



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0012/04/02/A

**LOTE:**

0110

**AUTOR:**

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – ENGESOFT

**TÍTULO:**

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA EM GRANJA

**SUBTÍTULO:**

PROJETO EXECUTIVO VOLUME IV TOMO II MEMÓRIA DE CÁLCULO

**SETEMBRO/1996**

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: PROJETO

Identidade GED: 0012/0410213

Lote: 00010

Nº de Registro: 96/1240

Autores: ENGESOTT/SRH/SOHIDRA/COGERH/PROURB-CE

Programa: PROURB

Título: Projeto executivo da barragem Gargema

Sub-Título 1: Relatório geral

Sub-Título 2: Normas de cálculo

Nº de Páginas: 89 p

Volume: 4

Tomo: 2

Editor: ENGESOTT

Data de Publicação (mês/ano): Setembro / 1996

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input checked="" type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado: <u>Riacho Gargema</u>		Fonte Hídrica: _____		

Bacia: Coreaú

Sub-bacia: \_\_\_\_\_

Municípios: Guarajá

Distrito: \_\_\_\_\_

Microregião: litoral de Carnacem e Guarajá

Estado: Paraná

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 GANGORRA**

**VOLUME IV - RELATÓRIO GERAL**  
**TOMO 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO**



Lote. 00110 - Prep ( / ) Scan ( / ) Index ( )  
Projeto Nº 1012/04/2013  
Volume \_\_\_\_\_  
Qtd A4 74 Qtd A3 \_\_\_\_\_  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

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 GANGORRA**

**VOLUME IV - RELATÓRIO GERAL**  
**TOMO 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO**

000003



FORTALEZA  
SETEMBRO 96



---

**SUMÁRIO**

## 1.0 - APRESENTAÇÃO

---

## 1 0 - APRESENTAÇÃO

A ENGESOFT, Engenharia e Consultoria Ltda apresenta, o Projeto Executivo da Barragem Gangorra, objeto do Contrato 05/96 - PROURB/COGERH, firmado com a COGERH

O presente relatório refere-se ao Volume IV - Relatório Geral, Tomo 2 - Memória de Cálculo

1

## 2.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

---

1

## 2.1 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO

---

## 2 1 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO

### 2 1 1 - Altura da Barragem

A capacidade da Barragem Gongorra foi definida em  $46,15 \times 10^6 \text{ m}^3$ , 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 38,00

Operando hidráulicamente o sangradouro, chegou-se que, para um vertedouro em soleira espessa com 40,00 m de largura, a cheia máxima para um período de retorno de 1 000 anos foi estimada em  $76,60 \text{ m}^3/\text{s}$ , enquanto a lâmina máxima de sangria seria da ordem de 1,20 m. O resultado destes cálculos encontram-se no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos, Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

Isto implica que o nível máximo de sangria corresponde a cota 39,20

Verificando a bacia hidráulica, mediu-se um fetch de aproximadamente 5,00 km

O cálculo da altura das ondas, com base no fetch (f), é a seguinte

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

onde  $h_o$  - altura das ondas (m)

$$F = 5,00 \text{ km}$$

então,

$$h_o = 1,12$$

A velocidade das ondas, pela fórmula de Gaillard é

$$V = 1,5 + 2 h_o$$

$$V = 3,74 \text{ m/s (velocidade das ondas em m/s)}$$

tem-se então, a fórmula da folga dada por

$$f = 0,75ho + \frac{V^2}{2g}$$

logo,  $f = 1,55$  m (folga do barramento, em m)

Adotou-se no projeto, a dimensão de 1,55 m

A dimensão do revanche da Barragem a partir da lâmina máxima de sangria já calculada nos Estudos Hidrológicos e da folga, é a seguinte

$$R = H + f \quad \text{onde,} \quad R - \text{Revanche (m)}$$
$$R = 1,47 + 1,55 \quad \quad \quad H - \text{Lâmina máxima (m)}$$
$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad f - \text{Folga da barragem (m)}$$

$R = 3,02$  m (Revanche da barragem, em m)

Adotou-se no projeto a dimensão da revanche em 3,00 m

Assim,

A altura da barragem foi definida a partir da cota da soleira, já fixada na cota 38,00, da altura da lâmina de sangria máxima e do cálculo da folga, portanto, o coroamento da barragem deve ser

$$C_c = C_s + H + f$$

$$C_c = 38,00 + 1,47 + 1,55 \quad C_c = 41,02$$

$C_c = 41,00$  ( $C_c$  - Cota do coroamento da barragem adotada)

Logo a altura da barragem a partir da cota do fundo do rio é

$$H_B = C_c - C_{FR}, \quad \text{onde} \quad H_B - \text{Altura da barragem}$$
$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad C_c - \text{Cota do coroamento}$$
$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad C_{FR} - \text{Cota do fundo do rio}$$

$$H_B = 41,00 - 20,34$$

$$H_B = 20,66 \text{ m (Altura máxima da barragem)}$$

## 2 1 2 - Taludes da Barragem

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

Os taludes adotados são

- a - Talude de montante 3,00 / 1,00 (H / V) a partir do terreno natural até a cota 30,00, e desta 2,50 / 1,00 (H / V) até a cota 41,00 (cota do coroamento)
- b - Talude de jusante 1,50 / 1,00 (H / V) a partir do terreno natural até a cota 25,00 no topo da berma do enrocamento de pé (Rock-fill). A partir da cota 25,00 até a cota 30,00 no topo da berma estabilizadora, 2,00 / 1,00 (H / V) e desta continua o mesmo talude até a cota 41,00 (cota do coroamento)

## 2 1 3 - Largura do Coroamento

A largura do coroamento foi calculada, 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

$$b = 5,90 \text{ m}$$

Valor adotado  $b = 6,00$  m

## 2 1.4 - 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  $\delta$  rocha = 2,50, temos  $C = 0,028$ ,

Segundo Gaillard a velocidade da onda é obtida pela expressão

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

onde,  $H$  - altura da onda em (m)

$V$  - velocidade da onda em (m/s)

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

$$H = 0,75 + 0,34 \sqrt{F} - 0,26 \sqrt[3]{F}$$

Assim para um "fetch" de 5,00 km, tem-se  $H = 1,12$  m

Logo,  $V = 3,74$  m/s

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

$$e = 0,3926 \text{ m}$$

O "Army Corps Engineers" indica valores em forma de quadro, conforme mostrado a seguir

ALTURA DA ONDA (m)	ESPESSURA MÍNIMA DO ENROCAMENTO (m)
0,60 a 1,20	0,45

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"

FETCH	ESPESSURA	PORCENTAGEM DOS BLOCOS em peso (ton.)			
		D <sub>max</sub> (m)	D <sub>25</sub> (m)	D <sub>45 a 75</sub> (m)	D <sub>25</sub>
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
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 n% na distribuição granulométrica da pedra utilizada*

Adotaremos a indicação do "Bureau of Reclamation" para as dimensões do "Rip-Rap" Portanto, a espessura adotada será  $e = 0,70$  m, admitindo como valor intermediário

A espessura adotada para a transição deverá obedecer a seguinte relação

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

Logo, a espessura da transição será

$$e_t \leq 0,350 \text{ m}$$

Adotaremos a  $e_t = 0,30$  m

A dimensão máxima dos blocos do "Rip-Rap" deve ser  $\leq 0,70$  m. As demais características granulométricas do enrocamento e da transição são expostos no item seguinte

### 2.1.5 - Verificação dos Materiais para Filtro

Foram verificados os materiais para os diversos contatos através dos critérios adotados pelo U.S. Bureau of Reclamation (critérios de Terzaghi) e dos estudos recentes concluídos pelo Soil Conservation Service e pelo Professor Sherard.

No quadro abaixo é apresentada as características dos materiais de construção da obra, onde são adotados os parâmetros médios

MATERIAL	D10 (mm)	D15 (mm)	D50 (mm)	D85 (mm)	% QUE PASSA NA # 200
Núcleo	-	0,022	0,56	7,00	36
Areia	0,17	0,30	1,75	20	3
Brita Corrida	1,600	4,00	30	75	4
Enrocamento	85	100	340	450	-

Segundo Terzaghi os critérios a serem analisados são

$$a) \frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{base})} = 5 \text{ a } 40$$

$$b) \frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{base})} \leq 5$$

c) A curva granulométrica do material do filtro deve ser aproximadamente paralela a do material da base

d) Coeficiente de uniformidade

$$\frac{D_{80}(\text{filtro})}{D_{10}(\text{filtro})} \leq 20$$

• Para o contato núcleo x filtro

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{núcleo})} = \frac{0,300}{0,022} = 13,64 \text{ ok!}$$

$$\frac{D_{85}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{núcleo})} = \frac{0,30}{7,00} = 0,04 \text{ ok!}$$

$$\frac{D_{90}(\text{filtro})}{D_{10}(\text{filtro})} = \frac{1,75}{0,17} = 10,29 \text{ ok!}$$

• Para o contato filtro x brita corrida

$$\frac{D_{15}(\text{brita})}{D_{15}(\text{areia})} = \frac{4,00}{0,30} = 13,33 \text{ ok!}$$

$$\frac{D_{5}(\text{brita})}{D_{15}(\text{areia})} = \frac{0,00}{20} = 0,20 \text{ ok!}$$

$$\frac{D_{60}(\text{brita})}{D_{10}(\text{brita})} = \frac{30,00}{1,60} = 18,75 \text{ ok!}$$

Quanto a proximidade do paralelismo entre as curvas dos materiais do filtro e da base, são poucas as barragens que satisfazem esse requisito e no entanto, os filtros funcionam satisfatoriamente

Segundo Sherard os solos são classificados em quatro (4) grupos atendendo os respectivos critérios como seguem

1º CASO Siltes e argilas com mais de 85% em peso passando na # 200,

$$D_{15_f} \leq 9 \times D_{85_b}$$

2º CASO Siltes arenosos, argilas, siltes e areias argilosas com 40 a 85% em peso, passando na # 200,

$$D_{15_f} \leq 0,700 \text{ mm}$$

3º CASO Areia, pedregulho arenoso com poucos finos com 15% em peso, ou menos passando na # 200,

$$D_{15_f} \leq 4 \times D_{85_b}$$

4º CASO Para solos pedregulhos com 15 a 40% passando na # 200,

$$\begin{array}{l} D_{15_f} = 0,700 \text{ m (2)} \\ D_{15_f} = 4 \times D_{85_b} \text{ (3)} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{Obtidos por interpolação da reta tracada pelos pontos lancados a} \\ \text{partir dos grupos 2 e 3} \end{array} \right.$$

- Para o contato núcleo x filtro (4º CASO)

Se,  $D_{15_f}$  = Valor intermediário entre os grupos 2 e 3

$$D_{15_f} = 0,70 \text{ mm (2º caso)}$$

$$D_{15_f} = 4 \times D_{85_b} = 28 \text{ mm (3º caso)}$$

$$\text{então } D_{15_f} = \frac{40 - 36}{40 - 15} \times (28 \times 0,7) + 0,7$$

$$D_{15_f} = 5,07 \text{ mm}$$

Logo, o valor encontrado atende ao critério

- Para o contato filtro x brita corrida

$$D_{15} \leq 4 \times D_{85_b} \quad (3^\circ \text{ caso})$$

$$4,00 \leq 80 \text{ ok! atende ao critério}$$

As características granulométricas dos materiais a serem empregados na construção da barragem, obtidas a partir dos ensaios realizados em laboratórios são apresentados no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos, Tomo 2 - Estudos Geológicos/Geotécnicos

Os Critérios de execução destes materiais são apresentados no Volume IV, Tomo 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas

3

## 2.2 - ANÁLISE DE FLUXO E DIMENSIONAMENTO DO FILTRO DE AREIA

## 2.2 - 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

### 2.2.1 - Estimativa da Vazão Percolante

O estudo da percolação através do núcleo, considerando que os demais materiais do maciço (areia, brita e enrocamentos) apresentam um coeficiente de permeabilidade muito superior ao do núcleo, foi efetuado pelo método analítico

Por Carvalho (1984), temos que a vazão total que percola através do núcleo, considerando um boqueirão de forma trapezoidal, é

$$Q = \frac{k H^2}{(D_2 - D_1)^2} \left[ \frac{L_1}{2} (D_2 - D_1) + \frac{L_2}{2} (D_2 - 3D_1) + D_1 \frac{(L_2 D_1 - L_1 D_2)}{(D_2 - D_1)} L_n \left( \frac{D_2}{D_1} \right) \right] \quad (1)$$

No caso em análise o boqueirão não é exatamente trapezoidal, mas podemos aproximá-lo adotando-se como valores médios para a barragem os seguintes dados

Açude Público Gangorra

#### Cálculo da Vazão Percolantes Através do Maciço

#### DADOS DO MATERIAL DO NÚCLEO

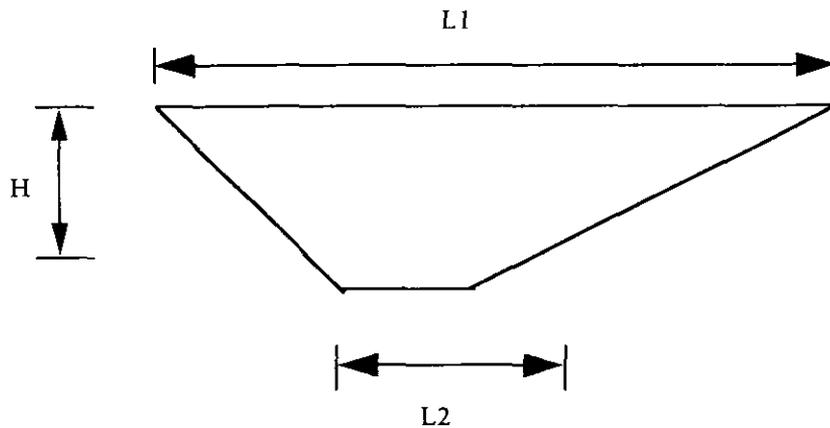
Coeficiente de Permeabilidade Vertical ( $k_v$ ) = 2,50E - 08 m/s

Relação  $k_h/k_v$  = 9 =>  $k_h$  = 2,3E - 07 m/s

Permeabilidade Equivalente  $9k_{eq}$  = 7,5E - 08 m/s

### DADOS DO BOQUEIRÃO

L1 = 1000 m



L2 = 600 m

H = 16 m

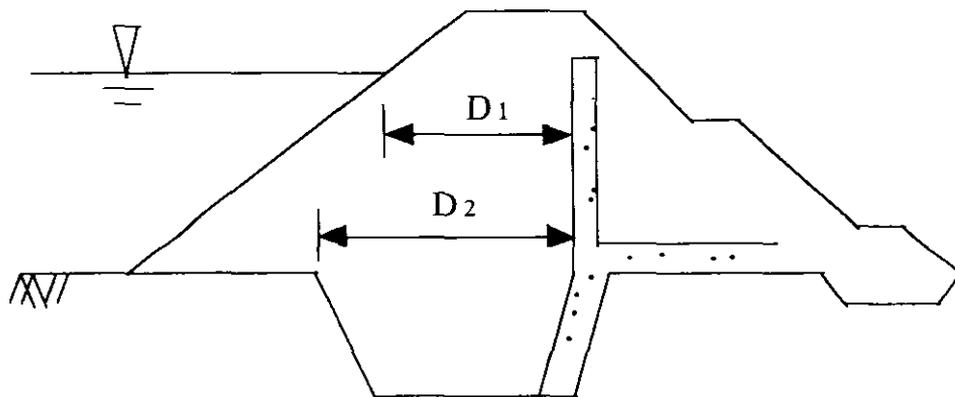
### DADOS DAS SEÇÕES TIPO

D1 = 14 m  $\Rightarrow$  D'1 = 4,67 m

D2 = 25 m  $\Rightarrow$  D'2 = 8,33 m

### CÁLCULO DA VAZÃO PERCOLANTE (Q) PELO NUCLEO DA BARRAGEM

Q = 1,02e - 03 m<sup>3</sup>/S = 3,23E+04 m<sup>3</sup>/ano



Para considerar o efeito da anisotropia, do material compactado com respeito à percolação adotou-se  $kh = 9 kv$ , relação esta adotada por diversos projetistas Assim

$$k = k_{eq} = \sqrt{kh \times kv} = 3 kv = 7,5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

onde

$k_v = 2,5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$  obtido com base nos ensaios de permeabilidade das amostras compactadas das jazidas

Ainda, para considerar o efeito da anisotropia, temos que deformar a geometria do núcleo de tal forma que os comprimentos horizontais sejam reduzidos de um fator

$$\sqrt{\frac{kh}{k_v}} = 3$$

Assim

$$D_{1'} = \frac{D_1}{3} = 4,67 \text{ m}$$

$$D_{2'} = \frac{D_2}{3} = 8,33 \text{ m}$$

Assim, pela Equação 1, obtemos:

$$Q = 1,02 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} = 3,23 \times 10^4 \text{ m}^3 / \text{ano}$$

Para estimar o fluxo pela fundação, considerou-se o cut-off assente na cota 14,0, e que as camadas de fundação apresentam as permeabilidades conforme a Figura 2.1. As permeabilidades foram obtidas dos ensaios de infiltração apresentados nos estudos Geotécnicos.

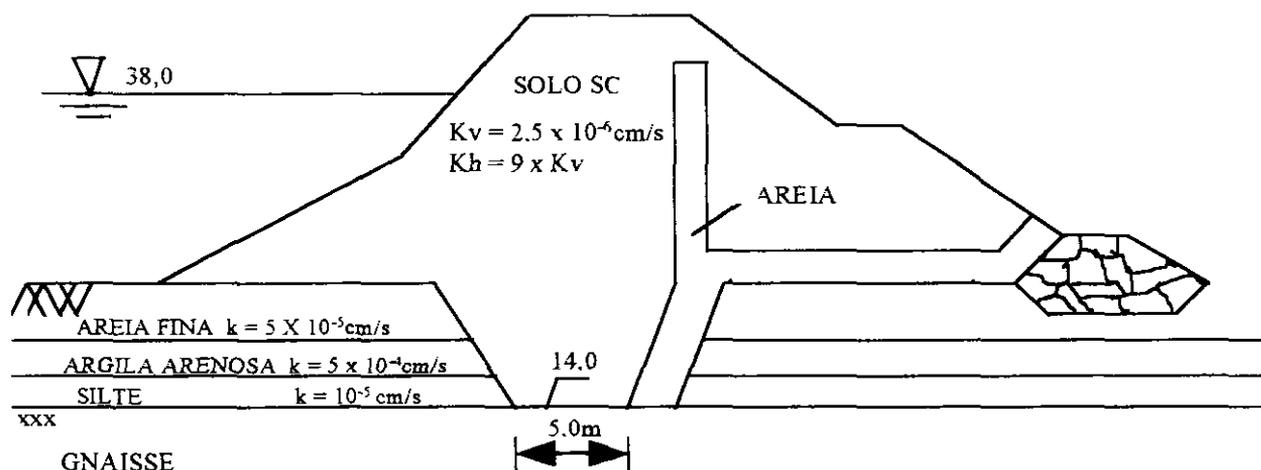


FIGURA 2.1

Assim, como o núcleo é da ordem de 50 vezes mais impermeável, a perda de carga ocorrerá quase inteiramente só no cut-off e, podemos considerar hipoteticamente, e a favor da segurança, uma carga hidráulica de 24 m c a atuando ao longo de todo o cut-off da fundação em uma extensão de 200 m. Se, novamente a favor da segurança, considerarmos uma largura de 5m constante para o cut-off, temos

$$Q = k \cdot A = (9 \times 2.5 \times 10^{-8}) \times (24 / 5) \times (6 \times 200) = 1,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} = 4,09 \times 10^4 \text{ m}^3 / \text{ano}$$

Portanto a vazão que percola através do núcleo e fundação da barragem, determinada analiticamente, considerando a permeabilidade do núcleo muito inferior à dos outros materiais que compõem os maciços e fundação, é de  $2,32 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ , ou  $7,31 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{ano}$

Quanto a gradientes hidráulicos, os cálculos também indicam valores aceitáveis

## 2.2 2 - Dimensionamento da Espessura do Filtro

Cedergren (Apud Lambe & Whitman, 1978) propõe o gráfico apresentado na Figura 2 2, para o dimensionamento da espessura do filtro

Considerando um coeficiente de permeabilidade para a areia ( $k_a$ ) de  $10^{-4}$  cm/s, temos

$$\frac{K_a}{K_{eq}} = \frac{1,0 \times 10^{-4} \text{ cm / s}}{7,5 \times 10^{-6} \text{ cm / s}} = 13,3$$

Do perfil da barragem, pode-se considerar um talude da face de descarga de 0 1 (talude vertical), assim temos do gráfico  $\frac{H}{T} = 20$  Assim, para  $H = 18,0$  m, temos

$$\frac{H}{T} = 50 \quad \frac{18,0}{T} = 50 \quad T \geq 0,36 \text{ m}$$

Por razões construtivas, adotou-se uma espessura ( $T$ ) para transição fina (areia) de 1,0 m

### 2 2 3 - Cálculo da Linha Freática

Utilizando a equação da parábola de Kozeny (Carvalho, 1983) e considerando uma anisotropia no material devido ao efeito de compactação, onde

$$k_v = 2,5 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$$

$$k_h = 9 k_v$$

Temos

$$i) y_0 = \sqrt{\left(\frac{B}{3}\right)^2 - H^2} - \frac{B}{3} = 14,97 \text{ m, onde } B = 10 \text{ m e } H = 18 \text{ m,}$$

$$ii) \sqrt{x_i^2 + y^2} = x_i + \sqrt{\left(\frac{B}{3}\right)^2 + H^2} - \frac{B}{3}$$

onde  $x_c = \frac{x}{3} = \sqrt{\frac{kv}{kh}} x$  é o transformado devido ao efeito de anisotropia

(Quadro 2.1 a seguir)

QUADRO 2.1

$x_c$ (m)	$x$ (m)	$y$ (m)
0,00	0,00	14,97
0,83	2,50	15,78
1,67	5,00	16,56
2,50	7,50	17,29
3,33	10,00	18,00

iii) Correções da linha freática (Figura 2.3)

a) no N.A.

b) no filtro (Figura 1.3)

$$\text{para } \alpha = 90^\circ \Rightarrow \frac{\Delta a}{a + \Delta a} = 0,26 \cdot \Delta a = 0,26 \times 14,97 = 3,90 \text{ m}$$

#### 2.2.4 - Conclusões

i) O volume d'água perdido anualmente somente devido ao efeito da evaporação é

$$V_{ev} = \bar{E} \times A$$

onde

$$\bar{E} - \text{evaporação média anual no espelho d'água,} = 0,8 \times 1,634 \text{ m} = 1,307 \text{ m}$$

A - área média da superfície líquida =  $5 \times 10^6 \text{ m}^2$ , valor estimando da curva Cota x Area x Volume

$$V_{ev} = 1.307 \times 5 \times 10^6 = 6,5 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{ano}$$

Observamos assim, que o volume que percola pelo maciço e fundação, corresponde a 1,1% do volume que evapora anualmente e também, que a percolação pela fundação funciona como uma descarga regularizada de fundo, que ajuda a reduzir a salinidade do acude

- ii) As espessuras adotadas no filtro chaminé e tapete denante são mais que suficientes para garantir a drenagem e que a limitação das suas espessuras são ditadas pelo método construtivo adotado

