

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

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

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO

VOLUME IV MINUTA DO RELATÓRIO GERAL

TOMO 1 TEXTO

ENGESOFT

**FORTALEZA- CE
JUNHO DE 1996**

GOVERNO DO ESTADO



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

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO

VOLUME IV - MINUTA DO RELATÓRIO GERAL
TOMO 1 - TEXTOS

Nota: 00879 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto Nº 0087/04/01/A
Volume 1
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____



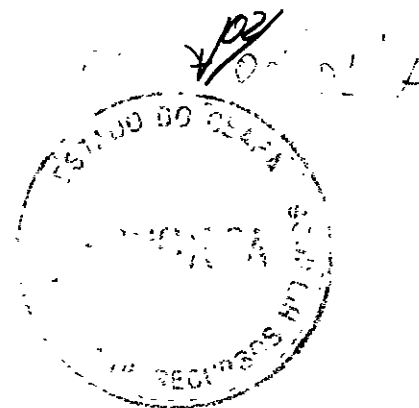
021
0087/04/01/A

COGERH
SECRETARIA

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO

VOLUME IV - MINUTA DO RELATÓRIO GERAL

Tomo 1 - Textos





ÍNDICE



ÍNDICE

	Página
APRESENTAÇÃO.....	5..
1 - INTRODUÇÃO.....	7..
1.1 - Ficha Técnica.....	8
1.2 - Localização e Acesso ao Eixo Barrável	10
2 - SÍNTESE DOS ESTUDOS BÁSICOS.....	12
2.1 - Estudos Topográficos	13
2.2 - Estudos Geológicos e Geotécnicos	13
2.3 - Estudos Hidrológicos..	18
3 - CRITÉRIOS ADOTADOS PARA DEFINIÇÃO DO PROJETO.....	19
3.1 - Definição do Eixo da Barragem.	20
3.2 - Definição da Cota do Sangradouro	20
3.3 - Condicionantes Geológicos e Geotécnicos	23
3.4 - Arranjo Geral das Obras	23
4 - ANÁLISES EFETUADAS PARA O CORPO DA BARRAGEM.....	29
4.1 - Análise de Fluxo..	30
4.2 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem Interna... ..	30
4.3 - Análise da Estabilidade do Maciço	30
4.4 - Tratamento do Maciço	38

000005

5 - MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	39
5.1 - Estudo Alternativo de Custos	40
5.2 - Parâmetros Geométricos do Maciço	42
5.3 - Análise de Fluxo e Dimensionamento do Filtro de Areia.....	50
5.4 - Tratamento das Fundações	57
6 - ESTUDOS COMPLEMENTARES.....	60
7 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO.....	61
8 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DA OBRA.....	64
9 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DE OBRAS.....	66
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68



APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

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

O referido projeto é composto dos seguintes volumes:

≡ **Volume I - Relatório de Estudos Preliminares**

Volume II - Relatório de Estudos Básicos

Tomo 1 - Estudos Topográficos

Tomo 2 - Estudos Geológico-Geotécnicos

Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

≡ **Volume III - Relatório de Concepção**

Volume IV - Minuta do Relatório Geral

Tomo 1 - Textos

F Tomo 2 - Desenhos

Volume V - Relatório Geral

Tomo 1 - Descrição Geral do Projeto - Textos

Tomo 2 - Memorial de Cálculo

Tomo 3 - Orçamento

Tomo 4 - Especificações Técnicas

Tomo 5 - Desenhos

Volume VI - Relatório Síntese

O presente relatório refere-se ao Volume IV - Minuta do Relatório Geral



1 - INTRODUÇÃO



Comprimento da Barragem Auxiliar 2 pelo coroamento.	228,00m
Cota do sangradouro	288,00m
Largura do sangradouro	100,00m
Tipo de vertedouro	Labirinto
Vazão (TR = 1.000 anos)	893,00m ³ /s
Vazão (TR = 10 000 anos).	1129,00 m ³ /s
^ Lamina de sangria (TR = 1 000 anos).	1,10 m
Lâmina de sangria (TR = 10 000 anos)	1,36 m
Altura máxima.	20,80 m
Vazão regularizada (100% garantia)...	0,46 m ³ /s
Vazão regularizada (90% garantia)	0,81 m ³ /s
Volume estimado do maciço	200.460,50 m ³
Volume estimado dos diques.	27.594,10m ³
Tomada d'água.	Estaca 13 + 15m
Comprimento tomada d'água	65,00m

1.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO EIXO BARRÁVEL

O sítio barrável em questão represa o riacho do Rosário a 2,0 km do distrito de Quitaiús, no Sudoeste do estado, distante 27 km do município de Lavras da Mangabeira.

