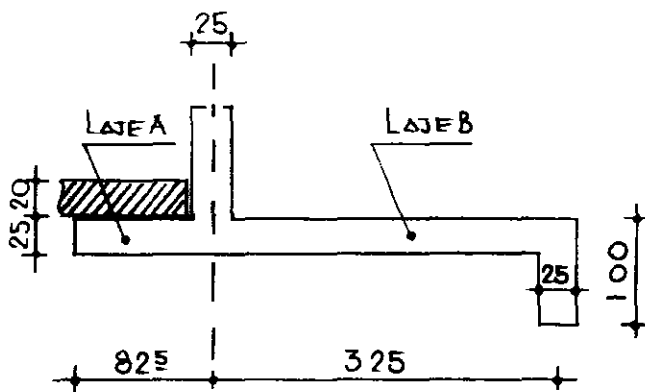
ARMADURA SUPLEMENTAR VERTICAL

$$A_p = \frac{1}{5} \times 15.75 = 3.15 \text{ cm}^2 < A_p = 0.05\% b h = 5.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \cdot (\phi 10 \text{ c } 20 \text{ -VAR})$$

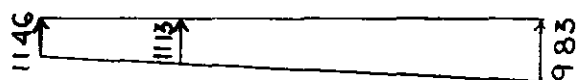


Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR <i>Ribamar</i>	Visto <i>M.</i>
Data DEZ/88	Folha 36 de 46

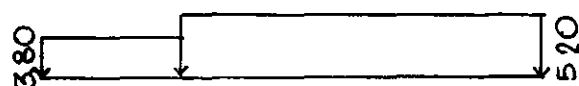
IV) LAJE DE FUNDAÇÃO



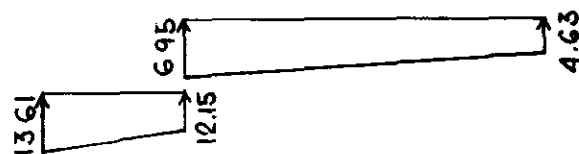
ATERRO SEM ÁGUA



ATERRO COM ÁGUA



PESO DA ÁGUA / PESO DO SOLO



DIAGRAMAS FINAIS.

$$A_{DISTA} = \frac{1}{5} \cdot 737 = 147 \text{ cm}^2/\text{m} (\phi 8 \text{ c } 25)$$

$$q_A = 13610 \text{ kg/m}^2; q_B = 6950 \text{ kg/m}^2, \lambda = 0.74 \left\{ \begin{array}{l} K_x = 0.375 \\ K_y = 0.625 \end{array} \right.$$

M(kg m)	c <sub>MIN</sub> (cm)	d(cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S MIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	φ(mm)
X <sub>A</sub> = -4632	15.38	22.00	0.273	40.00	7.37	3.75	φ12.5 c12
M <sub>B</sub> <sup>x</sup> = 1679	9.26	22.00	0.454	40.48	2.64	3.75	φ10 c17
X <sub>B</sub> <sup>x</sup> = -4146	14.55	22.00	0.289	40.43	6.53	3.75	φ10 c10
M <sub>B</sub> <sup>y</sup> = 2661	11.66	22.00	0.360	40.48	4.18	3.75	φ10 c15
X <sub>B</sub> <sup>y</sup> = -5753	17.14	22.00	0.245	39.13	9.36	3.75	φ12.5 c12

000152





Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRABOURD / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR / estrutura / B	Visto ML.
Data DEZ/88	Folha 37 de 46

V) VIGA DE ANCORAGEM (25x100)

REAÇÃO DA LAJE  $\frac{0,625 \times 6350 \times 7,25}{2} - \frac{5753}{3,25} = 5289$

PESO PRÓPRIO:  $0,25 \times 100 \times 2500 = 625$

5914 kg/m

(6000 kg/m)

ESFORÇO	d <sub>MIN</sub> (cm)	d(cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>S</sub> MIN (cm <sup>2</sup> )	A <sub>SW</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>SW</sub> MIN (cm <sup>2</sup> /m)	φ(mm)
M=10416	4613	9700	0,402	40,48	3,71	3,75	-	-	2φ16
X=-12731	5100	9700	0,363	40,48	4,54	3,75	-	-	3φ16
V=16023	-	97,00	-	-	-	-	6,12	0,90	φ10c20

ARMADURA DE PELE:

$A_p = 0,05\% \times 25 \times 100 = 1,25 \text{ cm}^2 \text{ (2} \times 5\phi 6 \text{ 3)}$

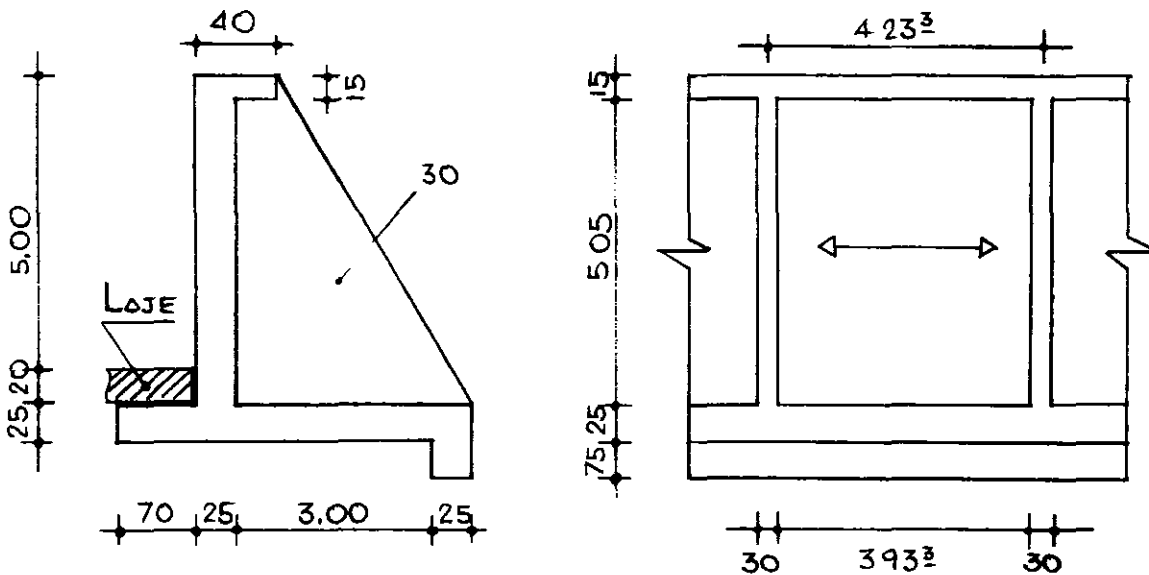


Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA.	Assunto SANGRADURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR/Antônio/B	Visto M.
Data DEZ/08	Folha 38 de 46

### 3.5 MURO COM CONTRAFORTE

#### 3.5.1 MURO 2 ALTURA CONSTANTE

##### I) LAJE VERTICAL



a) Empuxo devido ao terreno máximo sem água.

$$q = 50\% K_A \gamma_s h = 0.50 \times 0.42 \times 2.0 \times 5.20 = 2.18 \text{ t/m}^2$$

b) Empuxo devido à água e terreno mínimo.

$$q = 50\% (\gamma_a h_1 - K_A \gamma_s h_2) = 0.50 (10 \times 4.0 - 0.42 \times 2.0 \times 2.60) = 0.91 \text{ t/m}^2$$

Mom (kg m)	d <sub>MIN</sub> (cm)	d (cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S MIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>DIST</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> φ (mm)	A <sub>DIST</sub> φ (mm)
M = 4883	15.79	22.00	0.266	40.00	777	3.75	1.55	φ10c8	φ8c25

##### II) VIGA DE COROAMENTO (15x40)

$$A_{S MIN} = 0.15\% \times 15 \times 40 = 0.90 \text{ cm}^2 \quad (3 \phi 8)$$

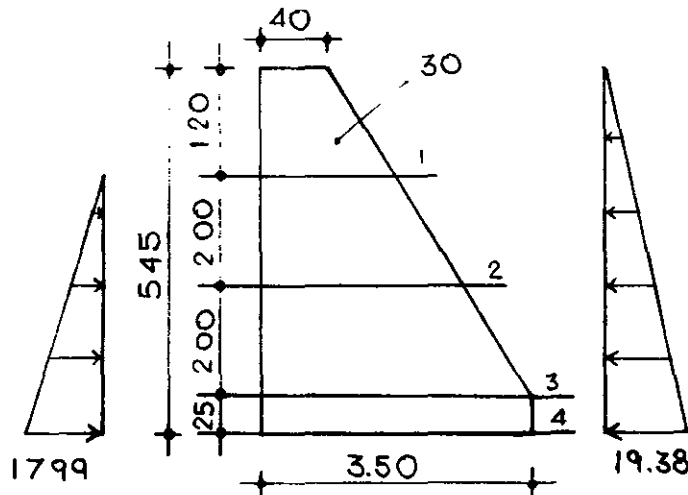
$$A_{S W MIN} = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 6.3 \text{ c } 30)$$

000154



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHETEIRAL	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR / <i>[assinatura]</i>	Visto M.
Data DEZ/88	Folha 39 de 45

### III) CONTRAFORTE CENTRAL



#### ATERRO MÁXIMO

$$p_{max} = 0.42 \cdot 20 \cdot 5.45 \cdot 4.233 = 19.38 \text{ t/m}$$

#### ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

$$p_{max} = 1.0 \cdot 4.25 \cdot 4.233 = 17.99 \text{ t/m}$$

#### a) ATERRO MÁXIMO

SEÇÃO	M (tm)	h (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As <sub>MIN</sub> (cm <sup>2</sup> )	V (t)	As <sub>w</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sub>w</sub> MIN (cm <sup>2</sup> /m)	M (mm)	V (mm)
1	1.02	112.00	109.00	0.41	5.04	2.56	0.87	0.90	4φ20	φ10c30
2	19.42	232.00	229.00	3.74	10.44	18.20	2.94	0.90	4φ20	φ10c30
3	83.33	350.00	347.00	10.58	15.75	48.07	5.13	0.90	6φ20	φ10c20
4	95.93	350.00	347.00	12.18	15.75	52.81	5.64	0.90	6φ20	φ10c20

#### b) ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

SEÇÃO	M (tm)	h (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As <sub>MIN</sub> (cm <sup>2</sup> )	V (t)	As <sub>w</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sub>w</sub> MIN (cm <sup>2</sup> /m)	M (mm)	V (mm)
2	5.76	232.00	229.00	1.11	10.44	8.47	1.37	0.90	4φ16	φ10c30
3	46.06	350.00	347.00	5.85	15.75	33.86	3.61	0.90	4φ16	φ10c30
4	55.24	350.00	347.00	7.01	15.75	38.23	4.08	0.90	4φ16	φ10c30

#### ARMADURA SUPLEMENTAR VERTICAL

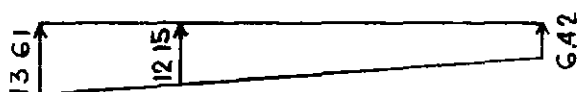
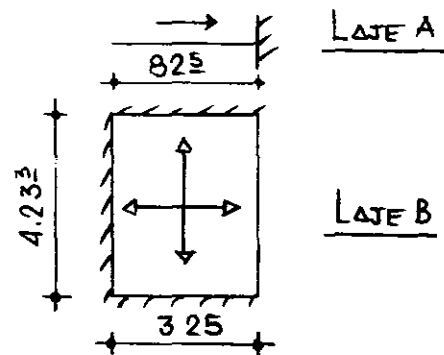
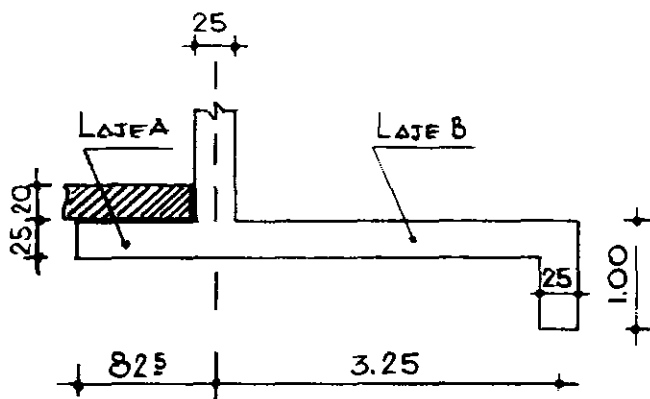
$$A_p = \frac{1}{5} \cdot 15.75 = 3.15 \text{ cm}^2 < A_p = 0.05\% \cdot b \cdot h = 5.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \cdot (\phi 10c20 - \text{VAR})$$

000155

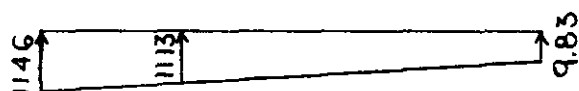


Obra AÇO DE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMIR / <i>[assinatura]</i>	Visto <i>[assinatura]</i>
Data DEZ/88	Folha 40 de 46

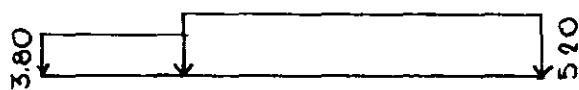
IV) LAJE DE FUNDAÇÃO



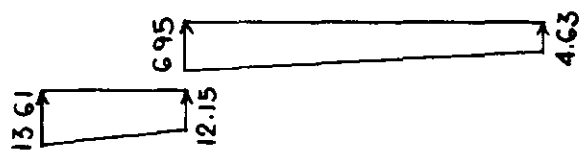
ATERRO SEM ÁGUA.



ATERRO COM ÁGUA.



PESO DA ÁGUA / PESO DO SOLO.



DIAGRAMAS FINAIS.

$$q_A = 13610 \text{ kg/m}^2; q_B = 6950 \text{ kg/m}^2, \lambda = 0.77 \begin{cases} K_x = 0.413 \\ K_y = 0.587 \end{cases}$$

$$A_{DISTA} = \frac{1}{5} \cdot 737 = 147 \text{ cm}^2/\text{m} (\phi 8 \text{ c } 25)$$

M (kg.m)	d <sub>MIN</sub> (cm)	d (cm)	R	α	A <sub>S</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>S MIN</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)
X <sub>A</sub> = -4632	15.38	22.00	0.273	40.00	7.37	3.75	φ12.5 c13
M <sub>B</sub> <sup>x</sup> = 1728	9.39	22.00	0.447	40.48	2.72	3.75	φ10 c17
X <sub>B</sub> <sup>x</sup> = -4284	14.79	22.00	0.284	40.22	6.78	3.75	φ10 c9
M <sub>B</sub> <sup>y</sup> = 2551	11.42	22.00	0.368	40.48	4.01	3.75	φ10 c15
X <sub>B</sub> <sup>y</sup> = -5419	16.64	22.00	0.253	39.35	8.76	3.75	φ12.5 c13



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRA DOURO / ESTRUTURA		
Cálculo RIBAMAR / <i>[assinatura]</i> Visto <i>M.</i>	Data DEZ/88	Folha 41 de 46	

V) VIGA DE ANCORAGEM (25x100)

$$\text{REAÇÃO DA LAJE} = \frac{0,587 \times 6950 \times 3,25}{2} - \frac{5419}{3,25} = 4962$$

$$\text{PESO PRÓPRIO} = 0,25 \times 100 \times 2500 = 625$$

$$5587 \text{ kg/m}$$

$$(6000 \text{ kg/m})$$

ESFORÇO	d <sub>MIN</sub> (CM)	d(CM)	R	α	A <sub>S</sub> (CM²)	A <sub>S</sub> MIN (CM²)	A <sub>S</sub> W (CM²/M)	A <sub>S</sub> WMIN (CM²/M)	φ(MM)
M = 9774	44,68	97,00	0,415	40,48	3,48	3,75	—	—	2φ16
X = -11946	49,40	97,00	0,375	40,48	4,26	3,75	—	—	3φ16
V = 15521	—	97,00	—	—	—	—	5,93	0,90	φ10 c 20

ARMADURA DE PELE.

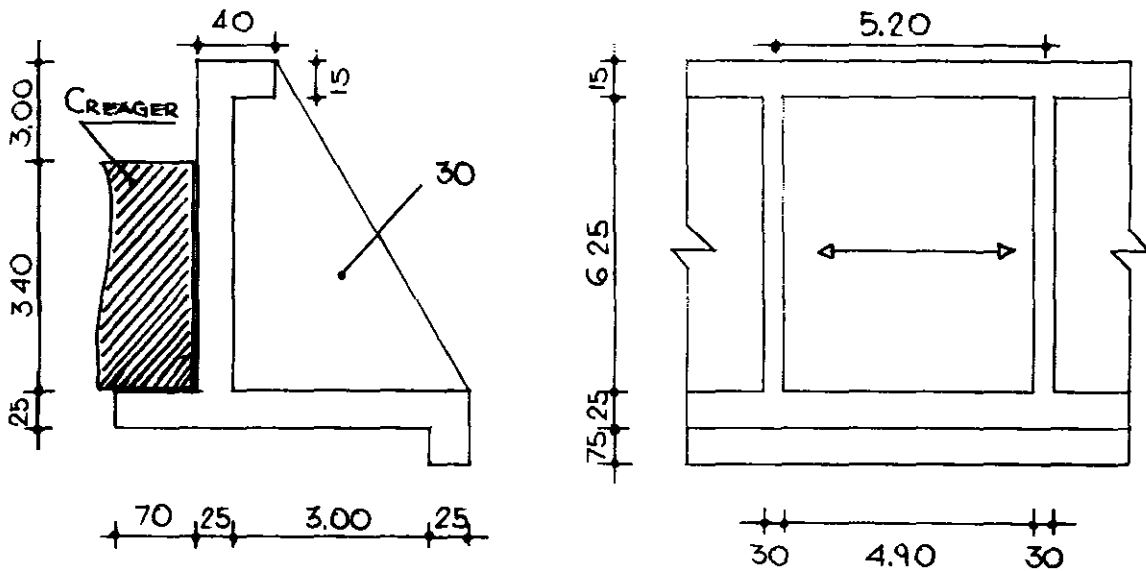
$$A_p = 0,05\% \times 25 \times 100 = 1,25 \text{ cm}^2 \quad (2 \times 5\phi 6,3)$$



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO/ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR/Interna/SB	Visto M.
Data DEZ/88	Folha 42 de 46

3.6 - Fluro 3.

I) LAJE VERTICAL



a) Empuxo devido ao Δterro máximo sem água.

$$q = 50\% K_a \gamma_s h = 0.50 \times 0.42 \times 2.0 \times 6.40 = 2.69 \text{ t/m}^2.$$

b) Empuxo devido Δ água e Δterro mínimo.

$$q = 50\% (\gamma_a h_1 - K_a \gamma_s h_2) = 0.50 (10 \times 5.20 - 0.42 \times 2.0 \times 5.0) = -0.80 \text{ t/m}^2$$

Mom (kg.m)	d <sub>min</sub> (cm)	d(cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>smin</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>dst</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> φ(mm)	A <sub>dst</sub> φ(mm)
M = 9092	21.55	22.00	0.195	35.87	16.13	3.75	3.23	φ12.5 c7	φ10 c20

II) Viga de Coroamento (15x40)

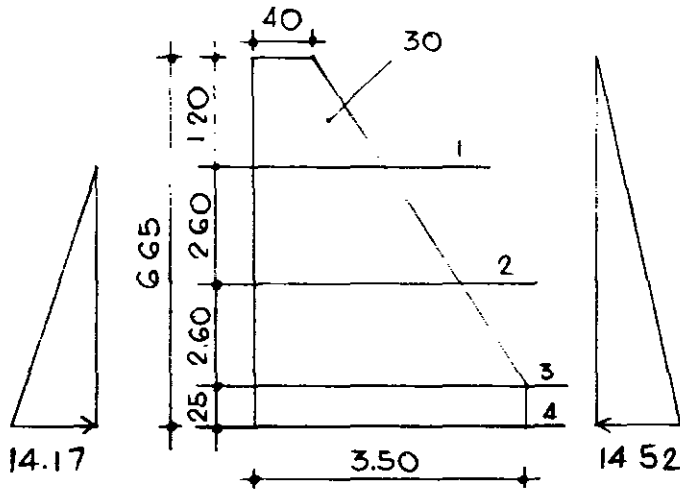
$$A_{smin} = 0.90 \text{ cm}^2 (3 \phi 8)$$

$$A_{swmin} = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m} (\phi 6.3 \text{ c } 30)$$



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHERDINIS	Assunto SANGRADOURD / ESTRUTURA
Cálculo [assinatura]	Visto [assinatura]
Data DEZ/88	Folha 43 de 46

III) CONTRAFORTE EXTREMO.