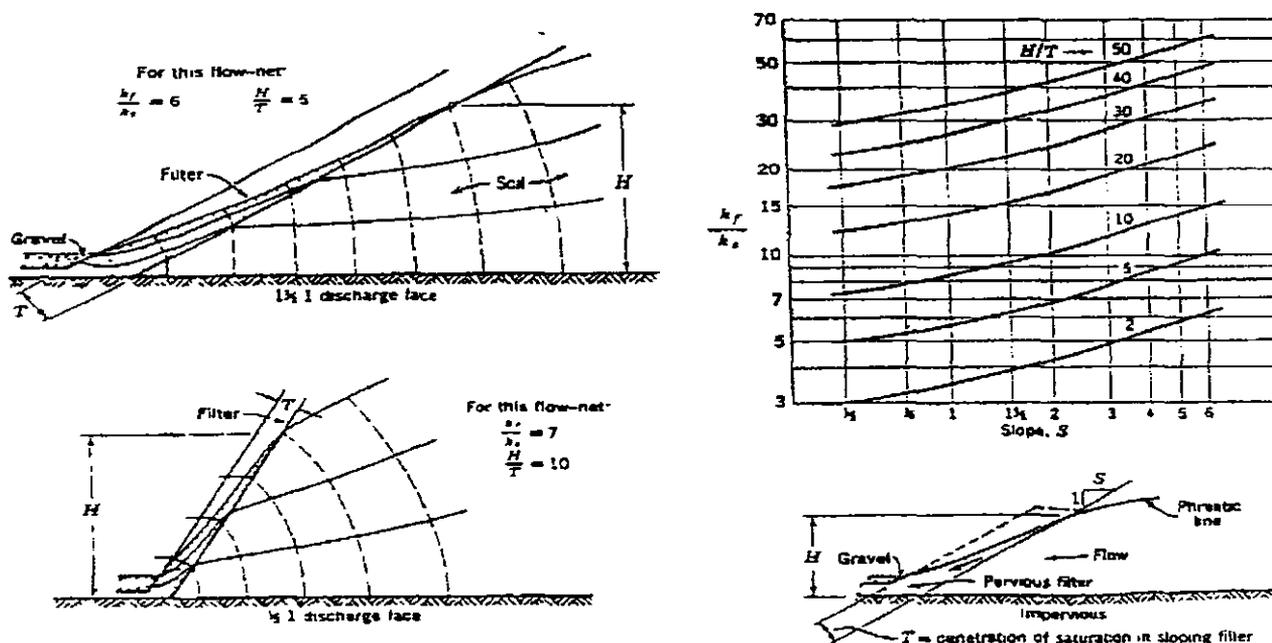


FIGURA 2.2 - DIMENSIONAMENTO DA ESPESSURA DO FILTRO

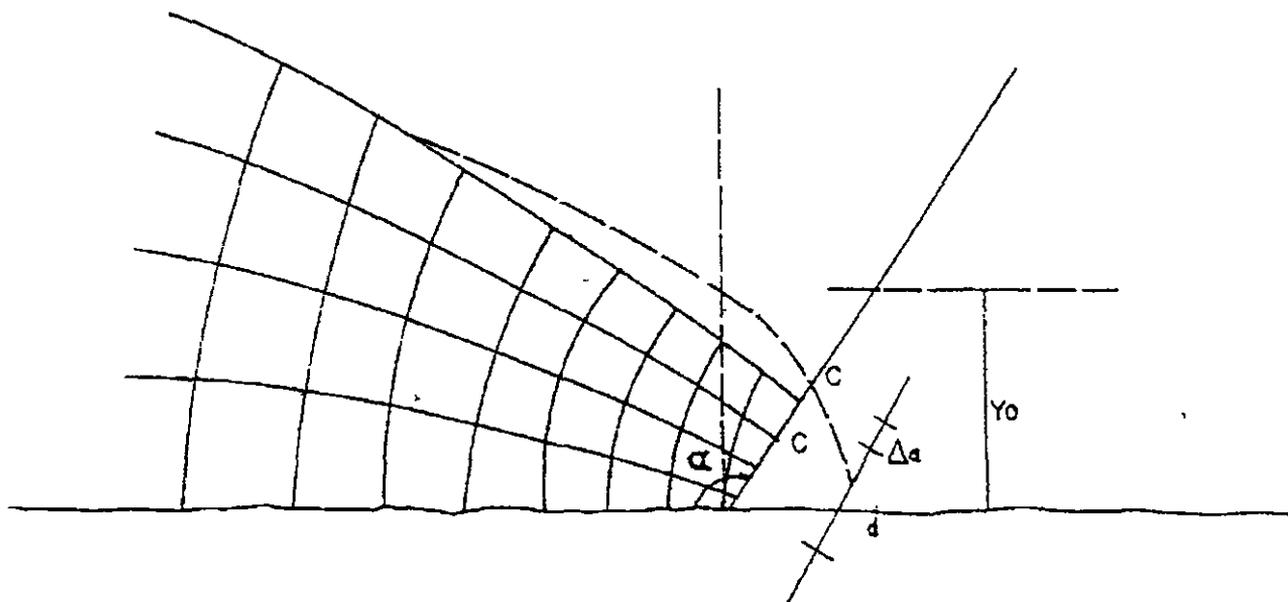
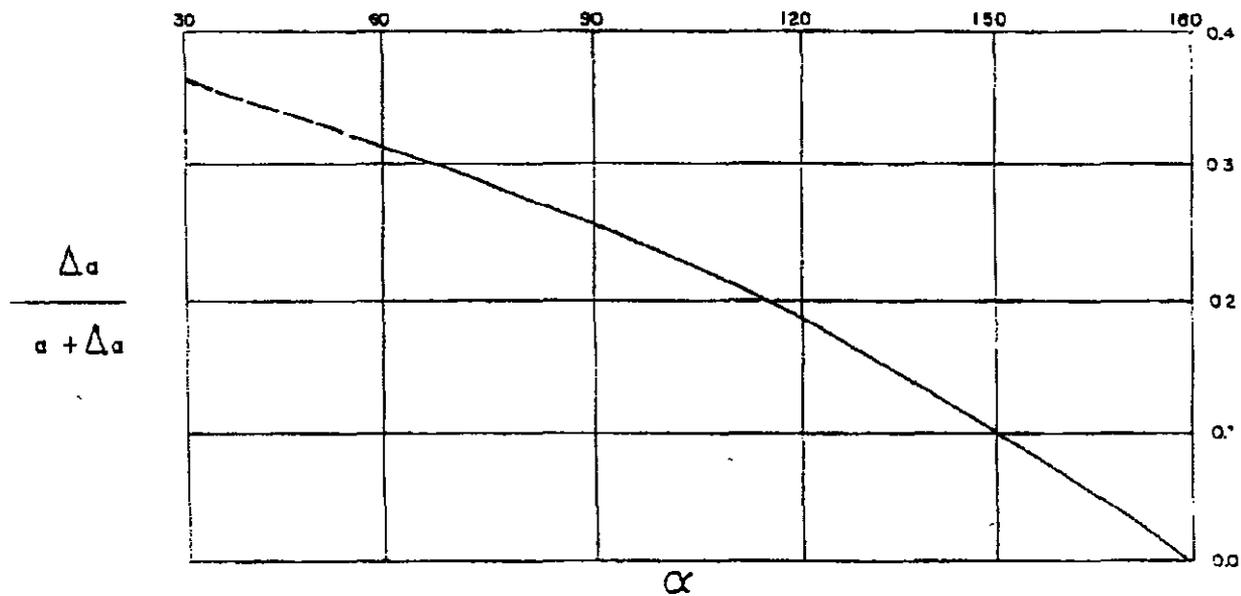


FIGURA 2.3 - CORREÇÃO DA SAÍDA LINHA FREÁTICA

1

## 2.3 - ANÁLISE DA ESTABILIDADE DO MACIÇO

---

## **2 3 - ANÁLISE DA ESTABILIDADE DO MACIÇO**

### **2 3 1 - Introdução**

Para a análise da estabilidade da Barragem Gangorra foi utilizado o método de Bishop Simplificado, que é o método de equilíbrio limite de uso mais consagrado. Uma modificação deste método permite o cálculo do fator de segurança (FS) para uma superfície genérica, ou seja, não obrigatoriamente circular.

O modelo real foi discretizado assumindo hipóteses com respeito a 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 nos Ítens 2 3 2 e 2 3 3. As hipóteses quanto às condições de contorno e carregamento são apresentadas no Item 2 3 4 em função dos respectivos casos em análise.

Os cálculos efetuados são apresentados no Ítem 2 3 5 através de listagens de computador e figuras com as superfícies críticas e malhas de procura para cada caso analisado.

### **2 3 2 - Definição da Geometria**

A definição dos taludes foi feita com base nos estudos prévios e respaldados com base em obras construídas com tipos similares de materiais (DNOCS, 1990).

A seção considerada para a análise, foi a da Estaca 28 por apresentar a maior altura combinada com a espessura do pacote aluvionar. Para simplificar a entrada de dados, não foram consideradas, as camadas no coroamento, rip-rap e proteção superficial de jusante. Essa simplificação influi pouco nas análises e ainda assim é a favor da segurança, já que os materiais destas camadas foram substituídos por materiais com parâmetros de resistência inferiores. A seção geométrica considerada nas análises é apresentada nas respectivas figuras no Ítem 2 3 5.

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 adentrando-a

### 2 3.3 - 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 para os materiais, resumidos no quadro 2 2, foram obtidos de ensaios de cisalhamento direto lento para o solo das jazidas, correlação de SPT para o material da fundação e de fontes bibliográficas (e.g Bureau of Reclamation, 1987, Carvalho, 1983, 1984, 1991, Lambe & Withman, 1979) para os demais

**QUADRO 2.2 - PARÂMETROS DOS MATERIAIS**

<b>MATERIAL DO</b>	<b><math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>c^*</math> (kPa)</b>	<b><math>\phi^*</math></b>
Enrocamento	20,0	0,0	38°
Areia do Filtro e Tapete	18,0	0,0	31°
Solo Argiloso	20,0	10,0	29,5°
Areia Fina	17,0	0,00 - 0,00*	27 - 30°*
Argila Arenosa	18,0	15,00 - 0,00*	27 - 30°*
Silte Arenoso	18,0	10,00 - 0,00*	27 - 30°*

\* Análise da estabilidade do aterro, considerando para o aluvião de fundação, valores da coesão variando entre 0,00 e 15,00 e ângulo de atrito variando entre 27 e 30°, conforme tabela acima

Os parâmetros de poro-pressão e de abalo sísmico, quando utilizados encontram-se resumidos no Quadro 2 4 e nas figuras e listagens pertinentes aos casos de carregamentos analisados, apresentadas no Item 2 3 5

## 2 3 4 - 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.

A memória de cálculo, incluindo desenhos da geometria com curvas de Iso-Fator de segurança obtidas por interpelação em um "grid" de procura das análises efetuadas, encontra-se apresentadas no item 2 3 6, a seguir.

As superfícies de ruptura utilizadas são do tipo compostas e não circulares. As condições de contorno e carregamento adotados foram as seguintes:

### 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 de 0,10 para o material do aluvião.

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 devido ao efeito da compactação.

O talude analisado foi o de jusante.

### c) Esvaziamento 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 a partir da rede de fluxo estimada

A análise da estabilidade foi efetuada para o paramento de montante

*d) Abalo Sísmico*

Achou-se importante também efetuar uma análise considerando os efeitos de um eventual abalo sísmico, apesar desta análise não ser muito habitual para as barragens no Nordeste do Brasil. Essa inclusão se deve 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 observamos no Quadro 2.3 (DNOCS, 1990)

**QUADRO 2 3 - SUMMARY OF HISTORIC EARTHQUAKES IN NORTHEASTERN BRAZIL -  
MODIFICADA DE DNOCS (1990)**

DATE		COORD.		LOCALITY	ENC. MERCALI MODIFICATED	RICHTER MAGNITUDE (mb)	COMMENTS
Y	M D	LatS	LatN				
1808	0808	05 70	37 70	Acu,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 7	0718	10 20	40 40	S do Bonfim,BA	V	4 6	
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		
	1002	05 69	36 24	Lajes,RN	VI		
1964	0119	08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
	0616	08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
1967	0121	08 20	35 96	Caruaru,PE	V	3 9	
1968		06 09	38 44	Pereiro,CE	V-VI	3 9-4 5	5 events- Jan Ma
1970	01	07 96	36 21	S C Capibaré,PE	VI		3 events
	11	06 93	35 53	Alagoinha,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	Beberibe,CE	V		many events
	1020	07 99	36 06	Toritama,PE	V	3 7	
	1215	03 67	39 24	S L do Curu,CE	VI	3 4	
1976	0729	04 83	38 80	Iberatama,CE	V		others events
1977	0225	05 71	35 75	Riachuelo,RN	VI-VII	3 5	3 move events
1978	0214	06 28	36 03	Santa Cruz,RN	V	3 7	more events
1980	1120	04 30	38 40	Pacajús,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 event is from EPRI (1987) and Branner (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

Segundo o Quadro III-3 (Carvalho, 1991) para um abalo de magnitude VII na escala Mercalli modificada, temos um efeito de 0,15 da gravidade (valor adotado na análise)

### 2.3.5 - Conclusões

O Quadro 2.4 apresenta um resumo com o mínimo fator de segurança obtido para cada caso analisado

**TABELA 2.4 - RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE EFETUADAS**

CASO	TALUDE	FS MÍN. OBTIDO	FS MÍN. ADMISSÍVEL	OBSERVAÇÕES
Final de Construção	Montante	2,016	1,3	Núcleo $R_u = 0,15$ (Cruz, 1995)
	Jusante	1,541	1,3	
Reservatório Cheio	Jusante	1,564	1,5	Superfície de deslizamento composta e não circular
		1,502*		
		1,467*		
1,382*				
Rebaixamento Rápido	Montante	1,460	1,1	Rebaixamento até cota 24,0
Abalo Sísmico (Reservatório Cheio)	Jusante	1,093	1,0	Coef. de Abalo Sísmico Horizontal = 0,15

\*Análise posterior da estabilidade do aterro, considerando para o aluvião de fundação, coesão nula e ângulo de atrito variando entre  $27^\circ$  e  $30^\circ$ , conforme tabela acima

Pelo Quadro 2.4 observa-se que os Fatores de Segurança obtidos são superiores aos usualmente admissíveis (Cruz, 1995) para obras de barragens

É importante salientar que durante a execução das obras, deve ser feito um acompanhamento para verificar se as hipóteses de projeto, consideradas na análise de estabilidade, não divergem de forma significativa das condições reais encontradas no campo. Caso isto ocorra, deverão ser tomadas medidas corretivas para atenuar os efeitos nocivos.

## 2 3 6 - Cálculos Efetuados

Os cálculos e desenhos da geometria com curvas de iso-fator de segurança obtidas por interpolações em um "grid" de procura" das análises efetuadas são apresentadas a seguir

As figuras e listagens de computador apresentadas sumarizam os cálculos efetuados na análise da estabilidade da barragem

1

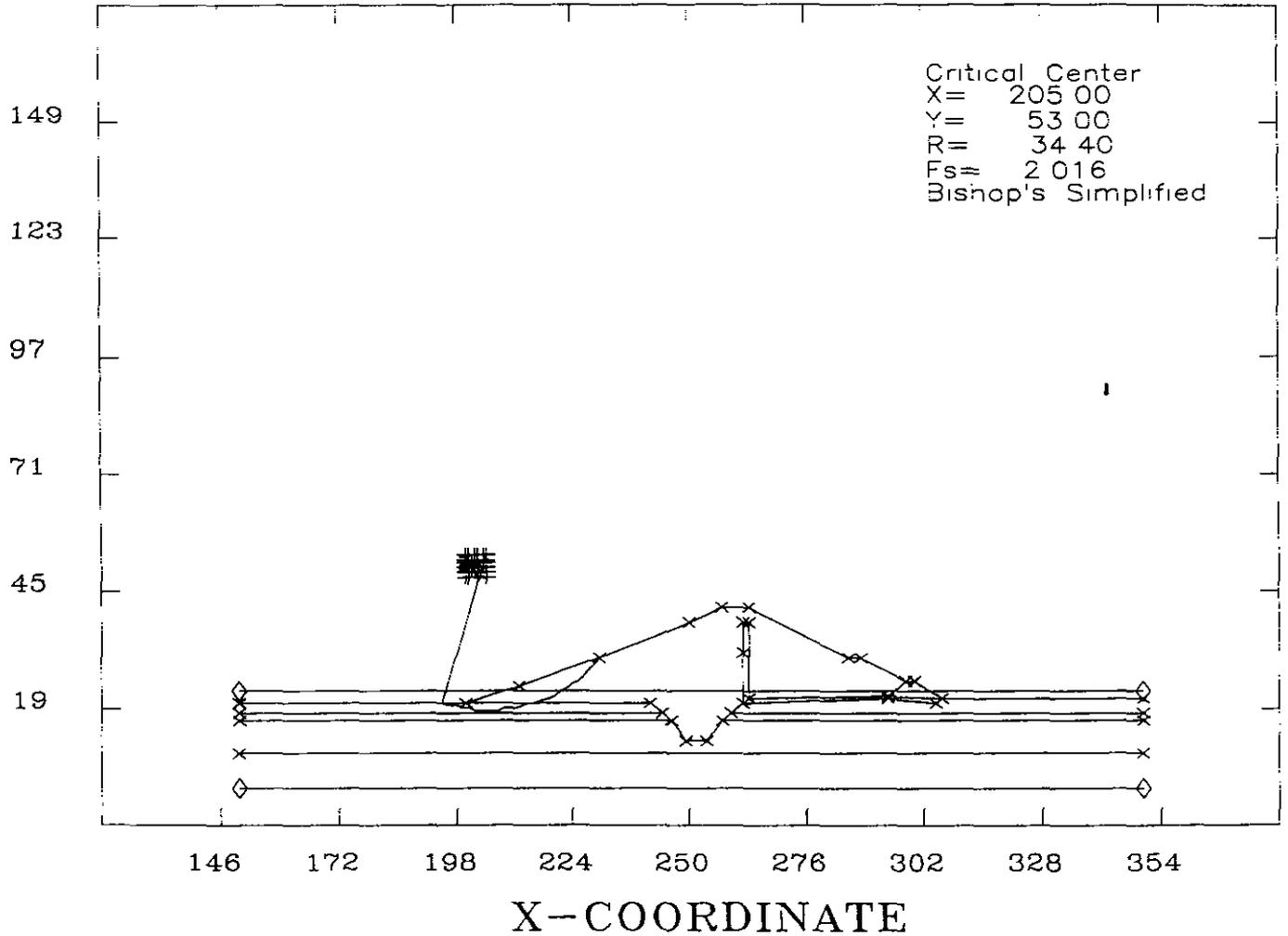
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

04/08/96

Final de Construcao (Montante)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
20 00	10 00	29 50	Solo Argiloso
20 00	00	38 00	Enrocamento (Rock-Fill)
18 00	00	31 00	Areia do Filtro Vert e Tapete
17 00	00	31 50	Areia Fina (Fundacao)
18 00	15 00	30 00	Argila Arenosa (Fundacao)
18 00	10 00	30 00	Silte Arenoso (Fundacao)
-1 00	00	00	Graisse (Fundacao)
File name	GANG4M SET		

000035

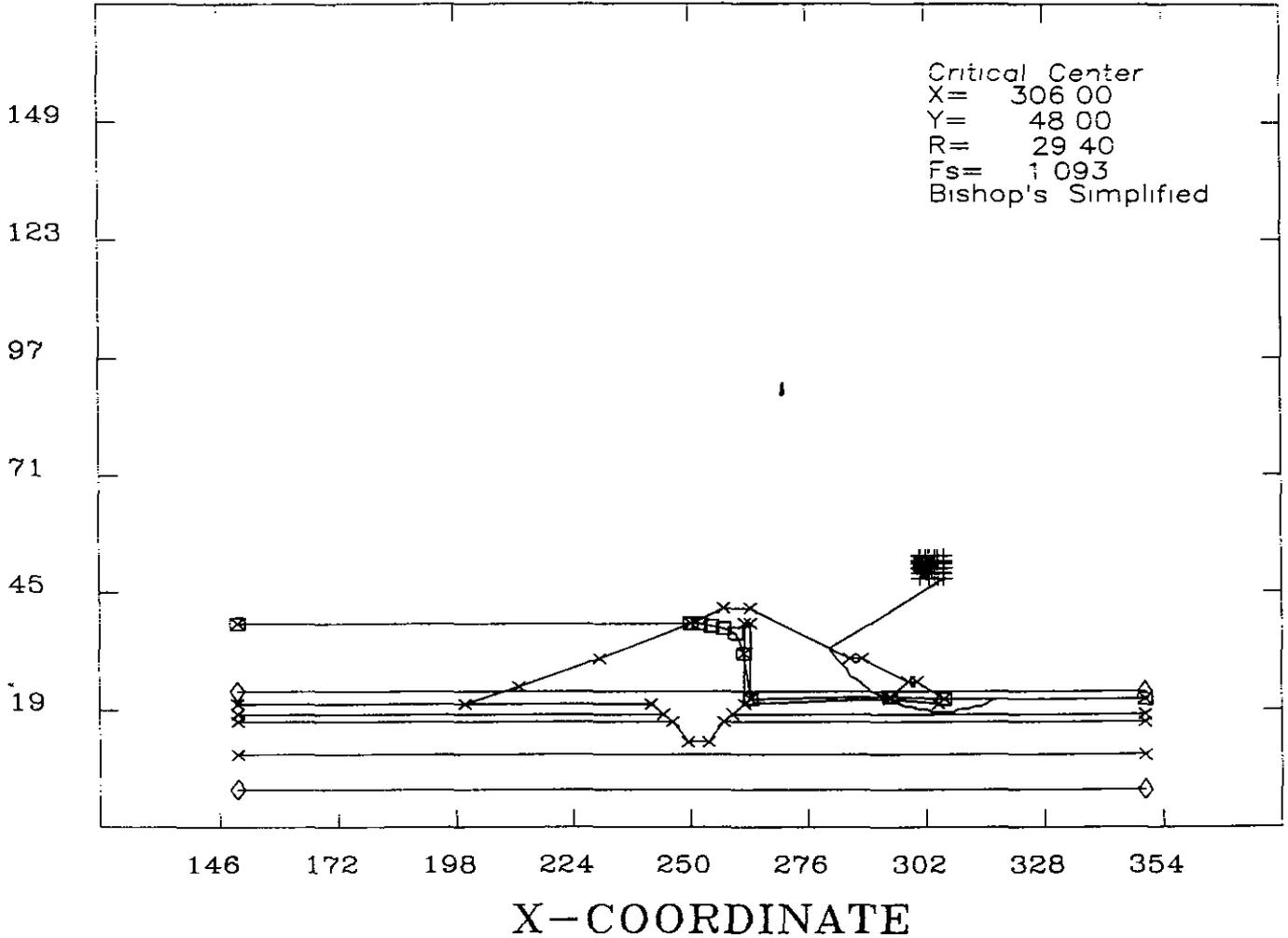
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

04/08/96

Abalo Sismico (Reservatorio Cheio)



*UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	00	Agua do Reservatorio
20.00	10.00	29.50	Solo Argiloso
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert e Tapete
17.00	00	31.50	Areia Fina (Fundacao)
18.00	15.00	30.00	Argila Arenosa (Fundacao)
18.00	10.00	30.00	Silte Arenoso (Fundacao)
-1.00	00	00	Gnaisse (Fundacao)
File name GANG2 SET			

000036

QUESTION  
 GANG2 SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 04/08/96 = DATE  
 Abalo Sismico (Reservatorio Cheio)  
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 15000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50  
 1, 200 000, 53 000  
 2, 301 000, 53 000  
 3, 200 000, 48 000  
 4, 205 000, 48 000  
 5, 301 000, 48 000  
 6, 306 000, 48 000  
 7, 150 000, 20 000  
 8, 200 000, 20 000  
 9, 230 000, 30 000  
 10, 257 500, 41 000  
 11, 263 500, 41 000  
 12, 285 500, 30 000  
 13, 288 000, 30 000  
 14, 298 000, 25 000  
 15, 300 000, 25 000  
 16, 306 000, 21 000  
 17, 350 000, 21 000  
 18, 241 500, 20 000  
 19, 249 500, 12 000  
 20, 254 500, 12 000  
 21, 262 400, 20 000  
 22, 305 000, 20 000  
 23, 150 000, 38 000  
 24, 250 000, 38 000  
 25, 252 400, 38 000  
 26, 255 000, 37 290  
 27, 257 500, 36 560  
 28, 260 000, 35 780  
 29, 262 450, 31 000  
 30, 263 600, 21 000  
 31, 150 000, 24 000  
 32, 212 000, 24 000  
 33, 150 000, 9 000  
 34, 350 000, 9 000  
 35, 150 000, 1 000  
 36, 350 000, 1 000  
 37, 150 000, 23 000  
 38, 350 000, 23 000  
 39, 262 500, 38 000  
 40, 263 500, 38 000  
 41, 294 000, 22 000  
 42, 294 000, 21 000  
 43, 150 000, 18 000  
 44, 350 000, 18 000  
 45, 150 000, 16 000

47, 244 500, 18 000  
 48, 259 500, 18 000  
 49, 246 500, 16 000  
 50, 257 500, 16 000  
 LINE , 8  
 1, 23, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 7, 8, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 14, 15, 16  
 4, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 16, 17, 0  
 5, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 42, 22, 16, 17, 0, 0, 0, 0  
 6, 43, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 44, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 45, 49, 19, 20, 50, 46, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 33, 34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 SOIL , 8  
 1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Agua do Reservatorio  
 2, 20 0000, 10 0000, 29 5000, 0000, 0000, 0000  
 Solo Argiloso  
 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, 17 0000, 0000, 31 5000, 0000, 0000, 0000  
 Areia Fina (Fundacao)  
 6, 18 0000, 15 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Argila Arenosa (Fundacao)  
 7, 18 0000, 10 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 8, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)  
 TENSION , 0  
 GRID  
 5, 6, 2  
 5, 5  
 RADIUS  
 37, 38  
 35, 36  
 10  
 SIDE  
 1, 1-CONSTANT FUNCTION  
 LAMBDA , 1  
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 LOAD , 0  
 PIEZ , 8  
 1, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 4, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 5, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 END

000037

PROJECT NAME Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 TRIAL NUMBER 1 DATE 04/08/96  
 COMMENTS Abalo Sismico (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 LAMBDA	(MOMENT)	(FORCE)
1	301 000	48 000	25 000 1	0000	1 502	1 511
1	301 000	48 000	25 000 4	0000	1 545	1 482
2	301 000	48 000	27 200 1	0000	1 211	1 227
2	301 000	48 000	27 200 4	0000	1 279	1 192
3	301 000	48 000	29 400 1	0000	1 037	1 056
3	301 000	48 000	29 400 4	0000	1 131	1 025
4	301 000	48 000	31 600 1	0000	1 058	1 098
4	301 000	48 000	31 600 4	0000	1 218	1 065
5	301 000	48 000	33 800 1	0000	1 001	1 042
5	301 000	48 000	33 800 4	0000	1 209	1 035
6	301 000	48 000	36 000 1	0000	971	1 014
6	301 000	48 000	36 000 4	0000	1 230	1 033
7	301 000	48 000	38 200 1	0000	952	995
7	301 000	48 000	38 200 4	0000	1 260	1 041
8	301 000	48 000	40 400 1	0000	955	1 017
8	301 000	48 000	40 400 5	0000	1 316	1 075
9	301 000	48 000	42 600 1	0000	978	1 091
9	301 000	48 000	42 600 5	0000	1 386	1 117
10	301 000	48 000	44 800 1	0000	967	1 149
10	301 000	48 000	44 800 6	0000	1 424	1 132
11	301 000	48 000	47 000 1	0000	942	1 209
11	301 000	48 000	47 000 6	0000	1 453	1 138
12	302 000	48 000	25 000 1	0000	1 511	1 518
12	302 000	48 000	25 000 4	0000	1 545	1 491
13	302 000	48 000	27 200 1	0000	1 214	1 224
13	302 000	48 000	27 200 4	0000	1 272	1 195
14	302 000	48 000	29 400 1	0000	1 033	1 048
14	302 000	48 000	29 400 4	0000	1 119	1 023
15	302 000	48 000	31 600 1	0000	1 063	1 100
15	302 000	48 000	31 600 4	0000	1 220	1 074
16	302 000	48 000	33 800 1	0000	1 005	1 044
16	302 000	48 000	33 800 4	0000	1 212	1 044
17	302 000	48 000	36 000 1	0000	975	1 015
17	302 000	48 000	36 000 4	0000	1 234	1 042
18	302 000	48 000	38 200 1	0000	955	996
18	302 000	48 000	38 200 4	0000	1 265	1 050
19	302 000	48 000	40 400 1	0000	955	1 016
19	302 000	48 000	40 400 5	0000	1 318	1 081
20	302 000	48 000	42 600 1	0000	979	1 088
20	302 000	48 000	42 600 5	0000	1 386	1 124
21	302 000	48 000	44 800 1	0000	986	1 157
21	302 000	48 000	44 800 6	0000	1 436	1 150
22	302 000	48 000	47 000 1	0000	955	1 210
22	302 000	48 000	47 000 6	0000	1 458	1 151

