

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH  
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROURB CE**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO**

**VOLUME V RELATÓRIO GERAL  
TOMO 2 MEMORIAL DE CÁLCULO**

**ENGESOFT**

**FORTALEZA- CE  
JUNHO DE 1996**

GOVERNO DO ESTADO



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROURB/CE**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO**

**VOLUME V - RELATÓRIO GERAL**  
**TOMO 2 - MEMORIAL DE CÁLCULO**

Lote: 00875 -  Prep ()  Scan ( )  Index ( )  
Projeto Nº 0087/05/02  
Volume \_\_\_\_\_  
Qtd. A1 \_\_\_\_\_ Qtd. A3 \_\_\_\_\_  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd. A1 \_\_\_\_\_  
Qtd. A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

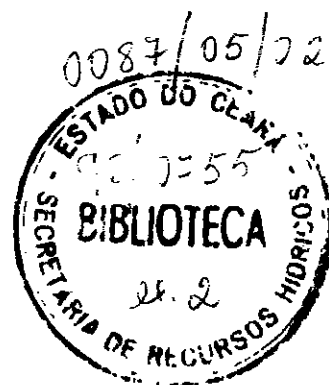


FORTALEZA  
AGOSTO/97

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO**

**VOLUME V - RELATÓRIO GERAL**

**Tomo 2 – Memorial de Cálculo**



**INDICE**

---

## INDICE

	Página
<b>INDICE .....</b>	<b>2</b>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>1. - MEMÓRIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>6</b>
<i>1 1 - Estudo Alternativo de Custos</i>	7
<i>1 2 - Parâmetros Geométricos do Maciço</i>	9
1 2 1 - Altura da Barragem	9
1 2 2 - Taludes da Barragem	13
1 2 3 - Análises Efetuadas Para o Corpo da Barragem	14
1 2 4 - Largura do Coroamento	22
1 2 5 - Espessura do "Rip-Rap" e Transição	22
<i>1 3 - Análise de Fluxo e Dimensionamento do Filtro de Areia</i>	46
1 3 1 - Estimativa da Vazão Percolante	46
1 3 3 - Análise dos Critérios de Transição	50
1 3 4 - Verificação do Labirinto	52
1 3 4 1 - Geometria	52
1 3 4 2 - Hidráulica do Canal de Saída do Vertedor Labirinto	53
<i>1 4 - Tratamento das Fundações</i>	59
1 4 1 - Determinação da Vazão Infiltrante	59
<i>1 5 - Tomada D'água</i>	62
<b>2 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>64</b>

## APRESENTAÇÃO

---

## **APRESENTAÇÃO**

A Engesoft - Engenharia e Consultoria Ltda apresenta a seguir, o Projeto Executivo da Barragem do Rosário, objeto do contrato nº 092/96 - PROURB/COGERH, firmado com a COGERH

O referido projeto é composto dos seguintes volumes

**Volume I - Relatório de Estudos Preliminares**

**Volume II - Relatório de Estudos Básicos**

Tomo 1 - Estudos Topográficos

Tomo 2 - Estudos Geológico-Geotécnicos

Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

**Volume III - Relatório de Concepção**

**Volume IV - Minuta do Relatório Geral**

Tomo 1 - Textos

Tomo 2 - Desenhos

**Volume V - Relatório Geral**

Tomo 1 - Descrição Geral do Projeto - Textos

Tomo 2 - Memorial de Cálculo

Tomo 3 - Orçamento

Tomo 4 - Especificações Técnicas

Tomo 5 - Desenhos

**Volume VI - Relatório Síntese**

O presente relatório refere-se ao Volume V - Relatório Geral - Tomo 2 - Memorial de Cálculo

## 1. - MEMÓRIA DE CÁLCULO

---



## 1. - MEMÓRIA DE CÁLCULO

### 1.1 - ESTUDO ALTERNATIVO DE CUSTOS:

Este levantamento preliminar de custo contempla maciço principal, sangradouro, muro lateral, desapropriação + desmatamento, diques auxiliares , para fim de comparação

#### \* ALTERNATIVA 1

– Maciço + Creager C C = 293,20, C S = 289,00

(maciço principal, sangradouro tipo creager, muros laterais, desap + desmat , diques auxiliares)

Maciço ≅	R\$ 2 292 314,64
Creager ≅	R\$ 191 800,00
M Lateral ≅	R\$ 178 944,50
Desap + Desm ≅	R\$ <u>548 589,23</u>
<b>RS</b>	<b>3.209.648,37</b>

#### \* ALTERNATIVA 2

– Maciço + Creager C C = 292,30, C S = 288,00

(idem à allt 1)

Maciço ≅	R\$ 1 895 832,99
Creager ≅	R\$ 154 875,00
M Lateral ≅	R\$ 153 258,00
Desap + Desm ≅	R\$ <u>487 882,50</u>
<b>RS</b>	<b>2.692.465,49</b>

ASSUNTO ALTERNATIVA DE CUSTOS

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG

FOLHA: 1/2

\* ALTERNATIVA 3

- Maciço + Labirinto C C = 290,50, C S = 288,00

Volume maciço  $\cong$  296 470,98 m<sup>3</sup>

Muro lateral  $\cong$  218,94 m<sup>3</sup> x 2 = 437.88

Maciço $\cong$	R\$ 1 123 625,01
Labir $\cong$	R\$ 427 295,40
M Lateral $\cong$	R\$ 76 629,00
Desap + Desm $\cong$	<u>R\$487 882,50</u>
<b>RS</b>	<b>2.648.779,47</b>

Valores Utilizados: SRH - SET/95

**DETR - JUL/96**

Forma R\$ 15,43/m<sup>2</sup>

Aço CA-50 R\$ 1,81/kg (fornecimento, dobragem e colocação)

Concreto fck = 15 MPa R\$ 126,36/m<sup>3</sup>

Concreto fck = 13 MPa R\$ 119,86/m<sup>3</sup>

Concreto ciclópico, R\$ 119,86/m<sup>3</sup>

Desap + desmat R\$ 700,00/ha

Maciço terra homog R\$ 3,79/m<sup>3</sup>

ASSUNTO ALTERNATIVA DE CUSTOS

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG

FOLHA 2/2

## 1.2 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO

### 1.2.1 - Altura da Barragem

A capacidade da Barragem do Rosário foi definida em 47 218 527,00 m<sup>3</sup>, sendo assim, de acordo com o diagrama cota x área x volume e baseado nos estudos hidrológicos e topográficos, a soleira do sangradouro foi fixada na cota 288,00 m, como já citado anteriormente

Operando hidráulicamente o sangradouro, chegou-se que, para um vertedouro tipo Labirinto com 100,00 m de largura, a cheia máxima para um período de retorno de 1 000 anos foi estimada em 893,0 m<sup>3</sup>/s, enquanto a lâmina máxima de sangria seria da ordem de 1,10 m. O resultado destes cálculos encontram-se no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos, Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

Verificando a bacia hidráulica, mediu-se um FETCH de aproximadamente 5,0 km

Para a determinação da cota de coroamento da barragem, adotou-se a metodologia sugerida por Cruz (1995)

$$\text{Folga } f = H_s + H_d + H_o$$

onde  $H_s$  - altura da onda

$H_d$  - altura necessária para compensar deformações pós construtivas provenientes de processos de adensamento do maciço compactado e de deformações residuais das fundações

$H_o$  - altura de segurança

#### a) Determinação de $H_a$

$$\text{Adotamos } E_{\text{maciço}} = 8,0 \text{ MN/m}^2$$

$$\gamma_M = 1,7 \text{ tf/m}^3 \quad H_1 = 20,8 \text{ m}$$

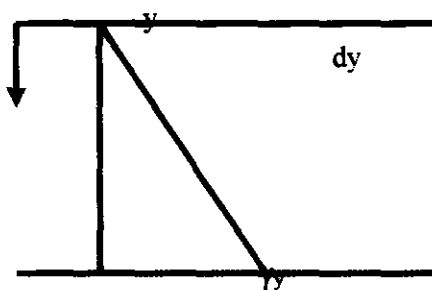
$$E_{\text{fundação}} = 6,0 \text{ MN/m}^2$$

$$\gamma_f = 1,7 \text{ tf/m}^3 \quad H_2 = 7,0 \text{ m}$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO \_\_\_\_\_ RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO \_\_\_\_\_ FOLHA 1/16 \_\_\_\_\_

Deduzindo-se a equação



$$dh = \epsilon \, dy$$

$$\epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E}$$

$$\Delta \sigma = \gamma \, y$$

$$dh = \frac{\sigma \, y}{E} \, dy$$

Integrando-se a equação acima obtém-se que

$$\Delta h \cong \frac{\gamma}{E} \frac{H^2}{2}$$

$$\Delta h_{1 \text{ maciço}} \cong \frac{17}{8000} \frac{20,8^2}{2} \Rightarrow \Delta h_1 = 0,46\text{m}$$

$$\Delta h_{2 \text{ fundação}} \cong \frac{17}{6000} \frac{7^2}{2} \Rightarrow \Delta h_2 = 0,069\text{m}$$

$$\Delta h_{\text{total}} = \Delta h_1 + \Delta h_2 = 0,46 + 0,069 = 0,53\text{m}$$

$$\Delta h_T = H_d = 0,53\text{m}$$

b) Segundo Saville (1963)

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 2/16

$$H_s = 2,25 \times 10^{-4} \times v \times \sqrt{F}$$

onde

V = velocidade máxima do vento água Segundo Sherard (1963),  $V_{\min} = 80 \text{ km/h}$   $F = \text{FETCH} = 5000 \text{ m}$   
(velocidade esta muito acima da realidade local)

Então

$$V = 1,3 \times 80 = 104 \text{ km/h} \quad V = 29 \text{ m/s}$$

Portanto  $H_s = 0,46 \text{ ,m}$

c) Determinação de  $H_o$

$$H_o = R - H_s/2$$

Onde

$R/H_s = 0,65$  [ obtido por interpolação na tabela 15 3 constante um Cruz (1995)]

$$H_o = H_s (0,65 - 0,50)$$

$$H_o = 0,46 (0,65 - 0,50) \quad H_o = 0,07 \text{ m}$$

Então

$$f = 0,53 + 0,46 + 0,07 \quad f = 1,06 \text{ m}$$

Portanto o revanche será de

$$R = 1,06 + 1,00 \quad R = 2,16 \text{ m}$$

Portanto a cota de coroamento da barragem será

$$C C = C S + R$$

$$C C = 288,00 + 2,6 = 290,16 \text{ m}$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACICO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 3/18

adotou-se  $C C = 290,10 \text{ m}$

d) Análise de segurança da folga adotada

É importante comentar que Cruz (1995) orienta que se adote  $H_d' \leq 0,15 \times H_d$ , pois considera que durante a construção pelo menos 85% do maciço já recalçou. Portanto, dentro desta recomendação o valor da folga adotada esta a favor da segurança. Conforme comparado a seguir

$$f = H_d' + H_s + H_o \Rightarrow F = 0,15 \times 0,55 + 0,46 + 0,069 \Rightarrow f = 0,61 < f_{\text{adotado}} = 1,06 \text{ m}$$

Valor este abaixo da folga adotada em cálculo

A título comparativo, apresentam-se a seguir os valores obtidos para o cálculo preconizado pelo DNOCS, que é um método conservador e numa segunda análise, para o método DNOCS porém com cálculo de altura de ondas como indicado por Cruz

a) DNOCS

$$h_o = 0,75 + 0,34 \sqrt{F} - 0,26 \sqrt{F} \quad F = 5,0 \text{ km}$$

$$h_o = 0,75 + 0,34 \sqrt{5,0} - 0,26 \sqrt{5,0}$$

$$h_o = 0,75 - 0,39 + 0,76 \quad h_o = 1,12 \text{ m}$$

Velocidade das ondas por GAILLARD

$$V = 1,5 + 2h_o \quad V = 1,5 + 2 \times 1,12 \quad V = 3,74 \text{ m/s}$$

então

$$f = 0,75 h_o + \frac{V^2}{2g} \quad f = 0,75 \times 1,12 + \frac{3,74^2}{2 \times 9,81} \quad f = 1,55 \text{ m}$$

revanche = R

$$R = H + f \quad H = \text{lâmina máxima} = 1,10 \text{ m}$$

$$R = 1,10 + 1,55 \quad R = 2,65 \text{ m}$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 4/16

b) DNOCS “modificado”.  $H_s$  segundo Saville (1963)

$$H_s = h_o = 2,25 \times 10^{-4} \times v \times \sqrt{F} \quad \text{adotado } V_T = 80 \text{ km/h}$$

$$\text{mas } v = 1,3 V_T = 1,3 \times 80 = 104 \text{ km/h} = 29 \text{ m/s}$$

$$H_s = h_o = 2,25 \times 10^{-4} \times 29 \times \sqrt{5000}$$

$$H_s = h_o = 0,46 \text{ m}$$

velocidade das ondas por Gaillard

$$V = 1,5 + 2h_o = 1,5 + 2 \times 0,46 \Rightarrow V = 2,42 \text{ m/s}$$

Então

$$f = 0,75 h_o + \frac{V^2}{2g} \Rightarrow f = 0,75 \times 0,46 + \frac{2,42^2}{2 \times 9,81} \Rightarrow f = 0,64 \text{ m}$$

$$R = \text{revanche} = 1,10 + 0,64 = R = 1,74 \text{ m}$$

#### O QUADRO ABAIXO RESUME A ANÁLISE EFETUADA

FOLGA $f$				FOLGA $f$ ADOTADA
Cruz (1995) Recalque Total	Cruz (1995) Recalque Residual	DNOCS	DNOCS “Modificado”	1,00 m
1,06 m	0,61 m	1,55 m	0,64 m	

#### 1.2.2 - Taludes da Barragem

Os taludes foram escolhidos com base no tipo de material que será usado na construção do maciço e baseado em experiências similares. No entanto, a análise da estabilidade do maciço, é que justificou a permanência destes valores.

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO

FOLHA 5/16

Os taludes adotados conforme já mencionados são

– Talude de Jusante

- da cota 290,10 m (coroamento) até 280,50 m talude de 2,00 1,00,
- na cota 280,50 m desenvolve-se uma berma de 2,50 m de largura e até a cota 275,00 m o talude continua 2,0 1,00. (H V)
- na cota 275,00 m será projetada outra berma, sendo esta de 2,00 m de largura coincidindo com o topo do enrocamento,
- da cota 275,00 m até o terreno natural o talude é de 1,5 1 (H V) Neste trecho a seção é de enrocamento

– Talude de Montante

- do coroamento -cota 290,10 m até a cota 280,50 m desenvolve-se talude de 2,0 1,0, (H V)
- da cota 280,50 m até o terreno natural talude de 2.50 1,0 (H V)

### 1.2.3 - Análises Efetuadas Para o Corpo da Barragem

Uma vez definida a geometria da barragem, procedeu-se à sua análise, no tocante à segurança, a saber análise de fluxo percolante na barragem e fundações, dimensionamento de sistemas de drenagem e de proteção, análise da estabilidade dos taludes do maciço e tratamento do das fundações

#### 1 2 3 1 - Análise de Fluxo

A percolação da água pelo corpo da barragem é analisada através da determinação de uma rede de fluxo em meio anisotrópico Com o traçado da rede, extraem-se dados importantes. como vazão percolante, dados de pressão neutra. a posição da linha freática Tais parâmetros serão importantes mais adiante para a análise de estabilidade de talude e dimensionamento dos filtros

O traçado da rede se deu de forma gráfica. conforme desenho apresentado na figura 5 1 do item 5 Uma vez que se considera o meio anisotrópico, lançou-se mão da relação entre as permeabilidades horizontal (

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO FOLHA 5/16



$k_h$ ) e vertical ( $k_v$ )  $k_h=10 \times k_v$ , valor este consagrado na teoria e na prática, para o material CL quando compactado

A posição da linha freática foi determinada através do traçado da parábola básica de Kozeny com as correções empíricas de entrada e saída de Casagrande

Obteve-se portando, uma vazão de percolação da ordem de  $Q= 2,56 \times 10^{-7} \times m^3/s/m$ , cujos cálculos detalhados são apresentados Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo

### 1 2 3 2 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem Interna

Através do cálculo apresentado Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo obteve-se para filtro vertical  $\varnothing_{\text{filtro v}} = 1,00 \text{ m}$  Para o filtro horizontal, considerando-se este trabalhando em carga, resultou  $\varnothing_{\text{filtro h}} = 1,00 \text{ m}$

### 1 2 3 3 - Análise da Estabilidade do Maciço

Para a análise da estabilidade da barragem foi adotado o método de Bishop Simplificado, que é o método de equilíbrio limite de uso mais consagrado embora tenha também sido calculado o método de Janbu Uma modificação do primeiro método, permite o cálculo do fator de segurança (FS) para uma superfície genérica, ou seja. não obrigatoriamente circular

O projeto geométrico e as condições reais de campo foram discretizados assumindo hipóteses com respeito à geometria, parâmetros dos materiais constituintes e condições de contorno e carregamento, incluindo as poro-pressões geradas nas diversas etapas de operação da barragem

As hipóteses adotadas com respeito à geometria do maciço e parâmetros dos materiais constituintes são apresentadas, respectivamente, nos itens a seguir As hipóteses quanto às condições de contorno e carregamento são apresentadas no item 3 3 3 em função dos respectivos casos em análise

Os cálculos efetuados são apresentados no Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo através de listagens de computador e figuras com as superfícies críticas e malhas de procura para cada caso analisado

### 1 2 3 4 - Definição da Geometria

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO FOLHA 7/16

A seção da barragem considerada para a análise, foi a da Estaca 29 por apresentar a maior altura acima das fundações. Para considerar a situação mais crítica, esta seção foi combinada com o perfil da fundação obtido na sondagem SM-02, que fornece uma maior espessura do pacote aluvionar. Para a fundação foram consideradas, a partir da superfície, uma camada de 3m de silte arenoso, uma camada de 4m de areia siltosa e finalmente o substrato rochoso.

Para a seção da barragem, como hipótese simplificadora, não foram consideradas, as camadas no coroamento, rip-rap e proteção superficial de jusante. A camada transição de brita no Rock-Fill foi considerada como tendo os mesmos parâmetros da areia. Essas simplificações influem pouco nas análises e ainda assim são a favor da segurança, já que os materiais destas camadas foram substituídos por outros com parâmetros de resistência inferiores.