ATERRO MÁXIMO

$$p_{max} = 0.42 \cdot 2.0 \cdot 6.65 = \frac{5.20}{2} = 14.52 \text{ t/m}$$

ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

$$p_{max} = 10 \cdot 5.45 = \frac{5.20}{2} = 14.17 \text{ t/m}$$

a) ATERRO MÁXIMO

SEÇÃO	M(t.m)	h(cm)	d(cm)	As(cm²)	Asmin(cm²)	V(t)	Asw(cm²/m)	Aswmin(cm²/m)	M(φ(mm))	V(φ(mm))
1	0.63	9813	95.13	0.28	4.42	1.57	0.61	0.90	4φ20	φ10c30
2	26.97	22406	221.06	5.13	10.08	19.26	3.23	0.90	4φ20	φ10c30
3	95.42	35000	347.00	11.57	15.75	44.73	4.77	0.90	6φ20	φ10c20
4	107.04	350.00	347.00	12.98	15.75	48.29	5.15	0.90	6φ20	φ10c20

b) ÁGUA EM NÍVEL MÁXIMO

SEÇÃO	M(t.m)	h(cm)	d(cm)	As(cm²)	Asmin(cm²)	V(t)	Asw(cm²/m)	Aswmin(cm²/m)	M(φ(mm))	V(φ(mm))
2	7.77	22406	221.06	1.48	10.08	8.79	1.47	0.90	4φ16	φ10c30
3	62.15	350.00	347.00	7.54	15.75	35.15	3.75	0.90	4φ16	φ10c30
4	71.55	350.00	347.00	8.68	15.75	38.61	4.12	0.90	4φ16	φ10c30

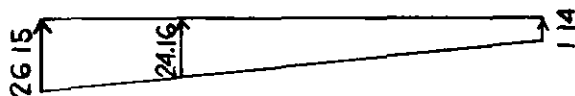
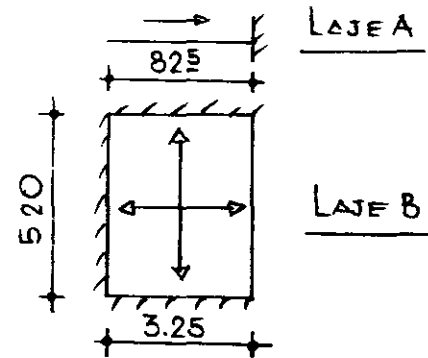
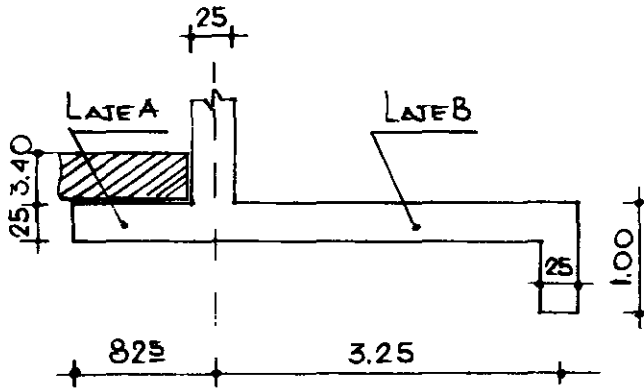
ARMADURA SUPLEMENTAR VERTICAL

$$A_p = \frac{1}{5} \cdot 15.75 = 3.15 \text{ cm}^2 < A_p = 0.05\%bh = 5.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \cdot (\phi 10c20 - \text{VAR})$$

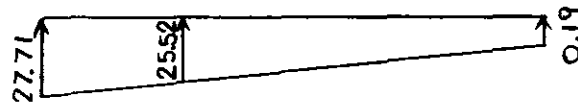


Obra ÁCOUSE PÚBLICO FREQUENTATIVA	Assunto SANGRADDURO / ESTRUTURA
Cálculo KREMAR / <i>[assinatura]</i>	Visto 42.
Data 25/2/88	Folha 44 de 45

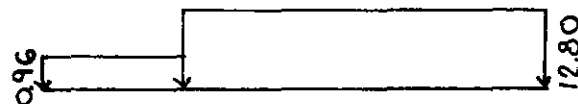
IV) LAJE DE FUNDACÃO



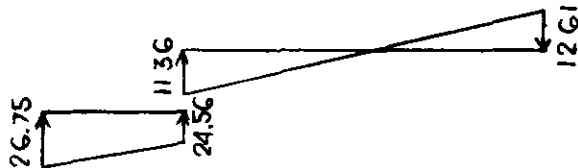
ATERRO SEM ÁGUA.



ATERRO COM ÁGUA.



PESO DO CREAGER / PESO DO SOLO



DIAGRAMAS FINAIS.

$$q_A = 26750 \text{ kg/m}^2 ; q_B = 8407 \text{ kg/m}^2, \lambda = 0.63 \begin{cases} K_x = 0.239 \\ K_y = 0.761 \end{cases}$$

$$A_{DISTA} = \frac{1}{5} \times 16.15 = 3.23 \text{ cm}^2/\text{m} (\phi 10 \text{ c } 20)$$

M (kg.m)	d <sub>MIN</sub> (cm)	d (cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> MIN (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)
X <sub>A</sub> = -9103	21.56	22.00	0.195	35.87	16.15	3.75	φ 16 c 12
M <sub>B</sub> <sup>x</sup> = 1889	9.82	22.00	0.428	40.48	2.97	3.75	φ 10 c 17
X <sub>B</sub> <sup>x</sup> = -4538	15.22	22.00	0.276	40.00	7.22	3.75	φ 12.5 c 15
M <sub>B</sub> <sup>y</sup> = 4142	14.55	22.00	0.289	40.43	6.52	3.75	φ 12.5 c 15
X <sub>B</sub> <sup>y</sup> = -8575	20.93	22.00	0.201	36.30	15.03	3.75	φ 16 c 12

000160





Obra ACODE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto SANGRADOURO / ESTRUTURA
Cálculo RIBAMAR/antônio JB	Visto L.S.
Data DEZ/88	Folha 45 de 46

II) VIGA DE ANCORAGEM (25x100).

$$\text{REAÇÃO DA LAJE} = \frac{0,761 \times 8407 \times 3,25}{2} - \frac{8575}{325} = 7758$$

$$\text{PESO PRÓPRIO: } 0,25 \times 100 \times 2500 = 625$$

$$8383 \text{ kg/m}$$

$$(9000 \text{ kg/m})$$

ESFORÇO	d <sub>MIN</sub> (cm)	d(cm)	R	α	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> MIN (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> W (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> WMIN (cm <sup>2</sup> /m)	φ(mm)
M=30420	78,83	97,00	0,235	38,48	11,41	3,75	—	—	6 φ16
V=23400	—	97,00	—	—	—	—	8,93	0,90	φ10c14

ARMADURA DE PELE:

$$A_p = 0,05\% \times 25 \times 100 = 1,25 \text{ cm}^2 \text{ (2.5 } \phi 6 \text{ 3)}$$



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	SANGRADOURO / ESTRUTURA	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
RIBAMAR/estruturas	M.		DEZ/88	46 de 46	

### BIBLIOGRAFIA

- 1- A B N T , NORMA BRASILEIRA , NB-1/78  
Associação Brasileira de Normas Técnicas
- 2- Rocha, A.M., Concreto Armado;  
Livreria Nobel, vol 4 - São Paulo, 1985
- 3- Rocha, A.M., Concreto Armado,  
Livreria Nobel, vol 4 - São Paulo, 1986
- 4- Caputo, H P, Mecânica dos Solos  
Ao Livro Técnico Editora, Rio de Janeiro, 1981
- 5- Fox and McDonald, Introdução à Mecânica dos  
Fluidos, Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro  
1981
- 6- Venenari and Street; Elementos de mecânica dos  
Fluidos; Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro,  
1978
7. Cedergren, Harry; Seepage, Drainage and Flow Nets  
John Wiley & Sons, New York 1967



10.3 - TOMADA D'ÁGUA

000163

---



10.3.1 - TOMADA D'ÁGUA - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

000164

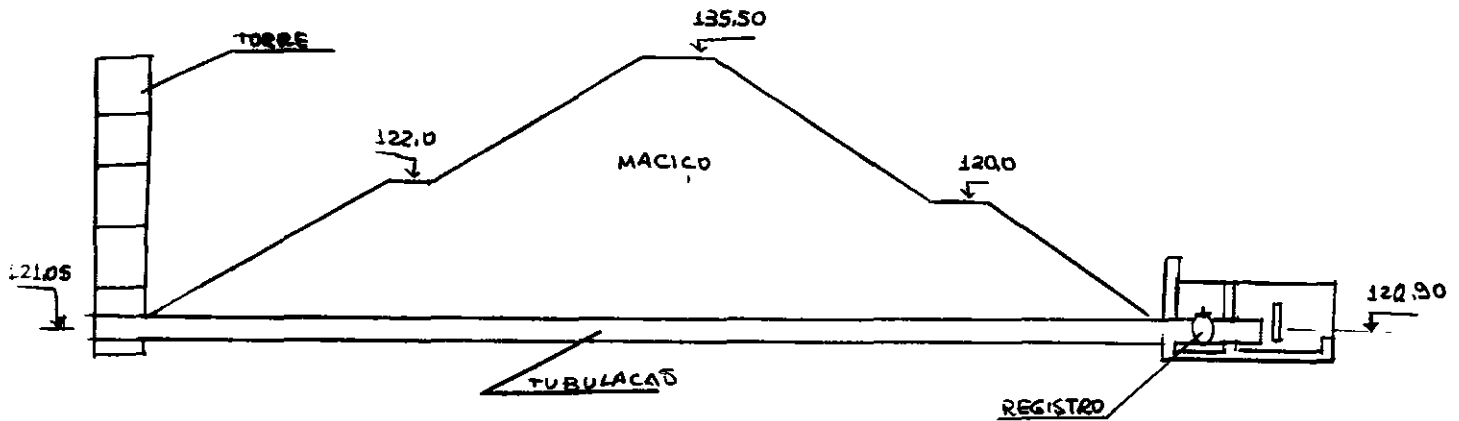
---



Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHERINHA	TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Esther / Rosa	11	DEZ/00	01 de 03

O cálculo hidráulico da tomada d'água consiste na escolha do tipo e diâmetro da tubulação a ser adotada, a cota de assentamento, e o cálculo do volume acumulado mínimo para gerar a vazão de pico necessária ao consumo de jusante,  $Q_{pico} = 3,4 \text{ m}^3/\text{s}$

Tem-se esquematicamente:



O cálculo do nível d'água mínimo para a vazão necessária será efetuado pela equação de Hazen-Williams, de perda d'água ao longo da tubulação

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} / e^{1,85} \times D^{4,87}$$

000165



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	TOMADA D'AGUA-HIDRAÚLICA	
Cálculo	custo / B / Roca	Visto	Data	DEZ/88	
			Folha	02 de 03	

Onde:  $J$  = perda de carga (m/m)

$Q$  = vazão de projeto ( $m^3/s$ )

$D$  = diâmetro do tubo (m)

$C$  = coeficiente do material

Para o tubo de aço adotado,  $e = 120$   
 $L = 105$

$\Phi_{mm}$	$v(m/s)$	$J(m/m)$	$\Delta H(m)$	$N A \text{ min}$
800	6,77	0,043	4,515	125,42
1000	4,33	0,015	1,53	122,43
1200	3,01	0,006	0,63	121,53

$\Phi_{ADOTADO} = 1200 \text{ mm}$

$N A \text{ min} = 121,53 \text{ m}$

Pelo gráfico cota x volume --  $VOL_{MIN} = 11 \times 10^6$

$VOL_{MIN} / VOL_{MAX} = 13 \%$

Os resultados são satisfatórios no que diz respeito à localização da tomada d'água, a escolha da tubulação e suas dimensões.

000166



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA-HIDRÁULICA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Costura / B / Recor	A	DEZ / 88	03 de 03

## BIBLIOGRAFIA

1. Azevedo Neto e Alvarez, G.A, Manual de Hidráulica, vols I e II, Edgard Bercher, São Paulo, 1982
2. Fox & McDonald, Introdução à Mecânica dos Fluidos, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981
3. Vennard and Street, Elementos de Mecânica dos Fluidos, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1978.



10.3.2 - TOMADA D'ÁGUA - CÁLCULOS ESTRUTURAIS

000168

---

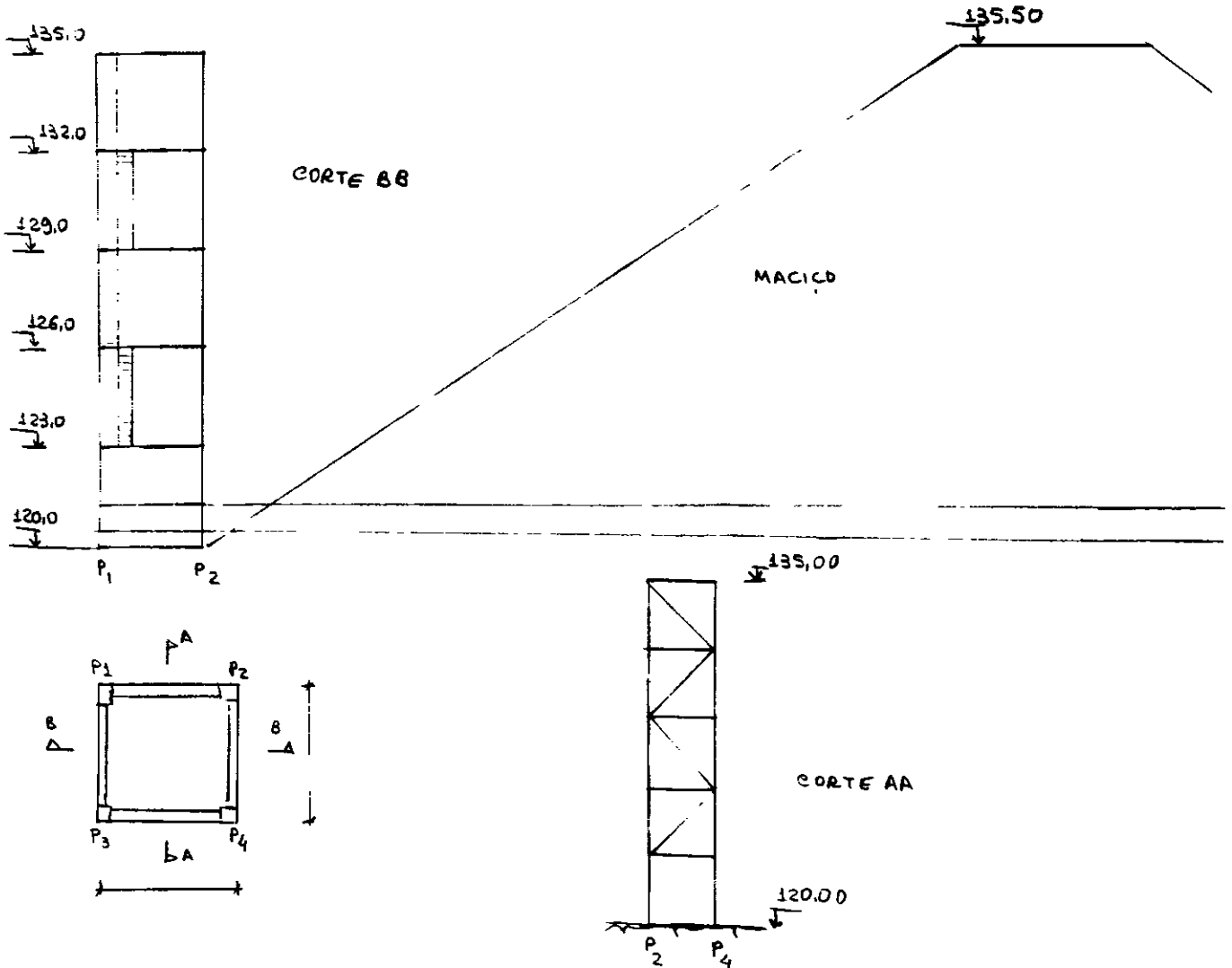




Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Rutina B/Rosa	1/L.	DEZ/88	01 de 44

I- TORRE DA TOMADA D'AGUA

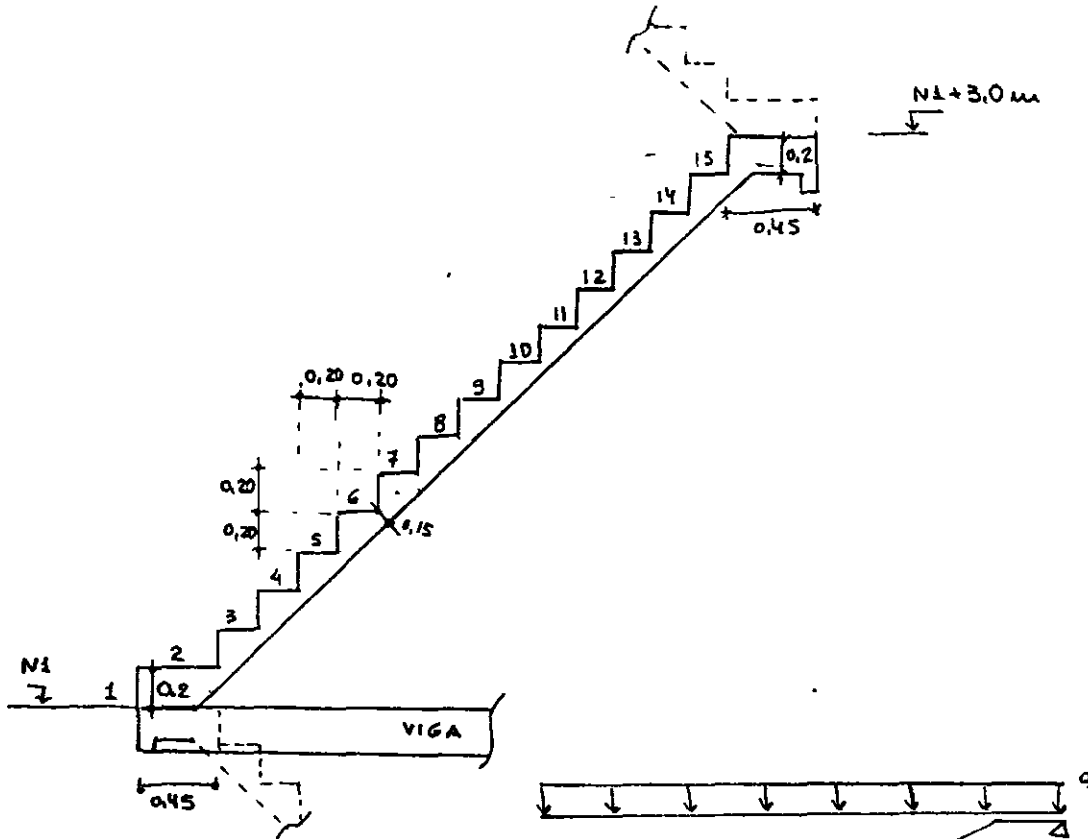
a torre da tomada d'água deve atingir a cota 135,0m, partindo da cota 120,0m, tendo portanto 15,0m de altura.