23	303 000	48 000	25 000 4	0000	1 532	1 482
24	303 000	48 000	27 200 1	0000	1 231	1 238
24	303 000	48 000	27 200 4	0000	1 279	1 211
25	303 000	48 000	29 400 1	0000	1 031	1 041
25	303 000	48 000	29 400 4	0000	1 109	1 023
26	303 000	48 000	31 600 1	0000	1 070	1 105
26	303 000	48 000	31 600 4	0000	1 225	1 085
27	303 000	48 000	33 800 1	0000	1 010	1 046
27	303 000	48 000	33 800 4	0000	1 217	1 054
28	303 000	48 000	36 000 1	0000	979	1 018
28	303 000	48 000	36 000 4	0000	1 240	1 052
29	303 000	48 000	38 200 1	0000	959	998
29	303 000	48 000	38 200 4	0000	1 271	1 060
30	303 000	48 000	40 400 1	0000	959	1 018
30	303 000	48 000	40 400 5	0000	1 325	1 090
31	303 000	48 000	42 600 1	0000	978	1 086
31	303 000	48 000	42 600 5	0000	1 388	1 130
32	303 000	48 000	44 800 1	0000	986	1 159
32	303 000	48 000	44 800 6	0000	1 441	1 150
33	303 000	48 000	47 000 1	0000	975	1 219
33	303 000	48 000	47 000 6	0000	1 473	1 169
34	304 000	48 000	25 000 1	0000	1 549	1 558
34	304 000	48 000	25 000 4	0000	1 572	1 532
35	304 000	48 000	27 200 1	0000	1 246	1 250
35	304 000	48 000	27 200 4	0000	1 286	1 225
36	304 000	48 000	29 400 1	0000	1 030	1 036
36	304 000	48 000	29 400 4	0000	1 102	1 024
37	304 000	48 000	31 600 1	0000	1 079	1 112
37	304 000	48 000	31 600 4	0000	1 233	1 099
38	304 000	48 000	33 800 1	0000	1 018	1 051
38	304 000	48 000	33 800 4	0000	1 225	1 067
39	304 000	48 000	36 000 1	0000	986	1 022
39	304 000	48 000	36 000 4	0000	1 248	1 064
40	304 000	48 000	38 200 1	0000	964	1 001
40	304 000	48 000	38 200 4	0000	1 279	1 072
41	304 000	48 000	40 400 1	0000	962	1 020
41	304 000	48 000	40 400 5	0000	1 331	1 098
42	304 000	48 000	42 600 1	0000	976	1 085
42	304 000	48 000	42 600 5	0000	1 390	1 134
43	304 000	48 000	44 800 1	0000	997	1 159
43	304 000	48 000	44 800 6	0000	1 446	1 167
44	304 000	48 000	47 000 1	0000	993	1 227
44	304 000	48 000	47 000 6	0000	1 485	1 184
45	305 000	48 000	25 000 1	0000	1 695	1 692
45	305 000	48 000	25 000 4	0000	1 705	1 682
46	305 000	48 000	27 200 1	0000	1 256	1 259
46	305 000	48 000	27 200 4	0000	1 290	1 235
47	305 000	48 000	29 400 1	0000	1 029	1 032
47	305 000	48 000	29 400 4	0000	1 096	1 026
48	305 000	48 000	31 600 1	0000	1 091	1 121
345	302 000	53 000	36 600 4	0000	1 190	1 058
346	302 000	53 000	38 800 1	0000	995	1 034
346	302 000	53 000	38 800 4	0000	1 178	1 027
347	302 000	53 000	41 000 1	0000	967	1 008
347	302 000	53 000	41 000 4	0000	1 194	1 022

000038

348	302 000	53 000	43 200	4	0000	1 221	1 029
349	302 000	53 000	45 400	1	0000	960	1 012
349	302 000	53 000	45 400	4	0000	1 275	1 064
350	302 000	53 000	47 600	1	0000	950	1 055
350	302 000	53 000	47 600	5	0000	1 316	1 081
351	302 000	53 000	49 800	1	0000	943	1 109
351	302 000	53 000	49 800	5	0000	1 356	1 101
352	302 000	53 000	52 000	1	0000	932	1 163
352	302 000	53 000	52 000	5	0000	1 388	1 122
353	303 000	53 000	30 000	1	0000	1 525	1 527
353	303 000	53 000	30 000	4	0000	1 550	1 509
354	303 000	53 000	32 200	1	0000	1 207	1 217
354	303 000	53 000	32 200	4	0000	1 254	1 190
355	303 000	53 000	34 400	1	0000	1 029	1 043
355	303 000	53 000	34 400	4	0000	1 102	1 020
356	303 000	53 000	36 600	1	0000	1 057	1 094
356	303 000	53 000	36 600	4	0000	1 196	1 069
357	303 000	53 000	38 800	1	0000	1 001	1 038
357	303 000	53 000	38 800	4	0000	1 184	1 037
358	303 000	53 000	41 000	1	0000	971	1 010
358	303 000	53 000	41 000	4	0000	1 199	1 031
359	303 000	53 000	43 200	1	0000	942	987
359	303 000	53 000	43 200	4	0000	1 220	1 027
360	303 000	53 000	45 400	1	0000	956	1 011
360	303 000	53 000	45 400	4	0000	1 276	1 065
361	303 000	53 000	47 600	1	0000	962	1 062
361	303 000	53 000	47 600	5	0000	1 325	1 094
362	303 000	53 000	49 800	1	0000	957	1 114
362	303 000	53 000	49 800	5	0000	1 364	1 115
363	303 000	53 000	52 000	1	0000	946	1 168
363	303 000	53 000	52 000	5	0000	1 396	1 133
364	304 000	53 000	30 000	1	0000	1 548	1 549
364	304 000	53 000	30 000	4	0000	1 567	1 533
365	304 000	53 000	32 200	1	0000	1 233	1 240
365	304 000	53 000	32 200	4	0000	1 273	1 215
366	304 000	53 000	34 400	1	0000	1 031	1 042
366	304 000	53 000	34 400	4	0000	1 099	1 024
367	304 000	53 000	36 600	1	0000	1 067	1 101
367	304 000	53 000	36 600	4	0000	1 205	1 082
368	304 000	53 000	38 800	1	0000	1 008	1 044
368	304 000	53 000	38 800	4	0000	1 191	1 048
369	304 000	53 000	41 000	1	0000	977	1 015
369	304 000	53 000	41 000	4	0000	1 207	1 042
370	304 000	53 000	43 200	1	0000	956	994
370	304 000	53 000	43 200	4	0000	1 231	1 045
371	304 000	53 000	45 400	1	0000	956	1 010
371	304 000	53 000	45 400	4	0000	1 278	1 070
372	304 000	53 000	47 600	1	0000	977	1 070
372	304 000	53 000	47 600	5	0000	1 337	1 112
373	304 000	53 000	49 800	1	0000	967	1 118
373	304 000	53 000	49 800	5	0000	1 370	1 126
374	304 000	53 000	52 000	1	0000	948	1 171
374	304 000	53 000	52 000	5	0000	1 399	1 135
375	305 000	53 000	30 000	1	0000	1 556	1 560
375	305 000	53 000	30 000	4	0000	1 573	1 541

376	305 000	53 000	32 200	4	0000	1 292	1 241
377	305 000	53 000	34 400	1	0000	1 035	1 042
377	305 000	53 000	34 400	4	0000	1 098	1 030
378	305 000	53 000	36 600	1	0000	1 080	1 112
378	305 000	53 000	36 600	4	0000	1 216	1 098
379	305 000	53 000	38 800	1	0000	1 017	1 050
379	305 000	53 000	38 800	4	0000	1 200	1 061
380	305 000	53 000	41 000	1	0000	985	1 020
380	305 000	53 000	41 000	4	0000	1 216	1 054
381	305 000	53 000	43 200	1	0000	961	999
381	305 000	53 000	43 200	4	0000	1 239	1 055
382	305 000	53 000	45 400	1	0000	960	1 012
382	305 000	53 000	45 400	4	0000	1 283	1 077
383	305 000	53 000	47 600	1	0000	977	1 071
383	305 000	53 000	47 600	5	0000	1 340	1 115
384	305 000	53 000	49 800	1	0000	970	1 119
384	305 000	53 000	49 800	5	0000	1 372	1 130
385	305 000	53 000	52 000	1	0000	962	1 175
385	305 000	53 000	52 000	5	0000	1 406	1 148
386	306 000	53 000	30 000	1	0000	1 656	1 657
386	306 000	53 000	30 000	4	0000	1 667	1 643
387	306 000	53 000	32 200	1	0000	1 286	1 287
387	306 000	53 000	32 200	4	0000	1 312	1 267
388	306 000	53 000	34 400	1	0000	1 040	1 044
388	306 000	53 000	34 400	4	0000	1 098	1 037
389	306 000	53 000	36 600	1	0000	1 094	1 124
389	306 000	53 000	36 600	4	0000	1 230	1 116
390	306 000	53 000	38 800	1	0000	1 028	1 060
390	306 000	53 000	38 800	4	0000	1 213	1 077
391	306 000	53 000	41 000	1	0000	993	1 027
391	306 000	53 000	41 000	4	0000	1 227	1 068
392	306 000	53 000	43 200	1	0000	969	1 005
392	306 000	53 000	43 200	4	0000	1 250	1 068
393	306 000	53 000	45 400	1	0000	962	1 014
393	306 000	53 000	45 400	4	0000	1 289	1 085
394	306 000	53 000	47 600	1	0000	977	1 069
394	306 000	53 000	47 600	5	0000	1 342	1 120
395	306 000	53 000	49 800	1	0000	989	1 128
395	306 000	53 000	49 800	5	0000	1 386	1 150
396	306 000	53 000	52 000	1	0000	977	1 180
396	306 000	53 000	52 000	5	0000	1 414	1 162

-----  
 [ SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY ]  
 -----

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
 301 000=X-COOR 53 000=Y-COOR 52 000=RADIUS 930=F S  
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
 306 000=X-COOR 48 000=Y-COOR 29 400=RADIUS 1 093=F S  
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO FO FACTOR)  
 301 000=X-COOR 53 000=Y-COOR 41 000=RADIUS 1 013=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000039

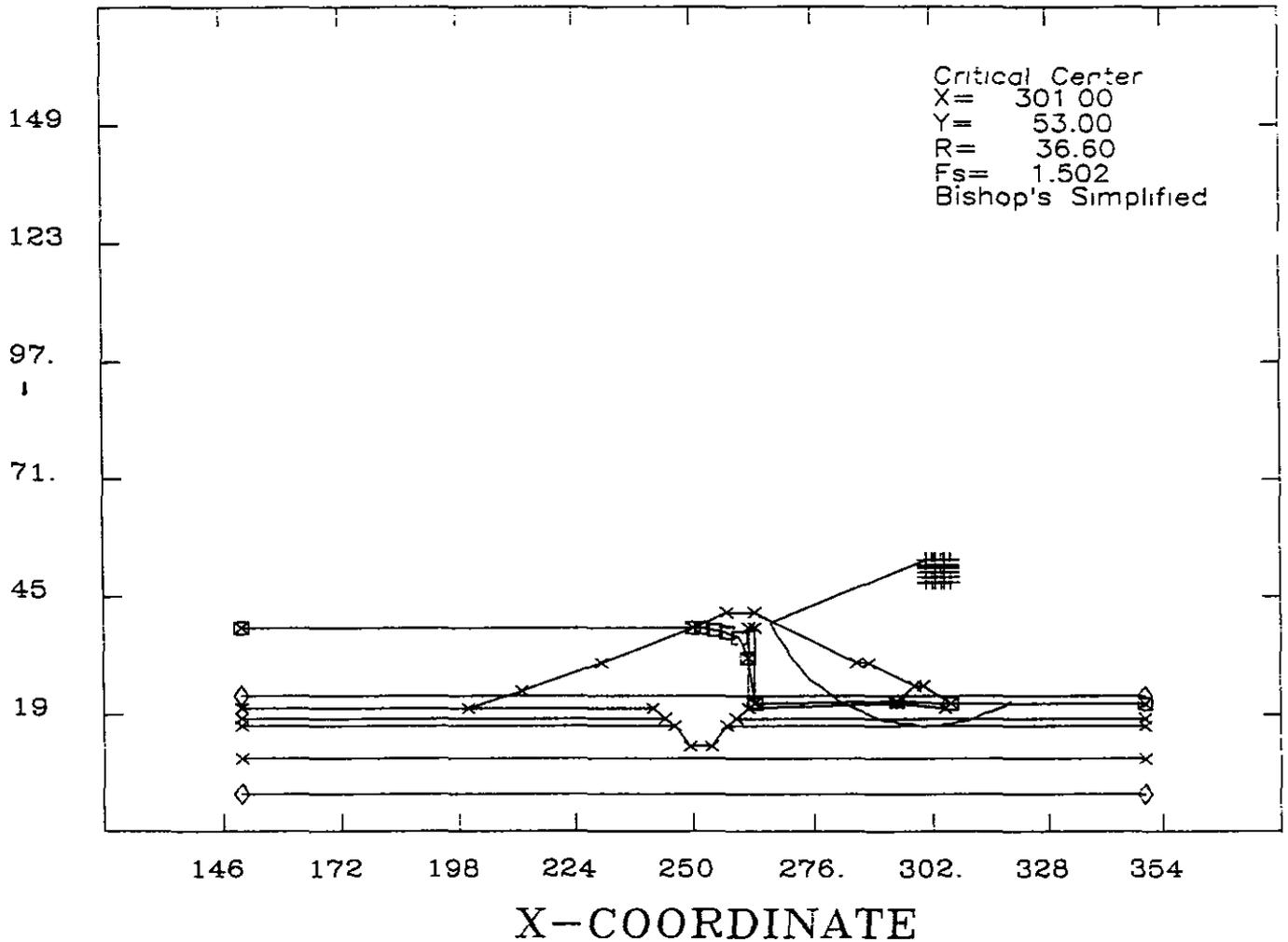
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

04/08/96

Reservatorio Cheio



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
-9.81	00	00	Agua do Reservatorio
20.00	10.00	29.50	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
17.00	00	30.00	Areia Fina (Fundacao)
18.00	00	30.00	Argila Arenosa (Fundacao)
18.00	00	30.00	Silte Arenoso (Fundacao)
-1.00	00	00	Gnaisse (Fundacao)

File name . gang1a SET

000040

QUESTION

GANG1a SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 04/08/96 = DATE  
 Reservatorio Cheilo  
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER  
 POINT , 50  
 1, 200 000, 53 000  
 2, 301 000, 53 000  
 3, 200 000, 48 000  
 4, 205 000, 48 000  
 5, 301 000, 48 000  
 6, 306 000, 48 000  
 7, 150 000, 20 000  
 8, 200 000, 20 000  
 9, 230 000, 30 000  
 10, 257 500, 41 000  
 11, 263 500, 41 000  
 12, 285 500, 30 000  
 13, 288 000, 30 000  
 14, 298 000, 25 000  
 15, 300 000, 25 000  
 16, 306 000, 21 000  
 17, 350 000, 21 000  
 18, 241 500, 20 000  
 19, 249 500, 12 000  
 20, 254 500, 12 000  
 21, 262 400, 20 000  
 22, 305 000, 20 000  
 23, 150 000, 38 000  
 24, 250 000, 38 000  
 25, 252 400, 38 000  
 26, 255 000, 37 290  
 27, 257 500, 36 560  
 28, 260 000, 35 780  
 29, 262 450, 31 000  
 30, 263 600, 21 000  
 31, 150 000, 24 000  
 32, 212 000, 24 000  
 33, 150 000, 9 000  
 34, 350 000, 9 000  
 35, 150 000, 1 000  
 36, 350 000, 1 000  
 37, 150 000, 23 000  
 38, 350 000, 23 000  
 39, 262 500, 38 000  
 40, 263 500, 38 000  
 41, 294 000, 22 000  
 42, 294 000, 21 000  
 43, 150 000, 18 000  
 44, 350 000, 18 000  
 45, 150 000, 16 000

46, 350 000, 16 000  
 47, 244 500, 18 000  
 48, 259 500, 18 000  
 49, 246 500, 16 000  
 50, 257 500, 16 000  
 LINE , 8  
 1, 23, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 7, 8, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 14, 15, 16  
 4, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 16, 17, 0  
 5, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 42, 22, 16, 17, 0, 0, 0, 0  
 6, 43, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 44, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 45, 49, 19, 20, 50, 46, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 33, 34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 SOIL , 8  
 1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Agua do Reservatorio  
 2, 20 0000, 10 0000, 29 5000, 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, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Areia Fina (Fundacao)  
 6, 18 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Argila Arenosa (Fundacao)  
 7, 18 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 8, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)  
 TENSION , 0  
 GRID  
 5, 6, 2  
 5, 5  
 RADIUS  
 37, 38  
 35, 36  
 10  
 SIDE  
 1, 1-CONSTANT FUNCTION  
 LAMBDA , 1  
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 LOAD , 0  
 PIEZ , 8  
 1, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 4, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 5, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 END

PROJECT NAME Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 TRIAL NUMBER 1 DATE 04/08/96  
 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	301 000	48 000	25 000 1	0000	2 146	2 223
1	301 000	48 000	25 000 4	0000	2 204	2 129
2	301 000	48 000	27 200 1	0000	1 722	1 831
2	301 000	48 000	27 200 4	0000	1 816	1 709
3	301 000	48 000	29 400 1	0000	1 440	1 562
3	301 000	48 000	29 400 4	0000	1 566	1 443
4	301 000	48 000	31 600 1	0000	1 339	1 491
4	301 000	48 000	31 600 5	0000	1 525	1 370
5	301 000	48 000	33 800 1	0000	1 295	1 481
5	301 000	48 000	33 800 5	0000	1 552	1 359
6	301 000	48 000	36 000 1	0000	1 274	1 494
6	301 000	48 000	36 000 5	0000	1 604	1 373
7	301 000	48 000	38 200 1	0000	1 264	1 516
7	301 000	48 000	38 200 5	0000	1 666	1 401
8	301 000	48 000	40 400 1	0000	1 285	1 619
8	301 000	48 000	40 400 6	0000	1 767	1 459
9	301 000	48 000	42 600 1	0000	1 330	1 840
9	301 000	48 000	42 600 7	0000	1 888	1 530
10	301 000	48 000	44 800 1	0000	1 327	2 055
10	301 000	48 000	44 800 7	0000	1 955	1 570
11	301 000	48 000	47 000 1	0000	1 302	2 306
11	301 000	48 000	47 000 7	0000	2 009	1 584
12	302 000	48 000	25 000 1	0000	2 151	2 216
12	302 000	48 000	25 000 4	0000	2 198	2 135
13	302 000	48 000	27 200 1	0000	1 726	1 817
13	302 000	48 000	27 200 4	0000	1 805	1 714
14	302 000	48 000	29 400 1	0000	1 441	1 551
14	302 000	48 000	29 400 4	0000	1 558	1 447
15	302 000	48 000	31 600 1	0000	1 343	1 485
15	302 000	48 000	31 600 4	0000	1 525	1 377
16	302 000	48 000	33 800 1	0000	1 301	1 481
16	302 000	48 000	33 800 5	0000	1 559	1 371
17	302 000	48 000	36 000 1	0000	1 281	1 497
17	302 000	48 000	36 000 5	0000	1 615	1 387
18	302 000	48 000	38 200 1	0000	1 272	1 521
18	302 000	48 000	38 200 5	0000	1 680	1 416
19	302 000	48 000	40 400 1	0000	1 289	1 622
19	302 000	48 000	40 400 6	0000	1 778	1 468
20	302 000	48 000	42 600 1	0000	1 335	1 838

20	302 000	48 000	42 000 1	0000	1 355	2 072
21	302 000	48 000	44 800 1	0000	1 980	1 599
21	302 000	48 000	44 800 7	0000	1 320	2 304
22	302 000	48 000	47 000 1	0000	2 020	1 606
22	302 000	48 000	47 000 7	0000	2 122	2 185
23	303 000	48 000	25 000 1	0000	2 164	2 103
23	303 000	48 000	25 000 4	0000	1 748	1 827
24	303 000	48 000	27 200 1	0000	1 814	1 736
24	303 000	48 000	27 200 4	0000	1 445	1 543
25	303 000	48 000	29 400 1	0000	1 554	1 454
25	303 000	48 000	29 400 4	0000	1 349	1 484
26	303 000	48 000	31 600 1	0000	1 529	1 389
26	303 000	48 000	31 600 4	0000	1 310	1 483
27	303 000	48 000	33 800 1	0000	1 568	1 386
27	303 000	48 000	33 800 5	0000	1 291	1 503
28	303 000	48 000	36 000 1	0000	1 629	1 405
28	303 000	48 000	36 000 5	0000	1 282	1 529
29	303 000	48 000	38 200 1	0000	1 697	1 435
29	303 000	48 000	38 200 5	0000	1 299	1 631
30	303 000	48 000	40 400 1	0000	1 795	1 484
30	303 000	48 000	40 400 6	0000	1 338	1 840
31	303 000	48 000	42 600 1	0000	1 904	1 558
31	303 000	48 000	42 600 7	0000	1 356	2 081
32	303 000	48 000	44 800 1	0000	1 993	1 594
32	303 000	48 000	44 800 7	0000	1 352	2 328
33	303 000	48 000	47 000 1	0000	2 051	1 640
33	303 000	48 000	47 000 7	0000	2 171	2 224
34	304 000	48 000	25 000 1	0000	2 203	2 151
34	304 000	48 000	25 000 4	0000	1 766	1 834
35	304 000	48 000	27 200 1	0000	1 821	1 753
35	304 000	48 000	27 200 4	0000	1 451	1 538
36	304 000	48 000	29 400 1	0000	1 554	1 463
36	304 000	48 000	29 400 4	0000	1 359	1 486
37	304 000	48 000	31 600 1	0000	1 538	1 404
37	304 000	48 000	31 600 4	0000	1 321	1 489
38	304 000	48 000	33 800 1	0000	1 583	1 405
38	304 000	48 000	33 800 5	0000	1 303	1 512
39	304 000	48 000	36 000 1	0000	1 647	1 426
39	304 000	48 000	36 000 5	0000	1 294	1 539
40	304 000	48 000	38 200 1	0000	1 718	1 457
40	304 000	48 000	38 200 5	0000	1 308	1 641
41	304 000	48 000	40 400 1	0000	1 815	1 500
41	304 000	48 000	40 400 6	0000	1 339	1 845
42	304 000	48 000	42 600 1	0000	1 915	1 565
42	304 000	48 000	42 600 7	0000	1 377	2 085
43	304 000	48 000	44 800 1	0000	2 009	1 629
43	304 000	48 000	44 800 7	0000	1 379	2 347
44	304 000	48 000	47 000 1	0000	2 076	1 663
44	304 000	48 000	47 000 7	0000	2 362	2 394
45	305 000	48 000	25 000 1	0000	2 380	2 347
45	305 000	48 000	25 000 4	0000	1 774	1 835
46	305 000	48 000	27 200 1	0000	1 821	1 759
46	305 000	48 000	27 200 4	0000	1 459	1 538
47	305 000	48 000	29 400 1	0000	1 557	1 475
47	305 000	48 000	29 400 4	0000	1 371	1 491
48	305 000	48 000	31 600 1	0000		

48	305 000	48 000	31 600	4	0000	1 550	1 422
49	305 000	48 000	33 800	1	0000	1 335	1 499
49	305 000	48 000	33 800	5	0000	1 601	1 427
50	305 000	48 000	36 000	1	0000	1 318	1 524
50	305 000	48 000	36 000	5	0000	1 670	1 450
51	305 000	48 000	38 200	1	0000	1 307	1 554
51	305 000	48 000	38 200	5	0000	1 742	1 477
52	305 000	48 000	40 400	1	0000	1 321	1 652
52	305 000	48 000	40 400	6	0000	1 837	1 523
53	305 000	48 000	42 600	1	0000	1 350	1 855
53	305 000	48 000	42 600	7	0000	1 934	1 581
54	305 000	48 000	44 800	1	0000	1 378	2 085
54	305 000	48 000	44 800	7	0000	2 016	1 641
55	305 000	48 000	47 000	1	0000	1 380	2 361
55	305 000	48 000	47 000	8	0000	2 091	1 650
56	306 000	48 000	25 000	1	0000	2 800	2 799
56	306 000	48 000	25 000	4	0000	2 801	2 803
57	306 000	48 000	27 200	1	0000	1 774	1 834
57	306 000	48 000	27 200	4	0000	1 816	1 756
58	306 000	48 000	29 400	1	0000	1 469	1 541
58	306 000	48 000	29 400	4	0000	1 564	1 489
59	306 000	48 000	31 600	1	0000	1 387	1 502
59	306 000	48 000	31 600	4	0000	1 568	1 445
60	306 000	48 000	33 800	1	0000	1 354	1 514
60	306 000	48 000	33 800	5	0000	1 626	1 454
61	306 000	48 000	36 000	1	0000	1 336	1 541
61	306 000	48 000	36 000	5	0000	1 697	1 478
62	306 000	48 000	38 200	1	0000	1 325	1 572
62	306 000	48 000	38 200	5	0000	1 771	1 506
63	306 000	48 000	40 400	1	0000	1 336	1 668
63	306 000	48 000	40 400	6	0000	1 863	1 549
64	306 000	48 000	42 600	1	0000	1 362	1 867
64	306 000	48 000	42 600	7	0000	1 955	1 602
65	306 000	48 000	44 800	1	0000	1 367	2 090
65	306 000	48 000	44 800	7	0000	2 023	1 630
66	306 000	48 000	47 000	1	0000	1 414	2 369
66	306 000	48 000	47 000	8	0000	2 114	1 699
67	301 000	49 000	26 000	1	0000	2 138	2 214
67	301 000	49 000	26 000	4	0000	2 196	2 121
68	301 000	49 000	28 200	1	0000	1 715	1 822
68	301 000	49 000	28 200	4	0000	1 807	1 701
69	301 000	49 000	30 400	1	0000	1 438	1 558
69	301 000	49 000	30 400	4	0000	1 562	1 440
70	301 000	49 000	32 600	1	0000	1 338	1 488
70	301 000	49 000	32 600	4	0000	1 520	1 366
71	301 000	49 000	34 800	1	0000	1 296	1 478
71	301 000	49 000	34 800	5	0000	1 545	1 357
72	301 000	49 000	37 000	1	0000	1 275	1 490
72	301 000	49 000	37 000	5	0000	1 595	1 370
73	301 000	49 000	39 200	1	0000	1 263	1 509
73	301 000	49 000	39 200	5	0000	1 653	1 395
74	301 000	49 000	41 400	1	0000	1 289	1 614
74	301 000	49 000	41 400	6	0000	1 758	1 457
75	301 000	49 000	43 600	1	0000	1 332	1 819
75	301 000	49 000	43 600	6	0000	1 870	1 532
76	301 000	49 000	45 800	1	0000	1 323	2 027