A camada de rocha de fundação (gnaisse), foi considerada como tendo uma resistência ao cisalhamento muito superior aos demais materiais constituintes do maciço e portanto as superfícies de deslizamento tangenciam esta camada, não a adentrando.

As seções geométricas consideradas nas análises são apresentadas no final deste capítulo.

## 1 2 3 5 - Parâmetros dos Materiais

Os materiais constituintes do maciço, considerados relevantes na análise, foram os materiais provenientes das jazidas, a areia do filtro e o enrocamento do "Rock-Fill".

Os parâmetros de resistência para os materiais, resumidos na Tabela 1.1, foram obtidos de ensaios de cisalhamento direto lento para o solo das jazidas e de fontes bibliográficas (e.g. Bureau of Reclamation, 1987, Carvalho, 1983, 1984, 1991, Lambe & Withman, 1979) para os demais.

Para as camadas de fundação foram considerados os resultados de ensaios de cisalhamento direto lento, com amostras indeformadas coletadas na região do leito do rio. Tais resultados são apresentados no Volume II - Tomo 2 Estudos Geológico - Geotécnicos. Os resultados destes ensaios também foram complementados com dados bibliográficos.

Os pesos específicos utilizados são os saturados, para o material de fundação, e os de compactação, para o material do maciço.

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELINE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO FOLHA 8/16

**TABELA 1.1 - PARÂMETROS DOS MATERIAIS**

MATERIAL	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\phi'$
Enrocamento	20,0 *	0,0 *	38° *
Areia do Filtro e Tapete	18,0 *	0,0 *	31° *
Solo Argiloso	20,0	0,0	36°
Areia Siltosa	17,0	0,0	30°
Silte Arenoso	16,0	0,0	29°

Observação valores com \* indicam que foram extraídos de fontes bibliográficas

Os parâmetros de poro-pressão e de abalo sísmico, quando utilizados, encontram-se resumidos na Tabela 1 2 e nas figuras e listagens pertinentes aos casos de carregamentos analisados

#### 1 2 3 6 - Casos Analisados

Todas as análises efetuadas foram em termos de tensões efetivas e as poro-pressões foram previstas considerando as condições mais desfavoráveis de estabilidade Considerou-se portanto a unicidade da envoltória de ruptura em termos de tensões efetivas como sendo uma característica intrínseca do solo, independente da história de tensões e do processo de ruptura, conforme observado por Cruz (1963) estudando solos residuais argilosos compactados

As superfícies de ruptura utilizadas são do tipo circulares, compostas e não circulares

A memória de cálculo, incluindo as listagens dos resultados e desenhos da geometria com curvas de Iso-Fator de Segurança obtidas por interpolação em um "grid" de procura das análises efetuadas, encontra-se apresentada no Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo

Os casos analisados foram final de construção, reservatório cheio com fluxo estabelecido (operação), rebaixamento rápido e abalo sísmico Todos são descritos a seguir Os resultados obtidos das análises são apresentados na tabela 1 3 mais adiante

##### a) Final de Construção

A consideração das poro-pressões geradas durante o processo construtivo, foi feita através da adoção de um parâmetro de pressão neutra (B) de 0,15 para o solo do maciço em questão e 0,10 para o material do aluvião

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO FOLHA 9/16

Para esta etapa de carregamento, ambos os taludes (jusante e montante) foram analisados

#### **b) Reservatório Cheio com Fluxo Estabelecido**

A linha freática foi estimada considerando-se um meio anisotrópico, com  $k_h = 10 \times k_v$  devido ao efeito da compactação

O talude analisado foi o de jusante

#### **c) Rebaixamento Rápido do Nível d'Água no Reservatório**

A estimativa das poro-pressões foi feita considerando-se um rebaixamento do N A até a cota de porão (Cota 278,00) a partir da rede de fluxo em regime permanente

A análise da estabilidade foi efetuada para o paramento de montante

#### **d) Abalo Sísmico**

Apesar de tal análise não ser muito habitual para as barragens no Nordeste do Brasil, a inclusão deste tipo de solicitação é importante devido ao número substancial de ocorrências de abalos sísmicos no Ceará, inclusive tendo ocorrido pelo menos 7 abalos nos últimos 90 anos, com magnitude variando de 3 a 5,2 na Escala Richter e epicentros no Estado do Ceará, conforme observa-se na Tabela 3.2 (DNOCS, 1990)

ASSUNTO: GEOMETRIA DO MACIÇO RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL: IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO FOLHA 10/16

**TABELA 1 2 - RESUMO DOS CASOS HISTÓRICOS DE ABALOS SÍSMICOS NO NORDESTE DO BRASIL  
- MODIFICADA DE DNOCS (1990)**

DATE			COORD		LOCALITY	ENC MERCALLI	RICHTER	COMMENTS
Y	M	D	LatS	LatN		MODIFICATED	MAGNITUDE (mb)	
1808	0808		05 70	37 70	Açu,RN	VI	4 8	
1811	1028		08 08	34 87	Recife,PE	V		
1824			08 00	39 00		VIII	6 3 MI**	
1854	0110		05 20	35 46	Touros,RN	V VI		
1879	0724		05 77	35 21	Natal,RN	V	3 3	
1903	02		04 38	38 97	Baturité,CE	VI		5 events in one week
1905 <sup>2</sup>	0718		10 20	40 40	S do Bonfim, BA	V	4 8	
1905			11 20	42 30	Xique-Xique,BA	IV	4 7	
1919	1124		03 87	38 92	Maranguape,CE	IV	4 5	
1928	0414		04 56	37 76	Aracati,CE	VI	4 0	
1949	1231		05 69	36 24	Lajes,RN	VI		
1963	0827		05 69	36 24	Lajes,RN	V-VI		
	2		05 69	36 24	Lajes,RN	VI		
1964	9		08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
	6		08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
1967	1		08 20	35 98	Caruaru,PE	V	3 9	
1968			06 09	38 44	Pereiro Ce	V VII	3 9-4 5	5 events-Jan -Marc
1970			07 96	36 21	S C Capiban,PE	VI		3 events
			06 93	35 53	Alagonha,PB	VI		
1971	0804		08 04	34 90	Recife,PE	V	3 0	5 events
1972	0304		09 93	36 49	Junqueiro,AL	V	3 3	
1973	07		05 28	35 82	Parazinho,RN	VI VII	4 0-4 4	2 events
1974	03		04 18	38 13	Bebenbe,CE	V		many events
			1020	07 99	Tomarna,PE	V	3 7	
			1215	03 67	S L do Curu,CE	VI	3 4	
1976	0729		04 83	38 80	Ibaretama,CE	V		others events
1977	0225		05 71	35 75	Rachuelo,RN	VI VII	3 5	3 more events
1978	0214		06 28	36 03	Santa Cruz,RN	V	3 7	more events
1980	1120		04 30	38 40	Pacajus,CE	VII	5 2	
1987			05 50	33 70	João Câmara,RN		5 1	many events
								1986-1988

Notes Events from 1808-1980 summarized from Berrocal and others (1983)

1824 events from EPRI (1987) and Bratner (1912, 1920)

1987 João Câmara events are from Ferreira and others (1987b)

\* Modified Mercalli Intensity

\*\* Intensity magnitude (EPRI, 1987)

A consideração do abalo sísmico foi feita através de uma análise pseudo-estática, adotando-se um coeficiente horizontal de abalo sísmico estimado em função da magnitude dos terremotos anteriormente ocorridos na região. A Figura 1 1 indica que, para um abalo de magnitude VII na escala Mercalli modificada, temos um efeito de 0,10 da gravidade (valor adotado na análise)

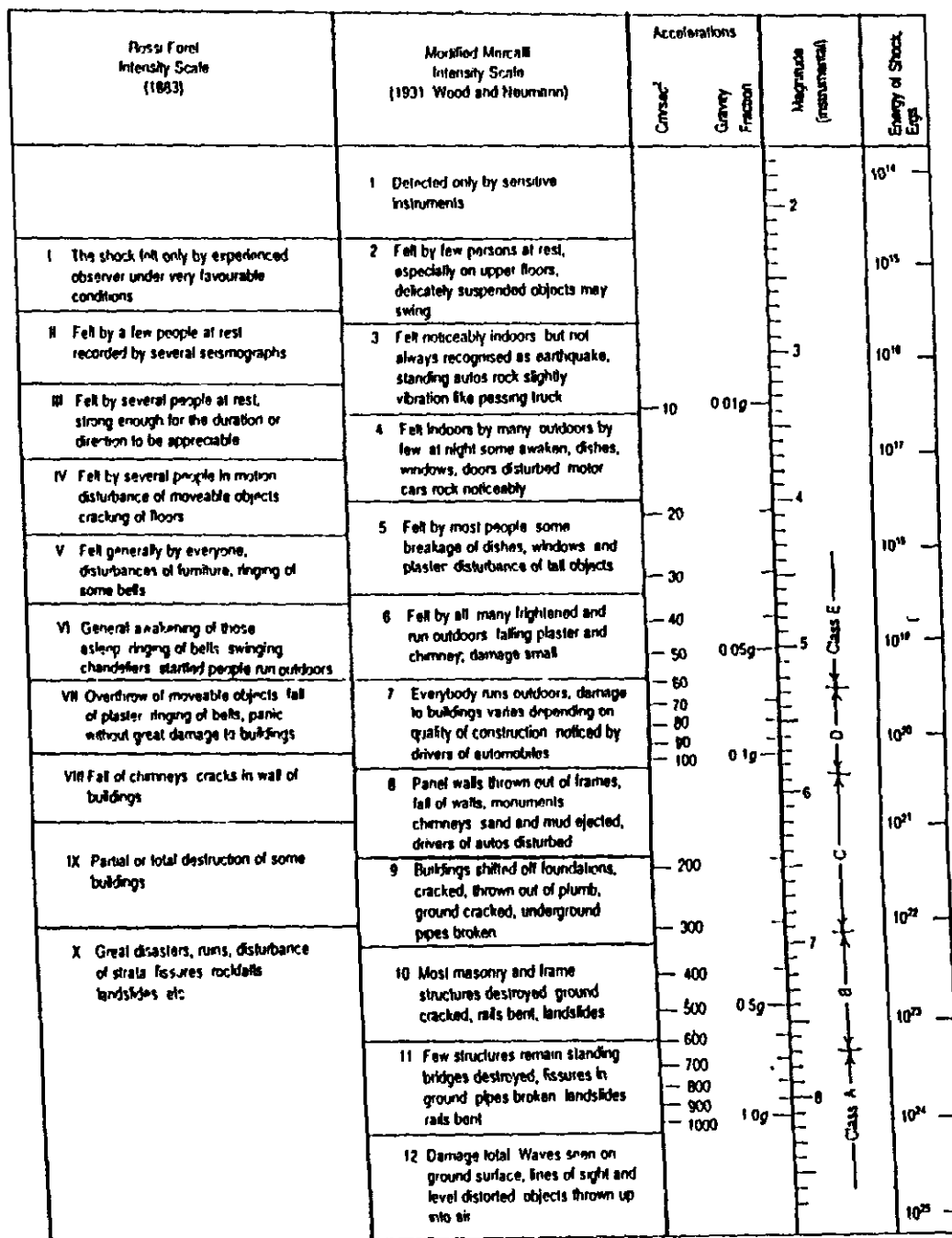
ASSUNTO: GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL: IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO

FOLHA 11/16

FIGURA 1 1 - Relações entre Intensidade, Aceleração e Magnitude de Sismos



ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA

TÉCNICO RESPONSÁVEL YELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 12/16

As figuras e listagens de computador apresentadas no Volume V - Tomo 2 - Mémoria de Cálculo sumarizam os cálculos efetuados na análise da estabilidade da Barragem Rosário

### 1 2 3 7 - Conclusões

A Tabela 1 3 apresenta um resumo com o mínimo fator de segurança obtido para cada um dos casos analisados

**TABELA 1.3 - RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE EFETUADAS**

CASO	TALUDE	FS MÍN. OBTIDO		FS MÍN. RECOMENDÁVE L	OBSERVAÇÕES
		Método de Bishop simplificado	Método de Janbu x L		
Reservatório Cheio	Jusante	1.51	1.41	1.45	Superfície de deslizamento composta e não circular
Abalo Sísmico (Reservatório Cheio)	Jusante	1.14	1.06	1.00	Coef de Abalo Sísmico Horizontal = 0,10
Rebaixamento Rápido	Montante	1.10	1.00	1.10	Rebaixamento até cota 278.0
Final de Construção	Jusante	1.55	1.42	1,30	Núcleo B=0,15
	Montante	1,51	1,42	1,30	(Cruz,1995)

Pela Tabela 1 3 observa-se que os fatores de segurança obtidos são superiores aos usualmente admissíveis (Cruz, 1995) para obras de barragens Os taludes adotados estão compatíveis com os de obras construídas com tipos similares de materiais (DNOCS, 1990)

Os valores do fator de correção foi, para o método de Janbu foram extraídos do gráfico constante no Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO FOLHA 13/16

#### 1.2.4 - Largura do Coroamento

As listagens referentes ao cálculo de estabilidade encontram-se no final deste item

A Largura do coroamento foi calculado, segundo o critério sugerido por E F Preece

$$b = 1,1\sqrt{H_B} + 0,9$$

onde, b - largura do coroamento em m,

$H_B$  - altura da barragem em m (seção máxima)

$$\text{Então } B = 1,1\sqrt{20,8} + 0,9 \Rightarrow B = 5,91 \text{ m}$$

então.

$$b = 6,00 \text{ m}$$

Valor adotado  $b = 6,00 \text{ m}$

#### 1.2.5 - Espessura do "Rip-Rap" e Transição

Para a determinação da espessura do "Rip-Rap" usou-se como primeira aproximação a indicação do "Tennessee Valley Authority", que é a seguinte

$$e = C \times V^2$$

onde, V = Velocidade da onda, em m/s.

C = Coeficiente que depende do tipo de rocha e inclinação do talude No caso específico considerando talude 1 : 3 e  $\delta_{\text{rocha}} = 2,50$ , temos  $C = 0,028$ ,

Segundo Gaillard a velocidade da onda é obtida pela expressão

$$v = 1,5 + 2H$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 14/18



onde, H - altura da onda em (m)

V - velocidade da onda em (m/s)

Stevenson sugere para um "fetch" menor que 18,00 km.

$$H = 0,75 + 0,34 \sqrt{F} - 0,26 \sqrt[4]{F}$$

Assim para um "fetch" de 5,0 km, tem-se H = 1,36 m

Logo, V = 3,74 m/s

$$\text{então } e = 0,028 \times (3,74)^2$$

$$e = 0,39 \text{ m}$$

Segundo o "U S Bureau of Reclamation" para pequenas barragens, a espessura mínima do enrocamento e o diâmetro dos blocos constituídos de pedras angulosas, varia de acordo com a dimensão do "fetch"

FURTO	ESPESURA	PORCENTAGEM DOS BLOCOS (que passa)			
		em peso (%)			
		D <sub>50</sub> (m)	D <sub>75</sub> (m)	D <sub>50 a 25</sub> (m)	D <sub>55</sub> (m)
1 5	0,45	0 50	0,15	0,05 - 0,15	0,05
3 0 a 4 0	0,60	0,75	0,30	0,15 - 0,30	0,15
		1,00 m			
8 0 a 10 0	0,75	1,25	0,50	0,25 - 0,50	0,25
15 0	0,90	2,50	1,00	0,50 - 1,00	0,50

D<sub>n</sub> - Diâmetro do bloco correspondente a % na distribuição granulométrica da pedra utilizada

Adotar-se-á, portanto, a indicação do "Bureau of Reclamation" para as dimensões do "Rip-Rap"  
Portanto, a espessura adotada será e = 0,75 m

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TECNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 16/16

A espessura adotada para a transição deverá obedecer à seguinte relação

$$e_t \leq \frac{e_{RIP-RAP}}{2}$$

Logo, a espessura da transição será

$$e_t \leq 0.375 \text{ m}$$

Adotaremos a  $e_t = 0,40 \text{ m}$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO

FOLHA 16/16

# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

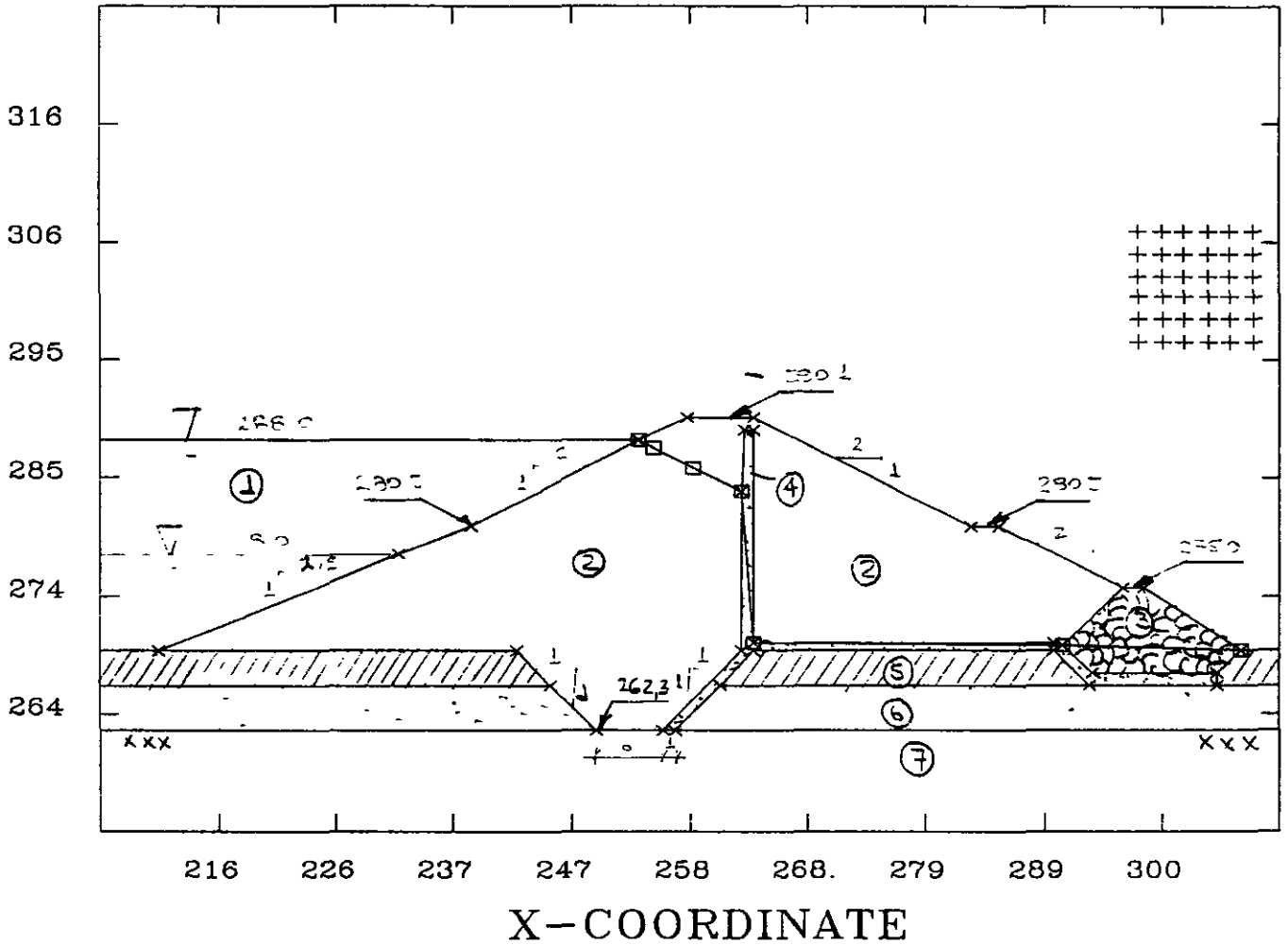
Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Reservatorio Cheio