O acesso ao local da obra se dá partindo de Fortaleza pela Rodovia Federal BR-116 até o município de Lavras da Mangabeira, percorrendo-se aproximadamente 429 km. Desta, toma-se a direção oeste para Rodovia Federal BR-230 até chegar a uma estrada carroçável à esquerda, percorrendo nesta, mais 27 Km até o distrito de Quitaiús, onde 2 Km a leste está localizado o eixo barrável.

A figura 1 1 a seguir apresenta o mapa de localização e acesso da Barragem do Rosário no contexto regional

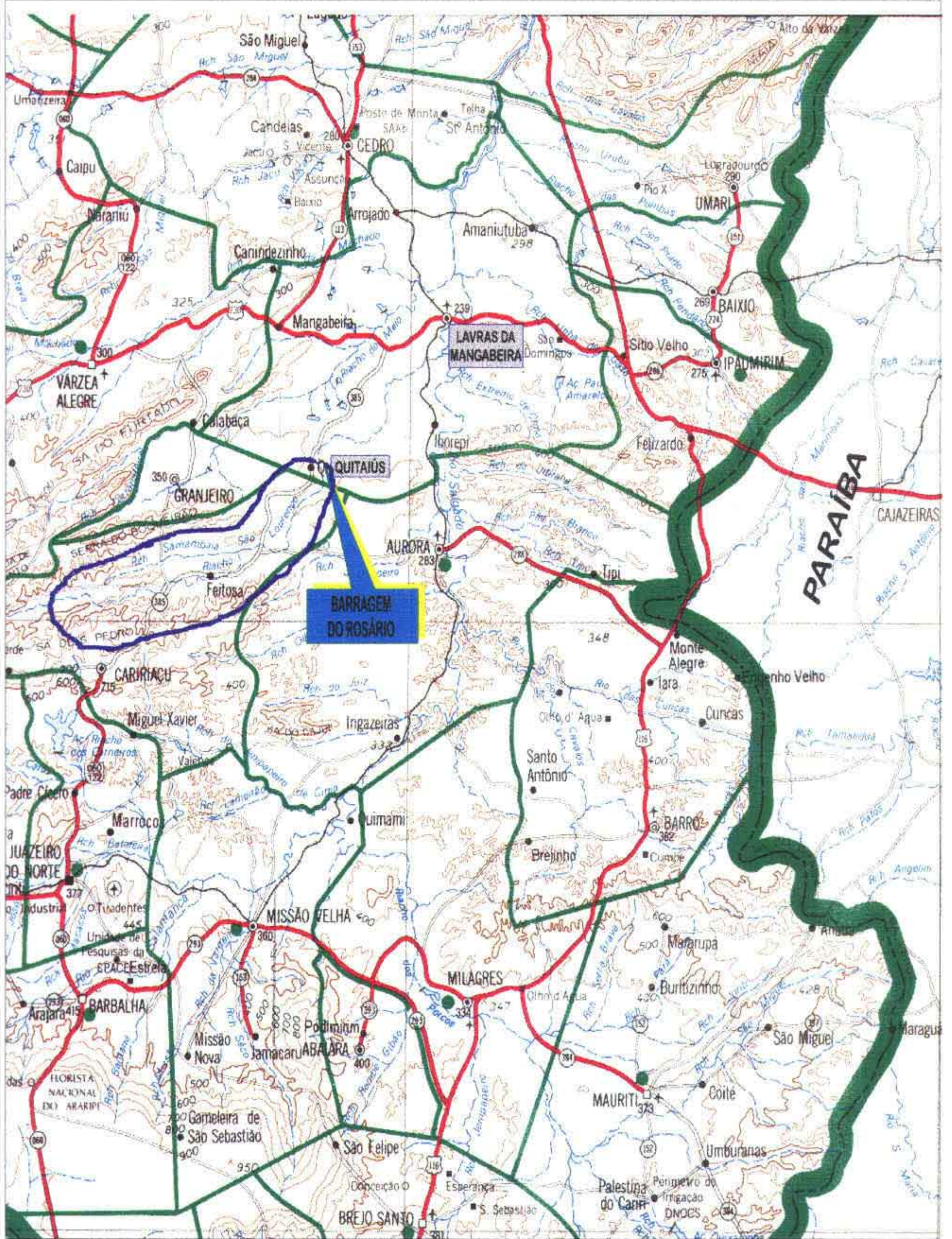


Figura 1.1
**LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM EM RELAÇÃO AO
 MUNICÍPIO DE LAVRAS DA MANGABEIRA**

2 - SÍNTESE DOS ESTUDOS BÁSICOS

2 - SÍNTESE DOS ESTUDOS BÁSICOS

2.1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos realizados consistiram do levantamento da bacia hidráulica do reservatório, do eixo barrável e do local do sangradouro. A partir dos dados obtidos foram elaboradas as seguintes plantas:

- Planta da bacia hidráulica na escala 1 10 000
- Planta baixa e perfil do eixo barrável
- Planta baixa e perfil do local do sangradouro

Através do levantamento topográfico da bacia hidrográfica, foi possível a elaboração da curva cota x área x volume representativa do reservatório.

Os desenhos e maiores detalhes acerca destes estudos podem ser consultados no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos - Tomo 1 - Estudos Topográficos

2.2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

2.2.1 - Resultados das Prospecções

O maciço da fundação é formado basicamente por gnaisses intercaladas de xisto (predominantemente encontrados à esquerda da margem do riacho) e xistos intercalados com gnaisses (encontrados do lado direito das margens do riacho), e encontra-se de forma geral muito fraturado, em direções diversas, não seguindo portanto um plano de fraturamento preferencial, com recuperações baixas, e razoável fluxo de água percolando por suas aberturas.