76	301 000	49 000	45 800	0	0000	1 321	1 302
77	301 000	49 000	48 000	1	0000	1 301	2 281
77	301 000	49 000	48 000	6	0000	1 997	1 574
78	302 000	49 000	26 000	1	0000	2 159	2 221
78	302 000	49 000	26 000	4	0000	2 204	2 143
79	302 000	49 000	28 200	1	0000	1 720	1 812
79	302 000	49 000	28 200	4	0000	1 799	1 708
80	302 000	49 000	30 400	1	0000	1 440	1 549
80	302 000	49 000	30 400	4	0000	1 555	1 445
81	302 000	49 000	32 600	1	0000	1 342	1 483
81	302 000	49 000	32 600	4	0000	1 520	1 374
82	302 000	49 000	34 800	1	0000	1 302	1 478
82	302 000	49 000	34 800	5	0000	1 552	1 369
83	302 000	49 000	37 000	1	0000	1 282	1 493
83	302 000	49 000	37 000	5	0000	1 605	1 385
84	302 000	49 000	39 200	1	0000	1 271	1 515
84	302 000	49 000	39 200	5	0000	1 667	1 409
85	302 000	49 000	41 400	1	0000	1 289	1 613
85	302 000	49 000	41 400	6	0000	1 764	1 464
86	302 000	49 000	43 600	1	0000	1 337	1 826
86	302 000	49 000	43 600	6	0000	1 883	1 536
87	302 000	49 000	45 800	1	0000	1 338	2 037
87	302 000	49 000	45 800	7	0000	1 952	1 580
88	302 000	49 000	48 000	1	0000	1 310	2 267
88	302 000	49 000	48 000	7	0000	1 998	1 591
89	303 000	49 000	26 000	1	0000	2 144	2 201
89	303 000	49 000	26 000	4	0000	2 183	2 127
90	303 000	49 000	28 200	1	0000	1 744	1 823
90	303 000	49 000	28 200	4	0000	1 810	1 731
91	303 000	49 000	30 400	1	0000	1 445	1 543
91	303 000	49 000	30 400	4	0000	1 553	1 453
92	303 000	49 000	32 600	1	0000	1 350	1 482
92	303 000	49 000	32 600	4	0000	1 525	1 387
93	303 000	49 000	34 800	1	0000	1 309	1 480
93	303 000	49 000	34 800	5	0000	1 561	1 382
94	303 000	49 000	37 000	1	0000	1 290	1 498
94	303 000	49 000	37 000	5	0000	1 619	1 399
95	303 000	49 000	39 200	1	0000	1 281	1 523
95	303 000	49 000	39 200	5	0000	1 684	1 428
96	303 000	49 000	41 400	1	0000	1 297	1 620
96	303 000	49 000	41 400	6	0000	1 778	1 477
97	303 000	49 000	43 600	1	0000	1 339	1 825
97	303 000	49 000	43 600	6	0000	1 890	1 547
98	303 000	49 000	45 800	1	0000	1 367	2 052
98	303 000	49 000	45 800	7	0000	1 977	1 611
99	303 000	49 000	48 000	1	0000	1 334	2 275
99	303 000	49 000	48 000	7	0000	2 016	1 617
100	304 000	49 000	26 000	1	0000	2 158	2 209
100	304 000	49 000	26 000	4	0000	2 190	2 139
101	304 000	49 000	28 200	1	0000	1 767	1 835
101	304 000	49 000	28 200	4	0000	1 822	1 755
102	304 000	49 000	30 400	1	0000	1 452	1 540
102	304 000	49 000	30 400	4	0000	1 554	1 463
103	304 000	49 000	32 600	1	0000	1 359	1 485
103	304 000	49 000	32 600	4	0000	1 534	1 402
104	304 000	49 000	34 800	1	0000	1 321	1 486

000043

348	302 000	53 000	43 200	1	0000	1 270	1 300
348	302 000	53 000	43 200	5	0000	1 632	1 396
349	302 000	53 000	45 400	1	0000	1 310	1 598
349	302 000	53 000	45 400	5	0000	1 735	1 471
350	302 000	53 000	47 600	1	0000	1 311	1 749
350	302 000	53 000	47 600	6	0000	1 810	1 501
351	302 000	53 000	49 800	1	0000	1 316	1 945
351	302 000	53 000	49 800	6	0000	1 888	1 545
352	302 000	53 000	52 000	1	0000	1 319	2 172
352	302 000	53 000	52 000	6	0000	1 957	1 594
353	303 000	53 000	30 000	1	0000	2 177	2 226
353	303 000	53 000	30 000	4	0000	2 212	2 165
354	303 000	53 000	32 200	1	0000	1 714	1 793
354	303 000	53 000	32 200	4	0000	1 780	1 702
355	303 000	53 000	34 400	1	0000	1 443	1 539
355	303 000	53 000	34 400	4	0000	1 545	1 447
356	303 000	53 000	36 600	1	0000	1 348	1 475
356	303 000	53 000	36 600	4	0000	1 509	1 377
357	303 000	53 000	38 800	1	0000	1 309	1 469
357	303 000	53 000	38 800	5	0000	1 536	1 370
358	303 000	53 000	41 000	1	0000	1 289	1 481
358	303 000	53 000	41 000	5	0000	1 584	1 381
359	303 000	53 000	43 200	1	0000	1 268	1 497
359	303 000	53 000	43 200	5	0000	1 635	1 393
360	303 000	53 000	45 400	1	0000	1 308	1 599
360	303 000	53 000	45 400	5	0000	1 741	1 470
361	303 000	53 000	47 600	1	0000	1 330	1 764
361	303 000	53 000	47 600	6	0000	1 829	1 521
362	303 000	53 000	49 800	1	0000	1 336	1 952
362	303 000	53 000	49 800	6	0000	1 902	1 566
363	303 000	53 000	52 000	1	0000	1 336	2 176
363	303 000	53 000	52 000	6	0000	1 969	1 610
364	304 000	53 000	30 000	1	0000	2 203	2 243
364	304 000	53 000	30 000	4	0000	2 230	2 191
365	304 000	53 000	32 200	1	0000	1 751	1 820
365	304 000	53 000	32 200	4	0000	1 807	1 738
366	304 000	53 000	34 400	1	0000	1 454	1 541
366	304 000	53 000	34 400	4	0000	1 550	1 460
367	304 000	53 000	36 600	1	0000	1 359	1 480
367	304 000	53 000	36 600	4	0000	1 519	1 393
368	304 000	53 000	38 800	1	0000	1 321	1 476
368	304 000	53 000	38 800	5	0000	1 549	1 387
369	304 000	53 000	41 000	1	0000	1 301	1 491
369	304 000	53 000	41 000	5	0000	1 600	1 400
370	304 000	53 000	43 200	1	0000	1 292	1 512
370	304 000	53 000	43 200	5	0000	1 659	1 425
371	304 000	53 000	45 400	1	0000	1 310	1 600
371	304 000	53 000	45 400	5	0000	1 750	1 480
372	304 000	53 000	47 600	1	0000	1 354	1 783
372	304 000	53 000	47 600	6	0000	1 855	1 552
373	304 000	53 000	49 800	1	0000	1 352	1 961
373	304 000	53 000	49 800	6	0000	1 917	1 584
374	304 000	53 000	52 000	1	0000	1 337	2 176
374	304 000	53 000	52 000	6	0000	1 974	1 604
375	305 000	53 000	30 000	1	0000	2 197	2 237
375	305 000	53 000	30 000	4	0000	2 221	2 182

376	305 000	53 000	32 200	4	0000	1 834	1 776
377	305 000	53 000	34 400	1	0000	1 468	1 547
377	305 000	53 000	34 400	4	0000	1 559	1 478
378	305 000	53 000	36 600	1	0000	1 374	1 488
378	305 000	53 000	36 600	4	0000	1 533	1 412
379	305 000	53 000	38 800	1	0000	1 335	1 486
379	305 000	53 000	38 800	5	0000	1 566	1 407
380	305 000	53 000	41 000	1	0000	1 315	1 503
380	305 000	53 000	41 000	5	0000	1 620	1 421
381	305 000	53 000	43 200	1	0000	1 304	1 525
381	305 000	53 000	43 200	5	0000	1 679	1 443
382	305 000	53 000	45 400	1	0000	1 319	1 609
382	305 000	53 000	45 400	6	0000	1 765	1 491
383	305 000	53 000	47 600	1	0000	1 356	1 789
383	305 000	53 000	47 600	6	0000	1 866	1 554
384	305 000	53 000	49 800	1	0000	1 355	1 962
384	305 000	53 000	49 800	6	0000	1 921	1 585
385	305 000	53 000	52 000	1	0000	1 357	2 182
385	305 000	53 000	52 000	6	0000	1 989	1 626
386	306 000	53 000	30 000	1	0000	2 315	2 346
386	306 000	53 000	30 000	4	0000	2 332	2 301
387	306 000	53 000	32 200	1	0000	1 823	1 874
387	306 000	53 000	32 200	4	0000	1 861	1 810
388	306 000	53 000	34 400	1	0000	1 485	1 557
388	306 000	53 000	34 400	4	0000	1 573	1 498
389	306 000	53 000	36 600	1	0000	1 391	1 501
389	306 000	53 000	36 600	4	0000	1 551	1 435
390	306 000	53 000	38 800	1	0000	1 352	1 501
390	306 000	53 000	38 800	5	0000	1 588	1 431
391	306 000	53 000	41 000	1	0000	1 332	1 519
391	306 000	53 000	41 000	5	0000	1 644	1 446
392	306 000	53 000	43 200	1	0000	1 320	1 542
392	306 000	53 000	43 200	5	0000	1 705	1 468
393	306 000	53 000	45 400	1	0000	1 327	1 618
393	306 000	53 000	45 400	6	0000	1 782	1 506
394	306 000	53 000	47 600	1	0000	1 360	1 791
394	306 000	53 000	47 600	6	0000	1 875	1 567
395	306 000	53 000	49 800	1	0000	1 387	1 985
395	306 000	53 000	49 800	6	0000	1 953	1 621
396	306 000	53 000	52 000	1	0000	1 379	2 192
396	306 000	53 000	52 000	6	0000	2 006	1 649

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
 301 0000=X-COOR 50 0000=Y-COOR 40 2000=RADIUS 1 261=F S  
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
 301 0000=X-COOR 53 0000=Y-COOR 36 6000=RADIUS 1 502=F S  
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO  $f_0$  FACTOR)  
 301 0000=X-COOR 53 0000=Y-COOR 38 8000=RADIUS 1 344=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000044

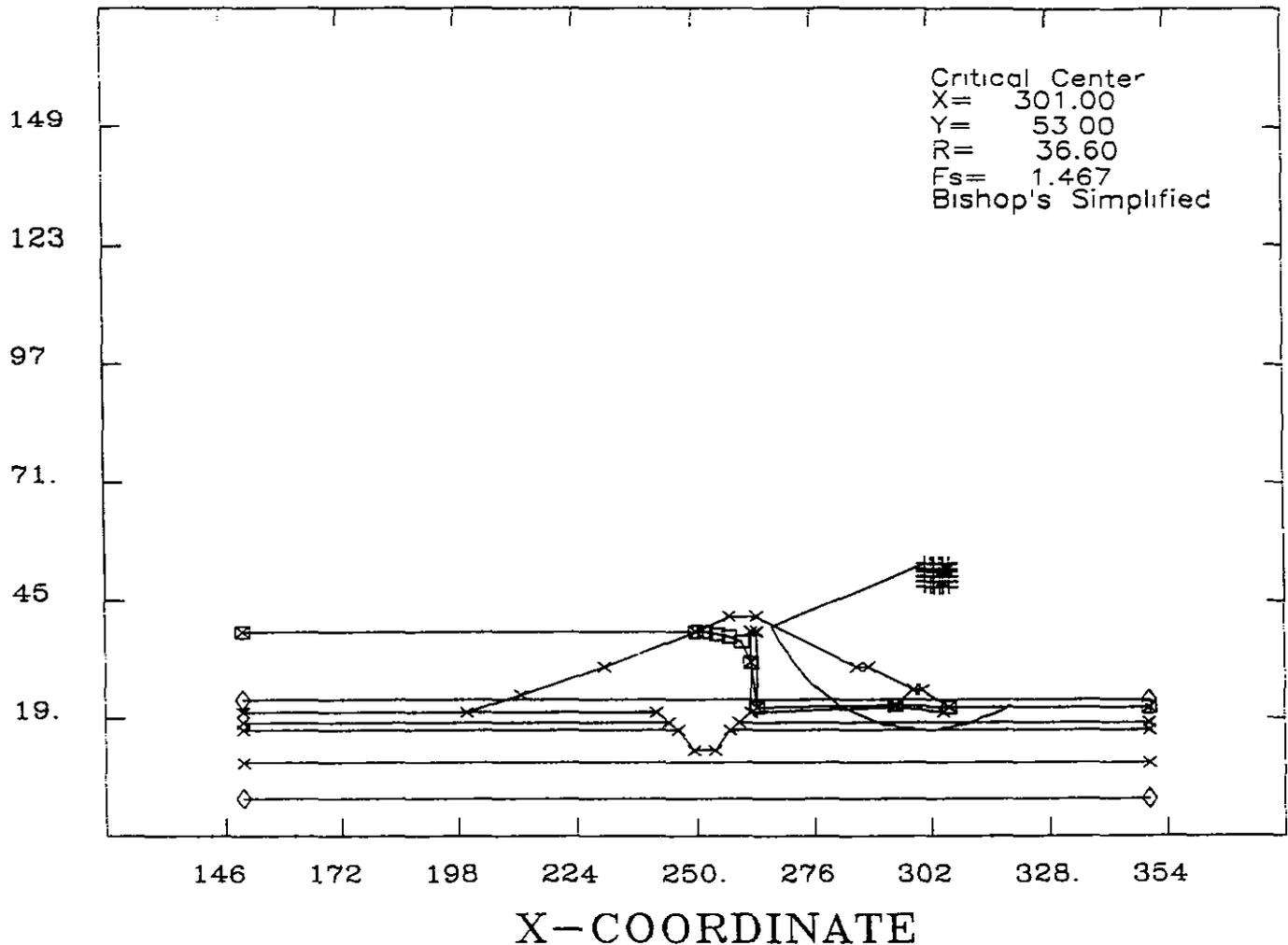
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

04/08/96

Reservatorio Cheio



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	.00	Agua do Reservatorio
20.00	10.00	29.50	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert e Tapete
17.00	00	29.00	Areia Fina (Fundacao)
18.00	00	29.00	Argila Arenosa (Fundacao)
18.00	00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
-1.00	00	00	Gnaise (Fundacao)

File name gang1b SET

000045

QUESTION

GANG1b SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 04/08/96 = DATE  
 Reservatorio Chelo  
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

1, 200 000, 53 000  
 2, 301 000, 53 000  
 3, 200 000, 48 000  
 4, 205 000, 48 000  
 5, 301 000, 48 000  
 6, 306 000, 48 000  
 7, 150 000, 20 000  
 8, 200 000, 20 000  
 9, 230 000, 30 000  
 10, 257 500, 41 000  
 11, 263 500, 41 000  
 12, 285 500, 30 000  
 13, 288 000, 30 000  
 14, 298 000, 25 000  
 15, 300 000, 25 000  
 16, 306 000, 21 000  
 17, 350 000, 21 000  
 18, 241 500, 20 000  
 19, 249 500, 12 000  
 20, 254 500, 12 000  
 21, 262 400, 20 000  
 22, 305 000, 20 000  
 23, 150 000, 38 000  
 24, 250 000, 38 000  
 25, 252 400, 38 000  
 26, 255 000, 37 290  
 27, 257 500, 36 560  
 28, 260 000, 35 780  
 29, 262 450, 31 000  
 30, 263 600, 21 000  
 31, 150 000, 24 000  
 32, 212 000, 24 000  
 33, 150 000, 9 000  
 34, 350 000, 9 000  
 35, 150 000, 1 000  
 36, 350 000, 1 000  
 37, 150 000, 23 000  
 38, 350 000, 23 000  
 39, 262 500, 38 000  
 40, 263 500, 38 000  
 41, 294 000, 22 000  
 42, 294 000, 21 000  
 43, 150 000, 18 000  
 44, 350 000, 18 000  
 45, 150 000, 16 000

46, 350 000, 16 000  
 47, 244 500, 18 000  
 48, 259 500, 18 000  
 49, 246 500, 16 000  
 50, 257 500, 16 000

LINE , 8

1, 23, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 7, 8, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 14, 15, 16  
 4, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 16, 17, 0  
 5, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 42, 22, 16, 17, 0, 0, 0, 0  
 6, 43, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 44, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 45, 49, 19, 20, 50, 46, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 33, 34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 8

1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Agua do Reservatorio  
 2, 20 0000, 10 0000, 29 5000, 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, 17 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000  
 Areia Fina (Fundacao)  
 6, 18 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000  
 Argila Arenosa (Fundacao)  
 7, 18 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 8, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

5, 6, 2  
 5, 5

RADIUS

37, 38  
 35, 36  
 10

SIDE

1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PIEZ , 8

1, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 4, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 5, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

END

000046

PROJECT NAME Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 TRIAL NUMBER 1 DATE 04/08/96  
 COMMENTS Reservatorio Chelo

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	301 000	48 000	25 000 1	0000	2 146	2 223	
1	301 000	48 000	25 000 4	0000	2 204	2 129	
2	301 000	48 000	27 200 1	0000	1 722	1 831	
2	301 000	48 000	27 200 4	0000	1 816	1 709	
3	301 000	48 000	29 400 1	0000	1 413	1 529	
3	301 000	48 000	29 400 4	0000	1 535	1 418	
4	301 000	48 000	31 600 1	0000	1 306	1 450	
4	301 000	48 000	31 600 4	0000	1 487	1 338	
5	301 000	48 000	33 800 1	0000	1 259	1 436	
5	301 000	48 000	33 800 5	0000	1 508	1 324	
6	301 000	48 000	36 000 1	0000	1 235	1 445	
6	301 000	48 000	36 000 5	0000	1 555	1 335	
7	301 000	48 000	38 200 1	0000	1 224	1 464	
7	301 000	48 000	38 200 5	0000	1 613	1 360	
8	301 000	48 000	40 400 1	0000	1 243	1 561	
8	301 000	48 000	40 400 6	0000	1 709	1 415	
9	301 000	48 000	42 600 1	0000	1 285	1 773	
9	301 000	48 000	42 600 7	0000	1 825	1 483	
10	301 000	48 000	44 800 1	0000	1 278	1 977	
10	301 000	48 000	44 800 7	0000	1 888	1 520	
11	301 000	48 000	47 000 1	0000	1 250	2 214	
11	301 000	48 000	47 000 7	0000	1 937	1 530	
12	302 000	48 000	25 000 1	0000	2 151	2 216	
12	302 000	48 000	25 000 4	0000	2 198	2 135	
13	302 000	48 000	27 200 1	0000	1 726	1 817	
13	302 000	48 000	27 200 4	0000	1 805	1 714	
14	302 000	48 000	29 400 1	0000	1 414	1 518	
14	302 000	48 000	29 400 4	0000	1 528	1 422	
15	302 000	48 000	31 600 1	0000	1 310	1 445	
15	302 000	48 000	31 600 4	0000	1 487	1 346	
16	302 000	48 000	33 800 1	0000	1 265	1 436	
16	302 000	48 000	33 800 5	0000	1 514	1 336	
17	302 000	48 000	36 000 1	0000	1 242	1 448	
17	302 000	48 000	36 000 5	0000	1 566	1 349	
18	302 000	48 000	38 200 1	0000	1 231	1 468	
18	302 000	48 000	38 200 5	0000	1 626	1 375	
19	302 000	48 000	40 400 1	0000	1 246	1 565	
19	302 000	48 000	40 400 6	0000	1 719	1 424	
20	302 000	48 000	42 600 1	0000	1 289	1 770	
20	302 000	48 000	42 600 7	0000	1 831	1 498	
21	302 000	48 000	44 800 1	0000	1 307	1 994	
21	302 000	48 000	44 800 7	0000	1 913	1 548	
22	302 000	48 000	47 000 1	0000	1 269	2 213	
22	302 000	48 000	47 000 7	0000	1 948	1 552	
23	303 000	48 000	25 000 1	0000	2 122	2 185	

23	303 000	48 000	25 000 7	0000	-	-	
24	303 000	48 000	27 200 1	0000	1 748	1 827	
24	303 000	48 000	27 200 4	0000	1 814	1 736	
25	303 000	48 000	29 400 1	0000	1 418	1 511	
25	303 000	48 000	29 400 4	0000	1 524	1 429	
26	303 000	48 000	31 600 1	0000	1 316	1 443	
26	303 000	48 000	31 600 4	0000	1 491	1 357	
27	303 000	48 000	33 800 1	0000	1 273	1 438	
27	303 000	48 000	33 800 5	0000	1 524	1 351	
28	303 000	48 000	36 000 1	0000	1 252	1 453	
28	303 000	48 000	36 000 5	0000	1 579	1 366	
29	303 000	48 000	38 200 1	0000	1 241	1 476	
29	303 000	48 000	38 200 5	0000	1 643	1 393	
30	303 000	48 000	40 400 1	0000	1 256	1 573	
30	303 000	48 000	40 400 6	0000	1 736	1 439	
31	303 000	48 000	42 600 1	0000	1 292	1 773	
31	303 000	48 000	42 600 7	0000	1 840	1 511	
32	303 000	48 000	44 800 1	0000	1 309	2 003	
32	303 000	48 000	44 800 7	0000	1 925	1 544	
33	303 000	48 000	47 000 1	0000	1 302	2 238	
33	303 000	48 000	47 000 7	0000	1 979	1 586	
34	304 000	48 000	25 000 1	0000	2 171	2 224	
34	304 000	48 000	25 000 4	0000	2 203	2 151	
35	304 000	48 000	27 200 1	0000	1 766	1 834	
35	304 000	48 000	27 200 4	0000	1 821	1 753	
36	304 000	48 000	29 400 1	0000	1 424	1 507	
36	304 000	48 000	29 400 4	0000	1 524	1 438	
37	304 000	48 000	31 600 1	0000	1 326	1 446	
37	304 000	48 000	31 600 4	0000	1 499	1 372	
38	304 000	48 000	33 800 1	0000	1 284	1 444	
38	304 000	48 000	33 800 5	0000	1 537	1 368	
39	304 000	48 000	36 000 1	0000	1 264	1 462	
39	304 000	48 000	36 000 5	0000	1 597	1 386	
40	304 000	48 000	38 200 1	0000	1 253	1 486	
40	304 000	48 000	38 200 5	0000	1 663	1 414	
41	304 000	48 000	40 400 1	0000	1 265	1 582	
41	304 000	48 000	40 400 6	0000	1 755	1 455	
42	304 000	48 000	42 600 1	0000	1 294	1 778	
42	304 000	48 000	42 600 7	0000	1 851	1 517	
43	304 000	48 000	44 800 1	0000	1 329	2 008	
43	304 000	48 000	44 800 7	0000	1 941	1 578	
44	304 000	48 000	47 000 1	0000	1 329	2 257	
44	304 000	48 000	47 000 7	0000	2 005	1 610	
45	305 000	48 000	25 000 1	0000	2 362	2 394	
45	305 000	48 000	25 000 4	0000	2 380	2 347	
46	305 000	48 000	27 200 1	0000	1 774	1 835	
46	305 000	48 000	27 200 4	0000	1 820	1 759	
47	305 000	48 000	29 400 1	0000	1 433	1 507	
47	305 000	48 000	29 400 4	0000	1 527	1 450	
48	305 000	48 000	31 600 1	0000	1 338	1 451	
48	305 000	48 000	31 600 4	0000	1 511	1 390	
49	305 000	48 000	33 800 1	0000	1 298	1 453	
49	305 000	48 000	33 800 5	0000	1 555	1 390	
50	305 000	48 000	36 000 1	0000	1 278	1 474	
50	305 000	48 000	36 000 5	0000	1 618	1 409	
51	305 000	48 000	38 200 1	0000	1 265	1 500	

351	302 000	53 000	49 800	6	0000	1 822	1 494
352	302 000	53 000	52 000	1	0000	1 266	2 085
352	302 000	53 000	52 000	6	0000	1 887	1 529
353	303 000	53 000	30 000	1	0000	2 177	2 226
353	303 000	53 000	30 000	4	0000	2 212	2 165
354	303 000	53 000	32 200	1	0000	1 714	1 793
354	303 000	53 000	32 200	4	0000	1 780	1 702
355	303 000	53 000	34 400	1	0000	1 418	1 510
355	303 000	53 000	34 400	4	0000	1 517	1 424
356	303 000	53 000	36 600	1	0000	1 317	1 437
356	303 000	53 000	36 600	4	0000	1 473	1 348
357	303 000	53 000	38 800	1	0000	1 275	1 426
357	303 000	53 000	38 800	5	0000	1 495	1 336
358	303 000	53 000	41 000	1	0000	1 252	1 435
358	303 000	53 000	41 000	5	0000	1 537	1 345
359	303 000	53 000	43 200	1	0000	1 228	1 447
359	303 000	53 000	43 200	5	0000	1 584	1 353
360	303 000	53 000	45 400	1	0000	1 266	1 543
360	303 000	53 000	45 400	5	0000	1 685	1 427
361	303 000	53 000	47 600	1	0000	1 285	1 701
361	303 000	53 000	47 600	6	0000	1 769	1 474
362	303 000	53 000	49 800	1	0000	1 287	1 878
362	303 000	53 000	49 800	6	0000	1 837	1 516
363	303 000	53 000	52 000	1	0000	1 284	2 090
363	303 000	53 000	52 000	6	0000	1 899	1 555
364	304 000	53 000	30 000	1	0000	2 203	2 243
364	304 000	53 000	30 000	4	0000	2 230	2 191
365	304 000	53 000	32 200	1	0000	1 751	1 820
365	304 000	53 000	32 200	4	0000	1 807	1 738
366	304 000	53 000	34 400	1	0000	1 429	1 512
366	304 000	53 000	34 400	4	0000	1 523	1 437
367	304 000	53 000	36 600	1	0000	1 328	1 442
367	304 000	53 000	36 600	4	0000	1 483	1 363
368	304 000	53 000	38 800	1	0000	1 286	1 433
368	304 000	53 000	38 800	5	0000	1 507	1 353
369	304 000	53 000	41 000	1	0000	1 263	1 444
369	304 000	53 000	41 000	5	0000	1 553	1 363
370	304 000	53 000	43 200	1	0000	1 252	1 462
370	304 000	53 000	43 200	5	0000	1 607	1 385
371	304 000	53 000	45 400	1	0000	1 268	1 545
371	304 000	53 000	45 400	5	0000	1 694	1 437
372	304 000	53 000	47 600	1	0000	1 309	1 719
372	304 000	53 000	47 600	6	0000	1 794	1 505
373	304 000	53 000	49 800	1	0000	1 304	1 887
373	304 000	53 000	49 800	6	0000	1 852	1 533
374	304 000	53 000	52 000	1	0000	1 285	2 091
374	304 000	53 000	52 000	6	0000	1 904	1 550
375	305 000	53 000	30 000	1	0000	2 197	2 237
375	305 000	53 000	30 000	4	0000	2 221	2 182
376	305 000	53 000	32 200	1	0000	1 789	1 847
376	305 000	53 000	32 200	4	0000	1 834	1 776
377	305 000	53 000	34 400	1	0000	1 444	1 519
377	305 000	53 000	34 400	4	0000	1 532	1 454
378	305 000	53 000	36 600	1	0000	1 342	1 451
378	305 000	53 000	36 600	4	0000	1 496	1 382
379	305 000	53 000	38 800	1	0000	1 299	1 443