Y-COORDINATE



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	.00	00	① Agua do Reservatorio
20.00	.00	36.00	② Solo Argiloso (Macico)
20.00	.00	38.00	③ Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	.00	31.00	④ Areia do Filtro Vert e Tapete
16.00	.00	29.00	⑤ Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	.00	30.00	⑥ Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	00	⑦ Gnaisse (Fundacao)

File name : rosa11 SET

*Walmir Jardim*

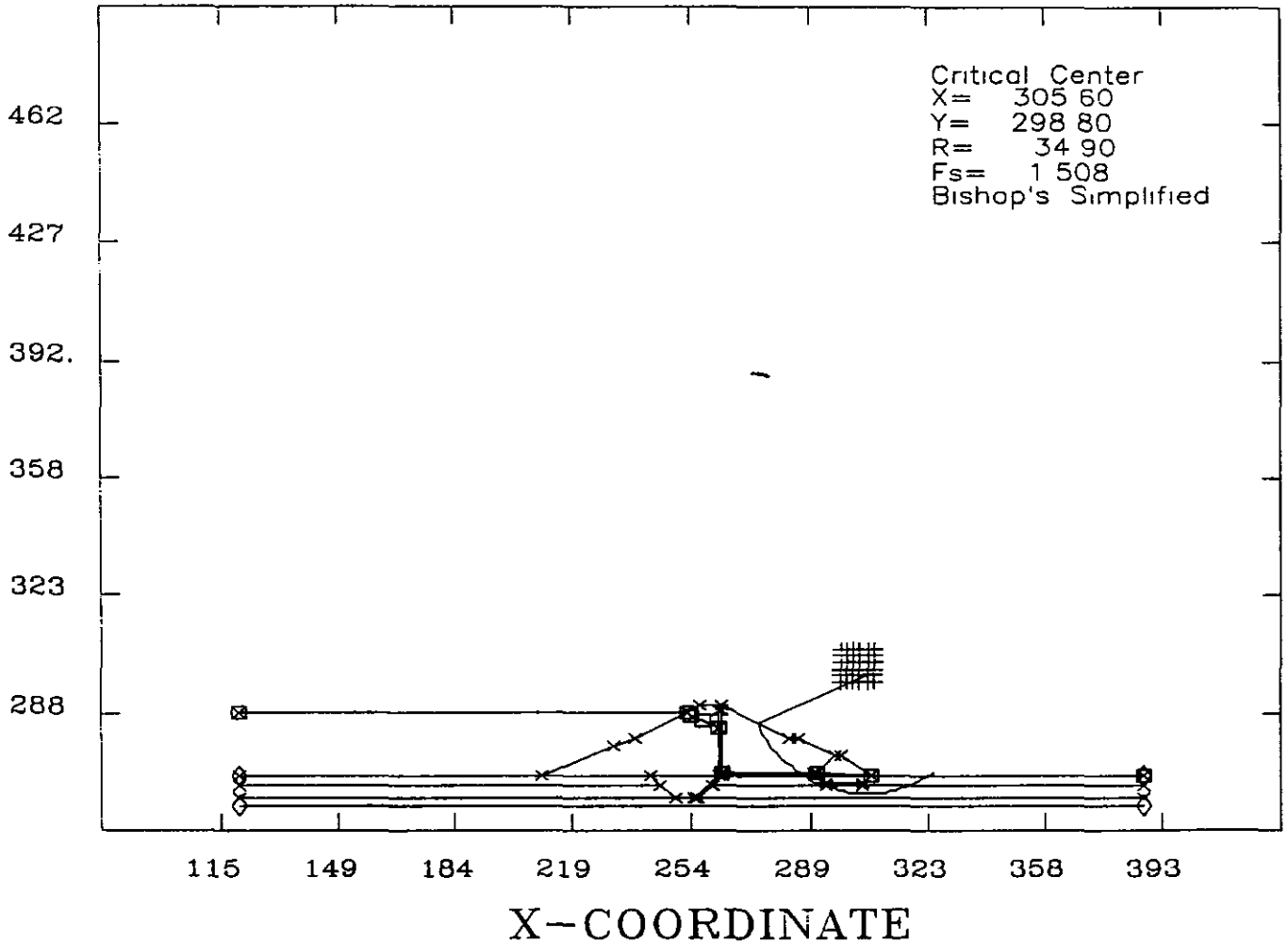
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Reservatorio Cheio



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	00	Agua do Reservatorio
20.00	00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert e Tapete
16.00	.00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	.00	Gnaisse (Fundacao)

File name rosa11 SET

ROSA11 SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 20/04/97 = DATE  
 Reservatorio Cheio  
 30 = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER  
 POINT , 50  
 1, 120 000, 269 300  
 2, 210 150, 269 300  
 3, 231 900, 278 000  
 4, 238 150, 280 500  
 5, 253 150, 288 000  
 6, 257 350, 290 100  
 7, 263 350, 290 100  
 8, 282 550, 280 500  
 9, 285 050, 280 500  
 10, 296 050, 275 000  
 11, 298 050, 275 000  
 12, 306 600, 269 300  
 13, 260 370, 266 300  
 14, 387 600, 269 300  
 15, 242 340, 269 300  
 16, 245 340, 266 300  
 17, 249 340, 262 300  
 18, 255 340, 262 300  
 19, 256 370, 262 300  
 20, 262 340, 269 300  
 21, 263 370, 269 300  
 22, 263 360, 270 000  
 23, 289 850, 270 000  
 24, 290 850, 269 800  
 25, 293 350, 267 300  
 26, 304 600, 267 300  
 27, 290 050, 269 300  
 28, 293 050, 266 300  
 29, 304 400, 266 300  
 30, 262 350, 289 000  
 31, 263 350, 289 000  
 32, 120 000, 266 300  
 33, 387 600, 266 300  
 34, 120 000, 262 300  
 35, 387 600, 262 300  
 36, 120 000, 260 300  
 37, 387 600, 260 300  
 38, 120 000, 269 300  
 39, 387 600, 269 300  
 40, 120 000, 278 000  
 41, 120 000, 288 000  
 42, 254 350, 287 500  
 43, 258 000, 285 500  
 44, 262 345, 283 500  
 45, 210 000, 299 800  
 46, 220 000, 299 800

47, 210 000, 309 800  
 48, 297 600, 296 800  
 49, 307 600, 296 800  
 50, 297 600, 306 800  
 LINE , 7  
 1, 41, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0  
 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0  
 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0, 0  
 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 SOIL , 7  
 1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Agua do Reservatorio  
 2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000  
 Solo Argiloso (Macico)  
 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000  
 Enrocamento (Rock-Fill)  
 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000  
 Area do Filtro Vert e Tapete  
 5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Area Siltsosa (Fundacao)  
 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)  
 TENSION , 0  
 GRID  
 48, 49, 50  
 5, 5  
 RADIUS  
 38, 39  
 36, 37  
 10  
 SIDE  
 1, 1-CONSTANT FUNCTION  
 LAMBDA , 1  
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 LOAD , 0  
 PIEZ , 7  
 1, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 4, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 5, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 END

620000

File name rosa11 FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)  
TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97  
COMMENTS Reservatorio Cheio

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION RADIUS	FACTOR OF SAFETY NO	LAMBDA	(MOMENT)	(FORCE)
1	297 600	296 800	27 500	1	0000	1 957	2 215
1	297 600	296 800	27 500	4	0000	2 186	1 935
2	297 600	296 800	28 400	1	0000	1 846	2 104
2	297 600	296 800	28 400	4	0000	2 087	1 835
3	297 600	296 800	29 300	1	0000	1 714	1 966
3	297 600	296 800	29 300	4	0000	1 964	1 717
4	297 600	296 800	30 200	1	0000	1 494	1 709
4	297 600	296 800	30 200	4	0000	1 727	1 514
5	297 600	296 800	31 100	1	0000	1 412	1 623
5	297 600	296 800	31 100	4	0000	1 651	1 440
6	297 600	296 800	32 000	1	0000	1 369	1 587
6	297 600	296 800	32 000	4	0000	1 623	1 406
7	297 600	296 800	32 900	1	0000	1 334	1 558
7	297 600	296 800	32 900	5	0000	1 605	1 381
8	297 600	296 800	33 800	1	0000	1 305	1 537
8	297 600	296 800	33 800	5	0000	1 595	1 363
9	297 600	296 800	34 700	1	0000	1 282	1 525
9	297 600	296 800	34 700	5	0000	1 592	1 352
10	297 600	296 800	35 600	1	0000	1 287	1 576
10	297 600	296 800	35 600	5	0000	1 625	1 372
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 307	1 666
11	297 600	296 800	36 500	5	0000	1 680	1 405
12	299 600	296 800	27 500	1	0000	1 920	2 133
12	299 600	296 800	27 500	4	0000	2 110	1 902
13	299 600	296 800	28 400	1	0000	1 855	2 079
13	299 600	296 800	28 400	4	0000	2 058	1 838
14	299 600	296 800	29 300	1	0000	1 716	1 936
14	299 600	296 800	29 300	4	0000	1 927	1 711
15	299 600	296 800	30 200	1	0000	1 467	1 649
15	299 600	296 800	30 200	4	0000	1 667	1 485
16	299 600	296 800	31 100	1	0000	1 385	1 567
16	299 600	296 800	31 100	4	0000	1 597	1 414
17	299 600	296 800	32 000	1	0000	1 344	1 534
17	299 600	296 800	32 000	4	0000	1 575	1 383
18	299 600	296 800	32 900	1	0000	1 313	1 513
18	299 600	296 800	32 900	4	0000	1 565	1 364
19	299 600	296 800	33 800	1	0000	1 288	1 496
19	299 600	296 800	33 800	4	0000	1 561	1 349
20	299 600	296 800	34 700	1	0000	1 268	1 491
20	299 600	296 800	34 700	5	0000	1 567	1 344
21	299 600	296 800	35 600	1	0000	1 280	1 555
21	299 600	296 800	35 600	5	0000	1 617	1 373
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	1 295	1 639
22	299 600	296 800	36 500	5	0000	1 669	1 405
23	301 600	296 800	27 500	1	0000	1 870	2 041

23	301 600	296 800	27 500	4	0000	2 024	1 857
24	301 600	296 800	28 400	1	0000	1 808	1 990
24	301 600	296 800	28 400	4	0000	1 973	1 794
25	301 600	296 800	29 300	1	0000	1 721	1 910
25	301 600	296 800	29 300	4	0000	1 899	1 712
26	301 600	296 800	30 200	1	0000	1 489	1 652
26	301 600	296 800	30 200	4	0000	1 665	1 502
27	301 600	296 800	31 100	1	0000	1 374	1 532
27	301 600	296 800	31 100	4	0000	1 565	1 406
28	301 600	296 800	32 000	1	0000	1 325	1 490
28	301 600	296 800	32 000	4	0000	1 537	1 369
29	301 600	296 800	32 900	1	0000	1 297	1 474
29	301 600	296 800	32 900	4	0000	1 534	1 353
30	301 600	296 800	33 800	1	0000	1 275	1 463
30	301 600	296 800	33 800	4	0000	1 537	1 345
31	301 600	296 800	34 700	1	0000	1 261	1 466
31	301 600	296 800	34 700	5	0000	1 552	1 346
32	301 600	296 800	35 600	1	0000	1 278	1 537
32	301 600	296 800	35 600	5	0000	1 612	1 381
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	1 291	1 619
33	301 600	296 800	36 500	5	0000	1 664	1 411
34	303 600	296 800	27 500	1	0000	1 797	1 933
34	303 600	296 800	27 500	4	0000	1 920	1 786
35	303 600	296 800	28 400	1	0000	1 749	1 895
35	303 600	296 800	28 400	4	0000	1 883	1 738
36	303 600	296 800	29 300	1	0000	1 699	1 857
36	303 600	296 800	29 300	4	0000	1 849	1 692
37	303 600	296 800	30 200	1	0000	1 528	1 674
37	303 600	296 800	30 200	4	0000	1 686	1 539
38	303 600	296 800	31 100	1	0000	1 380	1 519
38	303 600	296 800	31 100	4	0000	1 555	1 414
39	303 600	296 800	32 000	1	0000	1 318	1 463
39	303 600	296 800	32 000	4	0000	1 517	1 368
40	303 600	296 800	32 900	1	0000	1 288	1 445
40	303 600	296 800	32 900	4	0000	1 514	1 352
41	303 600	296 800	33 800	1	0000	1 269	1 439
41	303 600	296 800	33 800	4	0000	1 523	1 347
42	303 600	296 800	34 700	1	0000	1 259	1 447
42	303 600	296 800	34 700	4	0000	1 545	1 352
43	303 600	296 800	35 600	1	0000	1 278	1 520
43	303 600	296 800	35 600	5	0000	1 609	1 392
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	1 293	1 603
44	303 600	296 800	36 500	5	0000	1 664	1 423
45	305 600	296 800	27 500	1	0000	1 694	1 808
45	305 600	296 800	27 500	4	0000	1 796	1 683
46	305 600	296 800	28 400	1	0000	1 675	1 796
46	305 600	296 800	28 400	4	0000	1 787	1 666
47	305 600	296 800	29 300	1	0000	1 647	1 778
47	305 600	296 800	29 300	4	0000	1 776	1 645
48	305 600	296 800	30 200	1	0000	1 547	1 675
48	305 600	296 800	30 200	4	0000	1 691	1 560
49	305 600	296 800	31 100	1	0000	1 436	1 565
49	305 600	296 800	31 100	4	0000	1 602	1 470
50	305 600	296 800	32 000	1	0000	1 325	1 455
50	305 600	296 800	32 000	4	0000	1 516	1 382

ASSUNTO: ESTABILIDADE DO MARGEM  
TÉCNICO RESPONSÁVEL: WAMIR JARDIM  
RUBRICA  
FOLHA: 02/02

000030



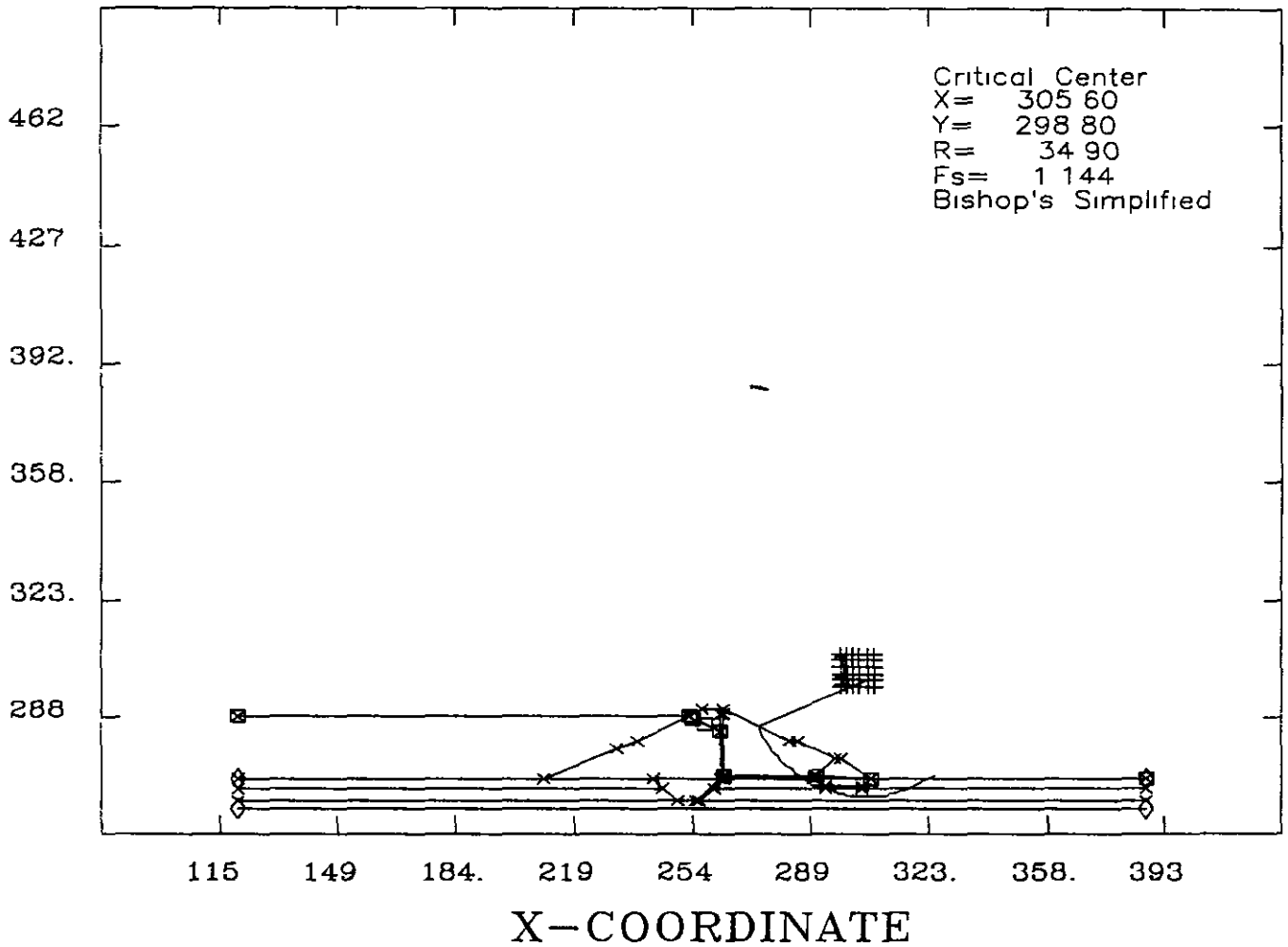
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Abalo Sismico