Esse fraturamento acentuado pode vir a comprometer a estanqueidade da fundação do maciço, causando significativa perda d'água por percolação. Há portanto a previsão de tratamento das fundações por meio de injeções de cimento de forma a melhorar as condições gerais de estanqueidade, conforme analisado no item 4.4 e item.5 - Memória de Cálculo

Acima do topo rochoso, existe um solo residual de composição predominante de areias-siltosas às vezes argilosas com pedregulho e muito compactas, proveniente da decomposição e alteração da rocha de fundação (gnaisse) A espessura de tal camada gira em torno de de 2,0 m a 4,5 m. Neste intervalo os valores de SPT são mais elevados em torno de 9 a 20. A espessura desta camada não se apresenta de forma constante, sendo que em alguns casos é quase que inexistente

Via de regra, acima do solo residual, encontra-se material aluvionar, com coeficientes de permeabilidade razoavelmente consideráveis, traduzidos pelos resultados dos ensaios de permeabilidade "in situ" no aluvião, que apresentaram valores em torno de k (coeficiente de permeabilidade) $\approx 2.3 \times 10^{-5}$ cm/s a $k \approx 9.9 \times 10^{-4}$ cm/s, tal camada possui capacidade de suporte de baixa a média ao longo do perfil do boqueirão e espessura média de 3,0 m a 5,0 m. Tal depósito aluvionar é predominantemente encontrado no fundo do vale, formado basicamente por siltes arenosos e areno-argilosos com compacidades variando de pouco a medianamente compactos e SPT relativamente baixos, da ordem de 3 a 7, porém crescentes com a profundidade, chegando em alguns casos com valores de SPT de 10 a 15.

O nível d'água apresentou-se de forma variada entre 2,40 m e 4,40 m, e em alguns casos o furo estava seco (SP-06, SP-07, SP-08), datados respectivamente de 03.09.96, 02.09 96 e 31.08.96.