379	305 000	53 000	30 000	1	0000	1 277	1 456
380	305 000	53 000	41 000	1	0000	1 572	1 383
380	305 000	53 000	41 000	5	0000	1 264	1 474
381	305 000	53 000	43 200	1	0000	1 627	1 402
381	305 000	53 000	43 200	5	0000	1 277	1 554
382	305 000	53 000	45 400	1	0000	1 708	1 450
382	305 000	53 000	45 400	5	0000	1 311	1 725
383	305 000	53 000	47 600	1	0000	1 805	1 507
383	305 000	53 000	47 600	6	0000	1 308	1 889
384	305 000	53 000	49 800	1	0000	1 857	1 535
384	305 000	53 000	49 800	6	0000	1 306	2 098
385	305 000	53 000	52 000	1	0000	1 920	1 572
385	305 000	53 000	52 000	6	0000	2 315	2 346
386	306 000	53 000	30 000	1	0000	2 332	2 301
386	306 000	53 000	30 000	4	0000	1 823	1 874
387	306 000	53 000	32 200	1	0000	1 861	1 810
387	306 000	53 000	32 200	4	0000	1 461	1 529
388	306 000	53 000	34 400	1	0000	1 545	1 475
388	306 000	53 000	34 400	4	0000	1 360	1 463
389	306 000	53 000	36 600	1	0000	1 514	1 404
389	306 000	53 000	36 600	4	0000	1 316	1 457
390	306 000	53 000	38 800	1	0000	1 544	1 393
390	306 000	53 000	38 800	4	0000	1 294	1 471
391	306 000	53 000	41 000	1	0000	1 595	1 407
391	306 000	53 000	41 000	5	0000	1 280	1 490
392	306 000	53 000	43 200	1	0000	1 652	1 426
392	306 000	53 000	43 200	5	0000	1 284	1 562
393	306 000	53 000	45 400	1	0000	1 725	1 464
393	306 000	53 000	45 400	5	0000	1 315	1 727
394	306 000	53 000	47 600	1	0000	1 814	1 519
394	306 000	53 000	47 600	6	0000	1 339	1 913
395	306 000	53 000	49 800	1	0000	1 888	1 570
395	306 000	53 000	49 800	6	0000	1 329	2 108
396	306 000	53 000	52 000	1	0000	1 937	1 595
396	306 000	53 000	52 000	6	0000		

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
 301 0000=X-COOR 50 0000=Y-COOR 40 2000=RADIUS 1 221=F S  
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
 301 0000=X-COOR 53 0000=Y-COOR 36 6000=RADIUS 1 467=F S  
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f<sub>o</sub> FACTOR)  
 301 0000=X-COOR 53 0000=Y-COOR 38 8000=RADIUS 1 311=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000048

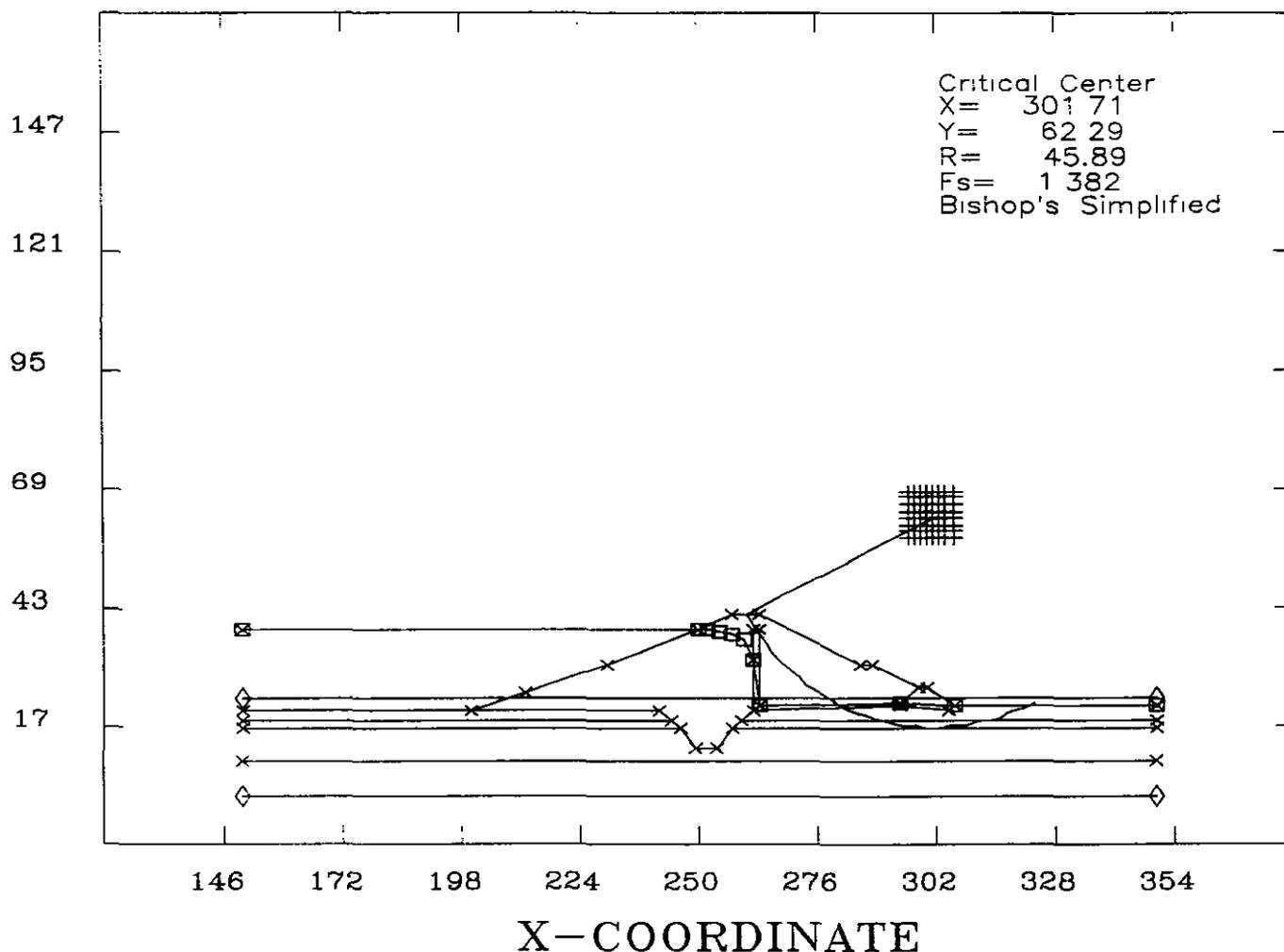
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

29/08/96

Reservatorio Cheio



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	00	Agua do Reservatorio
20.00	10.00	29.50	Solo Argiloso
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert e Tapete
17.00	00	27.00	Areia Fina (Fundacao)
18.00	00	27.00	Argila Arenosa (Fundacao)
18.00	00	27.00	Silte Arenoso (Fundacao)
-1.00	00	00	Gnaise (Fundacao)

File name gang5b SET

000049

QUESTION

GANG5b SET = DATA FILE NAME

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1 = TRIAL NUMBER

29/08/96 = DATE

Reservatorio Cheio

30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE

01000, = TOLERANCE

00000, = SEISMIC COEFFICIENT

10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

- 1, 200 000, 53 000
- 2, 296 000, 68 000
- 3, 200 000, 48 000
- 4, 205 000, 48 000
- 5, 296 000, 58 000
- 6, 306 000, 58 000
- 7, 150 000, 20 000
- 8, 200 000, 20 000
- 9, 230 000, 30 000
- 10, 257 500, 41 000
- 11, 263 500, 41 000
- 12, 285 500, 30 000
- 13, 288 000, 30 000
- 14, 298 000, 25 000
- 15, 300 000, 25 000
- 16, 306 000, 21 000
- 17, 350 000, 21 000
- 18, 241 500, 20 000
- 19, 249 500, 12 000
- 20, 254 500, 12 000
- 21, 262 400, 20 000
- 22, 305 000, 20 000
- 23, 150 000, 38 000
- 24, 250 000, 38 000
- 25, 252 400, 38 000
- 26, 255 000, 37 290
- 27, 257 500, 36 560
- 28, 260 000, 35 780
- 29, 262 450, 31 000
- 30, 263 600, 21 000
- 31, 150 000, 24 000
- 32, 212 000, 24 000
- 33, 150 000, 9 000
- 34, 350 000, 9 000
- 35, 150 000, 1 000
- 36, 350 000, 1 000
- 37, 150 000, 23 000
- 38, 350 000, 23 000
- 39, 262 500, 38 000
- 40, 263 500, 38 000
- 41, 294 000, 22 000
- 42, 294 000, 21 000
- 43, 150 000, 18 000
- 44, 350 000, 18 000
- 45, 150 000, 16 000

- 46, 350 000, 16 000
- 47, 244 500, 18 000
- 48, 259 500, 18 000
- 49, 246 500, 16 000
- 50, 257 500, 16 000

LINE , 8

- 1, 23, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 2, 7, 8, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 3, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 14, 15, 16
- 4, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 16, 17, 0
- 5, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 42, 22, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0
- 6, 43, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 44, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 7, 45, 49, 19, 20, 50, 46, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 8, 33, 34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 8

- 1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
  - 2, 20 0000, 10 0000, 29 5000, 0000, 0000, 0000
  - 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000
  - 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000
  - 5, 17 0000, 0000, 27 0000, 0000, 0000, 0000
  - 6, 18 0000, 0000, 27 0000, 0000, 0000, 0000
  - 7, 18 0000, 0000, 27 0000, 0000, 0000, 0000
  - 8, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
- Agua do Reservatorio  
 Solo Argiloso  
 Enrocamento (Rock-Fill)  
 Area do Filtro Vert e Tapete  
 Area Fina (Fundacao)  
 Argila Arenosa (Fundacao)  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 Gnaisse (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

- 5, 6, 2
- 7, 7

RADIUS

- 37, 38
- 35, 36
- 10

SIDE

- 1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

- 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PIEZ , 8

- 1, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 2, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 4, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 5, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 6, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 7, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
- 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

END

000050

File name gang5b FAC

PROJECT NAME Barragem Gangorra (Granja-CE)  
TRIAL NUMBER 1 DATE 29/08/96  
COMMENTS Reservatorio Cheio

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

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION RADIUS	FACTOR OF SAFETY LAMBDA	FACTOR OF SAFETY (MOMENT)	FACTOR OF SAFETY (FORCE)
1	296 000	58 000	35 000 1	0000	1 775	1 914
1	296 000	58 000	35 000 4	0000	1 890	1 754
2	296 000	58 000	37 200 1	0000	1 578	1 731
2	296 000	58 000	37 200 4	0000	1 714	1 563
3	296 000	58 000	39 400 1	0000	1 352	1 489
3	296 000	58 000	39 400 4	0000	1 489	1 352
4	296 000	58 000	41 600 1	0000	1 277	1 415
4	296 000	58 000	41 600 4	0000	1 435	1 296
5	296 000	58 000	43 800 1	0000	1 231	1 382
5	296 000	58 000	43 800 4	0000	1 425	1 271
6	296 000	58 000	46 000 1	0000	1 189	1 358
6	296 000	58 000	46 000 4	0000	1 429	1 257
7	296 000	58 000	48 200 1	0000	1 145	1 338
7	296 000	58 000	48 200 4	0000	1 441	1 248
8	296 000	58 000	50 400 1	0000	1 136	1 382
8	296 000	58 000	50 400 4	0000	1 494	1 279
9	296 000	58 000	52 600 1	0000	1 170	1 536
9	296 000	58 000	52 600 5	0000	1 599	1 360
10	296 000	58 000	54 800 1	0000	1 207	1 736
10	296 000	58 000	54 800 5	0000	1 704	1 439
11	296 000	58 000	57 000 1	0000	1 277	2 015
11	296 000	58 000	57 000 5	0000	1 844	1 557
12	297 429	58 000	35 000 1	0000	1 818	1 942
12	297 429	58 000	35 000 4	0000	1 919	1 797
13	297 429	58 000	37 200 1	0000	1 591	1 730
13	297 429	58 000	37 200 4	0000	1 713	1 577
14	297 429	58 000	39 400 1	0000	1 343	1 468
14	297 429	58 000	39 400 4	0000	1 468	1 342
15	297 429	58 000	41 600 1	0000	1 250	1 384
15	297 429	58 000	41 600 4	0000	1 405	1 269
16	297 429	58 000	43 800 1	0000	1 228	1 370
16	297 429	58 000	43 800 4	0000	1 415	1 269
17	297 429	58 000	46 000 1	0000	1 186	1 350
17	297 429	58 000	46 000 4	0000	1 424	1 256
18	297 429	58 000	48 200 1	0000	1 153	1 339
18	297 429	58 000	48 200 4	0000	1 444	1 255
19	297 429	58 000	50 400 1	0000	1 138	1 383
19	297 429	58 000	50 400 4	0000	1 498	1 280
20	297 429	58 000	52 600 1	0000	1 158	1 517
20	297 429	58 000	52 600 5	0000	1 584	1 346
21	297 429	58 000	54 800 1	0000	1 201	1 720
21	297 429	58 000	54 800 5	0000	1 693	1 431
22	297 429	58 000	57 000 1	0000	1 251	1 966
22	297 429	58 000	57 000 5	0000	1 810	1 529
23	298 857	58 000	35 000 1	0000	1 871	1 979

23	298 857	58 000	35 000 4	0000	1 957	1 851
24	298 857	58 000	37 200 1	0000	1 613	1 739
24	298 857	58 000	37 200 4	0000	1 721	1 598
25	298 857	58 000	39 400 1	0000	1 340	1 454
25	298 857	58 000	39 400 4	0000	1 455	1 341
26	298 857	58 000	41 600 1	0000	1 246	1 372
26	298 857	58 000	41 600 4	0000	1 393	1 265
27	298 857	58 000	43 800 1	0000	1 213	1 351
27	298 857	58 000	43 800 4	0000	1 399	1 256
28	298 857	58 000	46 000 1	0000	1 194	1 350
28	298 857	58 000	46 000 4	0000	1 425	1 263
29	298 857	58 000	48 200 1	0000	1 162	1 344
29	298 857	58 000	48 200 4	0000	1 451	1 263
30	298 857	58 000	50 400 1	0000	1 151	1 391
30	298 857	58 000	50 400 5	0000	1 508	1 294
31	298 857	58 000	52 600 1	0000	1 161	1 514
31	298 857	58 000	52 600 5	0000	1 583	1 346
32	298 857	58 000	54 800 1	0000	1 185	1 693
32	298 857	58 000	54 800 5	0000	1 674	1 414
33	298 857	58 000	57 000 1	0000	1 227	1 927
33	298 857	58 000	57 000 5	0000	1 781	1 499
34	300 286	58 000	35 000 1	0000	1 936	2 027
34	300 286	58 000	35 000 4	0000	2 006	1 916
35	300 286	58 000	37 200 1	0000	1 627	1 737
35	300 286	58 000	37 200 4	0000	1 720	1 612
36	300 286	58 000	39 400 1	0000	1 345	1 447
36	300 286	58 000	39 400 4	0000	1 450	1 347
37	300 286	58 000	41 600 1	0000	1 244	1 362
37	300 286	58 000	41 600 4	0000	1 386	1 265
38	300 286	58 000	43 800 1	0000	1 202	1 338
38	300 286	58 000	43 800 4	0000	1 388	1 247
39	300 286	58 000	46 000 1	0000	1 196	1 347
39	300 286	58 000	46 000 4	0000	1 427	1 268
40	300 286	58 000	48 200 1	0000	1 173	1 348
40	300 286	58 000	48 200 5	0000	1 459	1 277
41	300 286	58 000	50 400 1	0000	1 160	1 398
41	300 286	58 000	50 400 5	0000	1 517	1 301
42	300 286	58 000	52 600 1	0000	1 163	1 513
42	300 286	58 000	52 600 5	0000	1 586	1 347
43	300 286	58 000	54 800 1	0000	1 176	1 674
43	300 286	58 000	54 800 5	0000	1 661	1 402
44	300 286	58 000	57 000 1	0000	1 220	1 908
44	300 286	58 000	57 000 5	0000	1 770	1 490
45	301 714	58 000	35 000 1	0000	2 016	2 088
45	301 714	58 000	35 000 4	0000	2 069	1 998
46	301 714	58 000	37 200 1	0000	1 646	1 740
46	301 714	58 000	37 200 4	0000	1 726	1 633
47	301 714	58 000	39 400 1	0000	1 355	1 446
47	301 714	58 000	39 400 4	0000	1 451	1 358
48	301 714	58 000	41 600 1	0000	1 251	1 360
48	301 714	58 000	41 600 4	0000	1 387	1 274
49	301 714	58 000	43 800 1	0000	1 201	1 333
49	301 714	58 000	43 800 4	0000	1 386	1 248
50	301 714	58 000	46 000 1	0000	1 187	1 339
50	301 714	58 000	46 000 5	0000	1 423	1 264
51	301 714	58 000	48 200 1	0000	1 187	1 357

000051

3

51	301 714	58 000	48 200	5	0000	1 473	1 296
52	301 714	58 000	50 400	1	0000	1 181	1 410
52	301 714	58 000	50 400	5	0000	1 534	1 324
53	301 714	58 000	52 600	1	0000	1 171	1 512
53	301 714	58 000	52 600	5	0000	1 589	1 353
54	301 714	58 000	54 800	1	0000	1 180	1 671
54	301 714	58 000	54 800	5	0000	1 663	1 402
55	301 714	58 000	57 000	1	0000	1 204	1 872
55	301 714	58 000	57 000	5	0000	1 747	1 471
56	303 143	58 000	35 000	1	0000	2 112	2 165
56	303 143	58 000	35 000	4	0000	2 150	2 098
57	303 143	58 000	37 200	1	0000	1 674	1 752
57	303 143	58 000	37 200	4	0000	1 739	1 661
58	303 143	58 000	39 400	1	0000	1 369	1 450
58	303 143	58 000	39 400	4	0000	1 457	1 374
59	303 143	58 000	41 600	1	0000	1 262	1 364
59	303 143	58 000	41 600	4	0000	1 395	1 289
60	303 143	58 000	43 800	1	0000	1 211	1 338
60	303 143	58 000	43 800	4	0000	1 396	1 263
61	303 143	58 000	46 000	1	0000	1 188	1 338
61	303 143	58 000	46 000	5	0000	1 428	1 270
62	303 143	58 000	48 200	1	0000	1 192	1 360
62	303 143	58 000	48 200	5	0000	1 482	1 305
63	303 143	58 000	50 400	1	0000	1 195	1 420
63	303 143	58 000	50 400	5	0000	1 549	1 341
64	303 143	58 000	52 600	1	0000	1 194	1 534
64	303 143	58 000	52 600	5	0000	1 613	1 373
65	303 143	58 000	54 800	1	0000	1 189	1 669
65	303 143	58 000	54 800	5	0000	1 668	1 410
66	303 143	58 000	57 000	1	0000	1 198	1 857
66	303 143	58 000	57 000	5	0000	1 738	1 459
67	304 571	58 000	35 000	1	0000	2 220	2 253
67	304 571	58 000	35 000	4	0000	2 243	2 210
68	304 571	58 000	37 200	1	0000	1 732	1 798
68	304 571	58 000	37 200	4	0000	1 784	1 719
69	304 571	58 000	39 400	1	0000	1 389	1 460
69	304 571	58 000	39 400	4	0000	1 470	1 396
70	304 571	58 000	41 600	1	0000	1 278	1 373
70	304 571	58 000	41 600	4	0000	1 409	1 309
71	304 571	58 000	43 800	1	0000	1 227	1 349
71	304 571	58 000	43 800	4	0000	1 413	1 283
72	304 571	58 000	46 000	1	0000	1 199	1 347
72	304 571	58 000	46 000	5	0000	1 442	1 286
73	304 571	58 000	48 200	1	0000	1 193	1 364
73	304 571	58 000	48 200	5	0000	1 492	1 310
74	304 571	58 000	50 400	1	0000	1 212	1 432
74	304 571	58 000	50 400	5	0000	1 568	1 362
75	304 571	58 000	52 600	1	0000	1 218	1 550
75	304 571	58 000	52 600	5	0000	1 635	1 400
76	304 571	58 000	54 800	1	0000	1 190	1 667
76	304 571	58 000	54 800	5	0000	1 669	1 406
77	304 571	58 000	57 000	1	0000	1 195	1 842
77	304 571	58 000	57 000	5	0000	1 732	1 454
78	306 000	58 000	35 000	1	0000	2 294	2 319
78	306 000	58 000	35 000	4	0000	2 309	2 285
79	306 000	58 000	37 200	1	0000	1 801	1 855

79	306 000	58 000	37 200	4	0000	1 841	1 701
80	306 000	58 000	39 400	1	0000	1 416	1 478
80	306 000	58 000	39 400	4	0000	1 490	1 425
81	306 000	58 000	41 600	1	0000	1 300	1 389
81	306 000	58 000	41 600	4	0000	1 430	1 335
82	306 000	58 000	43 800	1	0000	1 247	1 365
82	306 000	58 000	43 800	4	0000	1 436	1 310
83	306 000	58 000	46 000	1	0000	1 218	1 364
83	306 000	58 000	46 000	5	0000	1 466	1 310
84	306 000	58 000	48 200	1	0000	1 201	1 374
84	306 000	58 000	48 200	5	0000	1 509	1 325
85	306 000	58 000	50 400	1	0000	1 221	1 441
85	306 000	58 000	50 400	5	0000	1 582	1 375
86	306 000	58 000	52 600	1	0000	1 237	1 566
86	306 000	58 000	52 600	5	0000	1 654	1 421
87	306 000	58 000	54 800	1	0000	1 226	1 693
87	306 000	58 000	54 800	5	0000	1 700	1 442
88	306 000	58 000	57 000	1	0000	1 215	1 848
88	306 000	58 000	57 000	5	0000	1 746	1 472
89	296 000	59 429	36 429	1	0000	1 754	1 889
89	296 000	59 429	36 429	4	0000	1 867	1 734
90	296 000	59 429	38 629	1	0000	1 569	1 718
90	296 000	59 429	38 629	4	0000	1 701	1 555
91	296 000	59 429	40 829	1	0000	1 360	1 491
91	296 000	59 429	40 829	4	0000	1 492	1 362
92	296 000	59 429	43 029	1	0000	1 290	1 421
92	296 000	59 429	43 029	4	0000	1 441	1 309
93	296 000	59 429	45 229	1	0000	1 236	1 383
93	296 000	59 429	45 229	4	0000	1 425	1 276
94	296 000	59 429	47 429	1	0000	1 192	1 358
94	296 000	59 429	47 429	4	0000	1 428	1 261
95	296 000	59 429	49 629	1	0000	1 152	1 338
95	296 000	59 429	49 629	4	0000	1 441	1 255
96	296 000	59 429	51 829	1	0000	1 148	1 386
96	296 000	59 429	51 829	4	0000	1 498	1 291
97	296 000	59 429	54 029	1	0000	1 178	1 531
97	296 000	59 429	54 029	4	0000	1 597	1 364
98	296 000	59 429	56 229	1	0000	1 231	1 739
98	296 000	59 429	56 229	5	0000	1 716	1 462
99	296 000	59 429	58 429	1	0000	1 300	2 018
99	296 000	59 429	58 429	5	0000	1 857	1 576
100	297 429	59 429	36 429	1	0000	1 795	1 917
100	297 429	59 429	36 429	4	0000	1 895	1 775
101	297 429	59 429	38 629	1	0000	1 579	1 715
101	297 429	59 429	38 629	4	0000	1 698	1 565
102	297 429	59 429	40 829	1	0000	1 341	1 464
102	297 429	59 429	40 829	4	0000	1 464	1 341
103	297 429	59 429	43 029	1	0000	1 267	1 394
103	297 429	59 429	43 029	4	0000	1 414	1 286
104	297 429	59 429	45 229	1	0000	1 234	1 372
104	297 429	59 429	45 229	4	0000	1 416	1 275
105	297 429	59 429	47 429	1	0000	1 195	1 354
105	297 429	59 429	47 429	4	0000	1 426	1 262
106	297 429	59 429	49 629	1	0000	1 156	1 338
106	297 429	59 429	49 629	4	0000	1 442	1 258
107	297 429	59 429	51 829	1	0000	1 141	1 376

000052

72

659	300 286	68 000	64 800	4	0000	1 713	1 498
660	300 286	68 000	67 000	1	0000	1 347	1 914
660	300 286	68 000	67 000	5	0000	1 834	1 600
661	301 714	68 000	45 000	1	0000	1 823	1 899
661	301 714	68 000	45 000	4	0000	1 883	1 807
662	301 714	68 000	47 200	1	0000	1 568	1 659
662	301 714	68 000	47 200	4	0000	1 646	1 556
663	301 714	68 000	49 400	1	0000	1 349	1 435
663	301 714	68 000	49 400	4	0000	1 437	1 350
664	301 714	68 000	51 600	1	0000	1 289	1 383
664	301 714	68 000	51 600	4	0000	1 404	1 308
665	301 714	68 000	53 800	1	0000	1 267	1 374
665	301 714	68 000	53 800	4	0000	1 419	1 308
666	301 714	68 000	56 000	1	0000	1 240	1 366
666	301 714	68 000	56 000	4	0000	1 437	1 308
667	301 714	68 000	58 200	1	0000	1 212	1 359
667	301 714	68 000	58 200	4	0000	1 461	1 310
668	301 714	68 000	60 400	1	0000	1 208	1 401
668	301 714	68 000	60 400	4	0000	1 519	1 344
669	301 714	68 000	62 600	1	0000	1 225	1 507
669	301 714	68 000	62 600	4	0000	1 594	1 398
670	301 714	68 000	64 800	1	0000	1 266	1 667
670	301 714	68 000	64 800	4	0000	1 689	1 475
671	301 714	68 000	67 000	1	0000	1 324	1 877
671	301 714	68 000	67 000	5	0000	1 805	1 576
672	303 143	68 000	45 000	1	0000	1 899	1 963
672	303 143	68 000	45 000	4	0000	1 947	1 884
673	303 143	68 000	47 200	1	0000	1 594	1 674
673	303 143	68 000	47 200	4	0000	1 662	1 583
674	303 143	68 000	49 400	1	0000	1 357	1 437
674	303 143	68 000	49 400	4	0000	1 439	1 358
675	303 143	68 000	51 600	1	0000	1 281	1 372
675	303 143	68 000	51 600	4	0000	1 396	1 302
676	303 143	68 000	53 800	1	0000	1 263	1 367
676	303 143	68 000	53 800	4	0000	1 415	1 306
677	303 143	68 000	56 000	1	0000	1 242	1 366
677	303 143	68 000	56 000	4	0000	1 439	1 310
678	303 143	68 000	58 200	1	0000	1 224	1 368
678	303 143	68 000	58 200	4	0000	1 473	1 323
679	303 143	68 000	60 400	1	0000	1 216	1 407
679	303 143	68 000	60 400	4	0000	1 525	1 350
680	303 143	68 000	62 600	1	0000	1 228	1 507
680	303 143	68 000	62 600	4	0000	1 594	1 400
681	303 143	68 000	64 800	1	0000	1 259	1 655
681	303 143	68 000	64 800	4	0000	1 681	1 467
682	303 143	68 000	67 000	1	0000	1 304	1 844
682	303 143	68 000	67 000	5	0000	1 779	1 553
683	304 571	68 000	45 000	1	0000	2 001	2 051
683	304 571	68 000	45 000	4	0000	2 037	1 988
684	304 571	68 000	47 200	1	0000	1 628	1 697
684	304 571	68 000	47 200	4	0000	1 686	1 617
685	304 571	68 000	49 400	1	0000	1 374	1 446
685	304 571	68 000	49 400	4	0000	1 450	1 376
686	304 571	68 000	51 600	1	0000	1 280	1 369
686	304 571	68 000	51 600	4	0000	1 394	1 302
687	304 571	68 000	53 800	1	0000	1 258	1 362