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	.00	Agua do Reservatorio
20.00	.00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	00	00	Gnaise (Fundacao)
File name ROSA12 SET			



QUESTION ROSA12 SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 20/0497 = DATE  
 Abalo Sísmico  
 30 = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000 = TOLERANCE  
 10000 = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000 = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT 50  
 1, 120 000, 289 300  
 2, 210 150, 289 300  
 3, 231 000, 278 000  
 4, 238 150, 280 500  
 5, 253 150, 288 000  
 6, 257 360, 290 100  
 7, 263 350, 290 100  
 8, 262 550, 280 500  
 9, 265 050, 280 500  
 10, 266 050, 275 000  
 11, 266 050, 275 000  
 12, 306 600, 269 300  
 13, 260 370, 266 300  
 14, 387 600, 269 300  
 15, 242 340, 269 300  
 16, 245 340, 266 300  
 17, 249 340, 262 300  
 18, 255 340, 262 300  
 19, 256 370, 262 300  
 20, 262 340, 269 300  
 21, 263 370, 269 300  
 22, 263 360, 270 000  
 23, 289 850, 270 000  
 24, 290 850, 269 800  
 25, 293 350, 267 300  
 26, 304 800, 267 300  
 27, 290 050, 269 300  
 28, 293 050, 266 300  
 29, 304 400, 266 300  
 30, 262 350, 289 000  
 31, 263 350, 289 000  
 32, 120 000, 266 300  
 33, 387 600, 266 300  
 34, 120 000, 262 300  
 35, 387 600, 262 300  
 36, 120 000, 260 300  
 37, 387 600, 260 300  
 38, 120 000, 269 300  
 39, 387 600, 269 300  
 40, 120 000, 278 000  
 41, 120 000, 288 000  
 42, 254 350, 287 500  
 43, 258 000, 285 500  
 44, 262 345, 283 500  
 45, 210 000, 299 800

46, 220 000, 299 800  
 47, 210 000, 309 800  
 48, 297 600, 296 800  
 49, 307 600, 296 800  
 50, 297 600, 306 800  
 LINE 7  
 1, 41, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0, 0  
 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0, 0  
 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 SOIL 7  
 1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Agua do Reservatorio  
 2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000  
 Solo Argiloso (Macico)  
 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000  
 Enrocamento (Rock-Fill)  
 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000  
 Area do Filtro Vert e Tapete  
 5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Area Siltosa (Fundacao)  
 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)  
 TENSION 0  
 GRID  
 48, 49, 50  
 5, 5  
 RADIUS  
 38, 39  
 36, 37  
 10  
 SIDE  
 1, 1-CONSTANT FUNCTION  
 LAMBDA 1  
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 LOAD 0  
 PIEZ 7  
 1, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 4, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 5, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 0  
 END

File name ROSA12 FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)  
TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97  
COMMENTS Abalo Sismico

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION RADIUS	FACTOR OF SAFETY LAMBDA	(MOMENT)	(FORCE)
1	297 600	296 800	27 500	1	0000	1 533 1 652
1	297 600	296 800	27 500	4	0000	1 728 1 515
2	297 600	296 800	28 400	1	0000	1 448 1 564
2	297 600	296 800	28 400	4	0000	1 652 1 437
3	297 600	296 800	29 300	1	0000	1 345 1 455
3	297 600	296 800	29 300	4	0000	1 554 1 344
4	297 600	296 800	30 200	1	0000	1 168 1 254
4	297 600	296 800	30 200	4	0000	1 359 1 175
5	297 600	296 800	31 100	1	0000	1 103 1 185
5	297 600	296 800	31 100	4	0000	1 297 1 114
6	297 600	296 800	32 000	1	0000	1 068 1 152
6	297 600	296 800	32 000	4	0000	1 274 1 086
7	297 600	296 800	32 900	1	0000	1 039 1 124
7	297 600	296 800	32 900	4	0000	1 258 1 064
8	297 600	296 800	33 800	1	0000	1 015 1 102
8	297 600	296 800	33 800	4	0000	1 248 1 048
9	297 600	296 800	34 700	1	0000	996 1 085
9	297 600	296 800	34 700	4	0000	1 244 1 038
10	297 600	296 800	35 600	1	0000	997 1 108
10	297 600	296 800	35 600	4	0000	1 267 1 050
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 009 1 151
11	297 600	296 800	36 500	4	0000	1 305 1 073
12	299 600	296 800	27 500	1	0000	1 505 1 603
12	299 600	296 800	27 500	4	0000	1 668 1 489
13	299 600	296 800	28 400	1	0000	1 456 1 557
13	299 600	296 800	28 400	4	0000	1 628 1 439
14	299 600	296 800	29 300	1	0000	1 346 1 442
14	299 600	296 800	29 300	4	0000	1 523 1 337
15	299 600	296 800	30 200	1	0000	1 145 1 217
15	299 600	296 800	30 200	4	0000	1 308 1 149
16	299 600	296 800	31 100	1	0000	1 078 1 148
16	299 600	296 800	31 100	4	0000	1 249 1 090
17	299 600	296 800	32 000	1	0000	1 044 1 116
17	299 600	296 800	32 000	4	0000	1 230 1 064
18	299 600	296 800	32 900	1	0000	1 018 1 092
18	299 600	296 800	32 900	4	0000	1 219 1 047
19	299 600	296 800	33 800	1	0000	996 1 072
19	299 600	296 800	33 800	4	0000	1 214 1 034
20	299 600	296 800	34 700	1	0000	979 1 060
20	299 600	296 800	34 700	4	0000	1 216 1 027
21	299 600	296 800	35 600	1	0000	984 1 089
21	299 600	296 800	35 600	4	0000	1 250 1 046
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	994 1 129
22	299 600	296 800	36 500	4	0000	1 288 1 068
23	301 600	296 800	27 500	1	0000	1 469 1 548

23	301 600	296 800	27 500	4	0000	1 601 1 454
24	301 600	296 800	28 400	1	0000	1 420 1 502
24	301 600	296 800	28 400	4	0000	1 561 1 404
25	301 600	296 800	29 300	1	0000	1 348 1 431
25	301 600	296 800	29 300	4	0000	1 497 1 334
26	301 600	296 800	30 200	1	0000	1 160 1 224
26	301 600	296 800	30 200	3	0000	1 303 1 160
27	301 600	296 800	31 100	1	0000	1 066 1 124
27	301 600	296 800	31 100	4	0000	1 218 1 079
28	301 600	296 800	32 000	1	0000	1 024 1 085
28	301 600	296 800	32 000	4	0000	1 193 1 048
29	301 600	296 800	32 900	1	0000	1 000 1 063
29	301 600	296 800	32 900	4	0000	1 187 1 033
30	301 600	296 800	33 800	1	0000	980 1 047
30	301 600	296 800	33 800	4	0000	1 186 1 024
31	301 600	296 800	34 700	1	0000	966 1 038
31	301 600	296 800	34 700	4	0000	1 194 1 021
32	301 600	296 800	35 600	1	0000	975 1 071
32	301 600	296 800	35 600	4	0000	1 236 1 045
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	983 1 110
33	301 600	296 800	36 500	4	0000	1 272 1 066
34	303 600	296 800	27 500	1	0000	1 416 1 481
34	303 600	296 800	27 500	4	0000	1 524 1 404
35	303 600	296 800	28 400	1	0000	1 374 1 441
35	303 600	296 800	28 400	4	0000	1 489 1 360
36	303 600	296 800	29 300	1	0000	1 328 1 396
36	303 600	296 800	29 300	4	0000	1 453 1 315
37	303 600	296 800	30 200	1	0000	1 186 1 242
37	303 600	296 800	30 200	3	0000	1 313 1 184
38	303 600	296 800	31 100	1	0000	1 065 1 115
38	303 600	296 800	31 100	3	0000	1 203 1 080
39	303 600	296 800	32 000	1	0000	1 013 1 063
39	303 600	296 800	32 000	3	0000	1 168 1 041
40	303 600	296 800	32 900	1	0000	986 1 039
40	303 600	296 800	32 900	4	0000	1 161 1 024
41	303 600	296 800	33 800	1	0000	967 1 025
41	303 600	296 800	33 800	4	0000	1 165 1 018
42	303 600	296 800	34 700	1	0000	956 1 019
42	303 600	296 800	34 700	4	0000	1 178 1 019
43	303 600	296 800	35 600	1	0000	967 1 053
43	303 600	296 800	35 600	4	0000	1 222 1 046
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	975 1 092
44	303 600	296 800	36 500	4	0000	1 260 1 067
45	305 600	296 800	27 500	1	0000	1 342 1 401
45	305 600	296 800	27 500	4	0000	1 432 1 332
46	305 600	296 800	28 400	1	0000	1 318 1 375
46	305 600	296 800	28 400	4	0000	1 413 1 306
47	305 600	296 800	29 300	1	0000	1 284 1 340
47	305 600	296 800	29 300	4	0000	1 389 1 275
48	305 600	296 800	30 200	1	0000	1 195 1 243
48	305 600	296 800	30 200	4	0000	1 307 1 194
49	305 600	296 800	31 100	1	0000	1 102 1 146
49	305 600	296 800	31 100	3	0000	1 230 1 116
50	305 600	296 800	32 000	1	0000	1 011 1 053
50	305 600	296 800	32 000	3	0000	1 157 1 043

347	299 600	306 800	42 000	1	0000	1 061	1 122
347	299 600	306 800	42 000	4	0000	1 212	1 076
348	299 600	306 800	42 900	1	0000	1 042	1 102
348	299 600	306 800	42 900	4	0000	1 201	1 061
349	299 600	306 800	43 800	1	0000	1 026	1 085
349	299 600	306 800	43 800	4	0000	1 197	1 054
350	299 600	306 800	44 700	1	0000	1 007	1 070
350	299 600	306 800	44 700	4	0000	1 194	1 044
351	299 600	306 800	45 600	1	0000	1 008	1 087
351	299 600	306 800	45 600	4	0000	1 216	1 054
352	299 600	306 800	46 500	1	0000	1 009	1 110
352	299 600	306 800	46 500	4	0000	1 241	1 068
353	301 600	306 800	37 500	1	0000	1 431	1 507
353	301 600	306 800	37 500	4	0000	1 550	1 421
354	301 600	306 800	38 400	1	0000	1 387	1 465
354	301 600	306 800	38 400	4	0000	1 512	1 376
355	301 600	306 800	39 300	1	0000	1 301	1 375
355	301 600	306 800	39 300	3	0000	1 432	1 295
356	301 600	306 800	40 200	1	0000	1 142	1 200
356	301 600	306 800	40 200	3	0000	1 266	1 146
357	301 600	306 800	41 100	1	0000	1 078	1 132
357	301 600	306 800	41 100	3	0000	1 208	1 088
358	301 600	306 800	42 000	1	0000	1 045	1 100
358	301 600	306 800	42 000	3	0000	1 186	1 062
359	301 600	306 800	42 900	1	0000	1 023	1 079
359	301 600	306 800	42 900	3	0000	1 176	1 047
360	301 600	306 800	43 800	1	0000	1 006	1 063
360	301 600	306 800	43 800	4	0000	1 172	1 038
361	301 600	306 800	44 700	1	0000	995	1 054
361	301 600	306 800	44 700	4	0000	1 177	1 035
362	301 600	306 800	45 600	1	0000	1 005	1 078
362	301 600	306 800	45 600	4	0000	1 209	1 058
363	301 600	306 800	46 500	1	0000	1 007	1 102
363	301 600	306 800	46 500	4	0000	1 235	1 071
364	303 600	306 800	37 500	1	0000	1 419	1 480
364	303 600	306 800	37 500	4	0000	1 517	1 409
365	303 600	306 800	38 400	1	0000	1 374	1 439
365	303 600	306 800	38 400	4	0000	1 479	1 363
366	303 600	306 800	39 300	1	0000	1 315	1 381
366	303 600	306 800	39 300	4	0000	1 428	1 306
367	303 600	306 800	40 200	1	0000	1 170	1 223
367	303 600	306 800	40 200	4	0000	1 280	1 170
368	303 600	306 800	41 100	1	0000	1 077	1 124
368	303 600	306 800	41 100	3	0000	1 196	1 088
369	303 600	306 800	42 000	1	0000	1 037	1 085
369	303 600	306 800	42 000	3	0000	1 168	1 057
370	303 600	306 800	42 900	1	0000	1 014	1 064
370	303 600	306 800	42 900	3	0000	1 160	1 042
371	303 600	306 800	43 800	1	0000	995	1 048
371	303 600	306 800	43 800	3	0000	1 156	1 031
372	303 600	306 800	44 700	1	0000	984	1 039
372	303 600	306 800	44 700	4	0000	1 162	1 029
373	303 600	306 800	45 600	1	0000	990	1 061
373	303 600	306 800	45 600	4	0000	1 193	1 048
374	303 600	306 800	46 500	1	0000	998	1 089
374	303 600	306 800	46 500	4	0000	1 223	1 067

375	305 600	306 800	37 500	1	0000	1 401	1 449
375	305 600	306 800	37 500	4	0000	1 479	1 392
376	305 600	306 800	38 400	1	0000	1 360	1 412
376	305 600	306 800	38 400	4	0000	1 446	1 349
377	305 600	306 800	39 300	1	0000	1 316	1 371
377	305 600	306 800	39 300	4	0000	1 412	1 307
378	305 600	306 800	40 200	1	0000	1 204	1 252
378	305 600	306 800	40 200	4	0000	1 304	1 203
379	305 600	306 800	41 100	1	0000	1 095	1 136
379	305 600	306 800	41 100	3	0000	1 205	1 106
380	305 600	306 800	42 000	1	0000	1 038	1 080
380	305 600	306 800	42 000	3	0000	1 162	1 061
381	305 600	306 800	42 900	1	0000	1 010	1 054
381	305 600	306 800	42 900	3	0000	1 149	1 042
382	305 600	306 800	43 800	1	0000	992	1 039
382	305 600	306 800	43 800	3	0000	1 148	1 033
383	305 600	306 800	44 700	1	0000	979	1 030
383	305 600	306 800	44 700	4	0000	1 154	1 030
384	305 600	306 800	45 600	1	0000	983	1 049
384	305 600	306 800	45 600	4	0000	1 184	1 046
385	305 600	306 800	46 500	1	0000	989	1 075
385	305 600	306 800	46 500	4	0000	1 211	1 063
386	307 600	306 800	37 500	1	0000	1 370	1 407
386	307 600	306 800	37 500	4	0000	1 432	1 362
387	307 600	306 800	38 400	1	0000	1 343	1 384
387	307 600	306 800	38 400	4	0000	1 413	1 334
388	307 600	306 800	39 300	1	0000	1 303	1 347
388	307 600	306 800	39 300	4	0000	1 384	1 296
389	307 600	306 800	40 200	1	0000	1 232	1 274
389	307 600	306 800	40 200	4	0000	1 322	1 231
390	307 600	306 800	41 100	1	0000	1 137	1 175
390	307 600	306 800	41 100	4	0000	1 239	1 148
391	307 600	306 800	42 000	1	0000	1 047	1 082
391	307 600	306 800	42 000	3	0000	1 164	1 072
392	307 600	306 800	42 900	1	0000	1 013	1 050
392	307 600	306 800	42 900	3	0000	1 147	1 049
393	307 600	306 800	43 800	1	0000	993	1 033
393	307 600	306 800	43 800	3	0000	1 145	1 039
394	307 600	306 800	44 700	1	0000	979	1 024
394	307 600	306 800	44 700	3	0000	1 151	1 037
395	307 600	306 800	45 600	1	0000	981	1 041
395	307 600	306 800	45 600	4	0000	1 178	1 051
396	307 600	306 800	46 500	1	0000	984	1 064
396	307 600	306 800	46 500	4	0000	1 205	1 065

[ SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY ]

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
307 600=X-COOR 296 800=Y-COOR 34 700=RADIUS 944=F S  
MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
305 600=X-COOR 298 800=Y-COOR 34 900=RADIUS 1 144=F S  
FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO  $f_0$  FACTOR)  
305 600=X-COOR 296 800=Y-COOR 33 800=RADIUS 1 018=F S