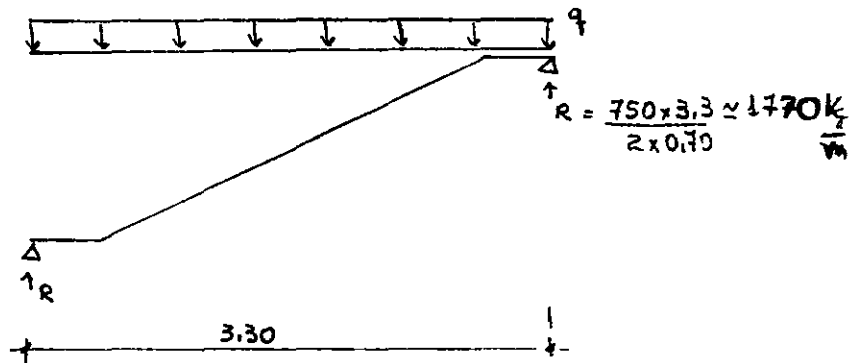


Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Aut. 105/Resor	M	DEZ/88	02 de 44

ESCADA - FORMA ( b = 0,70 m )



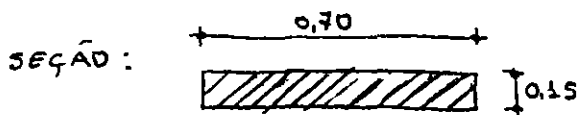
- cálculo de q:
- sobrecarga - 200
- peso próprio -  $\frac{550}{750 \text{ kg/m}}$



$$R = \frac{750 \times 3,3}{2 \times 0,70} \approx 1770 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Momento máximo :  $M = q l^2 / 8 = 1020 \text{ kgm} = \frac{750 \times 3,3^2}{8}$

$M_d = 1420 \text{ kgm}$



$\rightarrow A_s = 2,95 \text{ cm}^2$

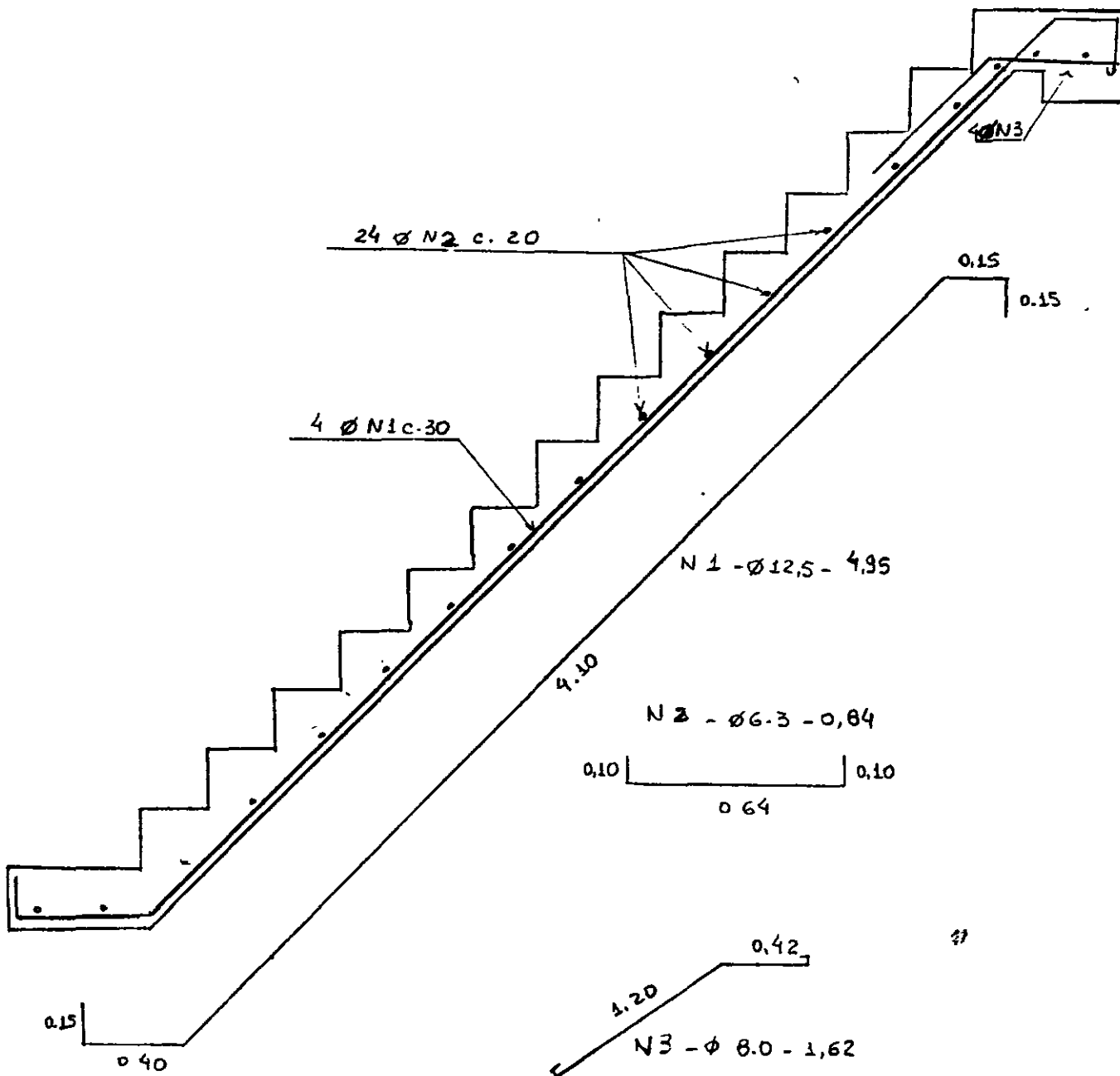
$A_{s \text{ min}} = 2,25 \text{ cm}^2$

Ø ADOTADO = Ø 12,5 C. 30



Obra	Assunto	
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	Data	Folha
Eng.º <i>[assinatura]</i>	DEZ/88	03 de 44

DETALHE - ESCADA TIPO (x4)





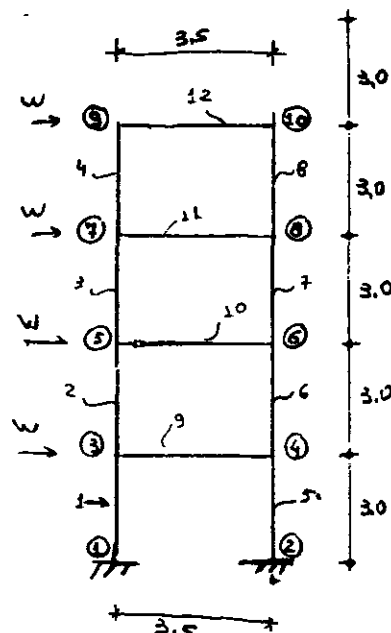
Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Estino / B / Rosa	MA	DEZ/88	04 de 44

- Efeito do vento -

O efeito do vento foi considerado segundo a Norma Brasileira da ABNT, e seu efeito calculado supondo-se pórtico plano, através do modelo de estruturas reticuladas.

A hipótese inicial foi a de que a estrutura estaria totalmente descarregada, estando somente sob o efeito do vento. Na segunda hipótese considerou-se todas as cargas atuando, sem o efeito do vento. A listagem de saída do computador para a 1ª hipótese encontra-se a seguir.

Pórtico considerado:



000172



Obra	Assunto	
AFUDG PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data
<i>Antônio B. Rosa</i>	<i>M</i>	DEZ 1988
		Folha
		05 de 44

ANALISE DE PORTICOS PLANOSDADOS DA ESTRUTURA

M	N	NJ	NR	NRJ	E
12	24	10	6	2	1400000.00

COORDENADAS DOS NOS

NO	X	Y
1	0.00	0.00
2	3.50	0.00
3	0.00	3.00
4	3.50	3.00
5	0.00	6.00
6	3.50	6.00
7	0.00	9.00
8	3.50	9.00
9	0.00	12.00
10	3.50	12.00

DESIGNACOES E PROPRIEDADES DOS MEMBROS

MEMBRO	JJ	JK	AX	Iz	L	CX	CY
1	1	3	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
2	3	5	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
3	5	7	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
4	7	9	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
5	2	4	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
6	4	6	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
7	6	8	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
8	8	10	0.09	0.00	3.00	0.00	1.00
9	3	4	0.06	0.00	3.50	1.00	0.00
10	5	6	0.06	0.00	3.50	1.00	0.00
11	7	8	0.06	0.00	3.50	1.00	0.00
12	9	10	0.06	0.00	3.50	1.00	0.00

RESTRICOES DE NO

NO	REST.X	REST.Y	REST.Z
1	1	1	1
2	1	1	1

DADOS DE CARGA

NLJ      NLM

000173



Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto TOMADA D'ÁGUA- ESTRUTURA	
Cálculo Custódio Rosa	Visto M	Data DEZ/88	Folha 06 de 44

ANALISE DE PORTICOS PLANOS

(continua)

DES. APLICADAS NOS NOS

J	ACAO X	ACAO Y	ACAO Z
3	0.32	0.00	0.00
5	0.32	0.00	0.00
7	0.32	0.00	0.00
9	0.32	0.00	0.00

SLOCAMENTOS DE NO E REACOES DE APOIO

0	DESL.X	DESL.Y	DESL.Z	REAC.X	REAC.Y	REAC.Z
1	-0.000000	0.000000	0.000000	-0.64	-1.98	1.34
2	0.000000	0.000000	0.000000	-0.64	1.98	1.34
3	0.003326	0.000047	-0.001200	0.00	0.00	0.00
4	0.003319	-0.000047	-0.001198	0.00	0.00	0.00
5	0.007892	0.000077	-0.001083	0.00	0.00	0.00
6	0.007886	-0.000077	-0.001084	0.00	0.00	0.00
7	0.011364	0.000092	-0.000723	0.00	0.00	0.00
8	0.011358	-0.000092	-0.000723	0.00	0.00	0.00
9	0.013397	0.000096	-0.000378	0.00	0.00	0.00
0	0.013390	-0.000096	-0.000378	0.00	0.00	0.00

DES. DE EXTREMIDADE DE MEMBRO

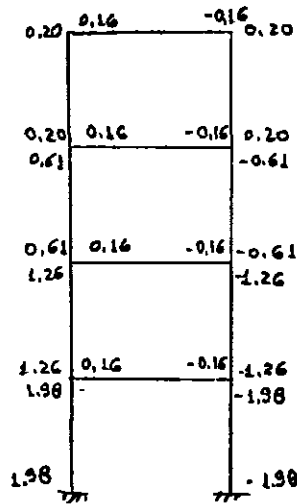
MBRO	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6
1	-1.978	0.641	1.339	1.978	-0.641	0.58
2	-1.255	0.480	0.683	1.255	-0.480	0.76
3	-0.613	0.320	0.367	0.613	-0.320	0.59
4	-0.199	0.160	0.131	0.199	-0.160	0.35
5	1.978	0.639	1.336	-1.978	-0.639	0.58
6	1.255	0.480	0.684	-1.255	-0.480	0.76
7	0.613	0.320	0.366	-0.613	-0.320	0.59
8	0.199	0.160	0.131	-0.199	-0.160	0.35
9	0.159	-0.723	-1.266	-0.159	0.723	-1.27
10	0.160	-0.642	-1.123	-0.160	0.642	-1.12
11	0.160	-0.414	-0.725	-0.160	0.414	-0.72
12	0.160	-0.199	-0.349	-0.160	0.199	-0.35



Obra	Assunto
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	Visto
Entina Rosa	M
Data	Folha
DEZ/08	07 de 44

Os diagramas apresentados a seguir registram os esforços obtidos para a primeira hipótese:

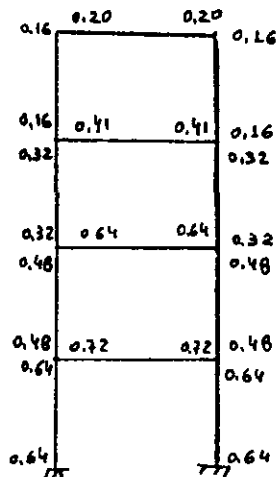
- a) ESFORÇO NORMAL : (+) tração  
(-) compressão



• unidade - t

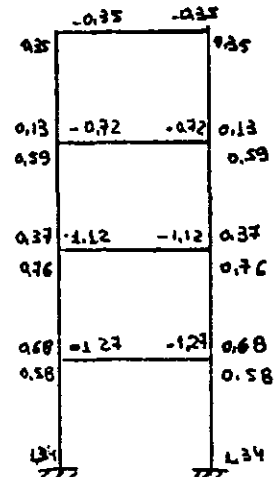
- b) ESFORÇO CORTANTE

• unidade - t



- c) MOMENTO FLETOR

• unidade - t.m





Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto - TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo Lustosa / B / Rosa	Visto M	Data DEZ/88	Folha 08 de 44

Verifica-se pelos dados de saída da estagem que o deslocamento máximo no sentido "y" (vertical) é de  $9 \times 10^{-3}$  cm, sendo, portanto, desprezível.

A rotação máxima devido ao efeito da carga de vento é também desprezível, sendo da ordem de 0,1 cm.

O deslocamento máximo no sentido "x" é de 1,3 cm, estando abaixo do limite estabelecido pela Norma, que é de 3,43 cm. Segue cálculo das cargas sem interferência do vento.

- CÁLCULO DAS CARGAS

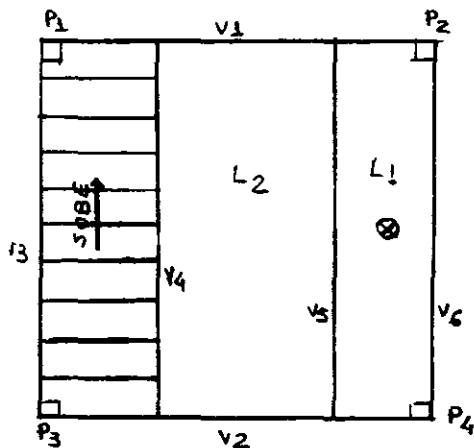
a) Pavimento superior

Características:

$f_{ck} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$

Aço - CA-50B

recobrimento - 2,5 cm



000176

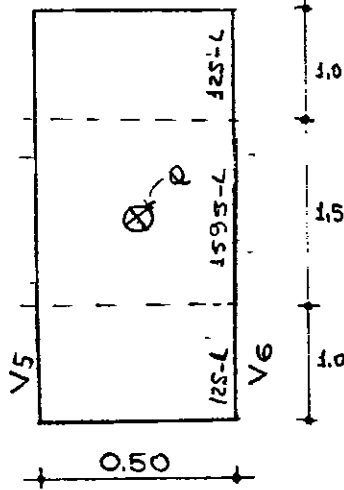




Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	- TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	Costa / Rosa	Visto	AL	Folha
			Data	09 de 44
			DEZ / 88	

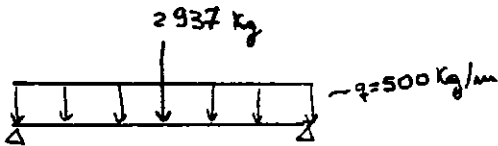
- LAJE - L1 (apoiado do APARELHO) - e = 10 cm

- sobrecarga - 250
- p. próprio -  $\frac{250}{500 \text{ Kg/m}^2}$



Carga Q:

- composta + haste + aparelho = 777 Kg.
- atrito - 2.160 Kg
- Q fechamento = 1.383 Kg
- Q abertura = 2.937 Kg



$R = 1593,5$        $M_{\text{máx}} = 385 \text{ Kg.m}$

↑ R

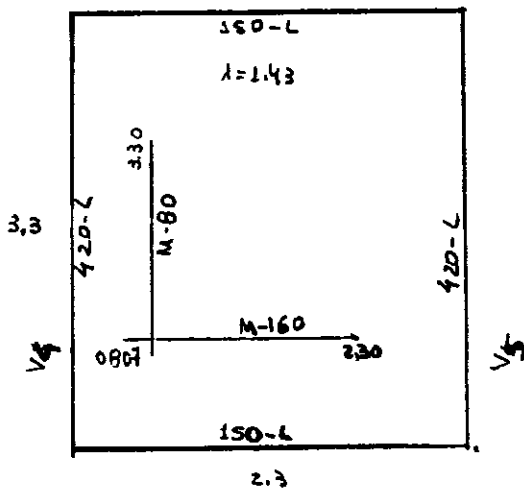
$M_d = 539 \text{ Kg.m}$  →

$d_{\text{mín}} = 4,5 \text{ cm}$  →  $A_s = 1,90 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_{s\text{mín}} = 1,80 \text{ cm}^2/\text{m}$

Ø 6.3 c. 16

- LAJE - L2 - e = 10 cm



Cálculo de q:

- sobrecarga - 200
- p. próprio -  $\frac{250}{450 \text{ Kg/m}^2}$

$M_x = 160 \text{ Kg.m}$  →  $A_{sx} = 0,80$

$M_y = 80 \text{ Kg.m}$  →  $A_{sy} = 0,40$

$A_{s\text{mín}} = 1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$  → Ø 6.3 c. 20

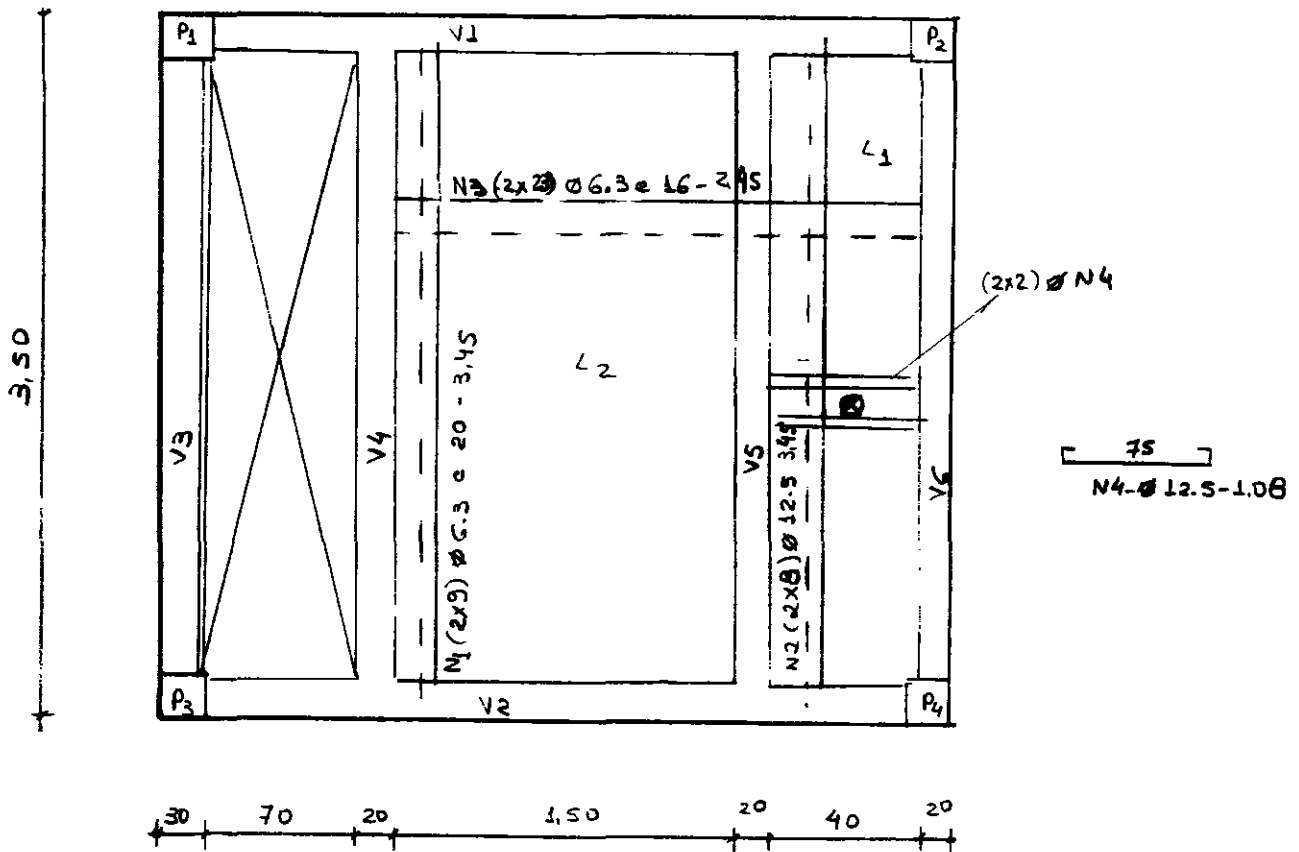
000177



Obra AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA		
Cálculo Lustina / B. Rosa	Visto M	Data DEZ/88	Folha 10 de 44