Na região das ombreiras e sangradouro, encontra-se uma capa de solo residual formado por silte arenoso com mica e quartzo, com espessuras variando de 1,60 m a 5,00 m Abaixo destes encontram-se, como no eixo, camadas de rocha em alternância entre gnaisses com passagens de xisto e xistos com passagens de gnaisse Em ambos os casos, a rocha encontra-se também muito fraturada. Do mesmo modo previsto no eixo barrável, há necessidade nestas regiões, de tratamento do maciço através de injeções consolidantes, de acordo com a mesma análise feita para o eixo barrável

Os ensaios de perda d'água específica executados nas rochas tanto no leito, como nas ombreiras e sangradouro, apresentaram valores não muito altos, demonstrando condutividade hidráulica mediana do maciço. Esse valores se situam em uma faixa de P.E (Perda d'água específica) $\cong 0,4$ a $33,2$ l/min/m/kgf/m²

Para maiores informações vide Volume II - Relatório de Estudos Básicos - Tomo 2 - Estudos Geológico - Geotécnicos

Deve-se salientar que no Item 6 - Estudos Complementares apresentam-se os resultados das sondagens complementares executadas no leito do rio e no local do sangradouro. Conforme citado no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos - Tomo 2 - Estudos Geológico - Geotécnicos, a necessidade de execução das sondagens a percussão complementares se deu face à ocorrência de argila siltosa cinza escura, na região compreendida entre as estacas 23 e 25, onde se tenta mapear sua zona de interferência. Com base nos resultados, conclui-se que quase que toda a área detectada com tal material será limpa quando da execução da trincheira de vedação, por coincidir com sua locação. Se, houver escavação adicional, será de pequeno volume e a critério do engenheiro geotécnico responsável pela obra.

Com relação às sondagens rotativas, estas foram executadas na região do sangradouro de forma a discretizar melhor o material sobre o qual este será apoiado. O material encontrado foi rocha gnáissica fraturada, mas que do ponto de vista geomecânico apresenta-se adequada para suportar a estrutura do sangradouro do tipo labirinto. As sondagens rotativas referentes a este caso são as SR-B, SR-C, SR-D, e constam do presente relatório no item 6 - Estudos Complementares.

2.2.2 Materiais de Construção

O estudo dos materiais a serem utilizados quando da execução da barragem, teve início com um reconhecimento de toda a área circunvizinha ao local do barramento, de forma que se identificassem as jazidas potencialmente exploráveis

Dentro de um afastamento economicamente viável do local da obra em estudo, foram identificados e caracterizados os materiais de três áreas de empréstimos, a saber:

JT1: Jazida Terrosa

JA1: Jazida Arenosa

JP1: Pedreira

O quadro 2.1 apresenta a seguir um resumo das principais características dos empréstimos estudados.

É importante comentar que o material da jazida arenosa foi reavaliado e considerado inadequado como filtro; portanto optou-se em adotar outra jazida. Encontrou-se a 600 m do eixo barrável, material arenoso. Tal material foi identificado, caracterizado em laboratório e classificado como SP (areia fina a média mal graduada).

Os resultados dos ensaios desta jazida são apresentados no Item 6 - Estudos Complementares

O solo foi considerado adequado para filtro, apesar de possuir razoável quantidade de areia fina. Sua curva granulométrica encontra-se dentro da faixa aconselhável para maciço em argila fina, com base em Cruz (1995). Outras jazidas com material de granulometria mais grossa localizam-se em pontos economicamente inviáveis para exploração. No entanto, cabe colocar que, face ao comportamento dos rios da região, quando da execução das obras, a jazida deverá ser reavaliada e o material reensaiado para que se obtenha no mínimo as mesmas características ora apresentadas, conforme item 5 - Memória de Cálculo.

QUADRO 2.1 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DOS EMPRÉSTIMOS

	VALOR LIMITE	Plasticidade			Compactação		Permeabilidade	Ensaio Los Angeles	Classificação Predominante	Volume Disponível (m³)	Dist. md. Transp. (km)
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	δ_{am} (g/cm³)	h_{at} (%)	K (cm/s)				
Área de Empréstimo JT1	Máx.	44.0	23.30	21.80	1.84	19.61	3.6×10^{-7}		CL	1.262.400	4.00
	Mín.	38.14	20.92	16.05	1.62	14.41	2.2×10^{-7}				
	Médio	41.00	22.10	19.00	1.73	17.00	2.9×10^{-7}				
Área de Empréstimo JA1	Máx.	--	--	--	--	--	--		SP	7.620.000	0,60
	Mín.	--	--	--	--	--	--				
	Médio	--	--	--	--	--	$2,13 \times 10^{-3}$				
Área de Empréstimo JP1	Máx.	--	--	--	--	--	--	22%	GNAISSE -	7.500	0.60
	Mín.	--	--	--	--	--	--	a	XISTOSO		
	Méd.	--	--	--	--	--	--	24%	Resistente		

000019

2.3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos desenvolvidos visaram quantificar as potencialidades hídricas da bacia do Rosário e constaram das seguintes fases

- caracterização climatológica da região,
- estudos pluviométricos,
- estudos de deflúvios;
- estudos das cheias do projeto,
- estudos de disponibilidades.