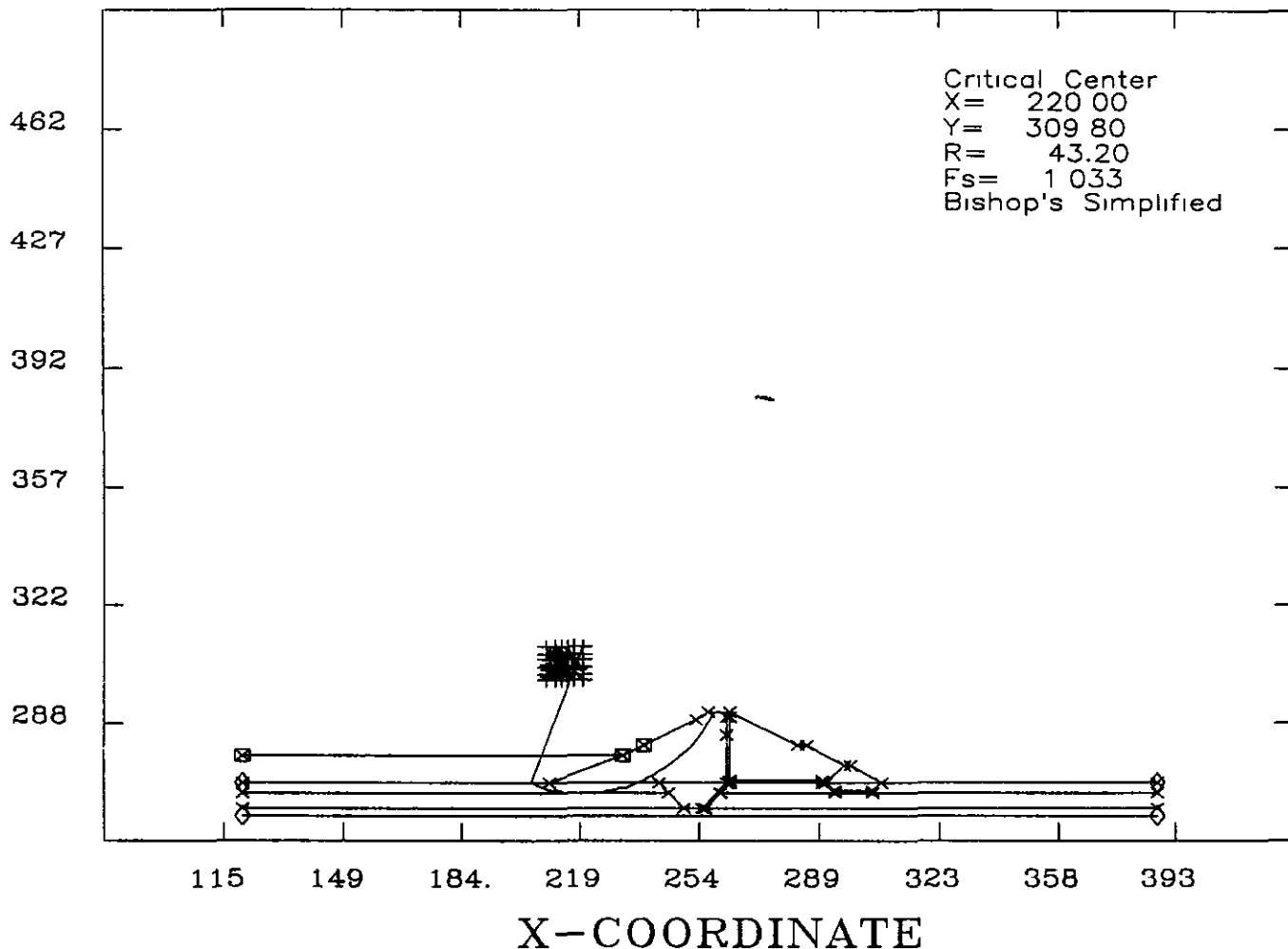
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Rebaixamento Rapido (Cota 278,00)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	00	Agua do Reservatorio
20.00	00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	00	Gnaisse (Fundacao)

File name . rosa13 SET

QUESTION

ROSA13 SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 20/04/97 = DATE  
 Rebocamento Rapido (Cota 278,00)  
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 .00000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

1, 120 000, 269 300  
 2, 210 150, 269 300  
 3, 231 900, 278 000  
 4, 238.150, 280.500  
 5, 253 150, 288 000  
 6, 257 350, 290 100  
 7, 263.350, 290.100  
 8, 282.550, 280 500  
 9, 285 050, 280 500  
 10, 296 050, 275 000  
 11, 298 050, 275 000  
 12, 306.600, 269 300  
 13, 260 370, 266.300  
 14, 387 600, 269 300  
 15, 242.340, 269 300  
 16, 245 340, 266 300  
 17, 249 340, 262.300  
 18, 255.340, 262 300  
 19, 256.370, 282.300  
 20, 262.340, 269 300  
 21, 263 370, 269 300  
 22, 263 360, 270 000  
 23, 269 850, 270.000  
 24, 290 850, 269 800  
 25, 293 350, 267.300  
 26, 304 600, 267 300  
 27, 290 050, 269 300  
 28, 293 050, 266 300  
 29, 304 400, 266 300  
 30, 262.350, 289 000  
 31, 263 350, 289 000  
 32, 120 000, 266 300  
 33, 387 600, 266 300  
 34, 120 000, 262 300  
 35, 387 600, 262.300  
 36, 120 000, 260 300  
 37, 387 600, 260 300  
 38, 120 000, 269.300  
 39, 387 600, 269 300  
 40, 120 000, 278 000  
 41, 120 000, 288 000  
 42, 254 350, 287 500  
 43, 258 000, 285.500  
 44, 262.345, 283 500  
 45, 210 000, 299 800

46, 220 000, 299 800  
 47, 210 000, 309 800  
 48, 297 600, 296 800  
 49, 307 600, 296 800  
 50, 297 600, 306 800

LINE , 7

1, 40, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0  
 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0  
 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0, 0  
 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 7

1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Agua do Reservatorio  
 2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000  
 Solo Argiloso (Macico)  
 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000  
 Enrocamento (Rock-Fill)  
 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000  
 Areia do Filtro Vert. e Tapete  
 5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Areia Silteosa (Fundacao)  
 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

45, 46, 47  
 5, 5

RADIUS

38, 39  
 36, 37  
 10

SIDE

1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PIEZ , 7

1, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 4, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 5, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

END

000037

File name ROSA13 FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)  
TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97  
COMMENTS Rebabamento Rapido (Cota 278,00)

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION RADIUS	FACTOR OF SAFETY NO	LAMBDA	(MOMENT)	(FORCE)
1	210 000	299 800	30 500	1	0000	808	2 357
1	210 000	299 800	30 500	5	0000	1 767	1 713
2	210 000	299 800	31 400	1	0000	.927	1 951
2	210 000	299 800	31 400	5	0000	1 715	1 645
3	210 000	299 800	32.300	1	0000	946	1 754
3	210.000	299.800	32.300	5	0000	1 699	1 598
4	210 000	299 800	33 200	1	0000	928	1 619
4	210 000	299.800	33 200	5	0000	1 689	1.555
5	210 000	299 800	34 100	1	0000	917	1.554
5	210 000	299 800	34 100	5	0000	1 708	1 537
6	210 000	299 800	35 000	1	0000	904	1 510
6	210 000	299 800	35 000	5	0000	1 732	1 527
7	210 000	299 800	35 900	1	0000	886	1 472
7	210 000	299 800	35 900	5	0000	1 753	1 516
8	210 000	299 800	36 800	1	0000	865	1 439
8	210 000	299 800	36 800	5	0000	1 772	1 505
9	210 000	299 800	37 700	1	0000	838	1 408
9	210 000	299 800	37 700	5	0000	1 784	1 488
10	210 000	299 800	38 600	1	0000	809	1 419
10	210 000	299 800	38 600	5	0000	1 779	1 466
11	210 000	299 800	39.500	1	0000	773	1 442
11	210 000	299 800	39 500	5	0000	1 760	1 434
12	212 000	299 800	30 500	1	0000	1 140	2 070
12	212 000	299 800	30 500	5	0000	1 802	1 715
13	212 000	299 800	31 400	1	0000	1 021	1 699
13	212 000	299 800	31 400	5	0000	1 620	1 519
14	212 000	299 800	32 300	1	0000	951	1 523
14	212.000	299 800	32 300	5	0000	1 556	1 431
15	212.000	299 800	33 200	1	0000	893	1 408
15	212 000	299 800	33 200	5	0000	1 526	1 376
16	212 000	299 800	34 100	1	0000	858	1 348
16	212 000	299 800	34 100	5	0000	1 531	1 351
17	212.000	299 800	35 000	1	0000	831	1 309
17	212.000	299 800	35 000	5	0000	1 546	1 339
18	212.000	299 800	35.900	1	0000	802	1 276
18	212.000	299 800	35 900	5	0000	1 562	1 327
19	212 000	299 800	36 800	1	0000	780	1 253
19	212 000	299 800	36 800	5	0000	1 582	1 323
20	212 000	299 800	37 700	1	0000	755	1 234
20	212 000	299 800	37 700	5	0000	1 600	1 316
21	212 000	299 800	38 600	1	0000	732	1 255
21	212 000	299 800	38 600	5	0000	1 609	1 309
22	212 000	299 800	39 500	1	0000	702	1 284
22	212 000	299 800	39 500	5	0000	1 603	1 291
23	214 000	299 800	30 500	1	0000	1 199	1 832

23	214 000	299 800	30 500	4	0000	1 718	1 591
24	214 000	299 800	31 400	1	0000	1 014	1 518
24	214 000	299 800	31 400	4	0000	1 510	1 382
25	214 000	299 800	32 300	1	0000	912	1 358
25	214 000	299 800	32.300	5	0000	1 430	1 285
26	214 000	299 800	33 200	1	0000	839	1 252
26	214 000	299 800	33 200	5	0000	1 390	1 226
27	214 000	299.800	34 100	1	0000	798	1 201
27	214 000	299 800	34 100	5	0000	1 391	1 205
28	214 000	299 800	35 000	1	0000	764	1 186
28	214 000	299 800	35 000	5	0000	1 402	1 192
29	214 000	299 800	35 900	1	0000	737	1 141
29	214 000	299 800	35 900	5	0000	1 419	1 189
30	214 000	299 800	36 800	1	0000	712	1 120
30	214 000	299 800	36 800	5	0000	1 438	1 186
31	214 000	299 800	37 700	1	0000	693	1 112
31	214 000	299 800	37 700	5	0000	1 460	1 189
32	214 000	299 800	38 600	1	0000	670	1 134
32	214 000	299 800	38 600	5	0000	1 475	1 188
33	214 000	299 800	39 500	1	0000	645	1 165
33	214 000	299 800	39 500	5	0000	1 478	1 179
34	216 000	299 800	30 500	1	0000	1 160	1 642
34	216 000	299 800	30 500	4	0000	1 611	1 453
35	216 000	299 800	31 400	1	0000	967	1 373
35	216 000	299 800	31 400	4	0000	1 407	1 256
36	216 000	299 800	32 300	1	0000	860	1 232
36	216 000	299 800	32 300	5	0000	1 326	1 164
37	216 000	299 800	33 200	1	0000	786	1 139
37	216 000	299 800	33.200	5	0000	1 286	1 112
38	216 000	299 800	34 100	1	0000	745	1 097
38	216 000	299 800	34 100	5	0000	1 286	1 095
39	216 000	299 800	35 000	1	0000	.711	1 066
39	216 000	299 800	35 000	5	0000	1 295	1 086
40	216 000	299 800	35 900	1	0000	683	1 044
40	216 000	299 800	35 900	5	0000	1 311	1 083
41	216 000	299 800	36 800	1	0000	662	1 030
41	216 000	299 800	36 800	5	0000	1 331	1 086
42	216 000	299 800	37 700	1	0000	641	1 021
42	216 000	299 800	37 700	5	0000	1 351	1 089
43	216 000	299 800	38 600	1	0000	620	1 043
43	216 000	299 800	38 600	5	0000	1 370	1 091
44	216 000	299 800	39 500	1	0000	600	1 074
44	216 000	299 800	39 500	5	0000	1 378	1 092
45	218 000	299 800	30 500	1	0000	1 086	1 481
45	218 000	299 800	30 500	4	0000	1 505	1 326
46	218 000	299 800	31 400	1	0000	909	1 259
46	218 000	299 800	31 400	4	0000	1 322	1 154
47	218 000	299 800	32.300	1	0000	811	1 140
47	218 000	299 800	32 300	5	0000	1 248	1 075
48	218 000	299 800	33 200	1	0000	741	1 059
48	218 000	299 800	33 200	5	0000	1 209	1 028
49	218 000	299 800	34 100	1	0000	701	1 021
49	218 000	299 800	34 100	5	0000	1 209	1 013
50	218 000	299 800	35 000	1	0000	668	994
50	218 000	299 800	35 000	5	0000	1 216	1 005

000038

ASSUNTO: ESTABILIDADE DO MARGEM  
TECNICO RESPONSÁVEL: WILSON JACOB  
RUBRICA  
FOLHA 12/21

347	212.000	309 800	45 000	1	0000	800	1 058
347	212.000	309 800	45 000	5	.0000	1 281	1 119
348	212 000	309 800	45 900	1	0000	780	1 045
348	212.000	309 800	45 900	5	0000	1 297	1 120
349	212 000	309 800	46 800	1	0000	759	1 033
349	212.000	309 800	46 800	5	0000	1 313	1 119
350	212 000	309 800	47 700	1	0000	746	1 030
350	212.000	309 800	47 700	5	0000	1 333	1 126
351	212.000	309 800	48 600	1	0000	728	1 038
351	212.000	309.800	48 600	5	.0000	1 341	1 123
352	212.000	309 800	49 500	1	0000	710	1 049
352	212.000	309 800	49 500	5	0000	1 341	1 119
353	214 000	309 800	40 500	4	0000	1 381	1 266
354	214.000	309 800	41 400	1	0000	930	1 161
354	214 000	309 800	41 400	4	0000	1 247	1 135
355	214 000	309 800	42.300	1	0000	856	1 078
355	214.000	309 800	42.300	4	0000	1 196	1 076
356	214 000	309 800	43 200	1	0000	801	1 021
356	214.000	309 800	43 200	4	0000	1 170	1 041
357	214 000	309 800	44 100	1	0000	769	994
357	214.000	309 800	44.100	5	0000	1 175	1 030
358	214 000	309 800	45 000	1	0000	744	976
358	214 000	309 800	45 000	5	0000	1 186	1 027
359	214 000	309 800	45 900	1	0000	727	967
359	214 000	309 800	45 900	5	0000	1 204	1 031
360	214 000	309 800	46 800	1	0000	714	.963
360	214 000	309 800	46 800	5	0000	1 224	1 038
361	214 000	309 800	47 700	1	0000	703	961
361	214 000	309 800	47 700	5	.0000	1 245	1 048
362	214 000	309 800	48 600	1	0000	702	982
362	214 000	309 800	48 600	5	0000	1 268	1 064
363	214 000	309 800	49 500	1	0000	695	1 005
363	214 000	309 800	49 500	5	0000	1 281	1 073
364	216 000	309 800	40 500	1	0000	1 001	1 225
364	216 000	309 800	40 500	4	0000	1 296	1 170
365	216 000	309 800	41 400	1	0000	876	1 081
365	216 000	309 800	41 400	4	0000	1 171	1 052
366	216 000	309 800	42 300	1	0000	807	1 007
366	216 000	309.800	42 300	4	0000	1 124	1 000
367	216 000	309 800	43 200	1	0000	755	956
367	216 000	309 800	43 200	5	0000	1 102	969
368	216 000	309 800	44 100	1	0000	727	934
368	216 000	309 800	44 100	5	0000	1 107	962
369	216 000	309 800	45 000	1	0000	704	919
369	216 000	309 800	45 000	5	0000	1 118	961
370	216 000	309 800	45 900	1	0000	692	914
370	216 000	309 800	45 900	5	0000	1 137	969
371	216 000	309 800	46 800	1	0000	694	920
371	216 000	309 800	46 800	5	0000	1 166	990
372	216 000	309 800	47 700	1	0000	693	928
372	216 000	309 800	47 700	5	0000	1 194	1 009
373	216 000	309 800	48 600	1	0000	702	959
373	216 000	309 800	48 600	5	0000	1 228	1 036
374	216 000	309 800	49 500	1	0000	711	997
374	216 000	309 800	49 500	5	0000	1 258	1 064

375	218 000	309 800	40 500	1	0000	948	1 153
375	218 000	309 800	40 500	4	0000	1 233	1 100
376	218 000	309 800	41 400	1	0000	833	1 024
376	218 000	309 800	41 400	4	0000	1 118	992
377	218 000	309 800	42 300	1	0000	768	957
377	218 000	309 800	42.300	4	0000	1 073	944
378	218 000	309 800	43 200	1	0000	719	909
378	218 000	309 800	43 200	5	0000	1 052	916
379	218.000	309.800	44 100	1	.0000	.699	.894
379	218 000	309 800	44 100	5	0000	1 060	915
380	218 000	309 800	45 000	1	0000	696	895
380	218 000	309 800	45 000	5	0000	1 082	931
381	218 000	309 800	45 900	1	0000	691	896
381	218 000	309 800	45 900	5	0000	1 105	945
382	218 000	309 800	46 800	1	0000	698	908
382	218 000	309 800	46 800	5	0000	1 137	970
383	218 000	309 800	47 700	1	0000	711	927
383	218 000	309.800	47 700	5	0000	1 176	1 003
384	218 000	309 800	48 600	1	0000	723	963
384	218 000	309 800	48 600	5	0000	1 216	1 036
385	218 000	309 800	49 500	1	0000	737	1 006
385	218 000	309 800	49 500	5	0000	1 252	1 068
386	220 000	309 800	40 500	1	0000	904	1 098
386	220 000	309 800	40 500	4	0000	1 187	1 048
387	220 000	309 800	41 400	1	0000	795	978
387	220 000	309 800	41 400	4	0000	1 079	948
388	220 000	309 800	42 300	1	0000	747	928
388	220 000	309 800	42.300	4	0000	1 044	913
389	220 000	309 800	43 200	1	0000	720	898
389	220 000	309 800	43.200	4	0000	1 033	902
390	220 000	309 800	44 100	1	0000	707	890
390	220 000	309 800	44 100	5	0000	1 047	907
391	220 000	309 800	45 000	1	0000	709	895
391	220 000	309 800	45 000	5	0000	1 072	927
392	220 000	309 800	45 900	1	0000	715	905
392	220 000	309 800	45 900	5	0000	1 101	950
393	220 000	309 800	46 800	1	0000	724	921
393	220 000	309 800	46 800	5	0000	1 137	978
394	220 000	309 800	47 700	1	0000	740	945
394	220 000	309 800	47 700	5	0000	1 179	1 013
395	220 000	309 800	48 600	1	0000	758	985
395	220 000	309 800	48 600	5	0000	1 221	1 050
396	220 000	309 800	49 500	1	0000	783	1 038
396	220 000	309 800	49 500	5	0000	1 268	1 095

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
 218 000=X-COOR 299 800=Y-COOR 39 500=RADIUS 561=F S  
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
 220 000=X-COOR 309 800=Y-COOR 43 200=RADIUS 1 033=F S  
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO  $\phi$  FACTOR)  
 220 000=X-COOR 307 800=Y-COOR 41 200=RADIUS 895=F S