687	304 571	68 000	53 800	4	0000	1 412	1 304
688	304 571	68 000	56 000	1	0000	1 254	1 375
688	304 571	68 000	56 000	4	0000	1 452	1 325
689	304 571	68 000	58 200	1	0000	1 236	1 379
689	304 571	68 000	58 200	4	0000	1 485	1 335
690	304 571	68 000	60 400	1	0000	1 228	1 416
690	304 571	68 000	60 400	4	0000	1 536	1 362
691	304 571	68 000	62 600	1	0000	1 225	1 500
691	304 571	68 000	62 600	4	0000	1 590	1 395
692	304 571	68 000	64 800	1	0000	1 249	1 639
692	304 571	68 000	64 800	5	0000	1 669	1 458
693	304 571	68 000	67 000	1	0000	1 293	1 828
693	304 571	68 000	67 000	5	0000	1 767	1 538
694	306 000	68 000	45 000	1	0000	2 141	2 175
694	306 000	68 000	45 000	4	0000	2 164	2 131
695	306 000	68 000	47 200	1	0000	1 696	1 757
695	306 000	68 000	47 200	4	0000	1 744	1 683
696	306 000	68 000	49 400	1	0000	1 399	1 464
696	306 000	68 000	49 400	4	0000	1 470	1 403
697	306 000	68 000	51 600	1	0000	1 295	1 380
697	306 000	68 000	51 600	4	0000	1 408	1 319
698	306 000	68 000	53 800	1	0000	1 259	1 363
698	306 000	68 000	53 800	4	0000	1 416	1 306
699	306 000	68 000	56 000	1	0000	1 257	1 378
699	306 000	68 000	56 000	4	0000	1 458	1 331
700	306 000	68 000	58 200	1	0000	1 248	1 390
700	306 000	68 000	58 200	4	0000	1 500	1 350
701	306 000	68 000	60 400	1	0000	1 243	1 428
701	306 000	68 000	60 400	4	0000	1 551	1 378
702	306 000	68 000	62 600	1	0000	1 244	1 517
702	306 000	68 000	62 600	4	0000	1 608	1 412
703	306 000	68 000	64 800	1	0000	1 243	1 627
703	306 000	68 000	64 800	5	0000	1 661	1 450
704	306 000	68 000	67 000	1	0000	1 279	1 803
704	306 000	68 000	67 000	5	0000	1 749	1 524

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
 296 0000=X-COOR 58 0000=Y-COOR 50 4000=RADIUS 1 136=F S  
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
 301 7143=X-COOR 62 2857=Y-COOR 45 8857=RADIUS 1 382=F S  
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fa FACTOR)  
 300 2857=X-COOR 58 0000=Y-COOR 43 8000=RADIUS 1 247=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000053

### 3.0 - CÁLCULO ESTRUTURAL DA TOMADA D'ÁGUA

---

### 3.0 - CÁLCULO ESTRUTURAL DA TOMADA D'ÁGUA

#### 3.1 - Introdução

a) As presentes notas de cálculos referem-se ao projeto de cálculo estrutural da tomada d'água envolvendo a caixa de entrada, a galeria e bacia de dissipação na captação da Barragem Gangorra, assentes em rocha

b) Cargas

- Peso Próprio 

- Concreto estrutural $\gamma_c = 2,5 \text{ t}_f / \text{m}^3$
- Concreto magro = $\gamma = 2,2 \text{ t}_f / \text{m}^3$
- Água =  $\gamma_a = 1,0 \text{ t}_f / \text{m}^3$
- Terra =  $\gamma_t = 2,1 \text{ t}_f / \text{m}^3$

c) Coeficientes de Segurança - Tensões de Cálculo

Foram observadas as prescrições da NBR - 7187

d) Materiais Empregados

- Concreto armado  $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$
- Aço CA50 =  $f_{gk} = 500 \text{ MPa}$

#### 3.2 - BOCA DE MONTANTE - CAIXA DE ENTRADA

Tendo em vista os esforços solicitantes serem pequenos face as dimensões dos elementos estruturais, prevaleceu a condição de armadura mínima

- Peças solicitadas predominante à flexão

$$A_s = 0,15\% \text{ bw d}$$

- Peças solicitadas predominante à compressão,

$$A_s = 0,5\% A_c$$

### 3 3 - GALERIAS

A galeria foi analisada como um quadro fechado, considerando-se a situação mais desfavorável (Eixo da Barragem), solicitado aos esforços verticais e empuxos, provenientes do maciço da Barragem e do peso próprio.

Ação do carreamento vertical

$$g_1 = 2,1 \times 8,17 = 17,16 \text{ t}_f/\text{m}^2$$

$$g_2 = 2,5 \times 0,60 = \underline{1,50 \text{ t}_f/\text{m}^2}$$

$$= 18,66 \text{ t}_f/\text{m}^2$$

Ação do carreamento horizontal (empuxo de terra)

$$p - K \gamma . H = 0,5 \times 2,1 \times 10,27 = 10,78 \text{ t}_f/\text{m}^2$$

### 3.4 BACIA DE DISSIPACÃO

Na análise do sistema estrutural levou-se também em conta a ação do jorro d'água sobre a placa dissipadora (viga v1), conforme se segue abaixo.

$$\text{Vazão da saída do tubo } Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$A_o = \text{Área da seção do tubo } 0,785 \times 0,8^2 = 0,502 \text{ m}^2$$

$$F = 2\gamma A_o \frac{V^2}{2g_o} ; V = \frac{Q}{A_o} = \frac{0,50}{0,502} = 1,0 \text{ m / seg e } g = 9,8 / \text{seg}^2$$

$$F = 2 \times 1 \times \frac{1,0^2}{2 \times 9,8} = 0,10 \text{ t t}$$

Considerando-se que os esforços solicitantes são pequenos em presença das dimensões dos elementos estruturais, prevaleceu a condição de armadura mínima

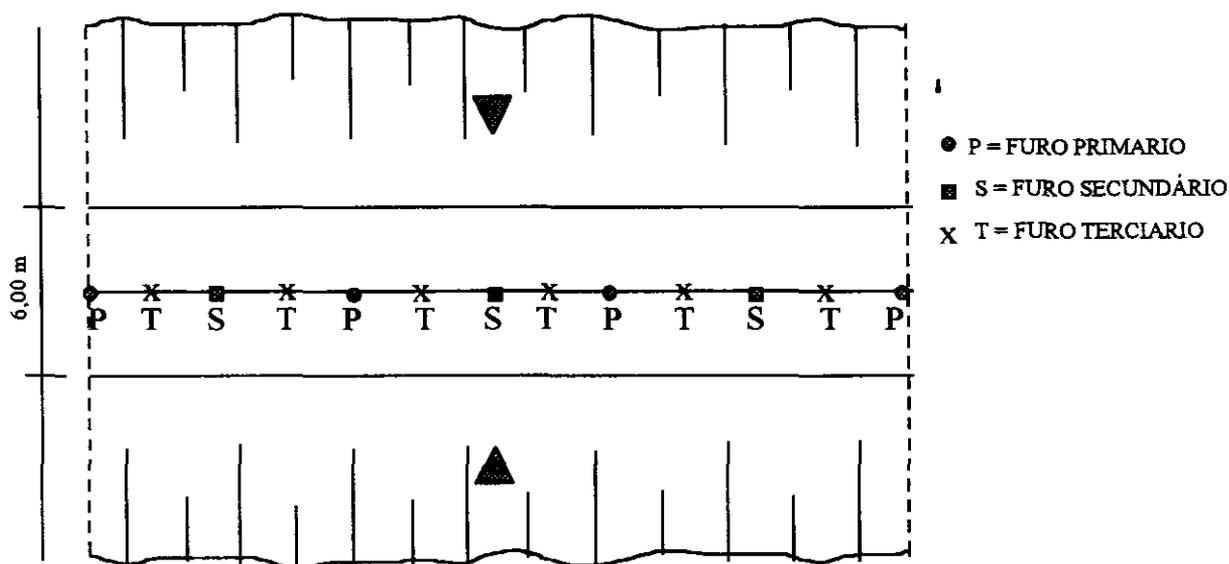
**40 - PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO**

---

#### 4.0 - PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO

A impermeabilização da Fundação será feita a partir de um plano de injeção de cimento, que deverá ser realizada na trincheira de vedação, num trecho de 540 m, compreendido entre as estacas 15 a 42 no trecho central do aluvião

A cortina de injeção será composta a princípio por furos primários e caso necessário, secundários e terciários, dispostos em uma linha de injeção posicionada no centro da trincheira, distribuídos conforme o esquema abaixo



Após a escavação da fundação ou trincheira, pode-se iniciar os furos definindo a princípio um trecho piloto e com maiores informações e características dos furos do trecho piloto é que se pode alterar ou até excluir o plano de injeção

De acordo com as características da fundação em estudo, estimou-se ser necessário a injeção de todos os furos primários, 20% dos furos secundários e 10% dos furos terciários para todo o trecho

A quantidade de furos primários, secundários e terciários, estão distribuídos na linha de injeção do seguinte modo

$$NFP = \frac{540}{6} = 90 \text{ N}^\circ \text{ de furos primários}$$

$$NFP = \frac{540}{6} = 90 \text{ N}^\circ \text{ de furos secundários}$$

$$NFP = \frac{540}{6} = 180 \text{ N}^\circ \text{ de furos terciários.}$$

A profundidade média dos furos é em torno de 12,00 m

A quantidade de metros a perfurar no trecho do aluvião será:

$$P = 90 \times 1 = 90$$

$$S = 90 \times 0,20 = 18$$

$$T = 180 \times 0,10 = 18$$

**126 FUROS**

Loto o total de metros a perfurar na impermeabilização da fundação será

$$\sum PST = 126$$

$$126 \times 12,00 = 1.512 \text{ m}$$

Em fundação do grau de faturamento do substrato rochoso, observado nas sondagens realizadas, previu-se um consumo médio de 15 kg de cimento por metro de furo

$$\text{Peso total } 15 \text{ kg/m} \times 1.512 \text{ m} = 22.680 \text{ kg}$$

Nº de Sacos =  $22.680 / 50 = 453,6$  sacos, adotou-se 500 sacos para o cálculo dos custos, e estimou-se que seriam executados com sondagem rotativa BX.

## 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## 5.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A B N T, Associação Brasileira de Normas Técnicas

BADILIO, F J , e Rodrigues, A R, Mecânica de Suelos, Ed Lumisa, Mexico, 1975

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

CAPUTO, H P , Mecânica dos Solos Ao Livro Técnico Editora, Rio de Janeiro, 1981

CARVALHO, L H , 1983, Curso de Barragens de Terra. DNOCS, Vol 1, 173p

CARVALHO, L H , 1984, Curso de Barragens de Terra. DNOCS, Vol 2, 193p

CARVALHO, L.H , 1991, Curso de Barragens de Terra DNOCS, Vol. 3, 277p

DACERGREEN, Harry, Seepage, Drainage and Flow Nets, John Wiley & Sons, New York, 1967

CRUZ, P T , 1963 Shear Strength Characteristic 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

ESTEVES, V P , Barragens de Terra, Universidade da Paraíba, Campina Grande, 1964

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

ROCHA, A M , Concreto Armado, Livraria Nobel, São Paulo, 1986

SHERAR, J L., Dummigan, L P , "Filters and Leakage Control in embankment dams", Symposium - Dever, CO, May 5, 1985

657	300 286	58 000	50 400	5	0000	1 837	1 561
658	300 286	58 000	52 600	1	0000	1 451	1 892
658	300 286	58 000	52 600	5	0000	1 929	1 628
659	300 286	58 000	54 800	1	0000	1 478	2 100
659	300 286	58 000	54 800	5	0000	2 022	1 699
660	300 286	58 000	57 000	1	0000	1 542	2 394
660	300 286	58 000	57 000	5	0000	2 152	1 806
661	301 714	58 000	35 000	1	0000	2 016	2 088
661	301 714	58 000	35 000	4	0000	2 069	1 998
662	301 714	58 000	37 200	1	0000	1 646	1 740
662	301 714	58 000	37 200	4	0000	1 726	1 633
663	301 714	58 000	39 400	1	0000	1 455	1 567
663	301 714	58 000	39 400	4	0000	1 564	1 452
664	301 714	58 000	41 600	1	0000	1 492	1 657
664	301 714	58 000	41 600	4	0000	1 668	1 501
665	301 714	58 000	43 800	1	0000	1 439	1 628
665	301 714	58 000	43 800	5	0000	1 668	1 478
666	301 714	58 000	46 000	1	0000	1 434	1 645
666	301 714	58 000	46 000	5	0000	1 717	1 501
667	301 714	58 000	48 200	1	0000	1 442	1 672
667	301 714	58 000	48 200	5	0000	1 779	1 545
668	301 714	58 000	50 400	1	0000	1 449	1 748
668	301 714	58 000	50 400	5	0000	1 857	1 587
669	301 714	58 000	52 600	1	0000	1 455	1 890
669	301 714	58 000	52 600	5	0000	1 931	1 633
670	301 714	58 000	54 800	1	0000	1 484	2 099
670	301 714	58 000	54 800	5	0000	2 027	1 701
671	301 714	58 000	57 000	1	0000	1 522	2 353
671	301 714	58 000	57 000	5	0000	2 127	1 785
672	303 143	58 000	35 000	1	0000	2 112	2 165
672	303 143	58 000	35 000	4	0000	2 150	2 098
673	303 143	58 000	37 200	1	0000	1 674	1 752
673	303 143	58 000	37 200	4	0000	1 739	1 661
674	303 143	58 000	39 400	1	0000	1 469	1 568
674	303 143	58 000	39 400	4	0000	1 568	1 468
675	303 143	58 000	41 600	1	0000	1 519	1 678
675	303 143	58 000	41 600	4	0000	1 693	1 533
676	303 143	58 000	43 800	1	0000	1 461	1 646
676	303 143	58 000	43 800	5	0000	1 691	1 504
677	303 143	58 000	46 000	1	0000	1 443	1 654
677	303 143	58 000	46 000	5	0000	1 731	1 516
678	303 143	58 000	48 200	1	0000	1 453	1 684
678	303 143	58 000	48 200	5	0000	1 796	1 559
679	303 143	58 000	50 400	1	0000	1 465	1 763
679	303 143	58 000	50 400	5	0000	1 877	1 607
680	303 143	58 000	52 600	1	0000	1 479	1 916
680	303 143	58 000	52 600	5	0000	1 959	1 654
681	303 143	58 000	54 800	1	0000	1 493	2 100
681	303 143	58 000	54 800	5	0000	2 035	1 710
682	303 143	58 000	57 000	1	0000	1 515	2 339
682	303 143	58 000	57 000	6	0000	2 120	1 770
683	304 571	58 000	35 000	1	0000	2 220	2 253
683	304 571	58 000	35 000	4	0000	2 243	2 210
684	304 571	58 000	37 200	1	0000	1 732	1 798
684	304 571	58 000	37 200	4	0000	1 785	1 719

685	304 571	58 000	39 400	4	0000	1 581	1 490
686	304 571	58 000	41 600	1	0000	1 554	1 708
686	304 571	58 000	41 600	4	0000	1 728	1 572
687	304 571	58 000	43 800	1	0000	1 491	1 673
687	304 571	58 000	43 800	5	0000	1 725	1 539
688	304 571	58 000	46 000	1	0000	1 464	1 676
688	304 571	58 000	46 000	5	0000	1 758	1 542
689	304 571	58 000	48 200	1	0000	1 460	1 698
689	304 571	58 000	48 200	5	0000	1 815	1 571
690	304 571	58 000	50 400	1	0000	1 487	1 782
690	304 571	58 000	50 400	5	0000	1 903	1 633
691	304 571	58 000	52 600	1	0000	1 506	1 937
691	304 571	58 000	52 600	6	0000	1 985	1 681
692	304 571	58 000	54 800	1	0000	1 490	2 096
692	304 571	58 000	54 800	6	0000	2 034	1 698
693	304 571	58 000	57 000	1	0000	1 514	2 326
693	304 571	58 000	57 000	6	0000	2 117	1 765
694	306 000	58 000	35 000	1	0000	2 294	2 319
694	306 000	58 000	35 000	4	0000	2 309	2 285
695	306 000	58 000	37 200	1	0000	1 802	1 855
695	306 000	58 000	37 200	4	0000	1 842	1 788
696	306 000	58 000	39 400	1	0000	1 515	1 594
696	306 000	58 000	39 400	4	0000	1 602	1 521
697	306 000	58 000	41 600	1	0000	1 598	1 749
697	306 000	58 000	41 600	4	0000	1 775	1 622
698	306 000	58 000	43 800	1	0000	1 529	1 709
698	306 000	58 000	43 800	5	0000	1 768	1 584
699	306 000	58 000	46 000	1	0000	1 496	1 709
699	306 000	58 000	46 000	5	0000	1 799	1 580
700	306 000	58 000	48 200	1	0000	1 479	1 720
700	306 000	58 000	48 200	5	0000	1 844	1 595
701	306 000	58 000	50 400	1	0000	1 502	1 801
701	306 000	58 000	50 400	5	0000	1 925	1 651
702	306 000	58 000	52 600	1	0000	1 528	1 959
702	306 000	58 000	52 600	6	0000	2 011	1 705
703	306 000	58 000	54 800	1	0000	1 529	2 127
703	306 000	58 000	54 800	6	0000	2 070	1 738
704	306 000	58 000	57 000	1	0000	1 535	2 335
704	306 000	58 000	57 000	6	0000	2 134	1 785

-----  
SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
296 0000=X-COOR 50 8571=Y-COOR 43 2571=RADIUS 1 371=F S  
MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
301 7143=X-COOR 58 0000=Y-COOR 39 4000=RADIUS 1 564=F S  
FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fo FACTOR)  
298 8571=X-COOR 58 0000=Y-COOR 39 4000=RADIUS 1 436=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000062

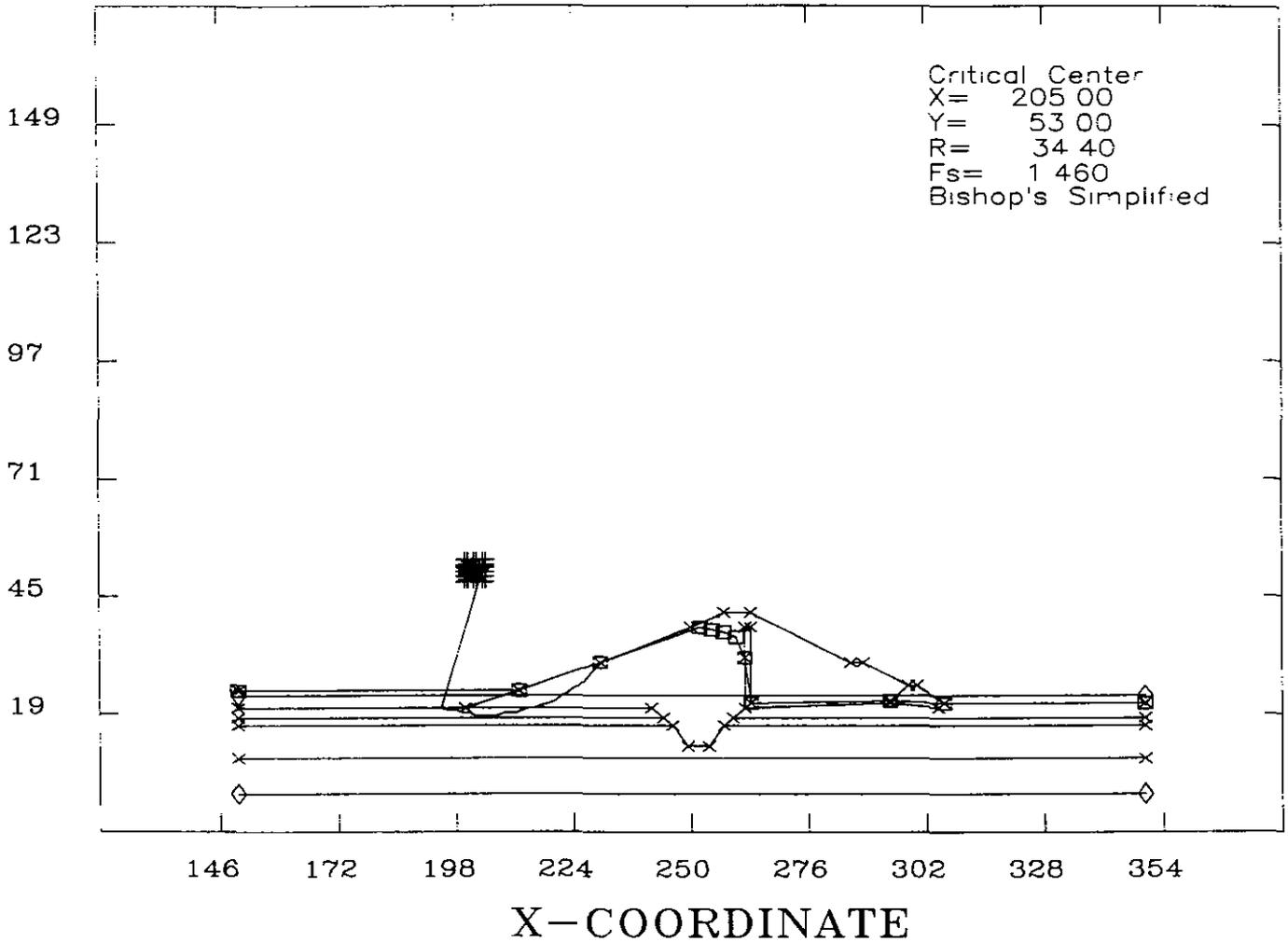
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

04/08/96

Rebaixamento Rápido ate Cota 24 0



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	00	Água do Reservatório
20.00	10.00	29.50	Solo Argiloso
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert e Tapete
17.00	00	31.50	Areia Fina (Fundação)
18.00	15.00	30.00	Argila Arenosa (Fundação)
18.00	10.00	30.00	Silte Arenoso (Fundação)
-1.00	00	00	Gnaisse (Fundação)

File name gang3 SET

000063

```

SOLUTION
GANG3 SET = DATA FILE NAME
Barragem Gangorra (Granja-CE)
1 = TRIAL NUMBER
04/08/96 = DATE
Rebaxamento Rapido ate Cota 24 0
30 = # OF SLICES / SLIP SURFACE
01000, = TOLERANCE
00000, = SEISMIC COEFFICIENT
10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50
1, 200 000, 53 000
2, 301 000, 53 000
3, 200 000, 48 000
4, 205 000, 48 000
5, 301 000, 48 000
6, 306 000, 48 000
7, 150 000, 20 000
8, 200 000, 20 000
9, 230 000, 30 000
10, 257 500, 41 000
11, 263 500, 41 000
12, 285 500, 30 000
13, 288 000, 30 000
14, 298 000, 25 000
15, 300 000, 25 000
16, 306 000, 21 000
17, 350 000, 21 000
18, 241 500, 20 000
19, 249 500, 12 000
20, 254 500, 12 000
21, 262 400, 20 000
22, 305 000, 20 000
23, 150 000, 38 000
24, 250 000, 38 000
25, 252 400, 38 000
26, 255 000, 37 290
27, 257 500, 36 560
28, 260 000, 35 780
29, 262 450, 31 000
30, 263 600, 21 000
31, 150 000, 24 000
32, 212 000, 24 000
33, 150 000, 9 000
34, 350 000, 9 000
35, 150 000, 1 000
36, 350 000, 1 000
37, 150 000, 23 000
38, 350 000, 23 000
39, 262 500, 38 000
40, 263 500, 38 000
41, 294 000, 22 000
42, 294 000, 21 000
43, 150 000, 18 000
44, 350 000, 18 000
45, 150 000, 16 000

TOL , 0.0001, 1.000000
W8, 259 500, 18 000
W9, 246 500, 16 000
W10, 257 500, 16 000

LINE , 8
1, 31, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
2, 7, 8, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0
3, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 14, 15, 16
4, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 16, 17, 0
5, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 42, 22, 16, 17, 0, 0, 0, 0
6, 43, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 44, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
7, 45, 49, 19, 20, 50, 46, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
8, 33, 34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 8
1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
Agua do Reservatorio
2, 20 0000, 10 0000, 29 5000, 0000, 0000, 0000, 0000
Solo Argiloso
3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
Enrocamento (Rock-Fill)
4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
Area do Filtro Vert e Tapete
5, 17 0000, 0000, 31 5000, 0000, 0000, 0000, 0000
Area Fina (Fundacao)
6, 18 0000, 15 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
Argila Arenosa (Fundacao)
7, 16 0000, 10 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
Silte Arenoso (Fundacao)
8, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
Gnaissse (Fundacao)

TENSION , 0
GRID
3, 4, 1
5, 5
RADIUS
37, 38
35, 36
10
SIDE
1, 1-CONSTANT FUNCTION
LAMBDA , 1
0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
LOAD , 0
PIEZ , 8
1, 31, 32, 9, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
2, 31, 32, 9, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
4, 31, 32, 9, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
5, 31, 32, 9, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
6, 31, 32, 9, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
7, 31, 32, 9, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0
8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
END

```

000064

PROJECT NAME Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 TRIAL NUMBER : 1 DATE : 04/08/96  
 COMMENTS : Rebaixamento Rapido ate Cota 24.0

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

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	RADIUS	ITERATION NO.	LAMBDA	FACTOR OF SAFETY (MOMENT) (FORCE)	
1	200.000	48.000	25.000	1	.0000	999.000	999.000
1	200.000	48.000	25.000	2	.0000	999.000	999.000
2	200.000	48.000	27.200	1	.0000	7.921	10.501
2	200.000	48.000	27.200	5	.0000	8.357	8.271
3	200.000	48.000	29.400	1	.0000	1.954	2.231
3	200.000	48.000	29.400	4	.0000	2.232	2.140
4	200.000	48.000	31.600	1	.0000	2.262	2.731
4	200.000	48.000	31.600	4	.0000	2.762	2.472
5	200.000	48.000	33.800	1	.0000	1.938	2.402
5	200.000	48.000	33.800	5	.0000	2.578	2.239
6	200.000	48.000	36.000	1	.0000	1.784	2.291
6	200.000	48.000	36.000	5	.0000	2.555	2.157
7	200.000	48.000	38.200	1	.0000	1.668	2.204
7	200.000	48.000	38.200	5	.0000	2.559	2.101
8	200.000	48.000	40.400	1	.0000	1.557	2.197
8	200.000	48.000	40.400	5	.0000	2.533	2.041
9	200.000	48.000	42.600	1	.0000	1.442	2.290
9	200.000	48.000	42.600	6	.0000	2.461	1.959
10	200.000	48.000	44.800	1	.0000	1.356	2.455
10	200.000	48.000	44.800	6	.0000	2.414	1.905
11	200.000	48.000	47.000	1	.0000	1.284	2.659
11	200.000	48.000	47.000	7	.0000	2.381	1.868
12	201.000	48.000	25.000	1	.0000	999.000	999.000
12	201.000	48.000	25.000	2	.0000	999.000	999.000
13	201.000	48.000	27.200	1	.0000	5.240	6.068
13	201.000	48.000	27.200	5	.0000	5.487	5.380
14	201.000	48.000	29.400	1	.0000	1.766	1.993
14	201.000	48.000	29.400	4	.0000	2.012	1.920
15	201.000	48.000	31.600	1	.0000	2.059	2.469
15	201.000	48.000	31.600	4	.0000	2.522	2.253
16	201.000	48.000	33.800	1	.0000	1.797	2.219
16	201.000	48.000	33.800	5	.0000	2.400	2.081
17	201.000	48.000	36.000	1	.0000	1.671	2.131
17	201.000	48.000	36.000	5	.0000	2.403	2.027
18	201.000	48.000	38.200	1	.0000	1.570	2.071
18	201.000	48.000	38.200	5	.0000	2.421	1.987
19	201.000	48.000	40.400	1	.0000	1.478	2.082
19	201.000	48.000	40.400	5	.0000	2.416	1.948
20	201.000	48.000	42.600	1	.0000	1.377	2.191
20	201.000	48.000	42.600	6	.0000	2.365	1.879
21	201.000	48.000	44.800	1	.0000	1.301	2.365
21	201.000	48.000	44.800	6	.0000	2.334	1.838
22	201.000	48.000	47.000	1	.0000	1.237	2.573
22	201.000	48.000	47.000	7	.0000	2.312	1.809
23	202.000	48.000	25.000	1	.0000	999.000	999.000
23	202.000	48.000	25.000	2	.0000	999.000	999.000
24	202.000	48.000	27.200	1	.0000	3.947	4.374
24	202.000	48.000	27.200	4	.0000	4.126	4.015