DETALHAMENTO - LAJES

LAJE L1 & LAJE L2



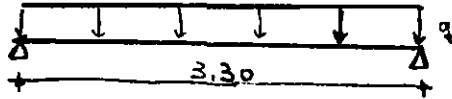
000178



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	Antônio B. Rosa	Visto	M.	Data
				Dez   88
				Folha 11 de 44

- VIGAS

V3. 20x30



$R = 415 \text{ Kg}$

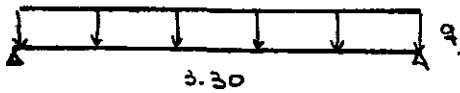
$M_{\text{máx}} = 340 \text{ Kg}$

cálculo de q:

- sobrecarga 100

- p. próprio  $\frac{150}{250} \text{ Kg/m}$

V4. 20x30



$R = 940 \text{ Kg}$

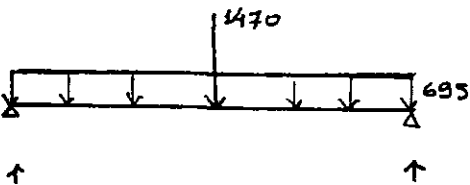
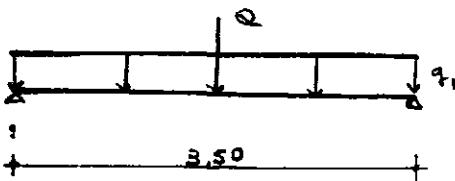
$M_{\text{máx}} = 780 \text{ Kg}$

cálculo de q:

- sobrecarga  $420 - L$

- p próprio :  $\frac{150 - V}{570} \text{ Kg/m}$

V5. 20x30



$R = 1950 \text{ Kg}$

$M_{\text{máx}} = 2.350 \text{ Kg}$

$q_1 \cdot \text{sovr} : 420 - L$   
 $125 - L$

$p \cdot p : \frac{150 - V}{695} \text{ Kg/m}$

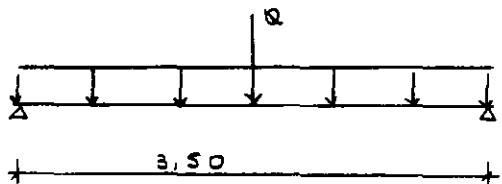
$Q : 0,5 \times \text{carga APARELHO}$

$Q = 0,5 \times 2937 \approx 1470 \text{ Kg}$



Obra ÁGUA PÚBLICA FRECHEIRINHA	Assunto TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo Cristina / B / Rosa	Visto ML
Data DEZ/88	Folha 12 de 44

V6 - 20x30



$R = 1220 \text{ Kg}$

$M_{max} = 1.710 \text{ Kg}\cdot\text{m}$

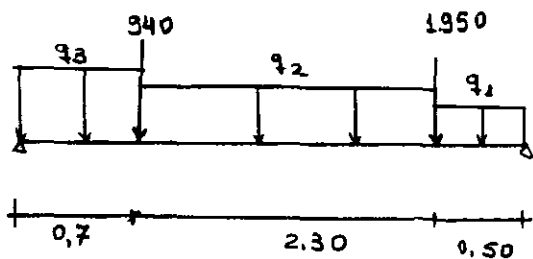
$q_1 - \text{sobrecarga} : 125 - L$

$p \text{ próprio} = \frac{150 - V}{275 \text{ Kg/m}}$

Q - 0,5 x carga APARELHO

$Q = 1.470 \text{ Kg}$

V1. 20x30



$R_1 = 2574$

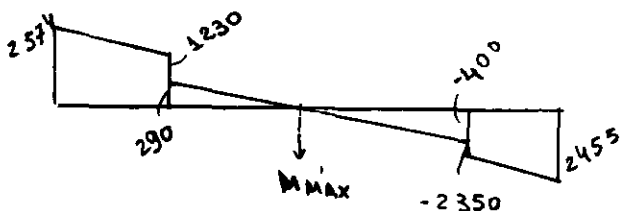
$R_2 = 2455$

$q_1 - \text{sob} - 60 - L$   
 $p - p = \frac{150 - V}{210}$

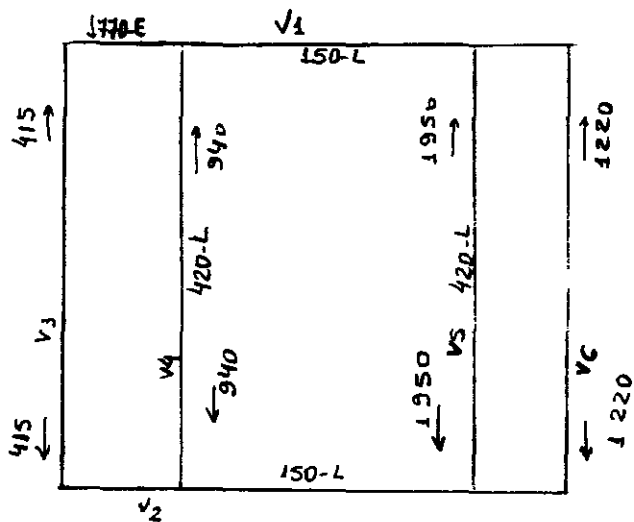
$q_2 - \text{sob} - 150 - L$   
 $p - p = \frac{150 - V}{300}$

$q_3 - \text{sob} - 1770 - E$   
 $p - p = \frac{150 - V}{1920}$

CORTANTE



$M_{max} = 1470 \text{ Kg}\cdot\text{m}$

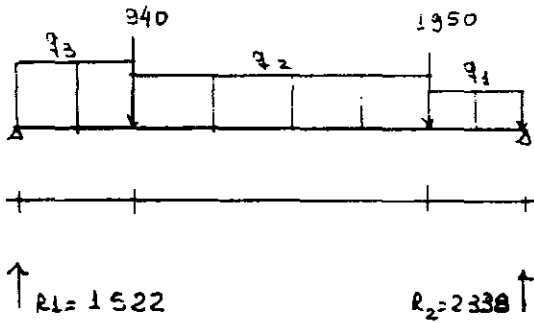


000180



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto - TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo Mestre 108 / Rosa	Visto M
Data DEZ 199	Folha 13 de 44

V2 - 20X30



$$q_1 - \text{sob} - 60-L$$

$$p-p - \frac{150-V}{210} \text{ Kg/m}$$

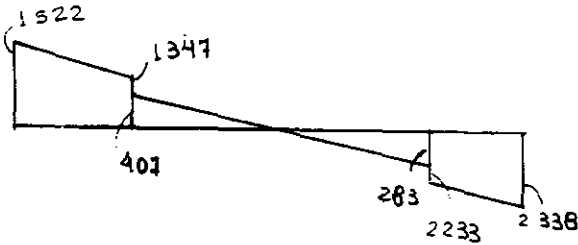
$$q_2 - \text{sob} - 150-L$$

$$p-p - \frac{150-V}{300}$$

$$q_3 - \text{sob (eventual)} - 100$$

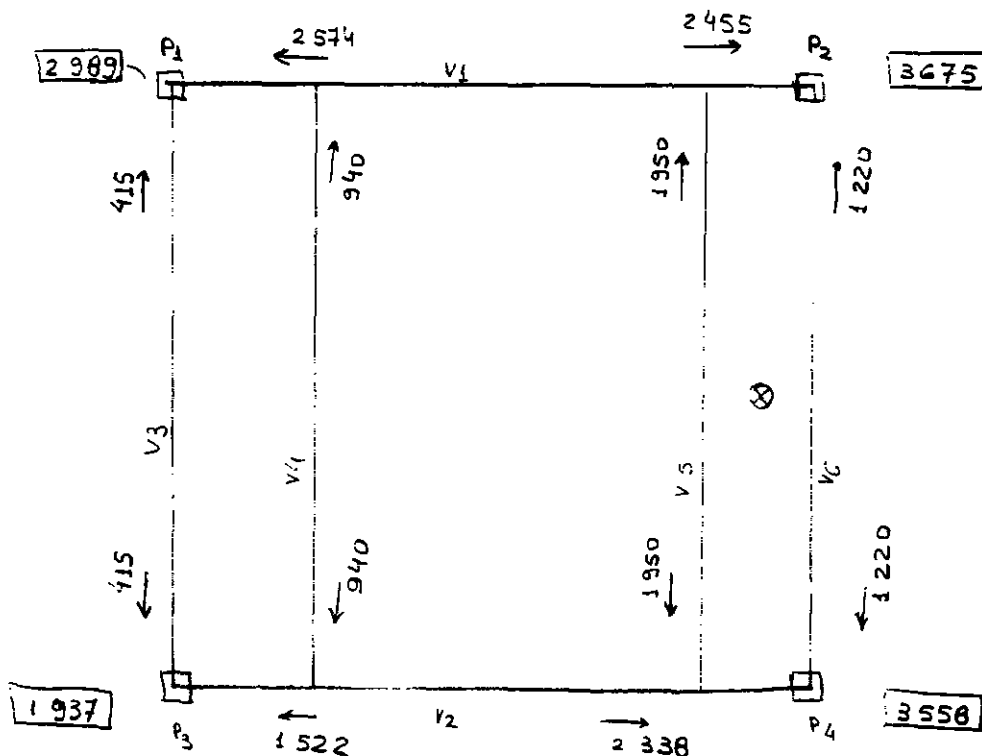
$$p-p - \frac{150-V}{250}$$

CORTANTE



$$M_{max} = 1.280 \text{ Kg m}$$

A situação do pavimento superior é, portanto:

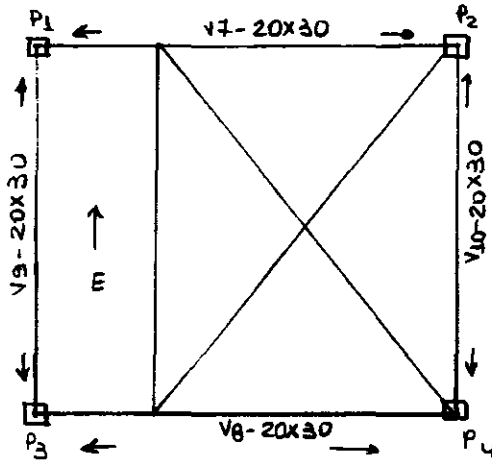


000181

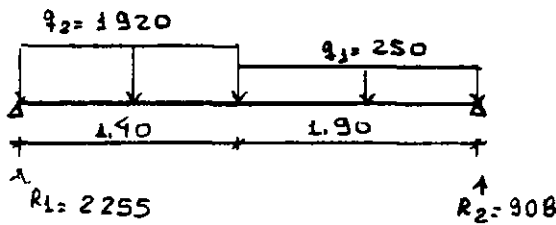


Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo Antônio B. B. / B. B.	Visto M
Data DEZ 1988	Folha 14 de 44

Cálculo do pavimento-tipo



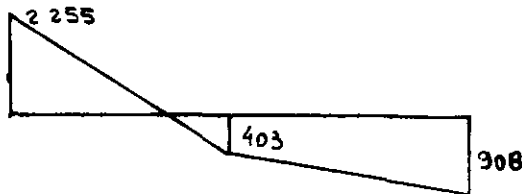
VIGAS: V7 = V8 (20x30)



$$q_1 - \text{sob} - 100 - (4v) \\ p - \text{prop} - \frac{150 - v}{250}$$

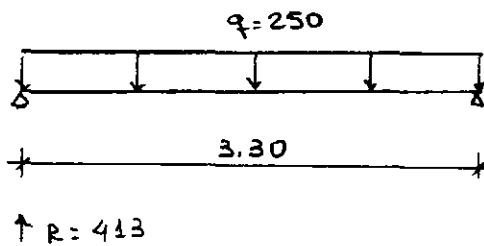
$$q_2 - \text{sob} - 1,770 - E. \\ p - p. - \frac{150 - v}{1,920}$$

CORTANTE



$$M_{\text{máx}} = 2,324 \text{ Kg.m}$$

VIGAS: V9 = V10 (20x30)



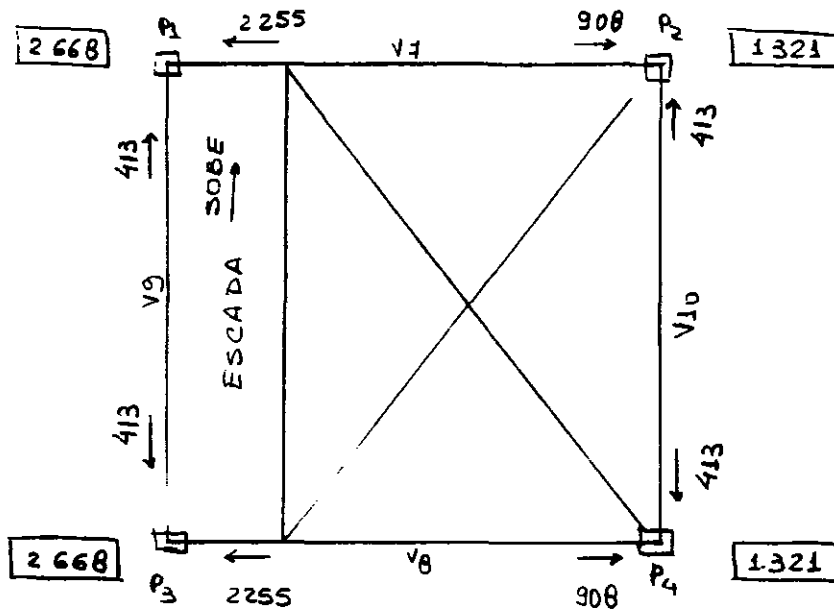
$$q - \text{sob} - 100 (ev) \\ p - p - \frac{150 - v}{250}$$

$$M_{\text{máx}} = 340 \text{ Kg.m}$$



Obra	AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	Antônio B. Rosa	Visto	M
		Data	DEZ/88
		Folha	15 de 44

A situação do pavimento tipo é



Conveniente salientar que, dependendo do nível, as posições das cargas se invertem, ficando P1 e P3 com as maiores cargas e P2 e P4 as menores. Isto acontece em virtude da posição da escada em relação às vigas de apoio.



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA			
Cálculo	Barbosa / Roca	Visto	MA	Data	DEZ 188	Folha	16 de 44

O QUADRO ABAIXO INDICA TODOS OS ESFORÇOS NORMAL, CORTANTE E MOMENTO FLETOR PARA AS VIGAS, BEM COMO APRESENTA AS SEÇÕES DE AÇO PARA OS ESFORÇOS CORRESPONDENTES.

VIGA 20x30	N <sub>v</sub>	V <sub>v</sub> <sup>MAX</sup>	V <sub>s</sub> <sup>MAX</sup>	V <sub>TOTAL</sub>	M <sub>v</sub> <sup>MAX</sup>	M <sub>s</sub> <sup>MAX</sup>	M <sub>TOTAL</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>sw</sub>
V1	160	200	2574	2774	350	1470	1820	2.71	3.80
V2	160	200	2574	2774	350	1470	1820	2.71	3.80
V6	160	200	1220	1420	350	1710	2060	3.07	1.95
V5	—	—	1950	1950	—	2350	2350	3.50	2.67
V4	—	—	940	940	—	780	780	1.16	1.29
V3	160	200	415	615	350	340	690	1.03	0.84
V7	160	720	2255	2975	1270	1324	2594	3.44	4.08
V8	160	720	2255	2975	1270	1324	2594	3.44	4.08
V9	160	720	413	1133	1270	340	1610	2.40	1.55
V10	160	720	413	1133	1270	340	1610	2.40	1.55

### CONVENÇÕES :

N<sub>v</sub> : ESFORÇO NORMAL DEVIDO AO VENTO. (kg)

V<sub>v</sub> : ESFORÇO CORTANTE DEVIDO AO VENTO. (kg)

V<sub>s</sub> : ESFORÇO CORTANTE DEVIDO ÀS SOBRECARGAS. (kg)

M<sub>v</sub> : ESFORÇO MOMENTO FLETOR DEVIDO AO VENTO. (kg.m)

M<sub>s</sub> : ESFORÇO MOMENTO FLETOR DEVIDO ÀS SOBRECARGAS. (kg.m)

A<sub>s</sub> : SEÇÃO DE AÇO PARA MOMENTO FLETOR (cm<sup>2</sup>)

000184





Obra	Assunto		
AÇO DE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
<i>mitana</i> <i>B/essa</i>	<i>M.</i>	DEZ/88	17 de 44

ASW: SEÇÃO DE AÇO PARA ESFORÇO CORTANTE (ESTRIBOS)  $\frac{\text{cm}^2}{\text{M}}$

$$A_s = \frac{M_d}{\alpha \times d} ; M_d = 1.4 \text{ M} , A_{s \text{ MIN}} = 0,9 \text{ cm}^2$$

$$A_{sw} = \frac{1.15 \times V_d}{f_{yd} \times d} ; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1.15} , V_d = 1.4 \text{ V}$$

VALORES ADOTADOS:

$$f_{ck} = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yk} = 5000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AÇO CA-50B)}$$

RECOBRIMENTO : 25 cm .