Na caracterização hidrológica da bacia do Rosário foram utilizados os dados pluviométricos dos postos de Quitaiús, Granjeiro e Caririçu.

No local do barramento, a bacia hidrográfica de contribuição é de 329 km² e o regime de escoamento na seção considerada apresenta um valor anual de 196,1mm, o que representa um volume anual médio escoado de 64,5 hm³.

A capacidade de acumulação do reservatório para o sangradouro na cota 288,00 m é de 47.218.527 m³, a descarga máxima para $T_p=1000$ anos é de 893m³/s, com uma lâmina de sangria de 1,10 m ($T_r = 1000$ anos)

3 - CRITÉRIOS ADOTADOS PARA DEFINIÇÃO DO PROJETO

3 - CRITÉRIOS ADOTADOS PARA DEFINIÇÃO DO PROJETO

3.1 - DEFINIÇÃO DO EIXO DA BARRAGEM

Para melhor entendimento do texto, apresenta-se, a seguir a figura 3.1.

O primeiro eixo da barragem proposto, denominado no desenho de "eixo 1" de situava a jusante do eixo atual adotado. Embora esta configuração apresentasse menor seção longitudinal e conseqüentemente menor volume de aterro, encontrou-se, em visita ao campo, inconvenientes ligados ao tipo e estado da rocha na região das ombreiras. O tipo de rocha detectado foi xisto extremamente fraturado, não apresentando condições favoráveis.

Uma outra característica utilizada no julgamento, foi a que diz respeito ao sangradouro, o qual estaria muito próximo ao talude de jusante, podendo portanto colocar o maciço vulnerável aos efeitos erosivos da água escoada pelo seu canal de fuga.

Optou-se então em "recuar" para posição mais a montante o eixo, (vide eixo 2 no desenho 3.1) de forma que os apoios nas ombreiras se dessem em rocha gnáissica, e que se estaria, de certa forma à distância da influência do escoamento de águas do sangradouro.

3.2 - DEFINIÇÃO DA COTA DO SANGRADOURO

O sangradouro, localizado na ombreira direita do reservatório, teve sua cota de soleira determinada em função do potencial hidrológico da bacia, dos aspectos técnicos e econômicos envolvidos na implantação da barragem em diferentes níveis de sangria e da vazão regularizada necessária para o abastecimento populacional e irrigação da região.

Com base nos estudos hidrológicos, os quais definiram a capacidade de acumulação do reservatório em diversas cotas e as respectivas vazões regularizadas geradas, fez-se em uma primeira etapa de estudos, uma estimativa preliminar do custo da barragem (contemplando maciço, sangradouro, muros laterais, desapropriações e desmatamento) em função do nível do sangradouro. Tendo em vista que o objetivo principal do barramento é o abastecimento humano e também aproveitamento para irrigação, utilizou-se como referência na análise, vazões com garantia anual de 90%.

Através da primeira análise econômica efetuada, pôde-se concluir que a relação custo da Barragem x Volume regularizado apresenta-se de forma linear e crescente. Extrai-se daí que a cota definida é condicionada pela demanda requerida para abastecimento e irrigação. O quadro 3 1 e a figura 3 2 ilustram o comentado.

Em uma segunda etapa, com a finalidade de otimização, fez-se uma análise comparativa, conforme abaixo:

- a) Maciço com C.C. = 293,20 m (solução apresentada no estudo de concepção)
Sangradouro tipo Creager C.S = 289,00 m
- b) Maciço com C.C. = 292,30 m (alternativa 1)
Sangradouro tipo Creager C.S. = 288,00 m
- c) Maciço com C.C. = 290,10 m (alternativa 2)
Sangradouro tipo Labirinto C.S = 288,00 m

Com base nas análises comparativas, concluiu-se que a alternativa mais adequada para o projeto em questão é aquela composta por sangradouro tipo labirinto com soleira fixada na cota 288,00m, substituindo portanto a solução apresentada no Estudo de Concepção.