000039

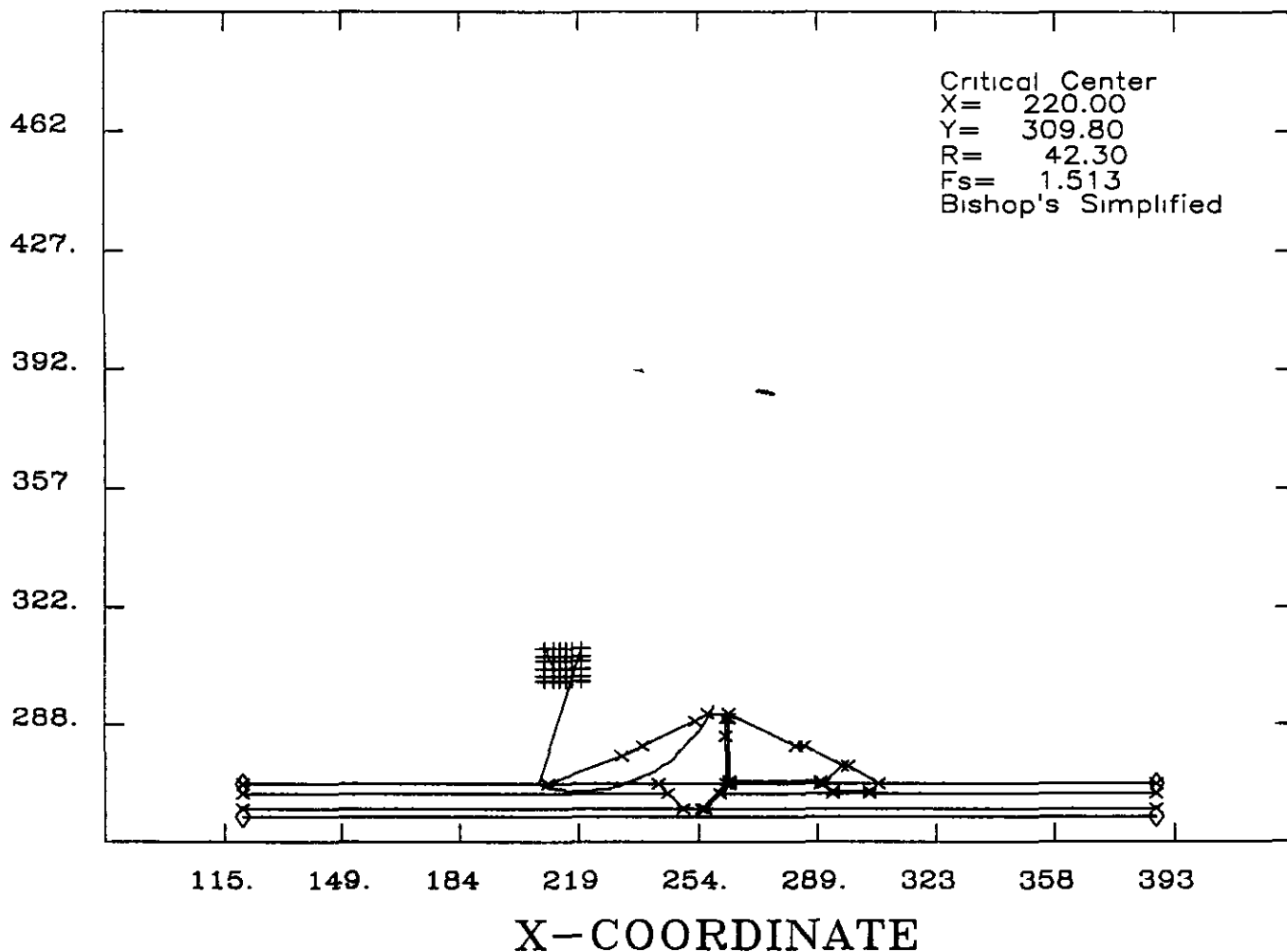
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Final de Construcao (Montante)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
20.00	.00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	.00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	.00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	.00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	.00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	.00	Gnaise (Fundacao)

File name : rosa14m.SET



QUESTION

ROSA14M.SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 20/04/97 = DATE  
 Final de Construção (Montante)  
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

1, 120 000, 269 300  
 2, 210 150, 269 300  
 3, 231 900, 278 000  
 4, 238 150, 280 500  
 5, 253 150, 288 000  
 6, 257 350, 290 100  
 7, 263.350, 290 100  
 8, 262.550, 280 500  
 9, 265.050, 290 500  
 10, 266.050, 275 000  
 11, 268 050, 275 000  
 12, 306.600, 289 300  
 13, 280 370, 288 300  
 14, 387.600, 289 300  
 15, 242.340, 289 300  
 16, 245.340, 286 300  
 17, 249 340, 282 300  
 18, 255 340, 282.300  
 19, 256 370, 262 300  
 20, 282.340, 289 300  
 21, 283 370, 289 300  
 22, 283 380, 270 000  
 23, 289 850, 270 000  
 24, 290 850, 289 800  
 25, 293 350, 287 300  
 26, 304.600, 287 300  
 27, 290 050, 289 300  
 28, 293 050, 286 300  
 29, 304 400, 286 300  
 30, 262 350, 289 000  
 31, 263 350, 289 000  
 32, 120 000, 266 300  
 33, 387 600, 268 300  
 34, 120 000, 262 300  
 35, 387 600, 262.300  
 36, 120 000, 260 300  
 37, 387 600, 260 300  
 38, 120 000, 269 300  
 39, 387 600, 269 300  
 40, 120 000, 278 000  
 41, 120 000, 288 000  
 42, 254 350, 287 500  
 43, 258 000, 285 500  
 44, 262.345, 283 500  
 45, 210 000, 299 800

46, 220.000, 299 800  
 47, 210 000, 309.800  
 48, 297 600, 296 800  
 49, 307 600, 296 800  
 50, 297 600, 306 800

LINE , 6

2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0  
 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0  
 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0, 0  
 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 6

2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000  
 Solo Argiloso (Macico)  
 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000  
 Enrocamento (Rock-Fill)  
 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000  
 Areia do Filtro Vert. e Tapete  
 5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Areia Silteosa (Fundacao)  
 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaiss (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

45, 46, 47  
 5, 5

RADIUS

38, 39  
 36, 37  
 10

SIDE

1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PORU , 6

2, 1500  
 3, 0000  
 4, 0000  
 5, 1000  
 6, 1000  
 7, 0000

END

ASSUNTO: ESTABILIDADE DO MACICO  
 RUBRICA  
 TÉCNICO RESPONSÁVEL: WALTER JARDIM  
 FOLHA 18/21





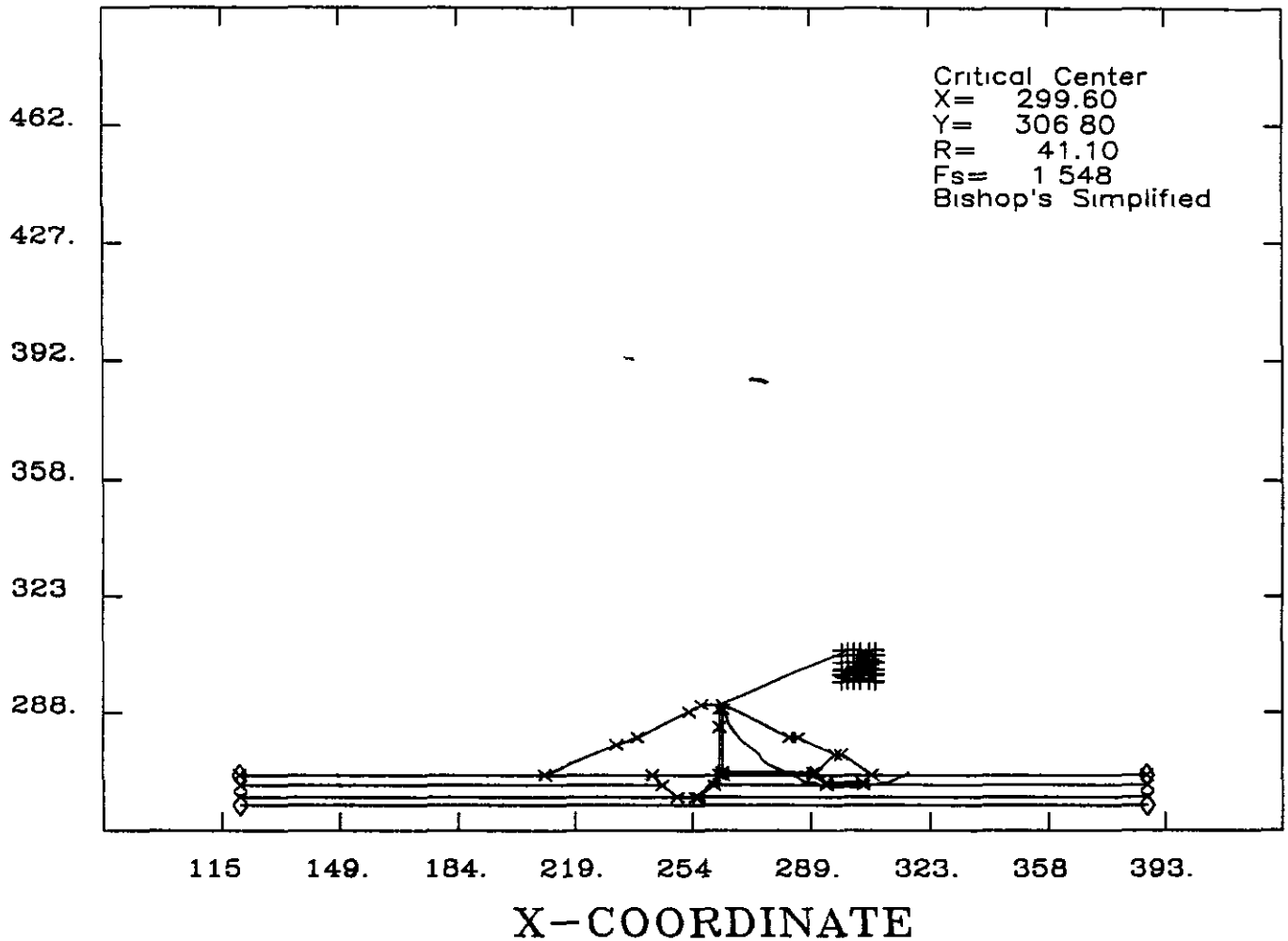
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Final de Construcao (Jusante)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
20.00	.00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	.00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	.00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	.00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	.00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	00	Gnaise (Fundacao)

File name rosa14j.SET

QUESTION

ROSA14J SET = DATA FILE NAME

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1 = TRIAL NUMBER

20/04/97 = DATE

Final de Construção (Jusante)

30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE

01000, = TOLERANCE

00000, = SEISMIC COEFFICIENT

10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

- 1, 120.000, 269.300
- 2, 210.150, 269.300
- 3, 231.900, 278.000
- 4, 238.150, 280.500
- 5, 253.150, 288.000
- 6, 257.350, 290.100
- 7, 263.360, 290.100
- 8, 282.550, 280.500
- 9, 286.050, 280.500
- 10, 296.050, 275.000
- 11, 298.050, 275.000
- 12, 306.800, 269.300
- 13, 260.370, 266.300
- 14, 387.800, 269.300
- 15, 242.340, 269.300
- 16, 245.340, 266.300
- 17, 249.340, 262.300
- 18, 255.340, 262.300
- 19, 256.370, 262.300
- 20, 262.340, 269.300
- 21, 263.370, 269.300
- 22, 263.360, 270.000
- 23, 269.850, 270.000
- 24, 290.850, 269.800
- 25, 293.350, 267.300
- 26, 304.800, 267.300
- 27, 290.050, 269.300
- 28, 293.050, 266.300
- 29, 304.400, 266.300
- 30, 262.350, 269.000
- 31, 263.350, 289.000
- 32, 120.000, 266.300
- 33, 387.600, 266.300
- 34, 120.000, 262.300
- 35, 387.600, 262.300
- 36, 120.000, 260.300
- 37, 387.600, 260.300
- 38, 120.000, 269.300
- 39, 387.600, 269.300
- 40, 120.000, 278.000
- 41, 120.000, 288.000
- 42, 254.350, 287.500
- 43, 258.000, 285.500
- 44, 262.345, 283.500
- 45, 210.000, 299.800

- 46, 220.000, 299.800
- 47, 210.000, 309.800
- 48, 297.600, 296.800
- 49, 307.600, 296.800
- 50, 297.600, 306.800

LINE , 6

- 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0
- 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0
- 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0
- 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0, 0
- 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 6

- 2, 20.0000, 0000, 36.0000, 0000, 0000, 0000
- Solo Argiloso (Macico)
- 3, 20.0000, 0000, 36.0000, 0000, 0000, 0000
- Enrocamento (Rock-Fill)
- 4, 18.0000, 0000, 31.0000, 0000, 0000, 0000
- Areia do Filtro Vert e Tapeta
- 5, 16.0000, 0000, 29.0000, 0000, 0000, 0000
- Silte Arenoso (Fundacao)
- 6, 17.0000, 0000, 30.0000, 0000, 0000, 0000
- Areia Siliosa (Fundacao)
- 7, -1.0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
- Gnaisse (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

48, 49, 50

5, 5

RADIUS

38, 39

36, 37

10

SIDE

1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PORU , 6

2, 1500

3, 0000

4, 0000

5, 1000

6, 1000

7, 0000

END





### 1 3 - ANÁLISE DE FLUXO E DIMENSIONAMENTO DO FILTRO DE AREIA

A análise de fluxo consiste da estimativa da vazão que percola através do maciço para o dimensionamento da espessura do filtro e da determinação da linha freática que servirão de dados de entrada na estimativa de poro-pressões na Análise da Estabilidade

#### 1.3.1 - Estimativa da Vazão Percolante

Para a estimativa da vazão que percola pela barragem, determinou-se a rede de fluxo provável no maciço, considerando-se o "Cut-Off" e a anisotropia inerente ao efeito da compactação Para tal, adotou-se  $K_H = 10 \times K_v$ , sendo  $K_v =$  coeficiente de permeabilidade horizontal e  $K_v =$  coeficiente de permeabilidade vertical, valor este consagrado na prática e indicado em bibliografia, para o material a ser utilizado na obra

A rede de fluxo resultante é apresentada na figura a seguir

A linha freática foi determinada a partir da Parábola Básica de Kozeny com as devidas correções de entrada e saída de Casagrande

As correções a serem feitas são

a) Entrada no N A

b) Na saída (Filtro) - O gráfico para correção é apresentado mais adiante, definindo, portanto,  $\alpha$  e

$\Delta\alpha$

$$\text{Para } \alpha = 90^\circ = \frac{\Delta\alpha}{\alpha + \Delta\alpha} = 0,26 \quad \Delta\alpha = 0,26 \times 12,8 = 3,30 \text{ m}$$

Uma vez traçada a rede, pôde-se determinar como se segue

Utilizando-se a equação prática de Cedergren, que leva em consideração a existência do "Cut-Off", tem-se que

$$Q = K_b \frac{H + D/2}{b_l} D \times \frac{nf}{nq}$$

$b_l$  Largura do Cut-Off

$D$  Profundidade do Cut-Off (tomada a máxima, neste caso)

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO

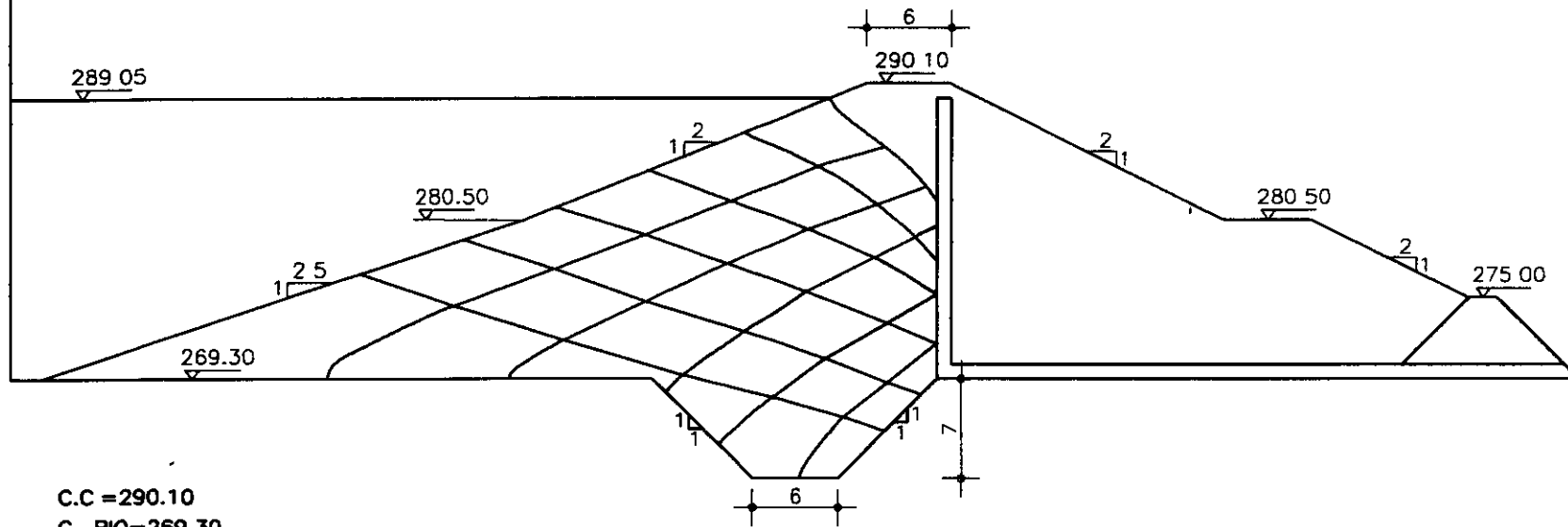
RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG

FOLHA 1/5

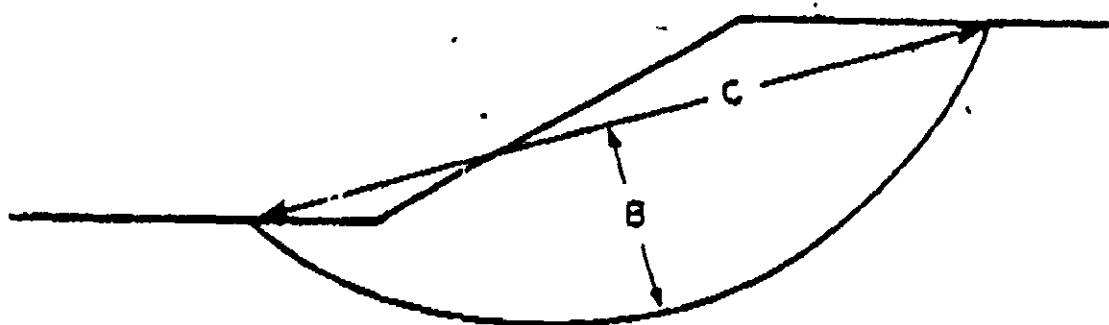


BARRAGEM DO ROSARIO  
ESBOÇO DA REDE DE FLUXO  
(CONSIDERANDO A ANISOTROPIA DO MATERIAL DO MACICO)