25	202.000	48.000	29.400	4	.0000	1.846	1.751
26	202.000	48.000	31.600	1	.0000	1.892	2.259
26	202.000	48.000	31.600	4	.0000	2.327	2.074
27	202.000	48.000	33.800	1	.0000	1.679	2.067
27	202.000	48.000	33.800	4	.0000	2.251	1.949
28	202.000	48.000	36.000	1	.0000	1.566	1.997
28	202.000	48.000	36.000	5	.0000	2.266	1.906
29	202.000	48.000	38.200	1	.0000	1.481	1.956
29	202.000	48.000	38.200	5	.0000	2.297	1.881
30	202.000	48.000	40.400	1	.0000	1.404	1.979
30	202.000	48.000	40.400	5	.0000	2.309	1.859
31	202.000	48.000	42.600	1	.0000	1.316	2.099
31	202.000	48.000	42.600	6	.0000	2.278	1.805
32	202.000	48.000	44.800	1	.0000	1.250	2.279
32	202.000	48.000	44.800	6	.0000	2.260	1.774
33	202.000	48.000	47.000	1	.0000	1.193	2.492
33	202.000	48.000	47.000	7	.0000	2.247	1.751
34	203.000	48.000	25.000	1	.0000	999.000	999.000
34	203.000	48.000	25.000	2	.0000	999.000	999.000
35	203.000	48.000	27.200	1	.0000	3.204	3.487
35	203.000	48.000	27.200	4	.0000	3.355	3.244
36	203.000	48.000	29.400	1	.0000	1.508	1.682
36	203.000	48.000	29.400	4	.0000	1.718	1.623
37	203.000	48.000	31.600	1	.0000	1.756	2.090
37	203.000	48.000	31.600	4	.0000	2.167	1.927
38	203.000	48.000	33.800	1	.0000	1.573	1.935
38	203.000	48.000	33.800	4	.0000	2.118	1.828
39	203.000	48.000	36.000	1	.0000	1.478	1.882
39	203.000	48.000	36.000	5	.0000	2.148	1.805
40	203.000	48.000	38.200	1	.0000	1.406	1.855
40	203.000	48.000	38.200	5	.0000	2.190	1.794
41	203.000	48.000	40.400	1	.0000	1.338	1.868
41	203.000	48.000	40.400	5	.0000	2.213	1.778
42	203.000	48.000	42.600	1	.0000	1.270	2.023
42	203.000	48.000	42.600	6	.0000	2.204	1.751
43	203.000	48.000	44.800	1	.0000	1.205	2.207
43	203.000	48.000	44.800	6	.0000	2.194	1.718
44	203.000	48.000	47.000	1	.0000	1.153	2.422
44	203.000	48.000	47.000	7	.0000	2.189	1.704
45	204.000	48.000	25.000	1	.0000	999.000	999.000
45	204.000	48.000	25.000	2	.0000	999.000	999.000
46	204.000	48.000	27.200	1	.0000	2.728	2.944
46	204.000	48.000	27.200	4	.0000	2.866	2.757
47	204.000	48.000	29.400	1	.0000	1.418	1.579
47	204.000	48.000	29.400	4	.0000	1.618	1.522
48	204.000	48.000	31.600	1	.0000	1.642	1.950
48	204.000	48.000	31.600	4	.0000	2.034	1.805
49	204.000	48.000	33.800	1	.0000	1.483	1.823
49	204.000	48.000	33.800	4	.0000	2.004	1.727
50	204.000	48.000	36.000	1	.0000	1.401	1.784
50	204.000	48.000	36.000	5	.0000	2.045	1.716
51	204.000	48.000	38.200	1	.0000	1.338	1.766
51	204.000	48.000	38.200	5	.0000	2.094	1.714
52	204.000	48.000	40.400	1	.0000	1.278	1.808
52	204.000	48.000	40.400	5	.0000	2.127	1.707
53	204.000	48.000	42.600	1	.0000	1.222	1.951
53	204.000	48.000	42.600	6	.0000	2.133	1.691
54	204.000	48.000	44.800	1	.0000	1.163	2.138
54	204.000	48.000	44.800	6	.0000	2.132	1.665

000065

344	201.000	53.000	34.400	4	.0000	1.833	1.752	374	203.000	53.000	52.000	6	0000	2.021	1.600
345	201.000	53.000	36.600	1	.0000	1.909	2.219	375	204.000	53.000	30.000	1	0000	999.000	999.000
345	201.000	53.000	36.600	4	.0000	2.294	2.071	375	204.000	53.000	30.000	2	0000	999.000	999.000
346	201.000	53.000	38.800	1	.0000	1.694	2.026	376	204.000	53.000	32.200	1	0000	2.367	2.510
346	201.000	53.000	38.800	4	.0000	2.198	1.932	376	204.000	53.000	32.200	4	0000	2.479	2.390
347	201.000	53.000	41.000	1	.0000	1.577	1.947	377	204.000	53.000	34.400	1	0000	1.356	1.479
347	201.000	53.000	41.000	5	.0000	2.193	1.876	377	204.000	53.000	34.400	4	0000	1.522	1.438
348	201.000	53.000	43.200	1	.0000	1.493	1.903	378	204.000	53.000	36.600	1	0000	1.560	1.805
348	201.000	53.000	43.200	5	.0000	2.212	1.846	378	204.000	53.000	36.600	4	0000	1.893	1.699
349	201.000	53.000	45.400	1	.0000	1.411	1.904	379	204.000	53.000	38.800	1	0000	1.417	1.694
349	201.000	53.000	45.400	5	.0000	2.207	1.811	379	204.000	53.000	38.800	4	0000	1.860	1.625
350	201.000	53.000	47.600	1	.0000	1.330	1.986	380	204.000	53.000	41.000	1	0000	1.344	1.661
350	201.000	53.000	47.600	5	.0000	2.173	1.769	380	204.000	53.000	41.000	4	.0000	1.893	1.610
351	201.000	53.000	49.800	1	.0000	1.264	2.115	381	204.000	53.000	43.200	1	0000	1.291	1.647
351	201.000	53.000	49.800	6	.0000	2.148	1.732	381	204.000	53.000	43.200	5	0000	1.938	1.612
352	201.000	53.000	52.000	1	.0000	1.207	2.270	382	204.000	53.000	45.400	1	0000	1.242	1.679
352	201.000	53.000	52.000	6	.0000	2.128	1.706	382	204.000	53.000	45.400	5	0000	1.969	1.613
353	202.000	53.000	30.000	1	.0000	999.000	999.000	383	204.000	53.000	47.600	1	0000	1.188	1.785
353	202.000	53.000	30.000	2	.0000	999.000	999.000	383	204.000	53.000	47.600	5	0000	1.974	1.597
354	202.000	53.000	32.200	1	.0000	3.154	3.375	384	204.000	53.000	49.800	1	0000	1.145	1.929
354	202.000	53.000	32.200	4	.0000	3.283	3.192	384	204.000	53.000	49.800	6	0000	1.977	1.588
355	202.000	53.000	34.400	1	.0000	1.523	1.665	385	204.000	53.000	52.000	1	0000	1.089	2.094
355	202.000	53.000	34.400	4	.0000	1.704	1.623	385	204.000	53.000	52.000	6	0000	1.972	1.551
356	202.000	53.000	36.600	1	.0000	1.776	2.058	386	205.000	53.000	30.000	1	0000	9.887	9.984
356	202.000	53.000	36.600	4	.0000	2.139	1.929	386	205.000	53.000	30.000	5	0000	9.911	9.875
357	202.000	53.000	38.800	1	.0000	1.590	1.899	387	205.000	53.000	32.200	1	0000	2.132	2.261
357	202.000	53.000	38.800	4	.0000	2.070	1.816	387	205.000	53.000	32.200	4	0000	2.245	2.156
358	202.000	53.000	41.000	1	.0000	1.491	1.840	388	205.000	53.000	34.400	1	0000	1.296	1.415
358	202.000	53.000	41.000	4	.0000	2.082	1.777	388	205.000	53.000	34.400	4	0000	1.460	1.374
359	202.000	53.000	43.200	1	.0000	1.419	1.808	389	205.000	53.000	36.600	1	0000	1.474	1.706
359	202.000	53.000	43.200	5	.0000	2.111	1.761	389	205.000	53.000	36.600	4	0000	1.795	1.607
360	202.000	53.000	45.400	1	.0000	1.348	1.820	390	205.000	53.000	38.800	1	0000	1.348	1.612
360	202.000	53.000	45.400	5	.0000	2.119	1.736	390	205.000	53.000	38.800	4	0000	1.776	1.548
361	202.000	53.000	47.600	1	.0000	1.278	1.913	391	205.000	53.000	41.000	1	0000	1.284	1.588
361	202.000	53.000	47.600	5	.0000	2.101	1.707	391	205.000	53.000	41.000	4	0000	1.815	1.542
362	202.000	53.000	49.800	1	.0000	1.220	2.047	392	205.000	53.000	43.200	1	0000	1.236	1.580
362	202.000	53.000	49.800	6	.0000	2.086	1.679	392	205.000	53.000	43.200	5	0000	1.864	1.549
363	202.000	53.000	52.000	1	.0000	1.171	2.207	393	205.000	53.000	45.400	1	0000	1.195	1.619
363	202.000	53.000	52.000	6	.0000	2.076	1.661	393	205.000	53.000	45.400	5	0000	1.904	1.557
364	203.000	53.000	30.000	1	.0000	999.000	999.000	394	205.000	53.000	47.600	1	0000	1.149	1.732
364	203.000	53.000	30.000	2	.0000	999.000	999.000	394	205.000	53.000	47.600	5	0000	1.919	1.551
365	203.000	53.000	32.200	1	.0000	2.688	2.858	395	205.000	53.000	49.800	1	0000	1.109	1.879
365	203.000	53.000	32.200	4	.0000	2.805	2.715	395	205.000	53.000	49.800	6	0000	1.929	1.542
366	203.000	53.000	34.400	1	.0000	1.430	1.561	396	205.000	53.000	52.000	1	0000	1.089	2.055
366	203.000	53.000	34.400	4	.0000	1.603	1.520	396	205.000	53.000	52.000	6	0000	1.944	1.549
367	203.000	53.000	36.600	1	.0000	1.659	1.920								
367	203.000	53.000	36.600	4	.0000	2.005	1.804								
368	203.000	53.000	38.800	1	.0000	1.497	1.788								
368	203.000	53.000	38.800	4	.0000	1.957	1.713								
369	203.000	53.000	41.000	1	.0000	1.414	1.744								
369	203.000	53.000	41.000	4	.0000	1.982	1.690								
370	203.000	53.000	43.200	1	.0000	1.351	1.723								
370	203.000	53.000	43.200	5	.0000	2.019	1.683								
371	203.000	53.000	45.400	1	.0000	1.290	1.745								
371	203.000	53.000	45.400	5	.0000	2.039	1.658								
372	203.000	53.000	47.600	1	.0000	1.231	1.846								
372	203.000	53.000	47.600	5	.0000	2.034	1.650								
373	203.000	53.000	49.800	1	.0000	1.176	1.982								
373	203.000	53.000	49.800	6	.0000	2.026	1.626								

-----  
SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY

MOMENT EQUILIBRIUM: FELLENIUS OR ORDINARY METHOD

205.0000=X-COOR. 51.0000=Y-COOR. 50.0000=RADIUS 1.069=F S

MOMENT EQUILIBRIUM: BISHOP SIMPLIFIED METHOD

205.0000=X-COOR. 53.0000=Y-COOR. 34.4000=RADIUS 1.460=F S

FORCE EQUILIBRIUM: JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO  $f_0$  FACTOR)

205.0000=X-COOR. 53.0000=Y-COOR. 34.4000=RADIUS 1.374=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000066

349	201 000	53 000	45 400	6	0000	3 344	2 795
350	201 000	53 000	47 600	1	0000	2 752	3 703
350	201 000	53 000	47 600	6	0000	3 407	2 812
351	201 000	53 000	49 800	1	0000	2 737	4 027
351	201 000	53 000	49 800	6	0000	3 444	2 815
352	201 000	53 000	52 000	1	0000	2 716	4 375
352	201 000	53 000	52 000	7	0000	3 470	2 816
353	202 000	53 000	30 000	1	0000	999 000	999 000
353	202 000	53 000	30 000	2	0000	999 000	999 000
354	202 000	53 000	32 200	1	0000	3 057	3 106
354	202 000	53 000	32 200	4	0000	3 092	3 043
355	202 000	53 000	34 400	1	0000	2 059	2 143
355	202 000	53 000	34 400	4	0000	2 148	2 064
356	202 000	53 000	36 600	1	0000	2 475	2 666
356	202 000	53 000	36 600	4	0000	2 693	2 477
357	202 000	53 000	38 800	1	0000	2 500	2 803
357	202 000	53 000	38 800	5	0000	2 815	2 521
358	202 000	53 000	41 000	1	0000	2 558	2 949
358	202 000	53 000	41 000	5	0000	2 967	2 590
359	202 000	53 000	43 200	1	0000	2 618	3 095
359	202 000	53 000	43 200	5	0000	3 114	2 655
360	202 000	53 000	45 400	1	0000	2 660	3 303
360	202 000	53 000	45 400	6	0000	3 241	2 704
361	202 000	53 000	47 600	1	0000	2 672	3 603
361	202 000	53 000	47 600	6	0000	3 317	2 732
362	202 000	53 000	49 800	1	0000	2 666	3 931
362	202 000	53 000	49 800	6	0000	3 363	2 743
363	202 000	53 000	52 000	1	0000	2 653	4 278
363	202 000	53 000	52 000	7	0000	3 396	2 752
364	203 000	53 000	30 000	1	0000	999 000	999 000
364	203 000	53 000	30 000	2	0000	999 000	999 000
365	203 000	53 000	32 200	1	0000	2 796	2 853
365	203 000	53 000	32 200	4	0000	2 839	2 783
366	203 000	53 000	34 400	1	0000	1 997	2 085
366	203 000	53 000	34 400	4	0000	2 089	2 001
367	203 000	53 000	36 600	1	0000	2 372	2 590
367	203 000	53 000	36 600	4	0000	2 586	2 373
368	203 000	53 000	38 800	1	0000	2 400	2 697
368	203 000	53 000	38 800	5	0000	2 708	2 419
369	203 000	53 000	41 000	1	0000	2 462	2 844
369	203 000	53 000	41 000	5	0000	2 862	2 493
370	203 000	53 000	43 200	1	0000	2 523	2 990
370	203 000	53 000	43 200	5	0000	3 011	2 562
371	203 000	53 000	45 400	1	0000	2 576	3 205
371	203 000	53 000	45 400	6	0000	3 147	2 620
372	203 000	53 000	47 600	1	0000	2 597	3 509
372	203 000	53 000	47 600	6	0000	3 232	2 657
373	203 000	53 000	49 800	1	0000	2 595	3 836
373	203 000	53 000	49 800	6	0000	3 284	2 669
374	203 000	53 000	52 000	1	0000	2 580	4 185
374	203 000	53 000	52 000	7	0000	3 319	2 671
375	204 000	53 000	30 000	1	0000	999 000	999 000
375	204 000	53 000	30 000	2	0000	999 000	999 000
376	204 000	53 000	32 200	1	0000	2 613	2 677
376	204 000	53 000	32 200	4	0000	2 664	2 601

377	204 000	53 000	34 400	4	0000	2 045	1 952
378	204 000	53 000	36 600	1	0000	2 284	2 500
378	204 000	53 000	36 600	4	0000	2 496	2 285
379	204 000	53 000	38 800	1	0000	2 313	2 605
379	204 000	53 000	38 800	5	0000	2 615	2 331
380	204 000	53 000	41 000	1	0000	2 375	2 750
380	204 000	53 000	41 000	5	0000	2 768	2 405
381	204 000	53 000	43 200	1	0000	2 439	2 897
381	204 000	53 000	43 200	5	0000	2 918	2 478
382	204 000	53 000	45 400	1	0000	2 504	3 118
382	204 000	53 000	45 400	6	0000	3 063	2 550
383	204 000	53 000	47 600	1	0000	2 529	3 424
383	204 000	53 000	47 600	6	0000	3 155	2 587
384	204 000	53 000	49 800	1	0000	2 538	3 757
384	204 000	53 000	49 800	6	0000	3 218	2 616
385	204 000	53 000	52 000	1	0000	2 515	4 105
385	204 000	53 000	52 000	7	0000	3 250	2 596
386	205 000	53 000	30 000	1	0000	10 117	10 141
386	205 000	53 000	30 000	5	0000	10 123	10 101
387	205 000	53 000	32 200	1	0000	2 479	2 551
387	205 000	53 000	32 200	4	0000	2 538	2 468
388	205 000	53 000	34 400	1	0000	1 916	2 015
388	205 000	53 000	34 400	4	0000	2 016	1 917
389	205 000	53 000	36 600	1	0000	2 207	2 423
389	205 000	53 000	36 600	4	0000	2 418	2 207
390	205 000	53 000	38 800	1	0000	2 236	2 525
390	205 000	53 000	38 800	5	0000	2 534	2 253
391	205 000	53 000	41 000	1	0000	2 300	2 669
391	205 000	53 000	41 000	5	0000	2 685	2 329
392	205 000	53 000	43 200	1	0000	2 364	2 813
392	205 000	53 000	43 200	5	0000	2 834	2 402
393	205 000	53 000	45 400	1	0000	2 434	3 037
393	205 000	53 000	45 400	6	0000	2 984	2 479
394	205 000	53 000	47 600	1	0000	2 467	3 348
394	205 000	53 000	47 600	6	0000	3 085	2 526
395	205 000	53 000	49 800	1	0000	2 478	3 680
395	205 000	53 000	49 800	6	0000	3 151	2 551
396	205 000	53 000	52 000	1	0000	2 476	4 024
396	205 000	53 000	52 000	7	0000	3 196	2 568

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
 205 000=X-COOR 53 000=Y-COOR 34 400=RADIUS 1 916=F S  
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
 205 000=X-COOR 53 000=Y-COOR 34 400=RADIUS 2 016=F S  
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO FO FACTOR)  
 205 000=X-COOR 53 000=Y-COOR 34 400=RADIUS 1 917=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000067

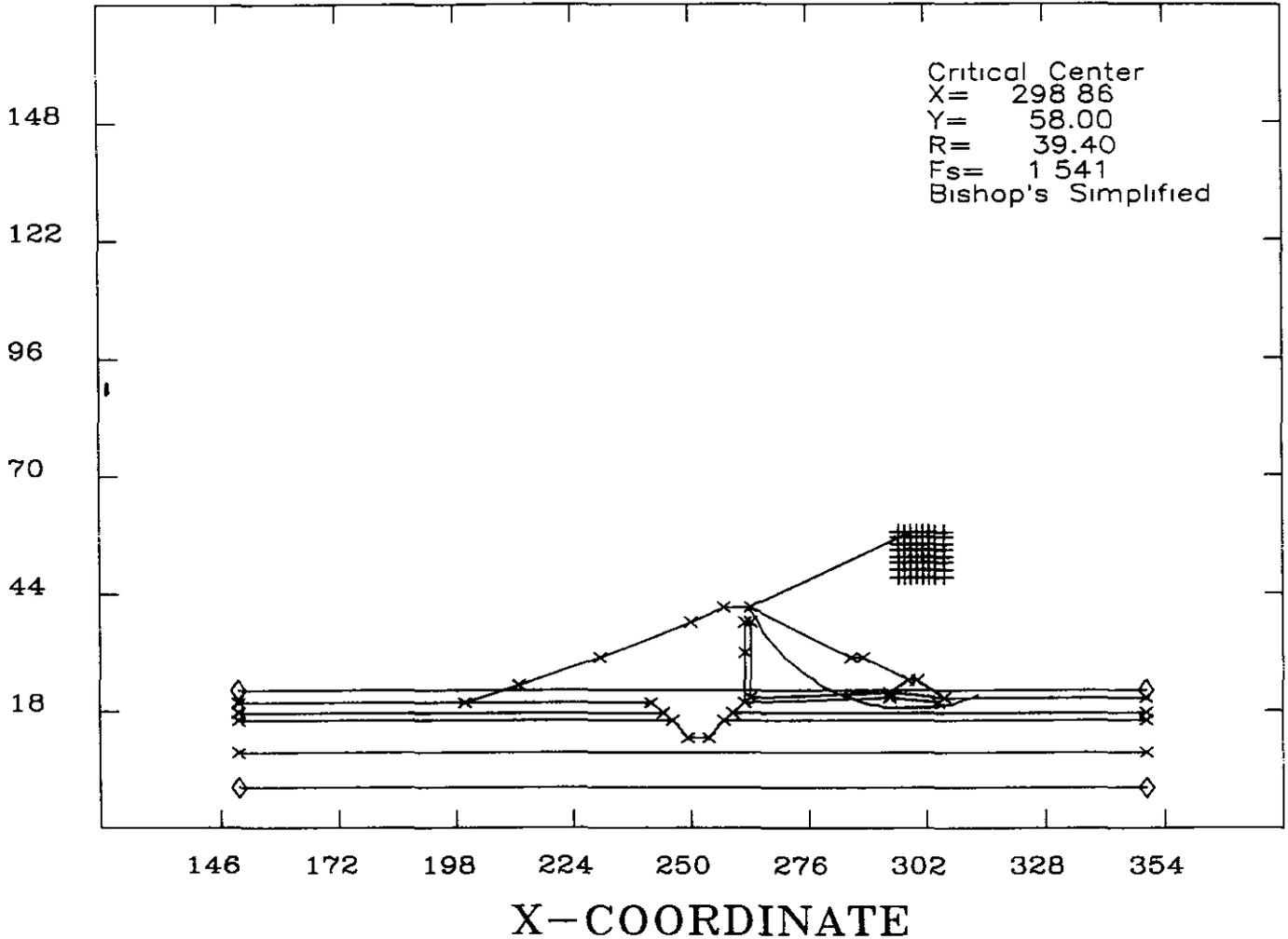
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

04/08/96

Final de Construcao (Jusante)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
20.00	10.00	29.50	Solo Argiloso
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert e Tapete
17.00	00	31.50	Areia Fina (Fundacao)
18.00	15.00	30.00	Argila Arenosa (Fundacao)
18.00	10.00	30.00	Silte Arenoso (Fundacao)
-1.00	00	00	Gnaisse (Fundacao)
File name gang4j SET			

000068

GANG4J SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 04/08/96 = DATE  
 Final de Construção (Jusante)  
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER  
 POINT , 50  
 1, 200 000, 53 000  
 2, 296 000, 58 000  
 3, 200 000, 48 000  
 4, 206 000, 48 000  
 5, 296 000, 48 000  
 6, 306 000, 48 000  
 7, 150 000, 20 000  
 8, 200 000, 20 000  
 9, 230 000, 30 000  
 10, 257 500, 41 000  
 11, 263 500, 41 000  
 12, 285 500, 30 000  
 13, 288 000, 30 000  
 14, 298 000, 25 000  
 15, 300 000, 25 000  
 16, 308 000, 21 000  
 17, 350 000, 21 000  
 18, 241 500, 20 000  
 19, 249 500, 12 000  
 20, 254 500, 12 000  
 21, 282 400, 20 000  
 22, 305 000, 20 000  
 23, 150 000, 38 000  
 24, 250 000, 38 000  
 25, 252 400, 38 000  
 26, 255 000, 37 290  
 27, 257 500, 36 560  
 28, 260 000, 35 780  
 29, 282 450, 31 000  
 30, 263 600, 21 000  
 31, 150 000, 24 000  
 32, 212 000, 24 000  
 33, 150 000, 9 000  
 34, 350 000, 9 000  
 35, 150 000, 1 000  
 36, 350 000, 1 000  
 37, 150 000, 23 000  
 38, 350 000, 23 000  
 39, 262 500, 38 000  
 40, 263 500, 38 000  
 41, 294 000, 22 000  
 42, 294 000, 21 000  
 43, 150 000, 18 000  
 44, 350 000, 18 000  
 45, 150 000, 16 000

47, 244 500, 18 000  
 48, 259 500, 18 000  
 49, 246 500, 16 000  
 50, 257 500, 16 000  
 LINE , 7  
 2, 7, 8, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 14, 15, 16  
 4, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 16, 17, 0  
 5, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 42, 22, 16, 17, 0, 0, 0, 0  
 6, 43, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 44, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 45, 49, 19, 20, 50, 46, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 33, 34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 SOIL , 7  
 2, 20 0000, 10 0000, 29 5000, 0000, 0000, 0000  
 Solo Argiloso  
 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, 17 0000, 0000, 31 5000, 0000, 0000, 0000  
 Areia Fina (Fundacao)  
 6, 18 0000, 15 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Argila Arenosa (Fundacao)  
 7, 18 0000, 10 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 8, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)  
 TENSION , 0  
 GRID  
 5, 6, 2  
 7, 7  
 RADIUS  
 37, 38  
 35, 36  
 10  
 SIDE  
 1, 1-CONSTANT FUNCTION  
 LAMBDA , 1  
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 LOAD , 0  
 PORU , 7  
 2, 1500  
 3, 0000  
 4, 0000  
 5, 1000  
 6, 1000  
 7, 1000  
 8, 0000  
 END

000069

PROJECT NAME Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 TRIAL NUMBER 1 DATE 04/08/96  
 COMMENTS Final de Construcao (Jusante)

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

SLIP X- Y- ITERATION FACTOR OF SAFETY  
 NO COORD COORD RADIUS NO LAMBDA (MOMENT) (FORCE)