Apesar de o custo do labirinto ser substancialmente maior que a opção em creager, nota-se que há uma redução do volume do maciço por conta da cota de coroamento que baixou aproximadamente 3,10 m, reduzindo também volumes dos diques de proteção e dimensões dos muros laterais

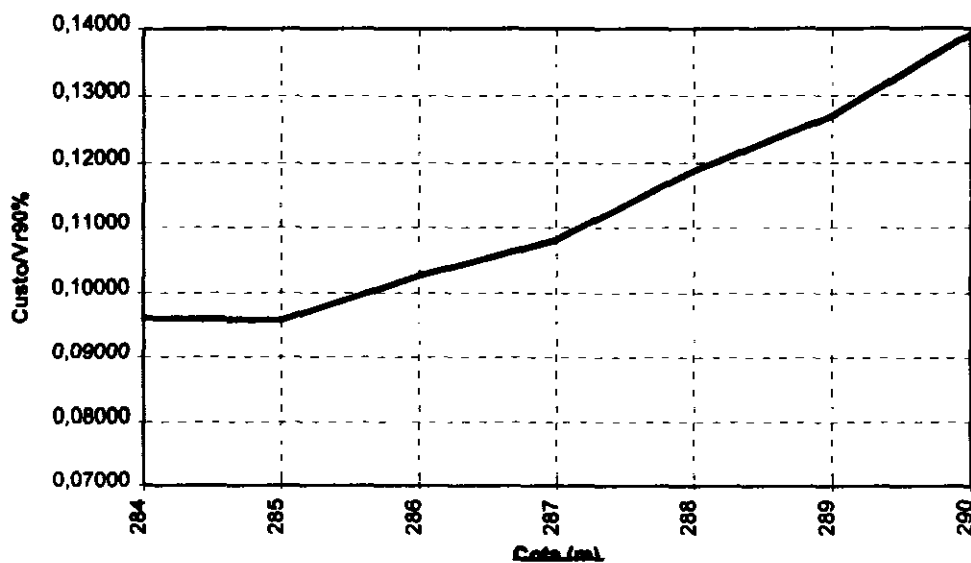
A título ilustrativo o levantamento preliminar de custos para comparação de soluções é apresentado no item 5 - Memória de Cálculo.

Quadro 3.1 - Custo do barramento por volume regularizado 90% de garantia.

SOLUÇÃO SANGRADOURO TIPO CREAGER

COTA _{sang} (m)	Qr 90% (m ³ /s)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	CUSTO/Qr 90 R\$/m3.ano
284 00	0.56	1.695.184,98	0,09599
285.00	0.63	1.900.459,13	0,09566
286 00	0.68	2.200.224,23	0,10260
287 00	0.75	2.557.171,12	0,10812
288.00	0.81	3.035.858,97	0,11885
289 00	0.88	3.523.378,09	0,12696
290.00	0.94	4.120.402,08	0,13900

Figura 3.2 - Custo do barramento por volume regularizado 90% de garantia.



3.3 - CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

O local da implantação das obras possui uma caracterização de certo modo uniforme do ponto de vista da formação geológica. Apresenta-se como vale em "V", encaixado, sendo um local propício geometricamente para a execução da obra. Tais características são válidas até a cota 290,00 m, quando então o vale se abre. O maciço rochoso encontra-se, no entanto, muito fraturado, mas possuindo boa capacidade de suporte por se tratar predominantemente de gnaisses.

O sangradouro, posicionado na ombreira direita, foi locado de forma a trabalhar adequadamente do ponto de vista hidráulico, bem como a não colocar o maciço vulnerável aos efeitos erosivos causados pelo escoamento da água provinda do seu canal de fuga.

A tomada d'água tem sua posição na ombreira esquerda, com seu eixo locado na estaca 13+15 m, onde se encontram condições geológicas favoráveis, com cristalino a pouca profundidade, em forma de um pequeno vale, traduzindo uma boa configuração local.