RESUMO DA FERRAGEM A SER ADOTADA PARA AS VIGAS:

$$V1 = V2 - 20 \times 30 : A_s = 2.71 (3\phi 12.5), A'_s = 0.90 (3\phi 6.3), A_{sw} = 3.80 (20\phi 6.3 \text{ c } 15)$$

$$V5 = V6 - 20 \times 30 : A_s = 3.50 (4\phi 12.5), A'_s = 1.17 (3\phi 6.3), A_{sw} = 2.67 (15\phi 6.3 \text{ c } 20)$$

$$V3 = V4 - 20 \times 30 : A_s = 1.16 (2\phi 12.5), A'_s = 0.40 (2\phi 6.3), A_{sw} = 1.29 (15\phi 6.3 \text{ c } 20)$$

$$V7 = V8 - 20 \times 30 : A_s = 3.44 (4\phi 12.5), A'_s = 1.15 (3\phi 6.3), A_{sw} = 4.08 (23\phi 6.3 \text{ c } 13)$$

$$V9 = V10 - 20 \times 30 : A_s = 2.40 (3\phi 12.5), A'_s = 0.8 (2\phi 6.3), A_{sw} = 1.55 (15\phi 6.3 \text{ c } 20)$$

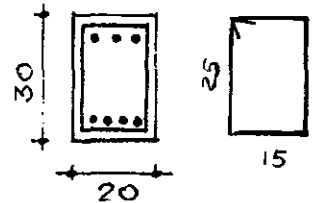
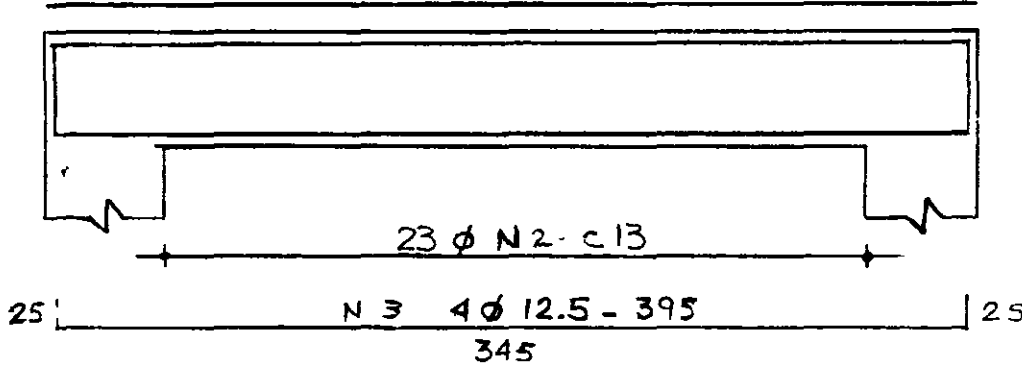


Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA
Cálculo Antônio B. Rocha	Visto M
Data DEZ / 88	Folha 16 de 44

### DETALHES DAS VIGAS:

V1 = V2 = V7 = V8 - 20x30

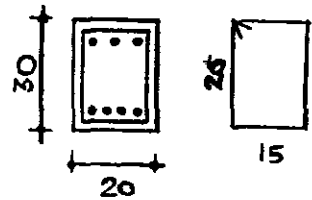
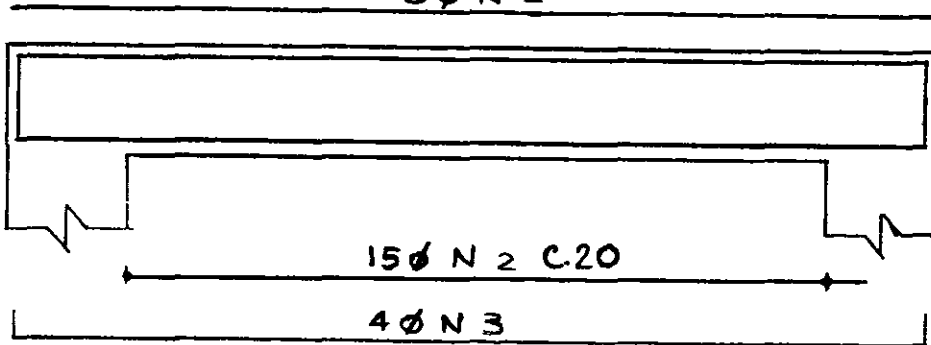
N 1 - 3ø6.3 - 3.45



N 2 - ø6.3 c15-100

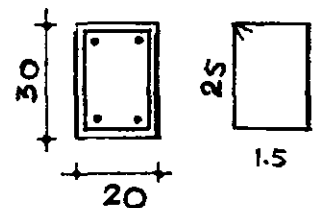
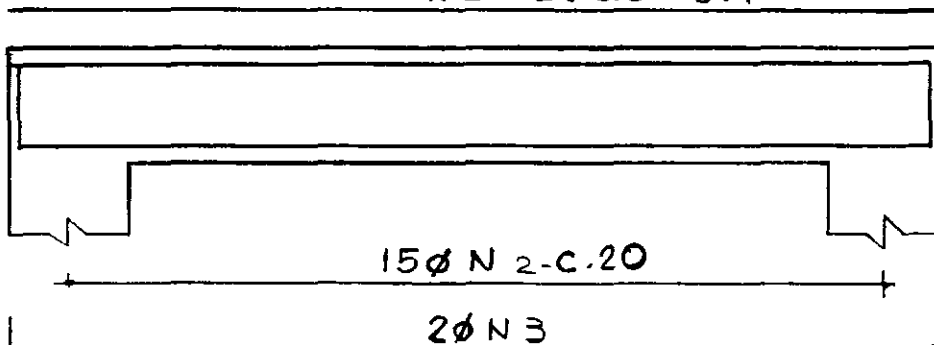
V5 = V6 = V9 = V10 - 20x30

3ø N 1



V3 = V4 - 20x30

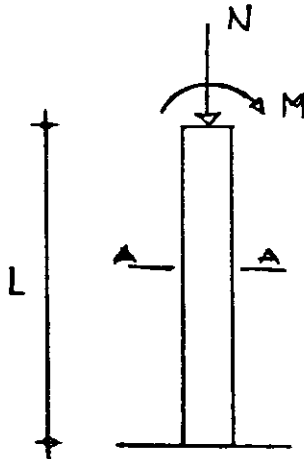
N 1 - 2ø6.3 - 3.4





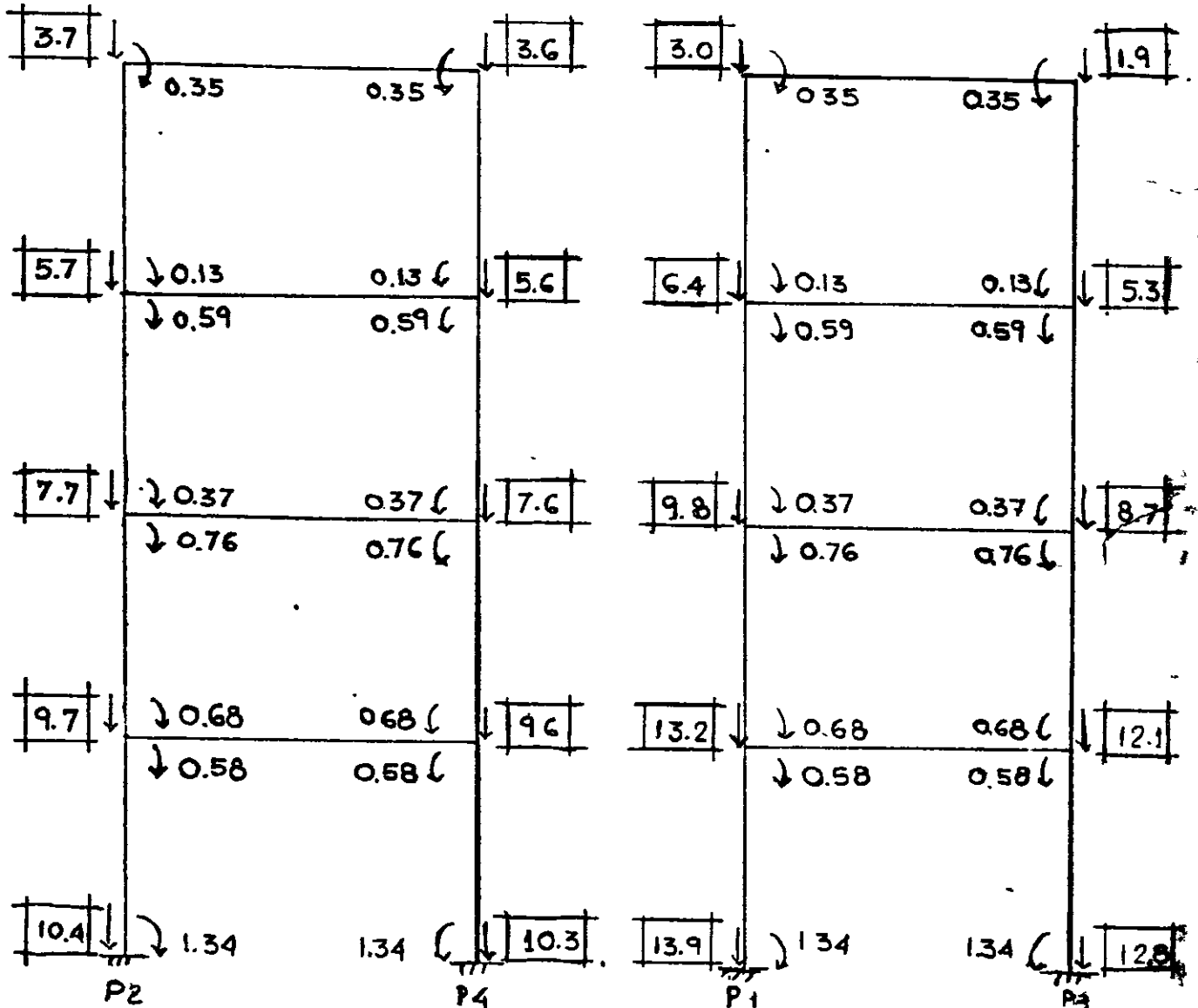
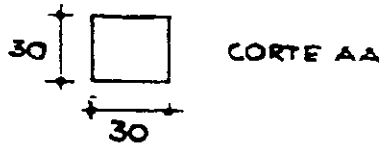
Obra <b>AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA</b>	Assunto <b>- TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA -</b>
Cálculo <i>Costa / R. / Rosa</i>	Visto <i>ML</i>
Data <b>DEZ/88</b>	Folha <b>19 de 44</b>

# DIMENSIONAMENTO DOS PILARES



VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ:

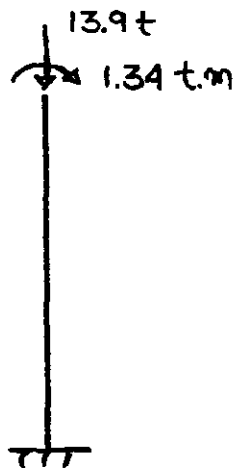
$$\lambda = 3.46 \times \frac{L}{b} = 3.46 \times \frac{3.00}{0.30} = 34.6 < 40$$



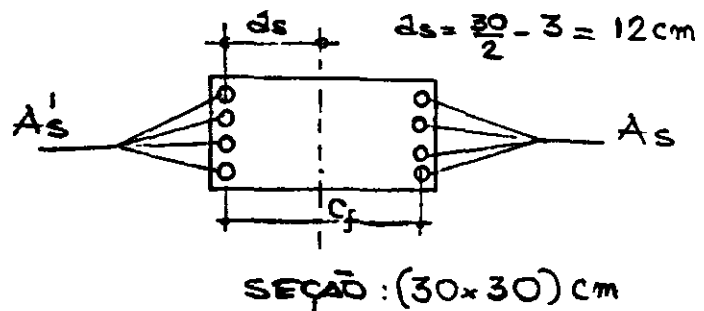


Obra AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo Antônio (B) Rosa.	Visto H.
Data DEZ 188	Folha 20 de 44

TODOS OS PILARES SERÃO ANALISADOS PELO PILAR MAIS SOLICITADO. — PILAR P1 :  $N = 13.9 \text{ t}$ ,  $M = 1.34 \text{ t.m}$



PRÉ. DIMENSIONAMENTO



### VERIFICAÇÃO DA EXCENTRICIDADE

$$e_a = \frac{h}{30} \geq 2 \text{ cm} ; e_a = \frac{30}{30} = 1 \text{ cm} < 2 \text{ cm} \rightarrow \Delta \text{ DOU-SE: } e_a = 2 \text{ cm}$$

$$e_1 = \frac{M}{N} = \frac{1.34}{13.9} = 0.096 \text{ m} = 9.6 \text{ cm}$$

$$e_T = e_a + e_1 = 2 + 9.6 = 11.6 \text{ cm} ; e_0 = \frac{h}{6} = \frac{30}{6} = 5 \text{ cm}$$

$e_T > e_0 \rightarrow$  GRANDE EXCENTRICIDADE

### DETERMINAÇÃO DO MOMENTO DE DIMENSIONAMENTO.

$$M_s = N (e_1 + e_a + d_s) = 13.9 (0.096 + 0.02 + 0.12) = 3.28 \text{ t.m}$$

$$M_{sd} = 1.4 M_s = 1.4 \times 3.28 = 4.59 \text{ t.m}$$

$$M_{id} = \mu b d^2 f_{cd} ; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1.4} = \frac{150}{1.4} = 107, \mu = f(4.503) = 0.256$$

$$M_{id} = 0.256 \times 30 \times 24^2 \times 107 = 473334 \text{ kg.cm} = 4.73 \text{ t.m}$$



Obra AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA		
Cálculo Interna / Rosa	Visto ///	Data Dez 198	Folha 21 de 44

### DETERMINAÇÃO DAS SECÇÕES DE FERRO $A_s$ E $A'_s$

$$M_{sd} < M_{id} \rightarrow A'_s = 0.$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b d^2 f_{cd}} = \frac{4.59}{0.30 \times 0.24^2 \times 1070} = 0.248 \rightarrow \varphi = 0.824$$

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} \left( \frac{M_{sd}}{z} - N_d \right); \quad z = \varphi d = 0.824 \times 0.24 = 0.198$$

$$A_s = \frac{1}{5/1.15} \left( \frac{4.59}{0.198} - 13.9 \right) = 2.13 \text{ cm}^2$$

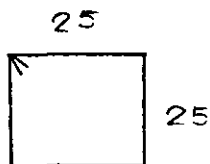
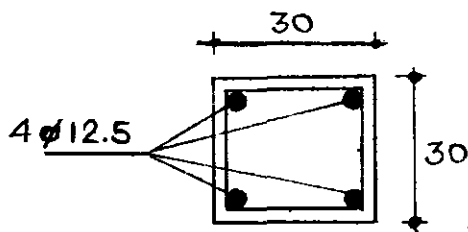
$$A_{s_{mín}} = 0.5\% A_c = 0.005 \times 30 \times 30 = 4.5 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 2.13$$

ARMADURA LONGITUDINAL: 4  $\phi$  12.5

ESTRIBO:  $e = 12 \phi = 12 \times 12.5 = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm} \rightarrow 2 \phi$  6.3 c 15 cm

### DETALHE CONSTRUTIVO.

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 \text{ (x4)}$$

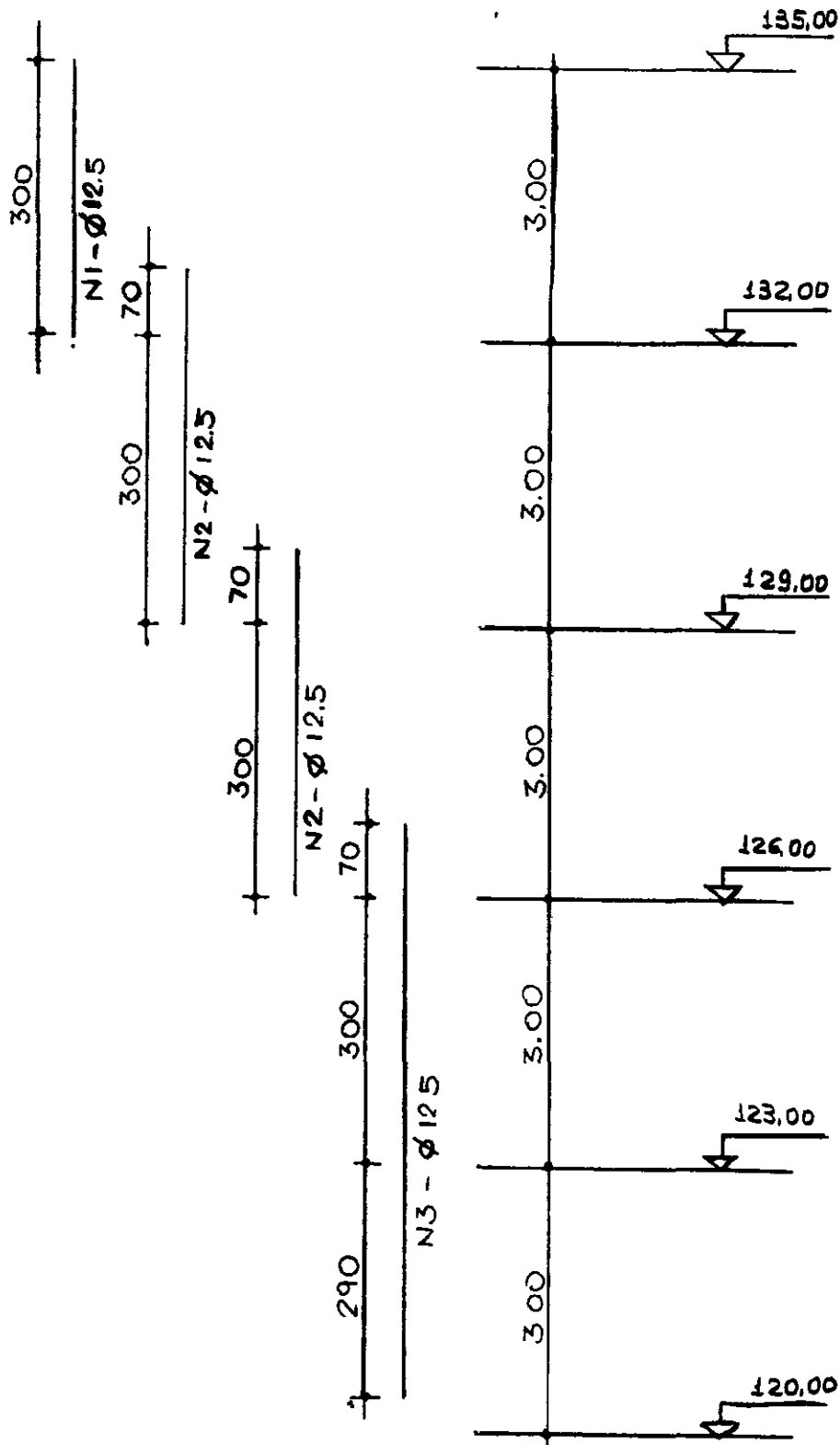


N4 - 20  $\phi$  6.3 c 15 - 116



Obra	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	Antônio B. Rosa	Visto	[assinatura]
		Data	DEZ/88
		Folha	22 de 44

### ESQUEMA VERTICAL





Obra	ÁGUA DE PÚBLICO E RECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	Bastina / Rosa	Visto	M
		Data	DEZ/88
		Folha	23 de 44

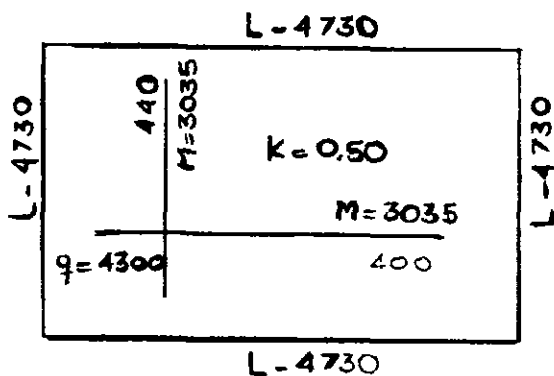
A CAIXA DE APOIO À ESTRUTURA TEM PAREDES DE 60 E 80 cm DE ESPESSURA, E LAJES DE TAMPA E DE FUNDO COM 25 cm DE ESPESSURA.

A LAJE DE FUNDO SERÁ CALCULADA COM UMA CARGA DE 4000 kg/m<sup>2</sup>, INCLUINDO-SE NESTA, O PESO PRÓPRIO + SOBRECARGA + AÇÃO DO VENTO.