1	296 000	48 000	25 000	1	0000	1 717	1 873
1	296 000	48 000	25 000	4	0000	1 861	1 709
2	296 000	48 000	27 200	1	0000	1 564	1 769
2	296 000	48 000	27 200	4	0000	1 756	1 557
3	296 000	48 000	29 400	1	0000	1 456	1 694
3	296 000	48 000	29 400	5	0000	1 681	1 452
4	296 000	48 000	31 600	1	0000	1 546	1 862
4	296 000	48 000	31 600	5	0000	1 840	1 538
5	296 000	48 000	33 800	1	0000	1 577	1 946
5	296 000	48 000	33 800	5	0000	1 937	1 585
6	296 000	48 000	36 000	1	0000	1 650	2 070
6	296 000	48 000	36 000	6	0000	2 076	1 673
7	296 000	48 000	38 200	1	0000	1 746	2 210
7	296 000	48 000	38 200	6	0000	2 235	1 785
8	296 000	48 000	40 400	1	0000	1 865	2 449
8	296 000	48 000	40 400	6	0000	2 421	1 927
9	296 000	48 000	42 600	1	0000	1 972	2 824
9	296 000	48 000	42 600	7	0000	2 602	2 055
10	296 000	48 000	44 800	1	0000	2 138	3 320
10	296 000	48 000	44 800	7	0000	2 825	2 254
11	296 000	48 000	47 000	1	0000	2 337	3 954
11	296 000	48 000	47 000	7	0000	3 086	2 480
12	297 429	48 000	25 000	1	0000	1 781	1 915
12	297 429	48 000	25 000	4	0000	1 902	1 771
13	297 429	48 000	27 200	1	0000	1 582	1 765
13	297 429	48 000	27 200	4	0000	1 750	1 573
14	297 429	48 000	29 400	1	0000	1 459	1 676
14	297 429	48 000	29 400	4	0000	1 665	1 454
15	297 429	48 000	31 600	1	0000	1 568	1 872
15	297 429	48 000	31 600	5	0000	1 854	1 562
16	297 429	48 000	33 800	1	0000	1 605	1 967
16	297 429	48 000	33 800	5	0000	1 962	1 614
17	297 429	48 000	36 000	1	0000	1 667	2 088
17	297 429	48 000	36 000	6	0000	2 096	1 692
18	297 429	48 000	38 200	1	0000	1 754	2 230
18	297 429	48 000	38 200	6	0000	2 253	1 790
19	297 429	48 000	40 400	1	0000	1 872	2 476
19	297 429	48 000	40 400	6	0000	2 443	1 928
20	297 429	48 000	42 600	1	0000	1 997	2 855
20	297 429	48 000	42 600	7	0000	2 634	2 085
21	297 429	48 000	44 800	1	0000	2 118	3 305
21	297 429	48 000	44 800	7	0000	2 814	2 238
22	297 429	48 000	47 000	1	0000	2 268	3 871
22	297 429	48 000	47 000	7	0000	3 025	2 408

000070

23	298 857	48 000	25 000	4	0000	1 945	1 838
24	298 857	48 000	27 200	1	0000	1 589	1 746
24	298 857	48 000	27 200	4	0000	1 733	1 579
25	298 857	48 000	29 400	1	0000	1 469	1 666
25	298 857	48 000	29 400	4	0000	1 658	1 466
26	298 857	48 000	31 600	1	0000	1 601	1 693
26	298 857	48 000	31 600	5	0000	1 879	1 598
27	298 857	48 000	33 800	1	0000	1 642	1 997
27	298 857	48 000	33 800	5	0000	1 997	1 655
28	298 857	48 000	36 000	1	0000	1 703	2 126
28	298 857	48 000	36 000	6	0000	2 136	1 726
29	298 857	48 000	38 200	1	0000	1 783	2 261
29	298 857	48 000	38 200	6	0000	2 286	1 826
30	298 857	48 000	40 400	1	0000	1 884	2 511
30	298 857	48 000	40 400	6	0000	2 473	1 930
31	298 857	48 000	42 600	1	0000	2 003	2 877
31	298 857	48 000	42 600	7	0000	2 651	2 091
32	298 857	48 000	44 800	1	0000	2 090	3 291
32	298 857	48 000	44 800	7	0000	2 800	2 200
33	298 857	48 000	47 000	1	0000	2 239	3 838
33	298 857	48 000	47 000	7	0000	3 003	2 382
34	300 286	48 000	25 000	1	0000	1 912	1 997
34	300 286	48 000	25 000	4	0000	1 985	1 901
35	300 286	48 000	27 200	1	0000	1 593	1 724
35	300 286	48 000	27 200	4	0000	1 713	1 585
36	300 286	48 000	29 400	1	0000	1 485	1 664
36	300 286	48 000	29 400	4	0000	1 680	1 484
37	300 286	48 000	31 600	1	0000	1 643	1 925
37	300 286	48 000	31 600	5	0000	1 915	1 643
38	300 286	48 000	33 800	1	0000	1 689	2 039
38	300 286	48 000	33 800	5	0000	2 044	1 706
39	300 286	48 000	36 000	1	0000	1 754	2 177
39	300 286	48 000	36 000	6	0000	2 190	1 781
40	300 286	48 000	38 200	1	0000	1 820	2 310
40	300 286	48 000	38 200	6	0000	2 334	1 859
41	300 286	48 000	40 400	1	0000	1 923	2 553
41	300 286	48 000	40 400	6	0000	2 517	1 979
42	300 286	48 000	42 600	1	0000	2 019	2 914
42	300 286	48 000	42 600	7	0000	2 681	2 101
43	300 286	48 000	44 800	1	0000	2 120	3 334
43	300 286	48 000	44 800	7	0000	2 838	2 235
44	300 286	48 000	47 000	1	0000	2 211	3 836
44	300 286	48 000	47 000	7	0000	2 993	2 340
45	301 714	48 000	25 000	1	0000	1 951	2 018
45	301 714	48 000	25 000	4	0000	2 005	1 940
46	301 714	48 000	27 200	1	0000	1 597	1 703
46	301 714	48 000	27 200	4	0000	1 694	1 590
47	301 714	48 000	29 400	1	0000	1 508	1 671
47	301 714	48 000	29 400	4	0000	1 671	1 511
48	301 714	48 000	31 600	1	0000	1 696	1 970
48	301 714	48 000	31 600	5	0000	1 986	1 701
49	301 714	48 000	33 800	1	0000	1 745	2 094
49	301 714	48 000	33 800	5	0000	2 102	1 765
50	301 714	48 000	36 000	1	0000	1 812	2 239
50	301 714	48 000	36 000	6	0000	2 255	1 841

658	300 286	58 000	52 600	6	0000	2 625	2 208
659	300 286	58 000	54 800	1	0000	2 251	3 109
659	300 286	58 000	54 800	6	0000	2 820	2 378
660	300 286	58 000	57 000	1	0000	2 456	3 066
660	300 286	58 000	57 000	6	0000	3 076	2 608
661	301 714	58 000	35 000	1	0000	1 793	1 862
661	301 714	58 000	35 000	4	0000	1 851	1 783
662	301 714	58 000	37 200	1	0000	1 495	1 594
662	301 714	58 000	37 200	4	0000	1 587	1 489
663	301 714	58 000	39 400	1	0000	1 429	1 571
663	301 714	58 000	39 400	4	0000	1 571	1 431
664	301 714	58 000	41 800	1	0000	1 581	1 806
664	301 714	58 000	41 800	4	0000	1 805	1 586
665	301 714	58 000	43 800	1	0000	1 633	1 910
665	301 714	58 000	43 800	5	0000	1 922	1 656
666	301 714	58 000	46 000	1	0000	1 724	2 052
666	301 714	58 000	46 000	5	0000	2 077	1 760
667	301 714	58 000	48 200	1	0000	1 836	2 205
667	301 714	58 000	48 200	5	0000	2 245	1 891
668	301 714	58 000	50 400	1	0000	1 966	2 433
668	301 714	58 000	50 400	5	0000	2 438	2 040
669	301 714	58 000	52 600	1	0000	2 086	2 736
669	301 714	58 000	52 600	6	0000	2 611	2 186
670	301 714	58 000	54 800	1	0000	2 229	3 124
670	301 714	58 000	54 800	6	0000	2 805	2 354
671	301 714	58 000	57 000	1	0000	2 394	3 587
671	301 714	58 000	57 000	6	0000	3 016	2 547
672	303 143	58 000	35 000	1	0000	1 897	1 947
672	303 143	58 000	35 000	4	0000	1 937	1 887
673	303 143	58 000	37 200	1	0000	1 519	1 603
673	303 143	58 000	37 200	4	0000	1 596	1 514
674	303 143	58 000	39 400	1	0000	1 464	1 596
674	303 143	58 000	39 400	4	0000	1 598	1 468
675	303 143	58 000	41 800	1	0000	1 636	1 859
675	303 143	58 000	41 800	4	0000	1 860	1 644
676	303 143	58 000	43 800	1	0000	1 681	1 961
676	303 143	58 000	43 800	5	0000	1 974	1 703
677	303 143	58 000	46 000	1	0000	1 762	2 096
677	303 143	58 000	46 000	5	0000	2 120	1 799
678	303 143	58 000	48 200	1	0000	1 864	2 245
678	303 143	58 000	48 200	5	0000	2 283	1 916
679	303 143	58 000	50 400	1	0000	1 981	2 461
679	303 143	58 000	50 400	6	0000	2 463	2 052
680	303 143	58 000	52 600	1	0000	2 096	2 767
680	303 143	58 000	52 600	6	0000	2 634	2 189
681	303 143	58 000	54 800	1	0000	2 220	3 122
681	303 143	58 000	54 800	6	0000	2 804	2 344
682	303 143	58 000	57 000	1	0000	2 357	3 555
682	303 143	58 000	57 000	6	0000	2 988	2 505
683	304 571	58 000	35 000	1	0000	2 012	2 045
683	304 571	58 000	35 000	4	0000	2 037	2 005
684	304 571	58 000	37 200	1	0000	1 581	1 653
684	304 571	58 000	37 200	4	0000	1 644	1 573
685	304 571	58 000	39 400	1	0000	1 507	1 630
685	304 571	58 000	39 400	4	0000	1 636	1 513

686	304 571	58 000	41 600	4	0000	1 930	1 714
687	304 571	58 000	43 800	1	0000	1 747	2 031
687	304 571	58 000	43 800	5	0000	2 045	1 770
688	304 571	58 000	46 000	1	0000	1 813	2 158
688	304 571	58 000	46 000	5	0000	2 180	1 848
689	304 571	58 000	48 200	1	0000	1 902	2 301
689	304 571	58 000	48 200	5	0000	2 334	1 951
690	304 571	58 000	50 400	1	0000	2 006	2 502
690	304 571	58 000	50 400	6	0000	2 499	2 073
691	304 571	58 000	52 600	1	0000	2 108	2 794
691	304 571	58 000	52 600	6	0000	2 655	2 200
692	304 571	58 000	54 800	1	0000	2 191	3 111
692	304 571	58 000	54 800	6	0000	2 786	2 305
693	304 571	58 000	57 000	1	0000	2 331	3 534
693	304 571	58 000	57 000	6	0000	2 969	2 477
694	306 000	58 000	35 000	1	0000	2 095	2 121
694	306 000	58 000	35 000	4	0000	2 112	2 087
695	306 000	58 000	37 200	1	0000	1 656	1 715
695	306 000	58 000	37 200	4	0000	1 704	1 646
696	306 000	58 000	39 400	1	0000	1 562	1 677
696	306 000	58 000	39 400	4	0000	1 687	1 571
697	306 000	58 000	41 600	1	0000	1 788	2 010
697	306 000	58 000	41 600	4	0000	2 016	1 799
698	306 000	58 000	43 800	1	0000	1 828	2 116
698	306 000	58 000	43 800	5	0000	2 131	1 852
699	306 000	58 000	46 000	1	0000	1 885	2 240
699	306 000	58 000	46 000	5	0000	2 261	1 919
700	306 000	58 000	48 200	1	0000	1 957	2 371
700	306 000	58 000	48 200	5	0000	2 401	2 005
701	306 000	58 000	50 400	1	0000	2 038	2 554
701	306 000	58 000	50 400	6	0000	2 544	2 100
702	306 000	58 000	52 600	1	0000	2 131	2 837
702	306 000	58 000	52 600	6	0000	2 689	2 219
703	306 000	58 000	54 800	1	0000	2 215	3 150
703	306 000	58 000	54 800	6	0000	2 818	2 330
704	306 000	58 000	57 000	1	0000	2 325	3 534
704	306 000	58 000	57 000	6	0000	2 969	2 471

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD  
 297 4286=X-COOR 58 000=Y-COOR 39 400=RADIUS 1 373=F S

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD  
 298 8571=X-COOR 58 000=Y-COOR 39 400=RADIUS 1 541=F S

FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fb FACTOR)  
 297 4286=X-COOR 58 000=Y-COOR 39 400=RADIUS 1 373=F S

NORMAL TERMINATION OF PC-SLOPE

000071

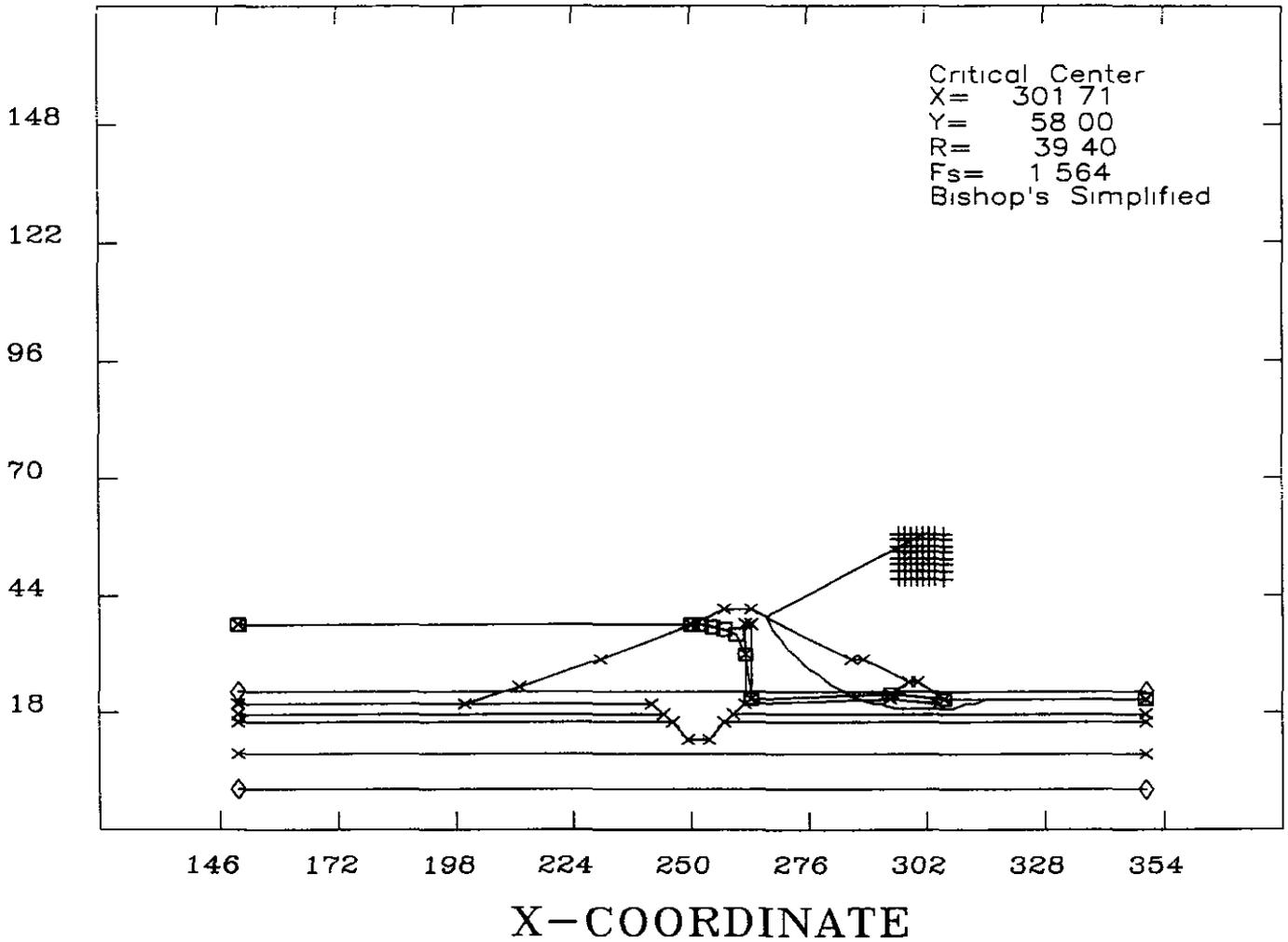
# CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Gangorra (Granja-CE)

1

04/08/96

Reservatorio Cheio



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
.9 81	00	00	Agua do Reservatorio
20 00	10 00	29 50	Solo Argiloso
20 00	00	38 00	Enrocamento (Rock-Fill)
18 00	00	31 00	Areia do Filtro Vert e Tapete
17 00	00	31 50	Areia Fina (Fundacao)
18 00	15 00	30 00	Argila Arenosa (Fundacao)
18 00	10 00	30 00	Silte Arenoso (Fundacao)
-1 00	00	00	Gnaisse (Fundacao)
File name	gang5 SET		

000072

QUESTION

GANG5 SET = DATA FILE NAME  
 Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 1 = TRIAL NUMBER  
 04/08/96 = DATE  
 Reservatorio Cheio  
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE  
 01000, = TOLERANCE  
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT  
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER  
 POINT , 50  
 1, 200 000, 53 000  
 2, 296 000, 58 000  
 3, 200 000, 48 000  
 4, 205 000, 48 000  
 5, 296 000, 48 000  
 6, 306 000, 48 000  
 7, 150 000, 20 000  
 8, 200 000, 20 000  
 9, 230 000, 30 000  
 10, 257 500, 41 000  
 11, 263 500, 41 000  
 12, 285 500, 30 000  
 13, 288 000, 30 000  
 14, 298 000, 25 000  
 15, 300 000, 25 000  
 16, 306 000, 21 000  
 17, 350 000, 21 000  
 18, 241 500, 20 000  
 19, 249 500, 12 000  
 20, 254 500, 12 000  
 21, 262 400, 20 000  
 22, 305 000, 20 000  
 23, 150 000, 38 000  
 24, 250 000, 38 000  
 25, 252 400, 38 000  
 26, 255 000, 37 290  
 27, 257 500, 36 560  
 28, 260 000, 35 780  
 29, 262 450, 31 000  
 30, 263 600, 21 000  
 31, 150 000, 24 000  
 32, 212 000, 24 000  
 33, 150 000, 9 000  
 34, 350 000, 9 000  
 35, 150 000, 1 000  
 36, 350 000, 1 000  
 37, 150 000, 23 000  
 38, 350 000, 23 000  
 39, 262 500, 38 000  
 40, 263 500, 38 000  
 41, 294 000, 22 000  
 42, 294 000, 21 000  
 43, 150 000, 18 000  
 44, 350 000, 18 000  
 45, 150 000, 16 000

000073

46, 350 000, 16 000  
 47, 244 500, 18 000  
 48, 259 500, 18 000  
 49, 246 500, 16 000  
 50, 257 500, 16 000  
 LINE , 8  
 1, 23, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 7, 8, 32, 9, 24, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 14, 15, 16  
 4, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 29, 39, 40, 30, 41, 16, 17, 0  
 5, 7, 8, 18, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 21, 42, 22, 16, 17, 0, 0, 0, 0  
 6, 43, 47, 49, 19, 20, 50, 48, 44, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 45, 49, 19, 20, 50, 48, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 33, 34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 SOIL , 8  
 1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Agua do Reservatorio  
 2, 20 0000, 10 0000, 29 5000, 0000, 0000, 0000  
 Solo Argiloso  
 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, 17 0000, 0000, 31 5000, 0000, 0000, 0000  
 Area Fina (Fundacao)  
 6, 18 0000, 15 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Argila Arenosa (Fundacao)  
 7, 18 0000, 10 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000  
 Silte Arenoso (Fundacao)  
 8, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 Gnaisse (Fundacao)  
 TENSION , 0  
 GRID  
 5, 6, 2  
 7, 7  
 RADIUS  
 37, 38  
 35, 36  
 10  
 SIDE  
 1, 1-CONSTANT FUNCTION  
 LAMBDA , 1  
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000  
 LOAD , 0  
 PIEZ , 8  
 1, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 2, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 4, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 5, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 6, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 7, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 41, 16, 17, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 END

PROJECT NAME Barragem Gangorra (Granja-CE)  
 TRIAL NUMBER 1 DATE 04/08/96  
 COMMENTS Reservatorio Cheio

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

SLIP X- Y- ITERATION FACTOR OF SAFETY  
 NO COORD COORD RADIUS NO LAMBDA (MOMENT) (FORCE)

1	296 000	48 000	25 000	1	0000	1 969	2 139
1	296 000	48 000	25 000	4	0000	2 106	1 941
2	296 000	48 000	27 200	1	0000	1 721	1 919
2	296 000	48 000	27 200	5	0000	1 894	1 702
3	296 000	48 000	29 400	1	0000	1 514	1 719
3	296 000	48 000	29 400	5	0000	1 706	1 506
4	296 000	48 000	31 600	1	0000	1 495	1 744
4	296 000	48 000	31 600	5	0000	1 739	1 495
5	296 000	48 000	33 800	1	0000	1 430	1 696
5	296 000	48 000	33 800	5	0000	1 725	1 461
6	296 000	48 000	36 000	1	0000	1 404	1 691
6	296 000	48 000	36 000	5	0000	1 756	1 468
7	296 000	48 000	38 200	1	0000	1 400	1 706
7	296 000	48 000	38 200	6	0000	1 811	1 498
8	296 000	48 000	40 400	1	0000	1 384	1 784
8	296 000	48 000	40 400	6	0000	1 875	1 522
9	296 000	48 000	42 600	1	0000	1 373	1 978
9	296 000	48 000	42 600	6	0000	1 957	1 549
10	296 000	48 000	44 800	1	0000	1 410	2 264
10	296 000	48 000	44 800	6	0000	2 071	1 638
11	296 000	48 000	47 000	1	0000	1 457	2 635
11	296 000	48 000	47 000	6	0000	2 199	1 740
12	297 429	48 000	25 000	1	0000	2 022	2 166
12	297 429	48 000	25 000	4	0000	2 136	1 996
13	297 429	48 000	27 200	1	0000	1 717	1 889
13	297 429	48 000	27 200	4	0000	1 867	1 698
14	297 429	48 000	29 400	1	0000	1 499	1 681
14	297 429	48 000	29 400	5	0000	1 671	1 492
15	297 429	48 000	31 600	1	0000	1 494	1 727
15	297 429	48 000	31 600	5	0000	1 728	1 498
16	297 429	48 000	33 800	1	0000	1 432	1 687
16	297 429	48 000	33 800	5	0000	1 722	1 467
17	297 429	48 000	36 000	1	0000	1 400	1 681
17	297 429	48 000	36 000	5	0000	1 752	1 469
18	297 429	48 000	38 200	1	0000	1 395	1 699
18	297 429	48 000	38 200	6	0000	1 810	1 496
19	297 429	48 000	40 400	1	0000	1 415	1 805
19	297 429	48 000	40 400	6	0000	1 906	1 555
20	297 429	48 000	42 600	1	0000	1 416	2 004
20	297 429	48 000	42 600	6	0000	1 993	1 598
21	297 429	48 000	44 800	1	0000	1 425	2 262
21	297 429	48 000	44 800	6	0000	2 081	1 653
22	297 429	48 000	47 000	1	0000	1 435	2 587
22	297 429	48 000	47 000	6	0000	2 175	1 709

000071

23	298 857	48 000	25 000	4	0000	2 169	2 055
24	298 857	48 000	27 200	1	0000	1 718	1 864
24	298 857	48 000	27 200	4	0000	1 844	1 700
25	298 857	48 000	29 400	1	0000	1 489	1 649
25	298 857	48 000	29 400	4	0000	1 643	1 483
26	298 857	48 000	31 600	1	0000	1 501	1 719
26	298 857	48 000	31 600	5	0000	1 726	1 510
27	298 857	48 000	33 800	1	0000	1 439	1 682
27	298 857	48 000	33 800	5	0000	1 726	1 481
28	298 857	48 000	36 000	1	0000	1 410	1 684
28	298 857	48 000	36 000	5	0000	1 763	1 486
29	298 857	48 000	38 200	1	0000	1 395	1 694
29	298 857	48 000	38 200	6	0000	1 814	1 507
30	298 857	48 000	40 400	1	0000	1 427	1 817
30	298 857	48 000	40 400	6	0000	1 925	1 567
31	298 857	48 000	42 600	1	0000	1 440	2 021
31	298 857	48 000	42 600	6	0000	2 017	1 622
32	298 857	48 000	44 800	1	0000	1 422	2 252
32	298 857	48 000	44 800	7	0000	2 081	1 646
33	298 857	48 000	47 000	1	0000	1 441	2 570
33	298 857	48 000	47 000	7	0000	2 176	1 717
34	300 286	48 000	25 000	1	0000	2 128	2 216
34	300 286	48 000	25 000	4	0000	2 196	2 109
35	300 286	48 000	27 200	1	0000	1 720	1 841
35	300 286	48 000	27 200	4	0000	1 825	1 705
36	300 286	48 000	29 400	1	0000	1 483	1 623
36	300 286	48 000	29 400	4	0000	1 621	1 480
37	300 286	48 000	31 600	1	0000	1 514	1 719
37	300 286	48 000	31 600	5	0000	1 733	1 529
38	300 286	48 000	33 800	1	0000	1 452	1 686
38	300 286	48 000	33 800	5	0000	1 738	1 502
39	300 286	48 000	36 000	1	0000	1 425	1 691
39	300 286	48 000	36 000	5	0000	1 781	1 509
40	300 286	48 000	38 200	1	0000	1 407	1 704
40	300 286	48 000	38 200	6	0000	1 832	1 524
41	300 286	48 000	40 400	1	0000	1 433	1 816
41	300 286	48 000	40 400	6	0000	1 936	1 587
42	300 286	48 000	42 600	1	0000	1 476	2 044
42	300 286	48 000	42 600	7	0000	2 051	1 666
43	300 286	48 000	44 800	1	0000	1 470	2 283
43	300 286	48 000	44 800	7	0000	2 122	1 699
44	300 286	48 000	47 000	1	0000	1 452	2 579
44	300 286	48 000	47 000	7	0000	2 190	1 713
45	301 714	48 000	25 000	1	0000	2 153	2 220
45	301 714	48 000	25 000	4	0000	2 202	2 136
46	301 714	48 000	27 200	1	0000	1 724	1 821
46	301 714	48 000	27 200	4	0000	1 808	1 712
47	301 714	48 000	29 400	1	0000	1 482	1 603
47	301 714	48 000	29 400	4	0000	1 606	1 484
48	301 714	48 000	31 600	1	0000	1 534	1 728
48	301 714	48 000	31 600	5	0000	1 749	1 555
49	301 714	48 000	33 800	1	0000	1 471	1 698
49	301 714	48 000	33 800	5	0000	1 758	1 528
50	301 714	48 000	36 000	1	0000	1 442	1 705
50	301 714	48 000	36 000	5	0000	1 805	1 535