3.4 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS

Na definição do arranjo geral das obras foram considerados os condicionantes topográficos e geotécnicos das fundações do eixo da barragem, do local do sangradouro e da tomada d'água.

O arranjo geral proposto consta de um maciço de terra homogênea, com filtros horizontal e vertical, de um sangradouro do tipo Labirinto localizado a jusante da ombreira direita, e de uma tomada d'água do tipo galeria implantada na ombreira esquerda.

O arranjo geral da obra pode ser melhor visualizado no desenho 3.3 a seguir.

É importante salientar, que a solução geral proposta pelo Estudo Básico-Concepção foi reestudada, resultando na adoção de uma nova solução com relação ao tipo de sangradouro, que antes foi apresentada em perfil tipo Creager, agora sendo sangradouro em labirinto. Tal modificação incorre na alteração das cotas de sangria e cota de coroamento da barragem, conseguindo-se reduzir substancialmente os volumes de materiais requeridos para execução do maciço, bem como a redução da lâmina de sangria máxima.

A seguir são descritas as características principais adotadas na concepção do sangradouro, da seção tipo e da tomada d'água da barragem.

Os detalhes geométricos de cada item são apresentados no Volume IV - Tomo 2 - Desenhos.

3.4.1 - Seção-tipo

A determinação da seção-tipo do maciço foi definida com base nos condicionantes geológico - geotécnicos no local das fundações, topografia do eixo e características geotécnicas dos materiais de construção.

Mais uma vez, comenta-se o fato de se ter, em relação aos estudos básicos, alterações nas cotas de coroamento e conseqüentemente nas cotas das bermas por ocasião do refinamento já citado.

Portanto a seção do maciço definida é do tipo trapezoidal com coroamento posicionado na cota 290,10 m, sendo constituído por material argiloso do tipo CL, provindo de jazida próxima. A altura máxima do maciço alcança aproximadamente 20,80 m no leito do rio e a inclinação dos taludes é variável, obedecendo aos seguintes escalonamentos segundo a sua seção máxima.

- Talude de Jusante

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

A superfície do talude de jusante será protegida por uma camada de 0,90 m de espessura com material formado por pedregulhos com solo argiloso, proveniente das escavações superficiais das áreas de empréstimos

- Talude de Montante

- do cota 290,10 m (coroamento) até a cota 280,50 m desenvolve-se talude de 2,5 (H): 1,0 (V);
- da cota 280,50 m até o terreno natural talude de 3,0 (H): 1,0 (v).

A proteção do talude de montante será feita por uma camada de enrocamento com 0,75 m de espessura, cujas características são apresentadas adiante seguida por uma camada de 0,30 m de espessura de brita corrida (transição).

A seção proposta possui um filtro vertical para drenagem interna do maciço situado no início do talude de jusante com o topo situado no nível da cota 289,05 m. A largura do filtro é de 1,00 m e este se estenderá até o filtro horizontal, de mesma dimensão, situado na altura do dreno de pé. Este filtro horizontal do tipo tapete drenante será executado em toda a extensão do talude de jusante da barragem se prolongando até o "Rock Fill"

O "Rock Fill" tem geometria trapezoidal na seção máxima, com 2,00m de largura no topo, na cota 275,00 e taludes 1,5 1,0 (H·V) para jusante e 1,0:1,0 (H V) para montante.

Em toda a extensão do maciço será executada uma trincheira de vedação, do tipo "Cut-Off", até atingir o substrato rochoso. Os taludes do mesmo terão inclinação de 1,0 : 1,0 (H V) e a base do "cut-off" será escavada com uma largura de 6,0 m sobre o substrato rochoso. As fundações receberão tratamento por injeções de cimento após a escavação do "Cut-Off".