CONSIDERANDO QUE A CAIXA FUNCIONARÁ ABERTA EM UM DOS LADOS E QUE NÃO HÁ ATERRO SOBRE ELA, A CARGA SOBRE AS PAREDES TENDE A O (ZERO).

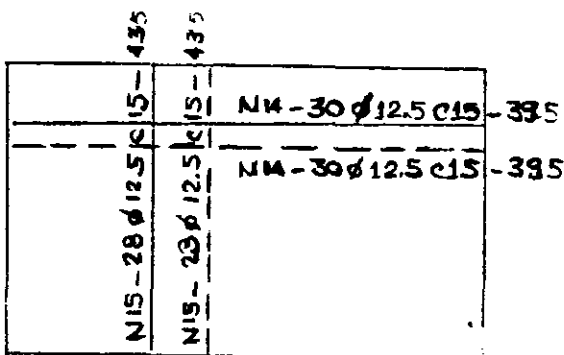
ATENÇÃO ESPECIAL DEVE SER DADA NAS CHEGADAS DOS PILARES.

LAJE DE FUNDO - e = 25 cm



PESO PRÓPRIO = 625  
 SOBRECARGA = 150  
 AÇÃO DO VENTO = 3500  
 4275 kg/m<sup>2</sup>

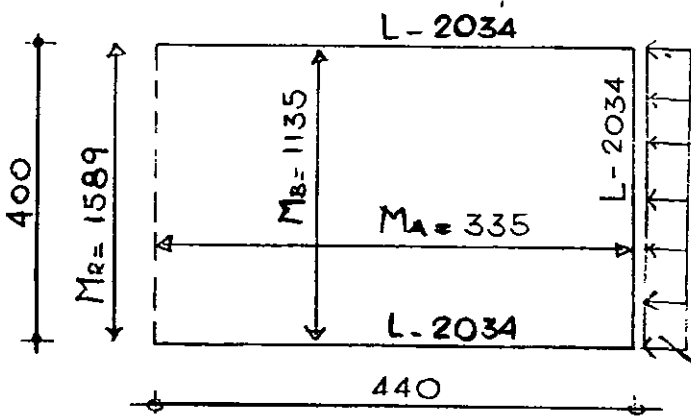
$A_s = 4.94 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $A_{s\text{MIN}} = 0.15/bh = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m} < A_s$   
 $\phi 12.5 \text{ c } 15$





Obra AFUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo custo B/Rosa	Visto M.
Data DEZ 188	Folha 24 de 44

LATE SUPERIOR DA CAIXA - e = 25cm



PESO PRÓPRIO = 625

SOBRECARGA =  $\frac{150}{775} \text{ kg/m}^2$

$q = 800 \text{ kg/m}^2$

$M_A = 335 \text{ kg.m} \rightarrow A_s = 0.54 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{s\text{MIN}} = 0.15\% bh = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\phi 12.5 \text{ c. 15}$

$M_B = 1135 \text{ kg.m} \rightarrow A_s = 1.85 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{s\text{MIN}} = 0.15\% bh = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\phi 12.5 \text{ c. 15}$

$M_R = 1589 \text{ kg.m} \rightarrow A_s = 2.58 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{s\text{MIN}} = 0.15\% bh = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\phi 12.5 \text{ c. 15}$

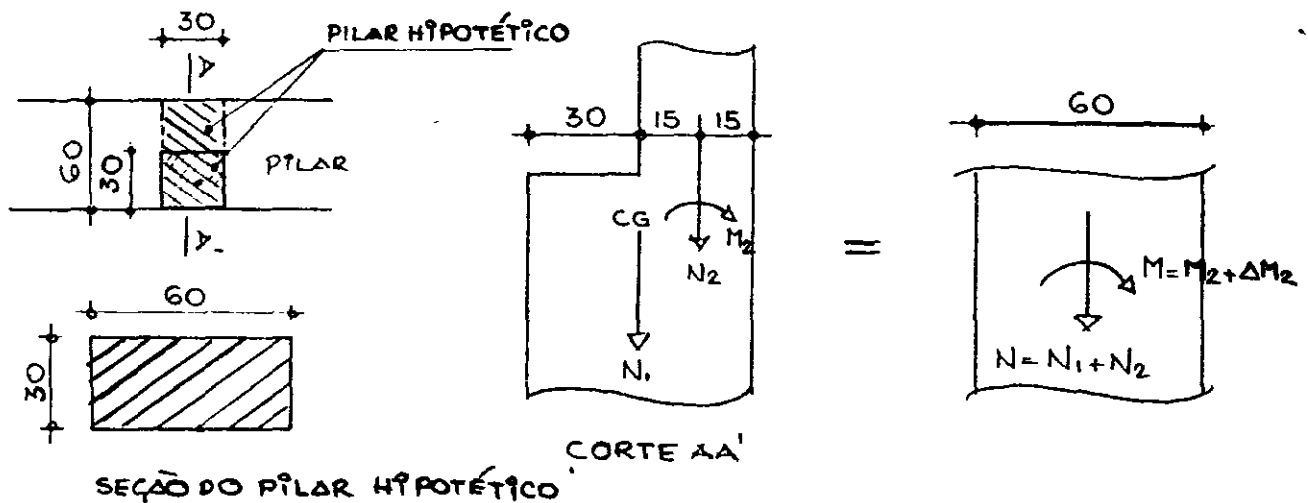
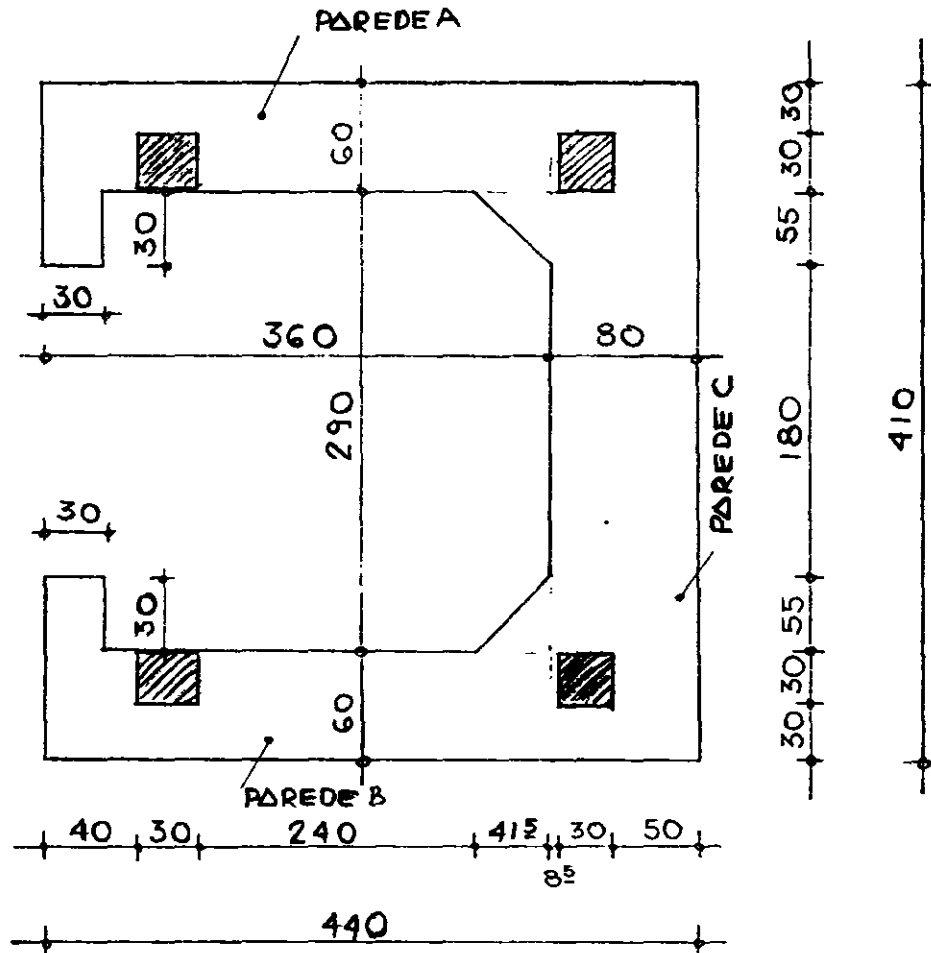
	N1 - 28 $\phi 12.5 \text{ c. 15}$	395	435
	N2 - 30 $\phi 12.5 \text{ c. 15}$	395	435





Obra	Assunto
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	Data
Eng.º Roberto Rosa	DEZ 1988
Visto	Folha
M	25 de 44

AS PAREDES DA CAIXA SERÃO CALCULADAS COMO PILARES, INICIALMENTE PARA UMA FAIXA DE 0,30 m, ISTO É OS PILARES TERÃO SEÇÃO TRANSVERSAL (30x60) cm.





Obra	LAGU DE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	Costina B. Rosa	Visto	M
		Data	DEZEMBRO/88
		Folha	26 de 44

### DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES A E B: PAR. A = PAR. B.

#### a) ESFORÇOS ATUANTES.

$$N_1 = LATE \times 0,30 + \text{PESO PRÓPRIO} = 2034 \times 0,30 + 0,30 \times 0,60 \times 3,00 \times 2500 \\ = 1960 \text{ Kg} = 1,96 \text{ t}$$

$$N_2 = \text{PESO DA ESTRUTURA} + \text{AÇÃO DO VENTO} = 13,9 \text{ t}$$

$$M_2 = \text{AÇÃO DAS CARGAS DA ESTRUTURA} + \text{AÇÃO DO VENTO} = 1,34 \text{ t.m}$$

$$\Delta M_2 = N_2 \times 0,15 = 13,9 \times 0,15 = 2,09 \text{ t.m}$$

$$N = N_1 + N_2 = 1,96 + 13,9 = 15,86 \text{ t}$$

$$M = M_2 + \Delta M_2 = 1,34 + 2,09 = 3,43 \text{ t.m}$$

#### b) VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ

$$\lambda = 3,46 \times \frac{L}{b} = 3,46 \times \frac{3,00}{0,30} = 34,6 < 40$$

#### c) VERIFICAÇÃO DA EXCENTRICIDADE

$$e_s = \frac{h}{30} = \frac{60}{30} = 2 \text{ cm} \geq 2 \quad ; \quad d_s = \frac{h}{2} - 3 = \frac{60}{2} - 3 = 27 \text{ cm.}$$

$$e_i = \frac{M}{N} = \frac{3,43}{15,86} = 0,22 \text{ m} = 22 \text{ cm}$$

$$e_o = \frac{h}{6} = \frac{60}{6} = 10 \text{ cm}$$

$$e_T = e_s + e_i = 2 + 22 = 24 \text{ cm} > e_o \rightarrow \text{GRANDE EXCENTRICIDADE}$$

#### c) DETERMINAÇÃO DO MOMENTO DE DIMENSIONAMENTO.

$$M_s = N (e_s + e_i + d_s) = 15,64 (0,02 + 0,22 + 0,27) = 7,98 \text{ t.m}$$

$$M_{sd} = 1,4 M_s = 1,4 \times 7,98 = 11,17 \text{ t.m}$$

$$M_{id} = \mu b d^2 f_{cd} ; \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,4} = \frac{150}{1,4} = 107, \quad \mu = f(\text{CA 508}) = 0,256$$

000194



Obra	AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	Antônio Rosa	Visto	DEZ/88 M
		Data	DEZ/88
		Folha	27 de 44

$$M_{id} = 0,256 \times 30 \times 54^2 - 107 = 2396252 \text{ kg.cm} = 2396 \text{ t.m}$$

d) CÁLCULO DAS SEÇÕES DE FERRO  $A_s$  E  $A'_s$ .

$$M_{sd} < M_{id} \rightarrow A'_s = 0.$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{11,17}{0,30 \times 0,54^2 \times 1070} = 0,119 \rightarrow \varphi = 0,924$$

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} \left( \frac{M_{sd}}{z} - N_d \right); \quad z = \varphi d = 0,924 \times 0,54 = 0,499$$

$$A_s = \frac{1}{5/1,15} \left( \frac{11,17}{0,499} - 15,86 \right) = 1,50 \text{ cm}^2$$

CONSIDERANDO SÓ A AÇÃO DA FORÇA CENTRADA.

$$A_{cn} = \frac{1,1 N_d}{0,85 f_{cd} + 0,008 \cdot f_{yd}} = \frac{1,1 \times 1,4 \times 15860}{0,85 \cdot (150/1,4) + 0,008 (5000/1,15)} = 194,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{sNEC} = 0,008 A_{cn} = 0,008 \times 194,07 = 1,55 \text{ cm}^2/30\text{cm} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{ARMADURA HORIZONTAL: } A_{SH} = 50\% A_{sNEC} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{ARMADURA VERTICAL: } \phi 12,5 \text{ c } 20$$

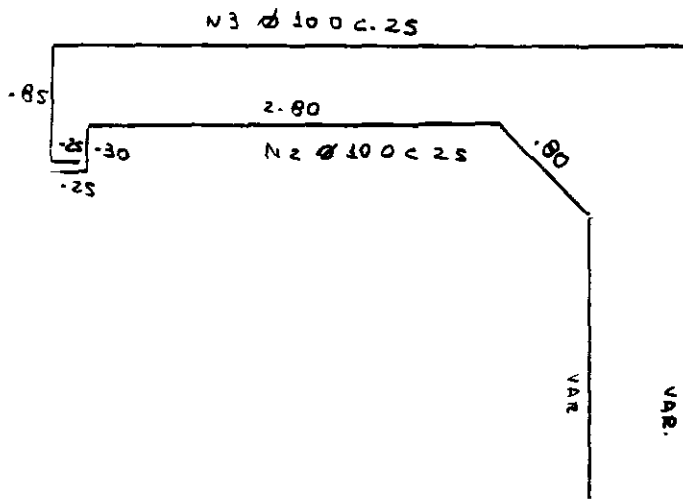
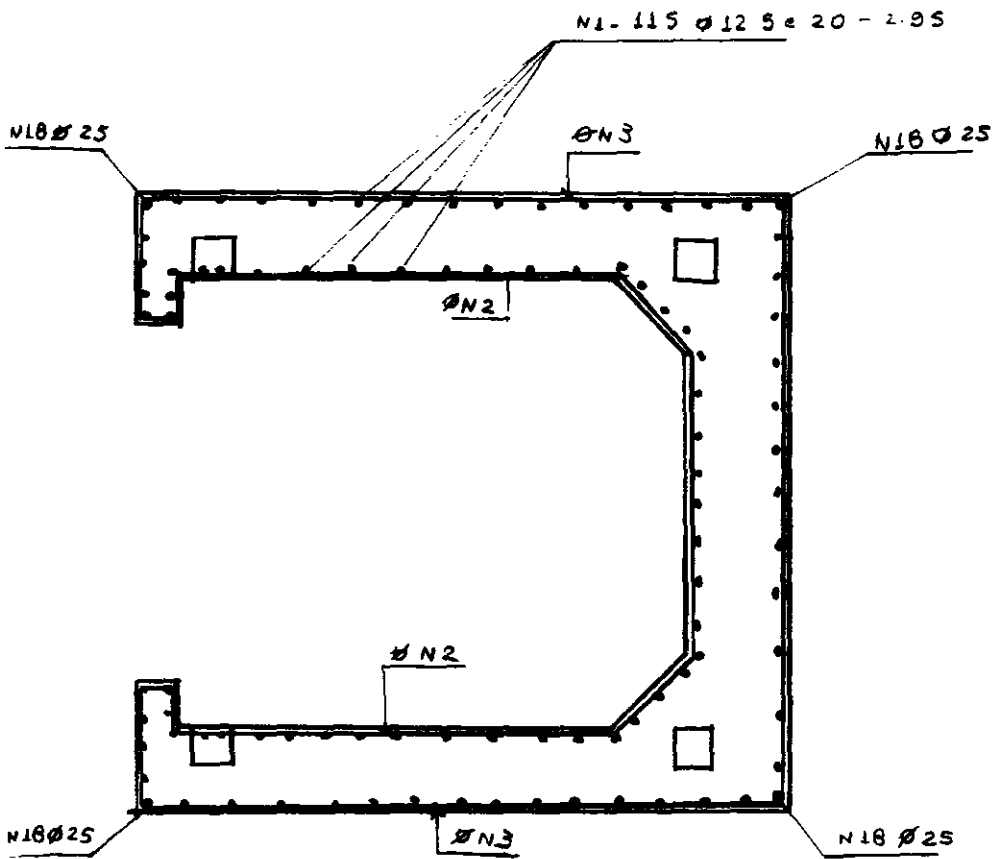
$$\text{ARMADURA HORIZONTAL: } \phi 10 \text{ c } 25$$

A PAREDE C TAMBÉM SERÁ DIMENSIONADA PELA FER-  
RAGEM ENCONTRADA NAS PAREDES A E B.