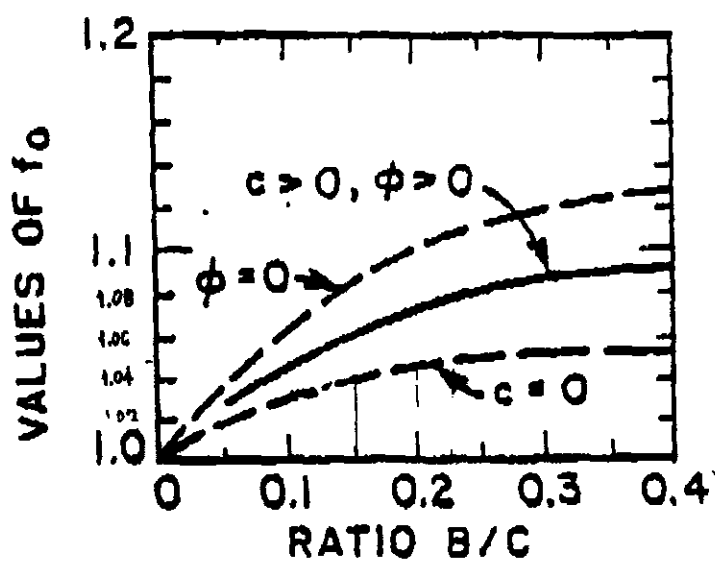


C.C = 290.10  
C. RIO = 269.30  
N.A. = 289.05

000049



'B' DISTANCE DEFINED BY JANBU, BJERRUM AND  
KJAERNLI (1956)



JANBU'S SIMPLIFIED METHOD

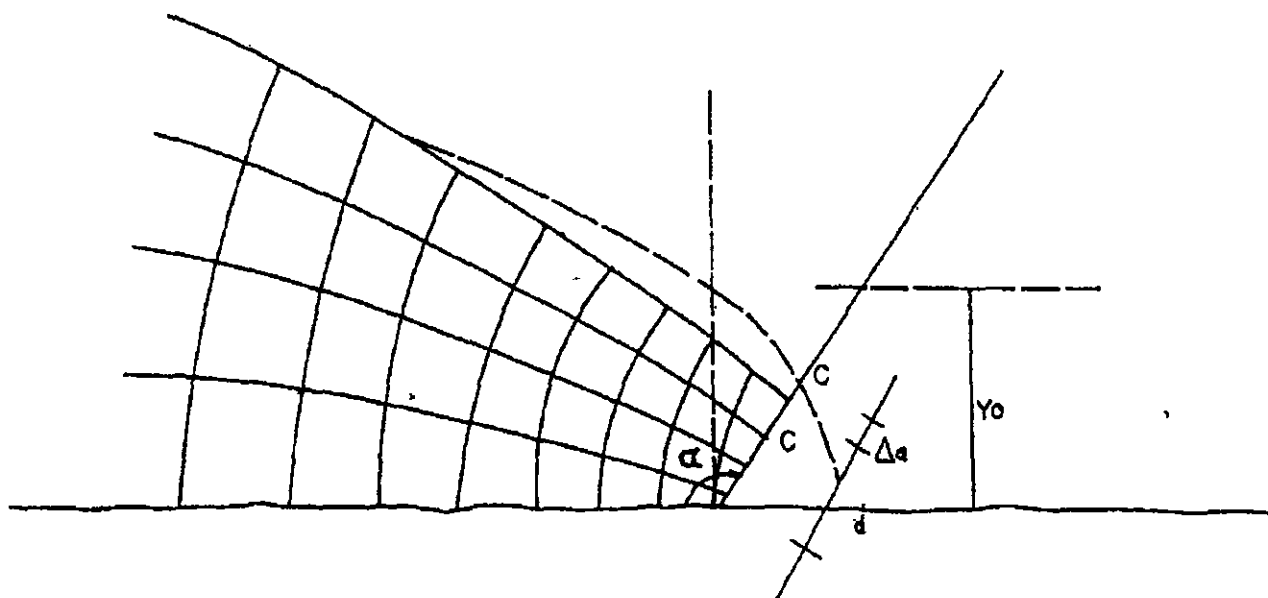
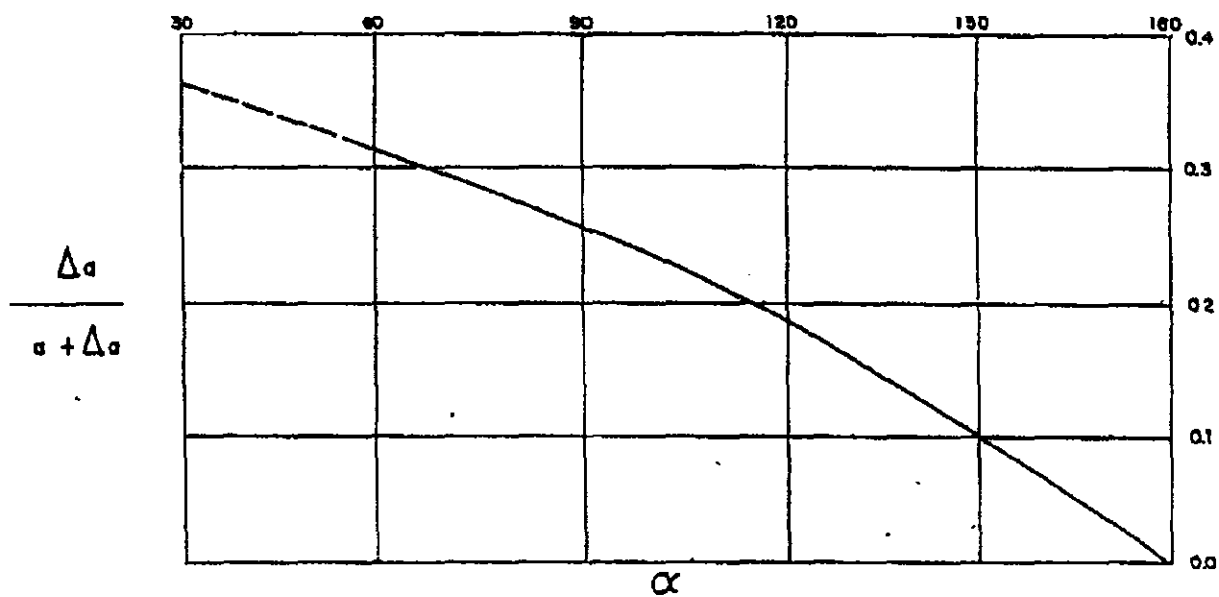


FIGURA 10.3 - CORREÇÃO DA SAÍDA LINHA FREÁTICA

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO RUBRICA \_\_\_\_\_

TECNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG FOLHA 2/5

mas  $K_b = K_{eq} = \sqrt{Kh K_v}$ , sendo  $K_v = 2,86 \times 10^{-7}$  cm/seg (vide Volume I - Tomo 2)

$$\text{Então } K_{eq} = \sqrt{2,86 \times 10^{-7} \times 10 \times 2,86 \times 10^{-7}}$$

$$K_{eq} = K_b = 9,04 \times 10^{-7} \text{ cm/s} = 9,04 \times 10^{-9} \text{ m/s}$$

e da rede de fluxo  $n_p/n_q = 6/6 = 1,0$

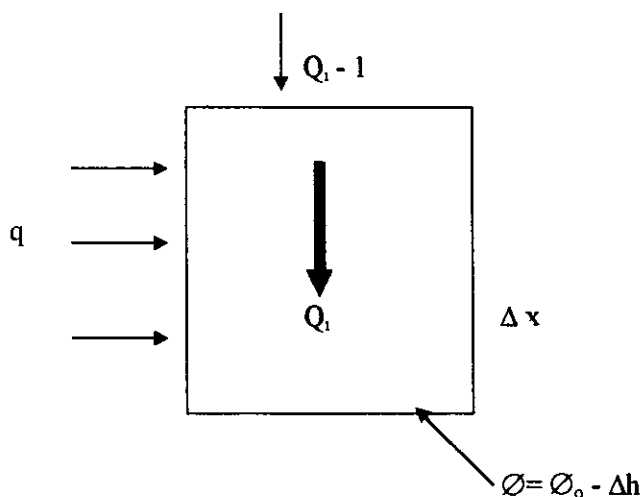
$$Q = 9,04 \times 10^{-9} \times \frac{20,8}{6} \times 7 \times 1,0$$

$Q \cong 2,56 \times 10^{-7} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$  ou  $Q = 2,56 \times 10^{-4} \text{ l/s/m}$ , o que corresponde a aproximadamente 0,01% da  $Q_{regularizada}$  com 90% de garantia anual

### 1.3.2 - DIMENSIONAMENTO DO FILTRO HORIZONTAL E VERTICAL:

- Filtro vertical

Considere-se o elemento de solo



$$Q_1 = Q_{\text{máx}} = q \Delta x + Q_1 - 1$$

$$Q = \Delta x \frac{\Delta h}{\Delta x} \times k_v$$

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG

FOLHA 3/5

$$A = B \times 1,0 \text{ m}$$

$$Q_i = B \times \frac{\Delta h}{\Delta x} \times kv$$

$$B_i = \frac{Q_i \Delta x_i}{\Delta h Kv}$$

da rede de fluxo, tem-se que

$$i_1 = \frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{2}{4} = 0,5 \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta h} = 2 \Rightarrow B_1 = \frac{Q_1 = 4,27 \times 10^{-8}}{2 \times 2,13 \times 10^{-6}} = 0,01 \text{ m}$$

$$i_2 = \frac{2,5}{2,5} = 1 \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta h} = 1 \Rightarrow B_2 = \frac{8,54 \times 10^{-8}}{1 \times 2,13 \times 10^{-6}} = 0,04 \text{ m}$$

$$i_3 = \frac{2,5}{3} = 0,83 \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta h} = 1,2 \Rightarrow B_3 = \frac{12,81 \times 10^{-8}}{1,2 \times 2,13 \times 10^{-6}} = 0,05 \text{ m}$$

$$B_v = \frac{2,56 \times 10^{-7} \times 2}{2,13 \times 10^{-6}} \Rightarrow B = 0,24 \text{ m} \Rightarrow B_H = \frac{2,56 \times 10^{-7}}{1/6 \times 18,7 \times 2,13 \times 10^{-5}} = 0,14 \text{ m}$$

mas por imposição construtiva e sabendo-se de efeitos de colmatação ao longo do tempo adota-se  $B_{fv} = 1,00 \text{ m}$  e  $B_{FH} = 1,00 \text{ m}$

### 1.3.3 - Análise dos Critérios de Transição:

Para a análise em questão, em virtude do solo a de possuir grande porcentagem de finos, adotou-se o critério do "U S Army Corps Of Engineers", o qual preconiza

- Contato Maciço x Filtro

$$1^{\text{a}}) \frac{D_{15 \text{ Filtro}}}{D_{85 \text{ Maciço}}} \leq 5$$

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO RUBRICA: \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG FOLHA 4/5

$$2^{\text{a}}) \frac{D50_{\text{Filtro}}}{D50_{\text{Macico}}} \leq 25$$

3<sup>ª</sup>) Coeficiente de não uniformidade CNU < 20

$$\text{Filtro (Valores Medios)} \begin{cases} D_{10} = 0,15\text{mm} \\ D_{15} = 0,157\text{mm} \\ D_{50} = 0,60\text{mm} \\ D_{60} = 0,90\text{mm} \\ D_{85} = 3,00\text{mm} \end{cases} \quad \text{Macico} \begin{cases} D_{50} = 0,025\text{mm} \\ D_{85} = 1,05\text{mm} \end{cases}$$

Os valores acima foram extraídos do Volume II - Tomo 2 e item 6 - Estudos Complementares deste relatório

Então

$$1^{\text{a}}) \frac{D_{15f}}{D_{15m}} \leq = \frac{0,157}{1,05} = 0,15 \quad \text{Ok!}$$

$$2^{\text{a}}) \frac{D_{50f}}{D_{50m}} \leq 25 = \frac{0,60}{0,025} = 24 \quad \text{Ok!}$$

$$3^{\text{a}}) \text{CNU} < 20 = \text{CNU} = \frac{0,90}{0,15} = 6 \quad \text{Ok!}$$

Conclui-se portanto que o material de filtro é adequado

- Contato filtro x brita corrida

$$1^{\text{o}}) \frac{D15_T}{D85_f} \leq 5 \Rightarrow D15_T \leq 5 \times 3,0 \quad D15_T \leq 15,0 \text{ mm}$$

$$2^{\text{o}}) \frac{D50_T}{D50_f} \leq 25 \quad D50_T \leq 25 \times 0,60 \text{ mm} \quad D50_T \leq 15,0 \text{ mm}$$

- Contato transição x enrocamento

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL: JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG

FOLHA 5/5

$$1^{\circ) \frac{D50_E}{D50_T} \leq 25 \Rightarrow D50_E \leq 25 \times 15 \quad D50_E \leq 375,0 \text{ mm}$$

$$2^{\circ) D_{\text{máx}} = 500 \text{ mm (por imposição da espessura da camada)}$$

### 1.3.4 - Verificação do Labirinto

#### 1 3 4 1 - Geometria

$$P = 3,0 \text{ m}$$

$$l^* = 46,26 \text{ m, (* comprimento hidraulicamente útil)}$$

$$n = 10$$

$$w = 10,0 \text{ m}$$

$$\alpha_{\text{máx}} = \arcsin \left[ \sin \left( \frac{5}{23,49} \right) \right] \text{ l "corrido"}$$

$$\alpha_{\text{máx}} = 12,29^{\circ}$$

mas,

$$\alpha = 11,00 > 0,75 \times 12,30 \text{ OK!}$$

$$\frac{w}{p} = \frac{10,0}{3,0} = 3,33 < 2,0 \text{ OK!}$$

$$Q_{1000} = 893 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{10000} = 1129 \text{ m}^3/\text{s}, l^*/w = 4,63$$

$$\text{Método de Magalhães } Q_1 = n qn$$

$$qn = \text{Máx} \sqrt{2g} W h^{3/2}$$

ASSUNTO SANGRADOURO TIPO LABIRINTO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TECNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS

FOLHA 1/3

h (m)	h/s	$\mu W$	q (m <sup>3</sup> /s)	Q L (m <sup>2</sup> /s)	
0,30	0,10	2,5	18,2	181,96	
1,30	0,33	1,9	84,2	841,59	
* 1,10	0,37	1,75	89,4	894,29	* $\cong$ Q 1000
1,50	0,50	1,45	118,0	1.179,92	
1,45	0,48	1,42	109,8	1.098,22	
* 1,47	0,49	1,43	112,9	1.128,29	* $\cong$ Q10.00
2,10	0,70	1,15	155,0	1.550,16	$\cong$ 1,37 x Q10.000

Verificação por Hay & Taylor (1970):

admitindo-se  $Co \cong 1,95 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$   $Q_N = 1,95 \times 100,0 \times h^{3/2}$

Para  $h = 1,10 \text{ m}$   $h/p = 0,37$   $Q/Q_N \cong 4,0$   $Q_N = 224,97 \text{ m}^3/\text{s}$   $Q_L = 899,88 \text{ m}^3/\text{s}$  OK!

#### 1.3.4.2 - Hidráulica do Canal de Saída do Vertedor Labirinto

Conforme indicado pelo painel de segurança de barragens da SRH/COGERH, apresenta-se, a seguir, a solução indicada para reduzir o risco de afogamento da estrutura durante uma eventual cheia milenar, estimada em  $893 \text{ m}^3/\text{s}$ . A solução apontada, após criterioso estudo, foi a de adotar, para o canal de saída desde o lado interior do vertedor, uma declividade de 0,0070: 1,0000 (VH). A solução adotada atende às exigências hidráulicas garantindo o não afogamento da estrutura, ao mesmo tempo em que procura reduzir o volume de corte necessário à execução da obra.

Foram investigadas quatro declividades, a saber, zero (plana); 0,0050: 1,0; 0,010:1,0; e 0,0070:1,0. Optou-se pela declividade de 0,0070:1,0 como explicado acima. O traçado de linha d'água foi feita de jusante para montante, já que a condição de jusante (existência de escoamento crítico) prevalece. Com base em teoria clássica (USBR, 1971), verificou-se que o escoamento crítico ocorreria a 71 m do ponto mais a montante do canal. Com base na equação de declividade da linha d'água para a hipótese de Manning (Chow, 1973, p.22), resolvida pelo Método das Diferenças Finitas, e para  $n = 0,035$  (corte em rocha) foi possível traçar a curva, do tipo M2, até o extremo de jusante do vertedor. Entre as paredes do vertedor neste trecho  $n = 0,013$ , concreto o domínio foi despoetizado em trechos de 0,50 m e de 1,00 m e, para cada seção, calcularam-se a largura e a vazão (variáveis), assim como os elementos hidráulicos correspondentes (como as profundidades normal e

ASSUNTO: SANGRAUORO TIPO LABIRINTO

RUBRICA: \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL: JOSÉCARLOS

FOLHA: 2/3



críticas, por exemplo) A formulação para regime gradualmente variável foi utilizada trecho a trecho, resultando na linha d'água mostrada na figura a seguir

**Resultados e conclusão** - A solução adotada atende às exigências hidráulicas de não afogamento da soleira mesmo para a vazão milenar, garantindo o pleno funcionamento da estrutura. A menor diferença entre a soleira e o nível d'água é de aproximadamente 0,65 m, enquanto que a linha de energia específica praticamente tangencia a soleira, superando-se em apenas 0,16 m na região próxima à saída do vertedor, local que certamente não terá velocidade nula, dadas a inércia do movimento e a proximidade do canal livre. Além da figura da linha d'água, seguem anexadas, as tabelas, com todos os dados intermediários de cálculo.