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Astina <i>[Signature]</i>	<i>M</i>	DEZ/88	28 de 44

DETALHAMENTO DA CAIXA DE APOIO



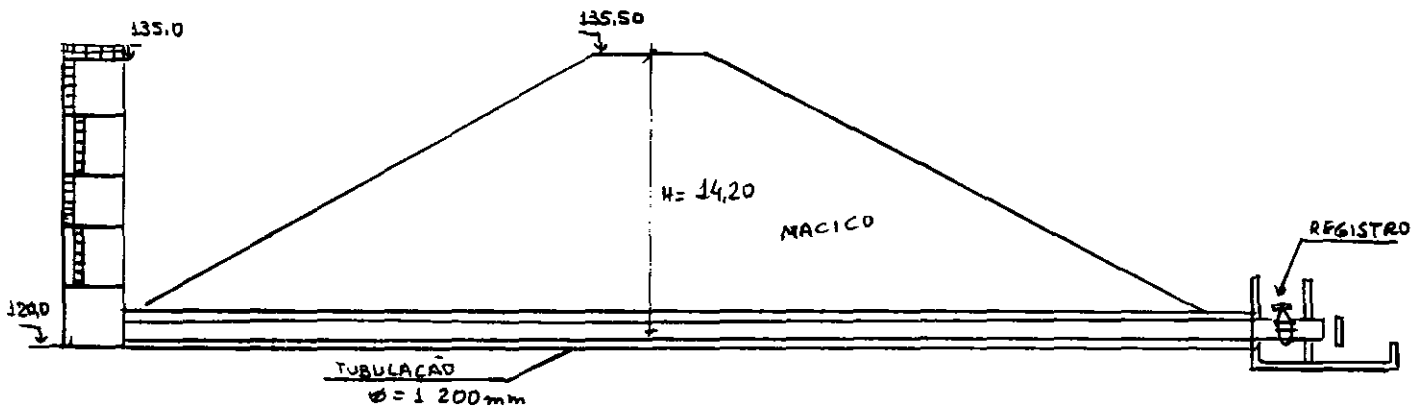


Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA
Cálculo	Visto
Costina / Roca	M
Data	Folha
DEZ/88	29 de 44

II - CÁLCULO DA GALERIA

A situação da tubulação enterrada é apresentada

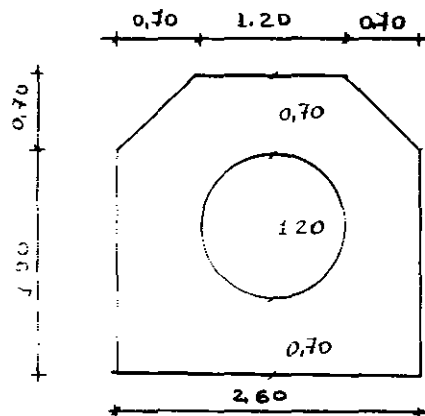
no esquis abaixo:



O material sobre a fundação é constituído por um solo do tipo SE, com peso específico saturado de  $2,10 \text{ g/cm}^3$ , e enrocamento de pedra próximo deste valor

Logo adotou-se para o material sobrejacente ao tubo  $\gamma_{SAT} = 2,1 \text{ t/m}^3$

As dimensões da camisa são mostradas abaixo:





Obra ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto TOMADA D'ÁGUA   ESTRUTURA	
Cálculo estrutural B/Rosa	Visto M1	Data DEZ/08	Folha 30 de 44

O cálculo da sobrecarga  $q$  baseado no método descrito por Zaidler <sup>1</sup>

$$Q \text{ equação fundamental } \leq Q = C_v \cdot \gamma \cdot B_d^2$$

ONDE:  $Q$  = carga (t/m)

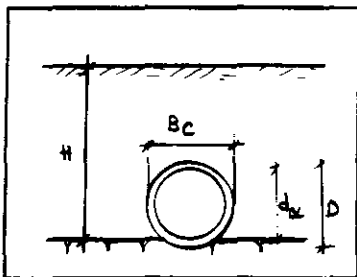
$C_v$  = coeficiente calculado pelo método

$\gamma$  = peso específico (t/m<sup>3</sup>)

$B_d$  = largura de influência, também calculada, (m)

c) Cálculo de  $B_d$

Dados de entrada



$H/B_c$  - relação adimensional

$n_{sd}$  - índice que depende do substrato

$p$  - relação  $d_e/D$

$K_M$  - índice que depende do material

Dado de saída:  $B_d/B_c$

Situação mais desfavorável desta barragem:

$$n_{sd} = 1.0$$

$$\Rightarrow n_{sd} \cdot p = 1.0$$

$$p = \frac{2,60}{2,60} = 1.0$$



Obra		Assunto	
AGUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
custo BB / Roca	M.	22/88	31 de 44

$$K_u = 0,1100 \quad (\text{argila saturada})$$

$$H/B_c = \frac{14,20}{2,60} = 5,46$$

$$\frac{B_d}{B_c} = 2,08 \quad \rightarrow \quad B_d = \underline{5,41 \text{ m}}$$

ii) Cálculo do Q:

$$\text{Dados de entrada} \begin{cases} \lambda = H/B_d & (\text{adimensional}) \\ K_u & (\text{dependido}) \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{14,20}{5,41} = 2,62$$

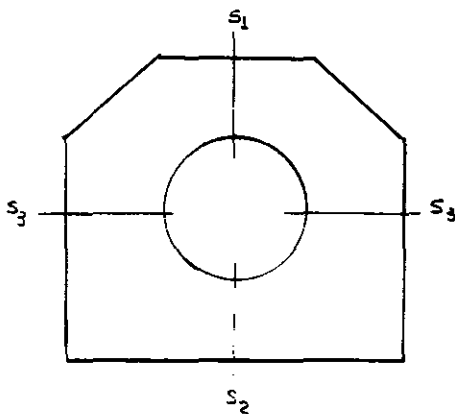
$$\rightarrow c_v = 1,93$$

$$K_u = 0,1100$$

$$Q = c_v \times \gamma \times B_d^2 = 1,93 \times 2,10 \times (5,41)^2 = 118,62 \text{ t/m}$$

$$Q \approx 119 \text{ t/m}$$

iii) Seções mais solictadas.



$$S_1 - 1,00 \times 0,70 \text{ m}^2$$

$$S_2 - 1,00 \times 0,70 \text{ m}^2$$

$$S_3 - 1,00 \times 0,70 \text{ m}^2$$

$$S_4 - 1,00 \times 0,70 \text{ m}^2$$

obs:  $\left\{ \begin{array}{l} f_{ck} \geq 150 \text{ Kg/cm}^2 \\ \text{CA-50B} \\ \text{recobrimento} = 2,5 \text{ cm} \end{array} \right.$

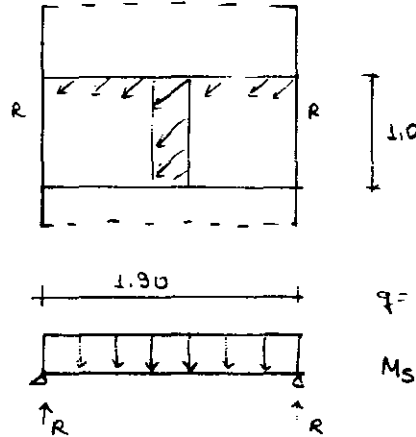
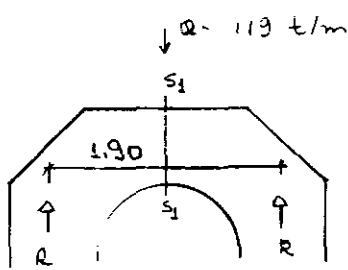
000199



Obra	ACUDE PÚBLICO - FRECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA
Cálculo	custo B / Rosa	Visto	M.
		Data	DEZ 1988
		Folha	32 de 44

iv) Cálculos para a hipótese de tubulação vazia

a) Cálculo Secção S1  $A_{s\ min} = 10,5\ cm^2/m$



$$A_s = \frac{M_d}{\alpha d}$$

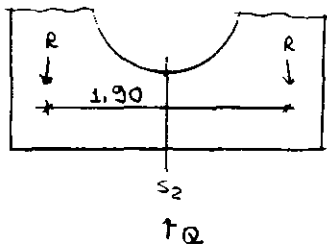
$$q = Q/l = 62,63\ t/m$$

$$M_{S1} = 28,26\ t.m$$

$$d = 49\ cm \quad A_s = 15,27\ cm^2/m \rightarrow \phi\ 12,5\ c.\ 08$$

b) Cálculo Secção S2  $A_{s\ min} = 10,5\ cm^2/m$

$$Q = 119\ t/m$$

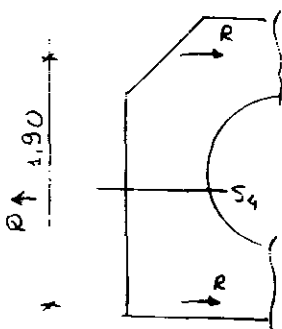


$$q = 119/1,90 = 62,63$$

$$M_{S2} = 28,26$$

$$A_s = 15,27\ cm^2/m$$

c) Cálculo Secções S3 e S4  $A_{s\ min} = 10,5\ cm^2/m$



$$Q = 119 \times \sin 45^\circ$$

$$Q = 59,50$$

$$q = 31,32\ t/m$$

$$M_{S3} = M_{S4} = 14,13\ t.m$$

$$A_s = 7,64\ cm^2/m \rightarrow \text{adotar } A_{s\ min}$$

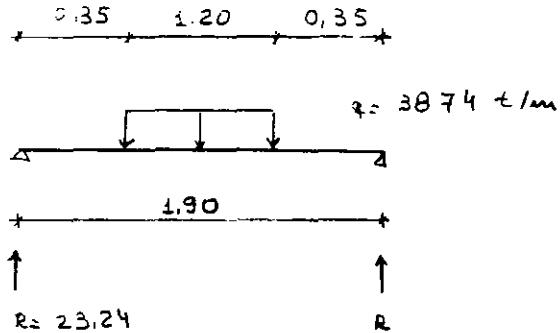
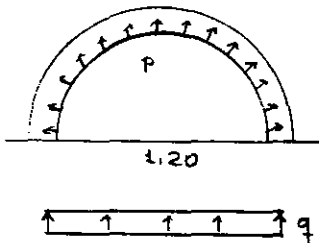
000200





Obra	ACUDE PLECO FRECHEIRA - A	Assunto	COMIDA D'AGUA / ESTRUTURA
Cálculo	Costa / Rosa	Visto	M.
		Data	DEZ 1 88
		Folha	33 de 44

v) Tubulação cheia  $\rightarrow p = 12,33$

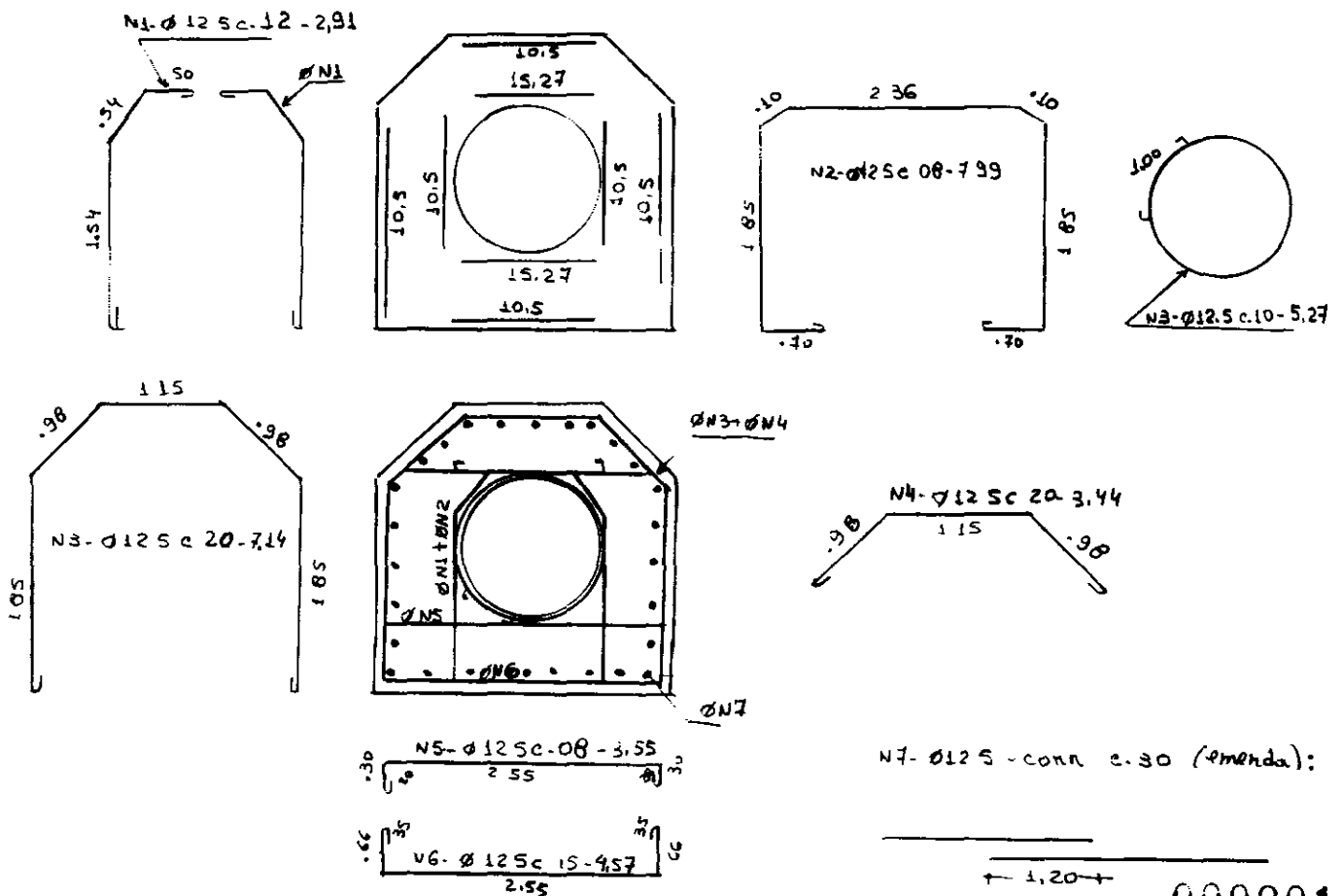


$q = \pi p = 38,74 \text{ t/m}$

$q' = q / 1,20 = 32,28 \text{ t/m}$

$M_{S1} = M_{S2} = M_{S3} = M_{S4} = 15,11 \rightarrow A_s = 8,16 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Adota-se } A_{s_{\text{mín}}} = 195 \text{ cm}^2/\text{m}$

vi) Detalhamento da 'camisa de concreto'

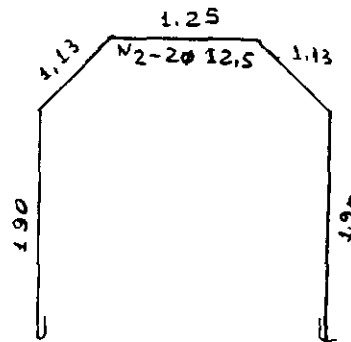
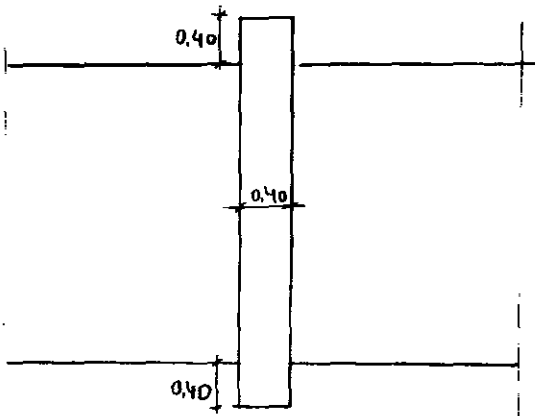
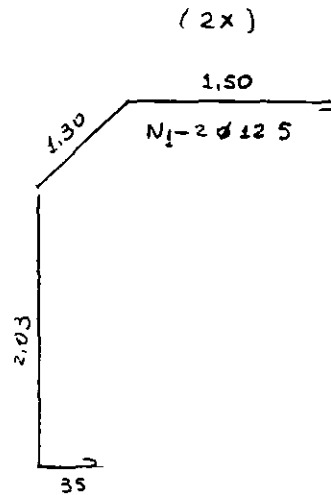
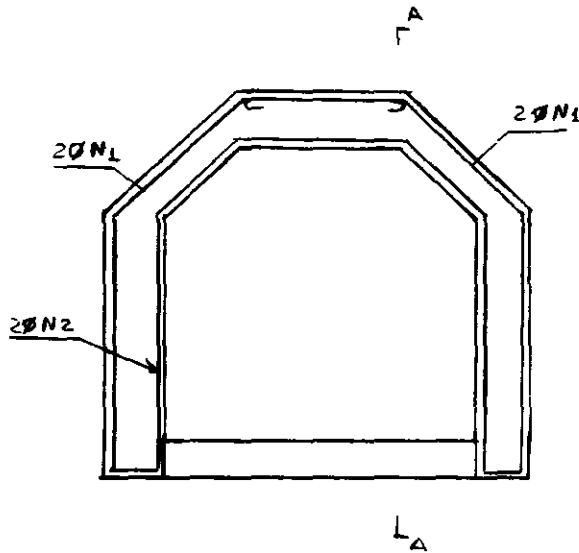


000201



Obra	ASO DE PÚBLICO - FRECHEIRINHA	Assunto	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA
Cálculo	Estina / B / Rosa	Visto	M.
		Data	DEZ / 88
		Folha	34 de 44

ver Detalhamento do anel



$$A_s = A_{smin}$$

$$S = 0.40 \times 0.40 \text{ m}^2$$

$$A_{smin} = 2.4 \text{ cm}^2$$

↳ 2Ø 12.5

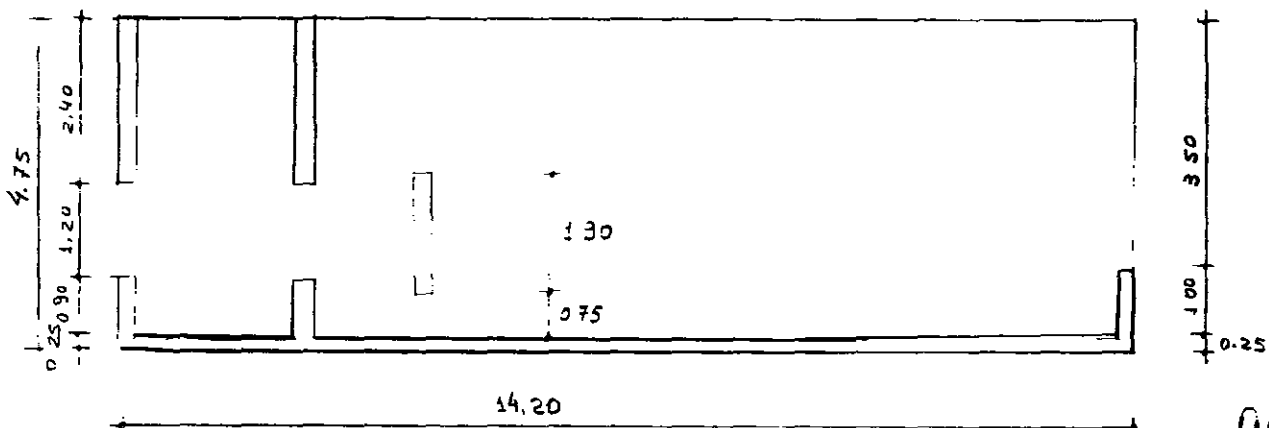
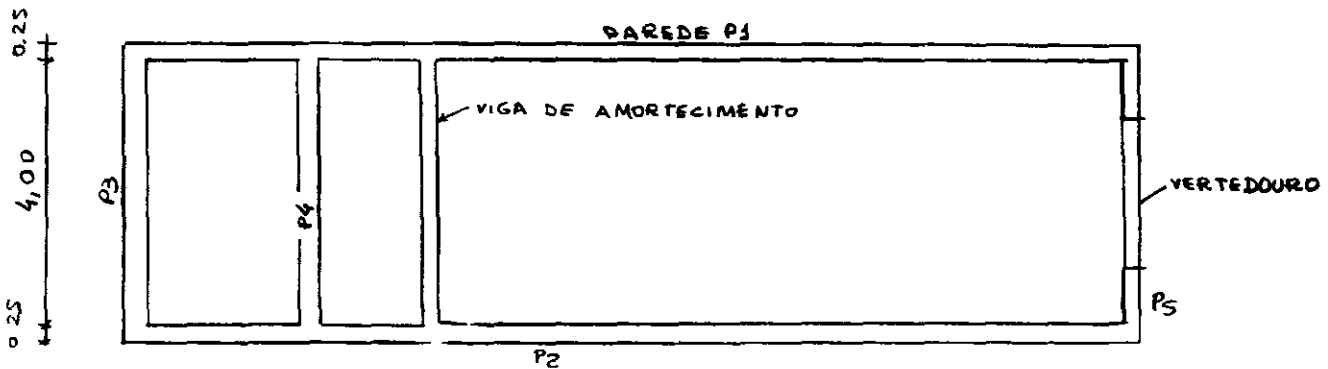


Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
Antônio B. Rosa	M.	DEZ/88	35 de 44

### III - BACIA DE DISSIPACÃO -

A bacia de dissipação foi projetada com uma parte anterior e outra posterior. A parte anterior é composta de uma câmara, na qual situa-se um registro, e a posterior composta de uma câmara para dissipação de energia limitada por um vertedouro.

Para maior eficiência da dissipação foi projetada uma viga de amortecimento, ao fim da tubulação, dentro da câmara posterior.