ASSUNTO SANGRADORO TIPO LABIRINTO

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS

FOLHA 3/3



66 500	2 24	2 01	-0 500	-0 009	2 1259	4 2006	3 0166
66 000	2 24	2 01	-0 500	-0 009	2 1302	4 1821	3 0173
65 500	2 24	2 01	-0 500	-0 008	2 1342	4 1842	3 0180
65 000	2 24	2 01	-0 500	-0 007	2 1379	4 1770	3 0186
64 500	2 24	2 01	-0 500	-0 007	2 1414	4 1702	3 0193
64 000	2 24	2 01	-0 500	-0 007	2 1447	4 1838	3 0199
63 500	2 24	2 01	-0 500	-0 006	2 1478	4 1578	3 0204
63 000	2 24	2 01	-0 500	-0 006	2 1507	4 1522	3 0210
62 500	2 24	2 01	-0 500	0 006	2 1535	4 1468	3 0215
62 000	2 24	2 01	-0 500	0 005	2 1561	4 1418	3 0220
61 500	2 24	2 01	-0 500	-0 005	2 1586	4 1370	3 0225
61 000	2 24	2 01	-0 500	0 005	2 1610	4 1324	3 0230
60 500	2 24	2 01	-0 500	0 005	2 1633	4 1280	3 0235
60 000	2 24	2 01	1 000	-0 004	2 1676	4 1187	3 0244
59 000	2 24	2 01	1 000	-0 004	2 1716	4 1122	3 0252
58 000	2 24	2 01	1 000	-0 004	2 1753	4 1052	3 0260
57 000	2 24	2 01	1 000	-0 003	2 1787	4 0988	3 0268
56 000	2 24	2 01	1 000	-0 003	2 1819	4 0829	3 0275
55 000	2 24	2 01	1 000	0 003	2 1848	4 0873	3 0281
54 000	2 24	2 01	1 000	0 003	2 1875	4 0822	3 0288
53 000	2 24	2 01	-1 000	-0 003	2 1901	4 0774	3 0293
52 000	2 24	2 01	1 000	0 002	2 1925	4 0730	3 0299
51 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 1948	4 0688	3 0304
50 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 1988	4 0648	3 0310
49 000	2 24	2 01	-1 000	-0 002	2 1989	4 0611	3 0314
48 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 2008	4 0577	3 0319
47 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 2026	4 0544	3 0323
46 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 2042	4 0513	3 0328
45 000	2 24	2 01	1 000	0 002	2 2058	4 0483	3 0332
44 000	2 24	2 01	1 000	0 002	2 2074	4 0456	3 0335
43 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2088	4 0429	3 0339
42 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2101	4 0405	3 0342
41 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2114	4 0381	3 0346
40 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2127	4 0359	3 0349
39 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2138	4 0337	3 0352
38 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2149	4 0317	3 0355
37 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2160	4 0298	3 0357
36 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2170	4 0279	3 0360
35 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2180	4 0262	3 0363
34 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2189	4 0245	3 0365
33 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2198	4 0229	3 0367
32 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2206	4 0214	3 0370
31 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2214	4 0200	3 0372
30 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2222	4 0186	3 0374
29 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2229	4 0173	3 0376
28 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2236	4 0160	3 0377
27 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2242	4 0148	3 0378
26 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2249	4 0137	3 0381
25 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2255	4 0126	3 0383
24 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2261	4 0115	3 0384

Barragem		Rosário								
Parte II -	linha	d'água ao	longo do	vertedor	labirinto					
x (m)	b (m)	Q (m³/s)	yn (m)	yc (m)	dx (m)	dy/dx	y (m)	V (m/s)	energia (m)	parede (m)
24 000	9 70	98 3	1 43	2 18	0 500	0 083	2 185	4 639	3 271	3 168
23 500	9 51	96 3	1 46	2 19	0 500	-0 698	2 532	3 998	3 339	3 165
23 000	9 31	94 2	1 48	2 19	0 500	0 017	2 524	4 008	3 335	3 161
22 500	9 12	92 2	1 47	2 18	-0 500	0 016	2 516	4 017	3 330	3 158
22 000	8 93	90 1	1 47	2 18	0 500	0 017	2 507	4 026	3 326	3 154
21 500	8 73	88 1	1 47	2 18	0 500	0 017	2 499	4 036	3 321	3 151
21 000	8 54	86 0	1 47	2 18	-0 500	0 017	2 490	4 045	3 316	3 147
20 500	8 34	84 0	1 48	2 18	-0 500	0 016	2 482	4 055	3 312	3 144
20 000	8 15	81 9	1 48	2 18	-1 000	0 018	2 464	4 080	3 304	3 140
19 000	7 76	77 8	1 49	2 17	1 000	0 018	2 448	4 099	3 294	3 133
18 000	7 38	73 7	1 49	2 17	1 000	0 019	2 427	4 119	3 283	3 126
17 000	6 99	69 6	1 50	2 16	1 000	0 019	2 408	4 138	3 272	3 119
16 000	6 60	65 5	1 51	2 16	1 000	0 020	2 388	4 158	3 261	3 112
15 000	6 21	61 4	1 52	2 15	1 000	0 020	2 368	4 178	3 248	3 105
14 000	5 83	57 3	1 53	2 14	1 000	0 020	2 348	4 193	3 235	3 098
13 000	5 44	53 2	1 54	2 14	1 000	0 022	2 328	4 210	3 221	3 091
12 000	5 05	49 2	1 55	2 13	1 000	0 022	2 303	4 225	3 205	3 084
11 000	4 66	45 1	1 57	2 12	1 000	0 023	2 280	4 237	3 187	3 077
10 000	4 28	41 0	1 58	2 11	1 000	0 024	2 257	4 245	3 167	3 070
9 000	3 89	36 9	1 61	2 09	1 000	0 023	2 234	4 245	3 143	3 063
8 000	3 50	32 8	1 63	2 08	1 000	0 024	2 210	4 236	3 116	3 056
7 000	3 11	28 7	1 66	2 06	1 000	0 023	2 187	4 211	3 083	3 049
6 000	2 73	24 6	1 69	2 02	1 000	0 019	2 169	4 159	3 042	3 042
5 000	2 34	20 5	1 73	1 99	-1 000	0 016	2 152	4 071	2 989	3 035
4 000	1 95	16 4	1 78	1 93	1 000	0 012	2 140	3 925	2 918	3 028
3 000	1 56	12 3	1 83	1 85	1 000	0 008	2 132	3 688	2 819	3 021
2 000	1 18	8 2	1 85	1 70	1 000	0 005	2 127	3 278	2 689	3 014
1 000	0 79	4 1	1 72	1 40	-0 500	0 005	2 125	2 448	2 427	3 007
0 500	0 59	2 0	1 30	1 05	-0 500	0 006	2 121	1 628	2 255	3 004

## 1.4 - TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES

### 1.4.1 - Determinação da Vazão Infiltrante

$$\varnothing = 59,5 \text{ mm (B x)}$$

#### SR-03:

##### • R-3-1

$$\Delta p_{3-1} = 3 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{3-1} = 0,3 \text{ kgf/cm}^2 \quad q_{\text{esp}} \cong 0,27 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{3-1} = \frac{\Delta \text{ inf}}{\pi \times \varnothing} Q_{\text{esp}} \quad Q_{3-1} = \frac{288}{\pi \times 0,0595} \times 0,27 \quad Q_{3-1} = 416 \text{ l/min}$$

##### • R 3-2

$$\Delta p_{3-2} = 6 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{3-2} = 0,6 \text{ kgf/m}^2 \Rightarrow q_{\text{esp}} = 0,3 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{3-2} = \frac{502}{\pi \times 0,0595} \times 0,30 \quad Q_{3-2} = 805,7 \text{ l/min}$$

#### SR-04:

##### • R4-1

$$\Delta P_{4-1} = 9 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{4-1} = 0,9 \text{ kgf/cm}^2 \Rightarrow q_{\text{esp}} = 2,90 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{4-1} = 5,35 (140) \times 2,9 \quad Q_{4-1} = 2 172 \text{ l/min}$$

$$\bullet \text{ SR-4.2 } 12 \text{ m c a} \quad \Delta p_{4.2} = 1,2 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 0,7 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{4.2} = 5,35 \times 07 \times 80 \times 2 = 599,20 \Rightarrow Q_{4.2} = 599,20 \text{ l/min}$$

##### • SR-02

##### • R 21

ASSUNTO TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG

FOLHA 1/3

$$\Delta p_{r-1} = 7,6 \text{ m c a} \quad \Delta p_{2-1} = 0,76 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 3,97 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{2-1} = 5,35 \times 3,97 \times 215,4 \Rightarrow Q_{2-1} = 4\,574,99 \text{ l/min}$$

• **R-2-2:**

$$\Delta p_{2-2} = 10 \text{ m c a} \quad \Delta p_{2-2} = 1,0 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 0,11 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{2-2} = 5,35 \times 0,11 \times 220 \Rightarrow Q_{2-2} = 129,50 \text{ l/min}$$

SM-02

• **M<sub>2-1</sub>**

$$\Delta p_{2-1} = 19 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{2-1} = 1,9 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 8,8 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{2-1} = 5,35 \times 8,8 \times 297 \Rightarrow Q_{2-1} = 13\,982,76 \text{ l/min}$$

• **M<sub>2-2</sub>**

$$\Delta p_{2-2} = 21 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{2-2} = 2,1 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 9,00 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{2-2} = 5,35 \times 9 \times 162,40 \quad Q_{2-2} = 7\,819,6 \text{ l/min}$$

**SR - 01**

• **M<sub>1-1</sub>**

$$\Delta p_{1-1} = 23 \text{ m c a} \quad \Delta p_{1-1} = 2,3 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 1,8 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{1-1} = 5,35 \times 1,8 \times 300 = 2\,889,0 \text{ l/min}$$

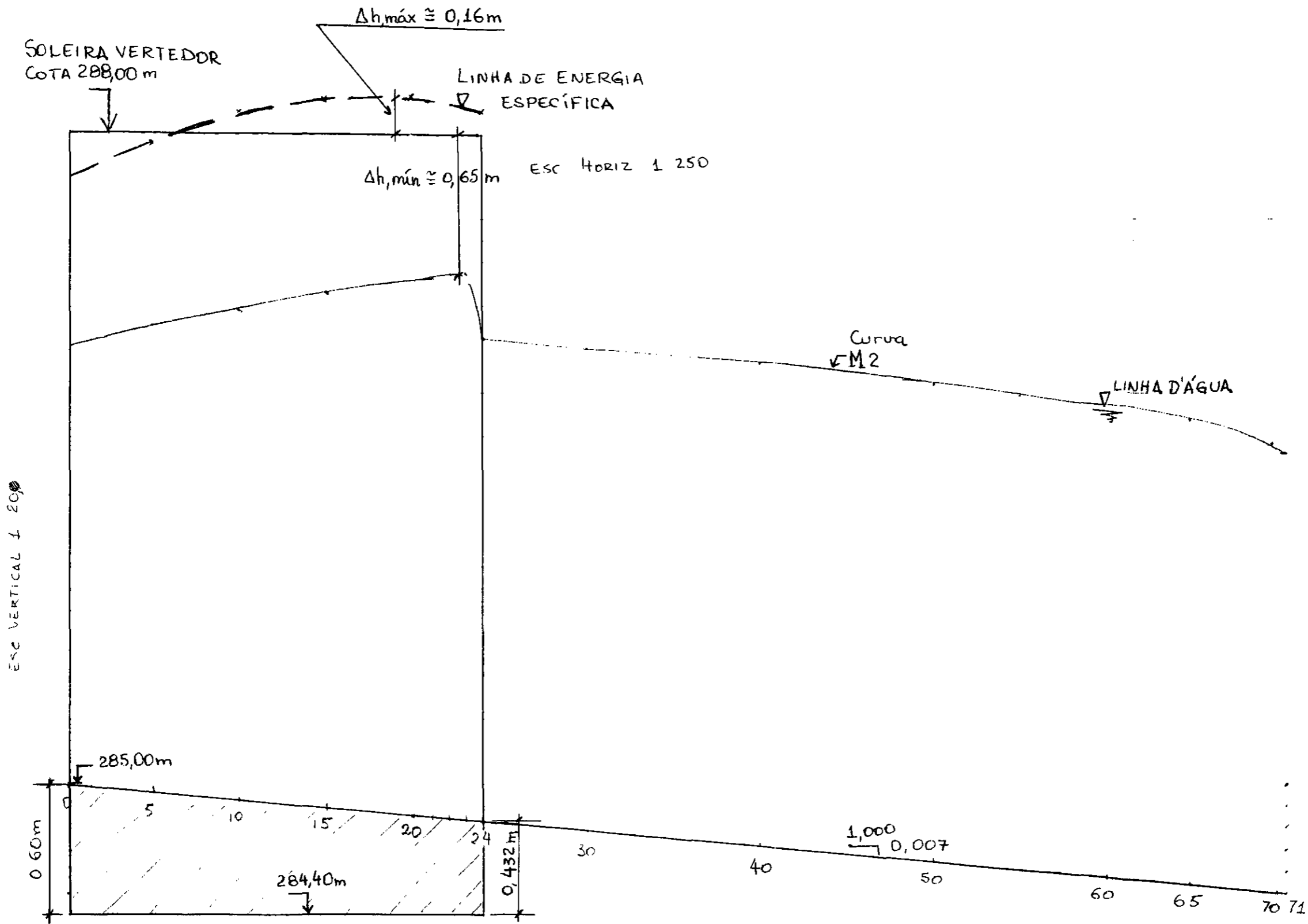
• **M<sub>1-2</sub>**

$$Q_{1-2} = 26 \text{ m c a} = \Delta p_{1-2} = 2,6 \text{ m c a} = q_{\text{esp}} = 2,29 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{1-2} = 5,35 \times 2,29 \times 200 \quad Q_{1-2} = 2\,450,30 \text{ l/min}$$

ASSUNTO TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES \_\_\_\_\_ RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG \_\_\_\_\_ FOLHA 2/3 \_\_\_\_\_



000063

**SR -01;**

•R 1-1

$$\Delta p_{1-1} = 7,0 \text{ m c a} \quad \Delta p_{1-1} = 0,7 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 1,67 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{1-1} = 5,35 \times 1,67 \times 320 \Rightarrow Q_{1-1} = 2,859,04 \text{ l/min}$$

• R1-2

$$\Delta p_{1-2} = 10 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{1-2} = 1,0 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{\text{esp}} = 0,9 \text{ l/minm}$$

$$Q_{1-2} = 5,35 \times 0,9 \times 320 \Rightarrow Q_{1-2} = 1,540,8 \text{ l/min}$$

**PORTANTO**

$$\text{SR-03} Q_{\text{SR3}} = 1221,70 \text{ l/min}$$

$$\text{SR-04} Q_{\text{SR4}} = 2771,20 \text{ l/min}$$

$$\text{SR-02} Q_{\text{SR2}} = 4704,49 \text{ l/min}$$

$$\text{SM-02} \quad Q_{\text{SM2}} = 21802,40 \text{ l/min}$$

$$\text{SR-01} Q_{\text{SM1}} = 5339,30 \text{ l/min}$$

$$\text{SR-01} Q_{\text{SR1}} = 4399,84 \text{ l/min}$$

$Q_{\text{TOTAL}} = 40178,93 \text{ l/min} (0,67 \text{ m}^3/\text{s})$  Há necessidade de tratamento das fundações visto que a perda d'água por percolação é muito alta e próxima à  $Q_{\text{reg}} = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$

ASSUNTO TRATAMENTO DAS FUNDACÕES

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG

FOLHA 3/3



### 1.5 – TOMADA D'ÁGUA

Para o dimensionamento da tomada d'água utilizou-se a fórmula universal de perda de carga de Darcy-Weissbach, dada pela seguinte expressão

$$h_1 = f \frac{L}{D} \frac{V}{2\gamma}, \text{ onde}$$

$h$  = Perda de carga linear ao longo da tubulação (m)

$f$  = Coef De atrito

$L$  = Comprimento da tubulação (m)

$D$  = Diâmetro da tubulação (m)

$V$  = Velocidade da água (m/s)

Os dados utilizados nos cálculos são os seguintes

$L = 65.00$  m

$\varnothing = 800$  mm

$Q$  = Variável em função de  $h$

Os resultados dos cálculos obtidos através de fórmula mencionado são mostrados no quadro a seguir

Q M3/s	V M/s	NR	f	h1 (m)	h2 (m)	ht (m)
0,20	0,40	$3,2 \times 10^5$	0,027	0,018	0,02	0,038
0,40	0,80	$6,4 \times 10^5$	0,025	0,07	0,08	0,15
0,60	1,20	$9,6 \times 10^5$	0,022	0,14	0,18	0,32
0,80	1,60	$1,2 \times 10^6$	0,018	0,20	0,33	0,53
1,00	2,00	$1,6 \times 10^6$	0,018	0,30	0,51	0,81
1,20	2,40	$1,9 \times 10^6$	0,018	0,43	0,74	1,17
1,40	2,80	$2,2 \times 10^6$	0,016	0,52	1,00	1,52
1,60	3,20	$2,5 \times 10^6$	0,016	0,68	1,30	1,96
1,80	3,60	$2,9 \times 10^6$	0,015	0,80	1,65	2,45
2,00	4,00	$3,2 \times 10^6$	0,015	1,00	2,05	3,05

ASSUNTO TOMADA D'ÁGUA

RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ QSMAR SARAIVA

FOLHA 1/2

$$H = \text{perdas localizadas} = 2,5 \frac{V^2}{2g}$$

$$H_t = \text{Perda de carga total} = h_1 + h_2$$

NR = N° de Reynolds

Observa-se que a vazão regularizada do projeto de 0,81 m<sup>3</sup>/s poderá ser obtida até com o nível mínimo da barragem de aproximadamente 0,50 m.

Valores maiores serão derivados em função dos níveis, a exemplo de 2,0 m<sup>3</sup>/s obtido com o nível d'água situado a cerca de 3,00 m acima da tomada

ASSUNTO: TOMADA D'ÁGUA RUBRICA \_\_\_\_\_

TÉCNICO RESPONSÁVEL: JOSÉ OSMAR SARAIVA FOLHA 2/2

## 2 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## **2 - Referências Bibliográficas**

**BUREAU OF RECLAMATION, 1987 Design of Small Dams US Government Printing Office, Denver, Colorado, U S A , 860p**

**CRUZ, P T , 1963 Shear Strength Characteristics of some Residual Compacted Clays II Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**

**CRUZ, P T . 1995 100 Barragens Brasileiras Em Edição, 668 p**

**DNOCS, 1990 Barragens no Nordeste do Brasil Experiência do DNOCS em Barragens na Região Semi-Árida 2ª ed , Fortaleza, DNOCS, 38 p**

**DNOCS, 1990 Sismicidade de João Câmara versus Barragem Engº Armando Ribeiro Gonçalves-Açu-RN**

**LAMBE, T W & Whitman, R V , 1979 Soil Mechanics. SI Version Ed John Willey & Sons, New York, U S A 553p**