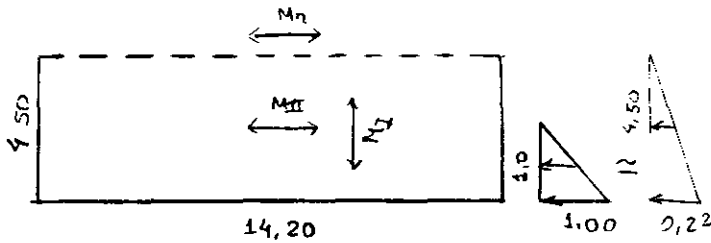
000203



Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA
Cálculo	Data
Costina / B / Rosa	DEZ/88
Visto	Folha
M	36 de 44

1) Cálculo das solicitações de carregamento d'água:

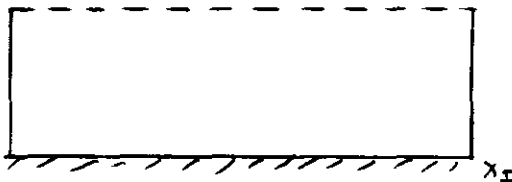
a) Paredes P1 e P2



$M_I = 0.23 \text{ t.m}$   
 $M_{II} = 0.18 \text{ t.m}$   
 $M_{II} = 0.32 \text{ t.m}$



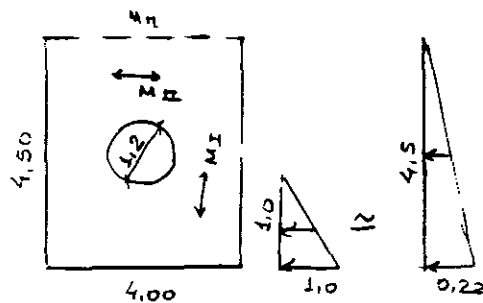
$X_{II} = 1.01 \text{ t.m}$



$X_I = 0.58 \text{ t.m}$

CONVENÇÕES: M - momentos positivos  
 $M_H$  - momento de bordo  
 X - momentos negativos

b) Parede P3.



$M_I = 0.05 \text{ t.m}$   
 $M_{II} = 0.11 \text{ t.m}$   
 $M_H = 0.11 \text{ t.m}$

SEÇÃO	MOMENTO	$A_s$	$A_{smin}$
25x100	$M_I$	0.08	3.75
	$M_{II}$	0.17	3.75
25x25	$M_H$	0.17	0.94

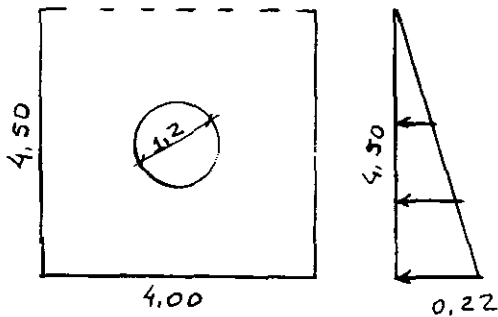


Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA
Cálculo	Visto
Custina / B / Rosa	M.
Data	Folha
DEZ / 88	37 de 44

Momentos e armaduras para = parede P1.

SEÇÃO	MOMENTO	As (cm <sup>2</sup> )	As min (cm <sup>2</sup> )
25X100	M <sub>I</sub>	0,36	3,75
	M <sub>II</sub>	0,28	3,75
	X <sub>I</sub>	0,91	3,75
	X <sub>II</sub>	1,59	3,75
25X25	M <sub>R</sub>	0,50	0,94

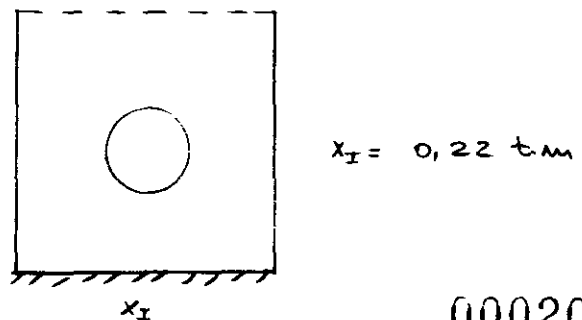
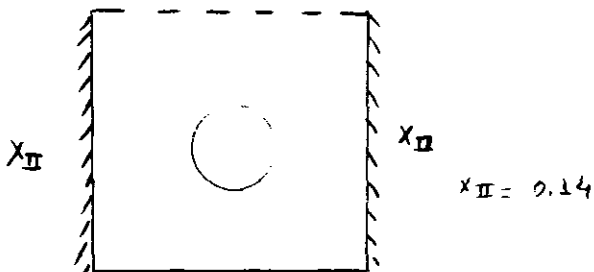
c) Parede P4 (SEMELHANTE A P3)



$$M_I = 0,05 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0,11 \text{ t.m}$$

$$M_R = 0,11 \text{ t.m}$$



000205

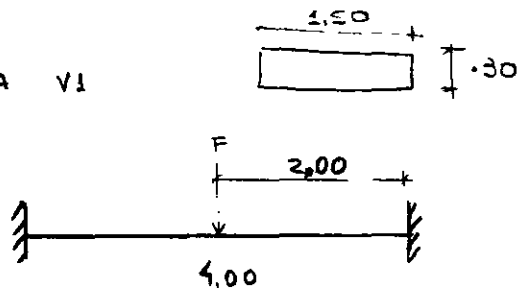


Obra		Assunto	
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Costa <i>BB / Rosa</i>	<i>M.</i>	DEZ/88	38 de 44

Parede P4: momentos

SEÇÃO	MOMENTO	AS	AS MIN
25X100	M <sub>I</sub>	0,08	3,75
	M <sub>II</sub>	0,17	3,75
	X <sub>I</sub>	0,35	3,75
	X <sub>II</sub>	0,22	3,75
25X25	M <sub>II</sub>	0,17	0,94

d) VIGA VI



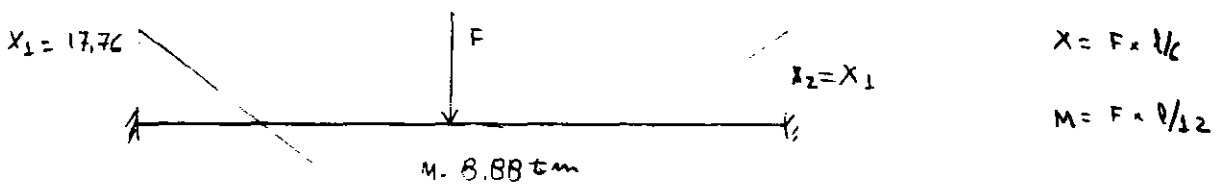
$$F = \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{2v^2}{2g}$$

ONDE D- diâmetro do tubo (m) D=1,20m

v- velocidade máxima da água (m/s)

$$v = \sqrt{2gh} \quad h = \text{maior desnível d'água} \rightarrow h = 133,00 - 121,20 = 11,8$$

$$v = 15,2 \text{ m/s} \quad \rightarrow F = 26,64t$$



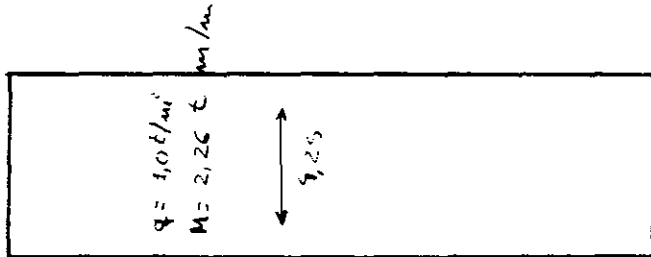
ESTR. Ø100 x 10

SEÇÃO	MOMENTO	AS (cm <sup>2</sup> /m)	AS MIN
150X30	M	11,40	4,50 → 10 Ø 12,5
150X30	X <sub>I</sub> = X <sub>II</sub>	24,18	4,50 → 12 Ø 16,0



Obra	Assunto
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA
Cálculo	Data
Costa Rosa	DEZ/88
Visto	Folha
M.	39 de 44

2) Piso

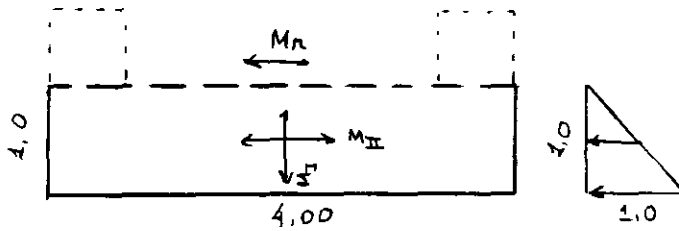


Secção : 25x100

As = 3,55 cm<sup>2</sup>/m

As min = 3,75 cm<sup>2</sup>/m

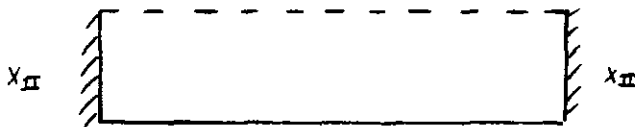
f) Parede P5 ( vertedouro )



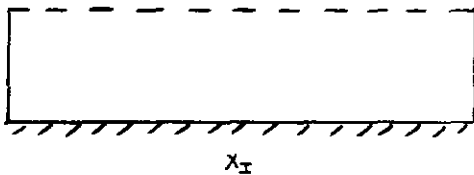
M<sub>I</sub> = 0,08 t.m

M<sub>II</sub> = 0,06 t.m

M<sub>R</sub> = 0,12 t.m



X<sub>II</sub> = 0,36 t.m



X<sub>I</sub> = 0,21 t.m

SECÃO	MOMENTO	AS (cm <sup>2</sup> )	AS min (cm <sup>2</sup> )
25x100	M <sub>I</sub>	0,13	3,75
	M <sub>II</sub>	0,09	3,75
	X <sub>I</sub>	0,33	3,75
	X <sub>II</sub>	0,57	3,75
25x25	M <sub>R</sub>	0,19	0,94



Obra		Assunto	
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Austina <i>[assinatura]</i> / Roca	M.	DEZ/88	40 de 44

Da mesma forma foram considerados os esforços, eventuais ou permanentes, do solo sobre a estrutura

Para isso foram admitidos alguns valores médios

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$K_a = 0,42$$

II) Cálculo das solicitações p/ carregamentos do solo:  
(aterra no nível da água)

a)  $P_I = P_2$

$$M_I = 0,19 \text{ t.m}$$

$$X_I = 0,49 \text{ t.m}$$

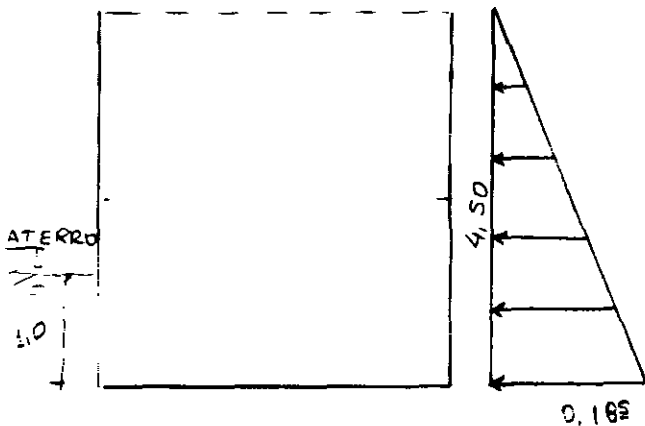
$$M_{II} = 0,15 \text{ t.m}$$

$$X_{II} = 0,85 \text{ t.m}$$

$$M_R = 0,27 \text{ t.m}$$

SEÇÃO	MOMENTO	AS (cm <sup>2</sup> )	AS min
25x100	M <sub>I</sub>	0,30	3,75
	M <sub>II</sub>	0,24	3,75
	X <sub>I</sub>	0,77	3,75
	X <sub>II</sub>	1,32	3,75
25x25	M <sub>R</sub>	0,42	0,94

b) Parede P3



$$M_I = 0,04 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0,09 \text{ t.m}$$

$$M_R = 0,09 \text{ t.m}$$





Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA			Assunto	TOMADA DA'GUA - ESTRUTURA	
Cálculo	Visto	Data	Folha			
custos	<i>B/Rosa</i>	<i>1/2</i>	DEZ/88	41 de 44		

SEÇÃO	MOMENTO	As (cm <sup>2</sup> /m)	As MIN
25x100	M <sub>I</sub>	0,06	3,75
	M <sub>II</sub>	0,14	3,75
25x25	M <sub>R</sub>	0,14	0,94

e) Parede Ps

$M_I = 0,07$

$M_{II} = 0,05$

$M_R = 0,10$

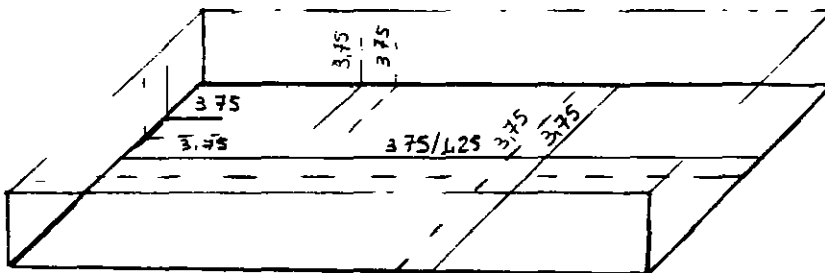
$x_I = 0,16$

$x_{II} = 0,30$

$A_{S MIN} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$

III - DIMENSIONAMENTO -

a) PISO



$A_s = 3,75 \rightarrow \varnothing 12 \text{ sc } 30$

$\varnothing 10 \text{ oc } 20$

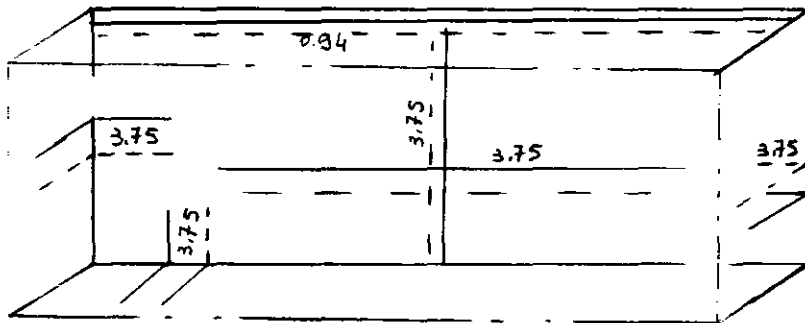
000209



Obra	Assunto		
ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
estrutura / B / Rosa	A.	DEZ/88	42 de 44

b) Paredes

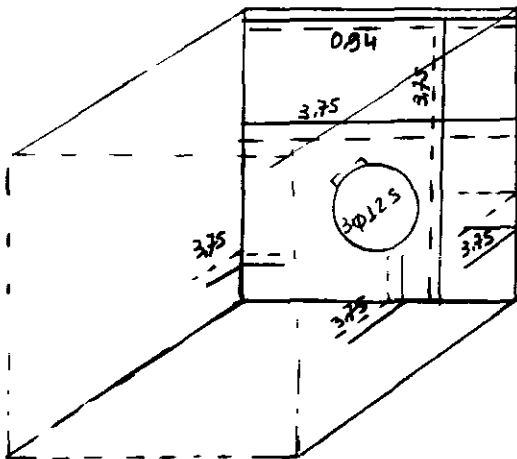
PAREDE P1 = P2



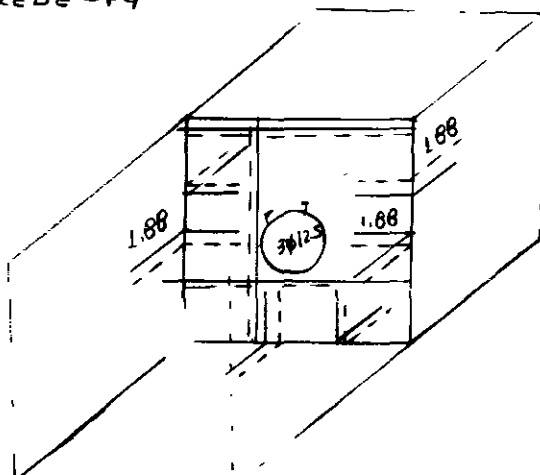
$$A_s = 3.75 \rightarrow \phi 10.0 \text{ e } 20$$

$$A_s = 0.94 \rightarrow 2 \phi 10$$

PAREDE - P3



PAREDE - P4

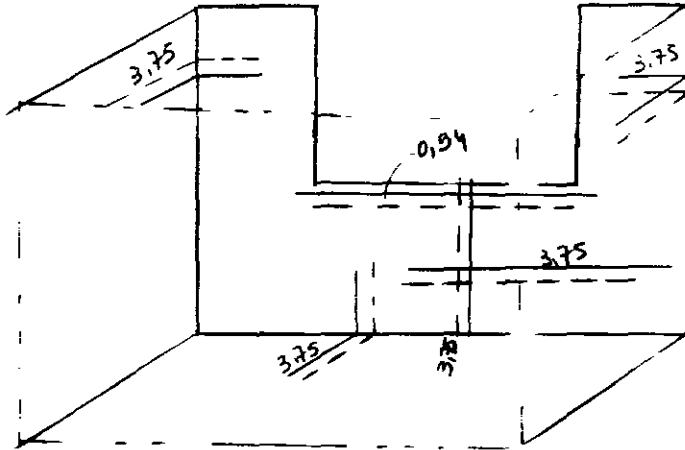


000210

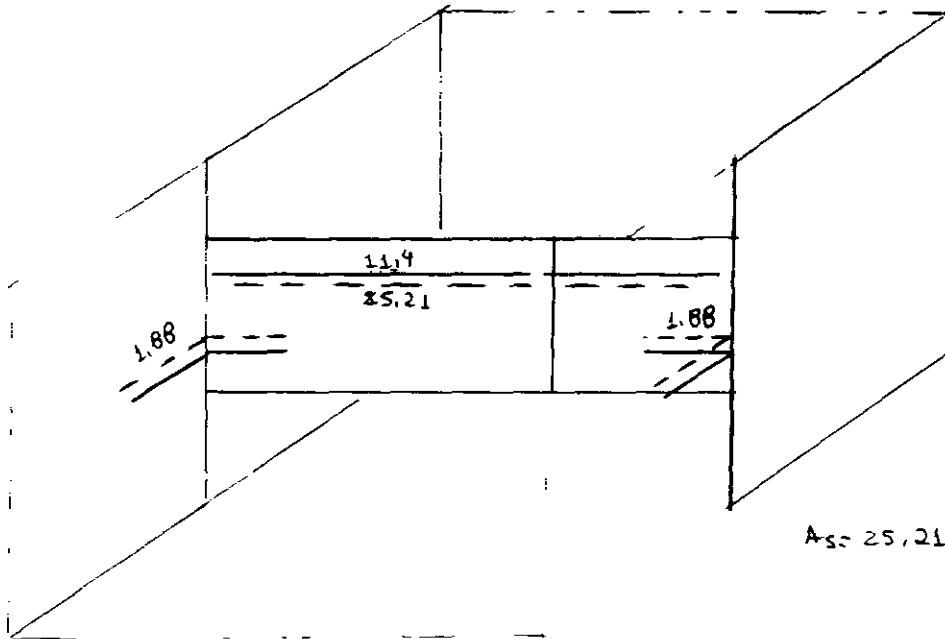


Obra	Assunto		
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA		
Cálculo	Visto	Data	Folha
custina / B / Roca	47.	DEZ/88	43 de 44

PAREDE - PS



VIGA - VI



Asc = 25,21 -> Ø 200



Obra	ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA		Assunto	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA	
Cálculo	Cróstina / Rosa	Visto	M	Data	DEC 188
				Folha	44 de 44

### BIBLIOGRAFIA

- 1 - ABNT, NORMA BRASILEIRA, NB-1/78  
Associação Brasileira de Normas Técnicas
- 2 - Rocha, A M concreto armado, LIVRARIA NOBEL,  
Vols, 1 e 4, São Paulo, 1986
- 3 - ZAIDLER, W, Projetos Estruturais de Tubos  
Enterrados, PINI, São Paulo, 1983
- 4 - Azevedo Netto e Alvarez, G A, Manual de Hidráulica  
Vols. I e II, EDGARD BLÜCHER, São Paulo, 1982

000212