O estudo referente à estabilidade dos taludes tanto de montante quanto de jusante é apresentado no item 4 adiante

3.4.2 - Sangradouro

O sangradouro está previsto com soleira fixada na cota 288,00 m. Neste nível, conforme os dados hidrológicos, o sangradouro permitirá o fluxo de 893,00 m³/s (TR = 1.000 anos)

O vertedouro será do tipo Labirinto com uma largura de 100,00m. Com estas dimensões a lâmina de sangria será de 1,10 m (TR = 1000 anos). As escavações do canal do sangradouro serão mistas com profundidades de até 5,00m, sendo que eventualmente poderá ocorrer escavação em material rochoso

3.4.3 - Tomada d'água

O eixo da tomada d'água foi reavaliado e, com a finalidade de refinar melhor as condições de implantação da mesma, facilitando sua execução e reduzindo escavações, o novo posicionamento se dará na estaca 13 + 15,00 m. A cota de montante será fixada na 278,00 que equivale a um volume morto de aproximadamente 4 489.913,78m³, o que representa cerca de 9,30% do volume total armazenado

Levando-se em consideração as dimensões da obra, definiu-se a tomada d'água tipo galeria, com conduto forçado com 800 mm de diâmetro aproximadamente e 65,00 m de comprimento. À jusante da galeria será instalado um registro para controle de vazões.

Tais características permitem a derivação de vazões mínimas da ordem de 0,81 m³/s, na cota 288,00 m.

3.4.4 - Diques de Proteção

Na margem direita, à jusante da barragem, serão executadas as barragens auxiliares 1 e 2, nos moldes da barragem principal de forma a evitar escoamento de água por tal local.

Conforme acima mencionado, os diques terão portanto, seção trapezoidal, com coroamento de 6,00m e na cota 290,10 m.

– Talude de Montante

- do coroamento -cota 290,10 m o terreno natural desenvolve-se talude de 2,5 (V): 1,0 (H);

O talude de jusante terá inclinação de 2,5 (H) : 1,0 (V)

O maciço deverá ser compactado conforme as especificações feitas para o corpo da barragem principal, servindo portando como aterro experimental de modo a aferir os dados indicados para a compactação

4 - ANÁLISES EFETUADAS PARA O CORPO DA BARRAGEM

4 - ANÁLISES EFETUADAS PARA O CORPO DA BARRAGEM

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

4.1 - ANÁLISE DE FLUXO

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

O traçado da rede se deu de forma gráfica, conforme desenho apresentado na figura 5.1 do item 5 Uma vez que se considera o meio anisotrópico, lançou-se mão da relação entre as permeabilidades horizontal (k_h) e vertical (k_v): $k_h = 10 \times k_v$, valor este consagrado na teoria e na prática, para o material CL quando compactado

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

Obteve-se portando, uma vazão de percolação da ordem de $Q = 2,56 \times 10^{-7} \times m^3/s/m$, cujos cálculos são apresentados no item 5 - Memória de Cálculo.

4.2 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

Através do cálculo apresentado no item 5 - Memória de Cálculo obteve-se para filtro vertical $\phi_{\text{filtro v}} = 1,00 \text{ m}$ Para o filtro horizontal, considerando-se este trabalhando em carga, resultou $\phi_{\text{filtro h}} = 1,00 \text{ m}$

4.3 - ANÁLISE DA ESTABILIDADE DO MACIÇO

Para a análise da estabilidade da barragem foi adotado o método de Bishop Simplificado, que é o método de equilíbrio limite de uso mais consagrado embora tenha também

vido calculado o método de Janbu. Uma modificação do primeiro método, permite o cálculo do fator de segurança (FS) para uma superfície genérica, ou seja, não obrigatoriamente circular.

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

As hipóteses adotadas com respeito à geometria do maciço e parâmetros dos materiais constituintes são apresentadas, respectivamente, nos itens a seguir. As hipóteses quanto às condições de contorno e carregamento são apresentadas no item 4.3.3 em função dos respectivos casos em análise.

Os cálculos efetuados são apresentados no item 5 - Memória de Cálculo através de listagens de computador e figuras com as superfícies críticas e malhas de procura para cada caso analisado.

4.3.1 - Definição da Geometria

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

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

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

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

4.3.2 - Parâmetros dos Materiais

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

Os parâmetros de resistência para os materiais, resumidos na Tabela 4.1, foram obtidos de ensaios de cisalhamento direto lento para o solo das jazidas e de fontes bibliográficas (e.g. Bureau of Reclamation, 1987, Carvalho, 1983, 1984, 1991; Lambe & Withman, 1979) para os demais.

Para as camadas de fundação foram considerados os resultados de ensaios de cisalhamento direto lento, com amostras indeformadas coletadas na região do leito do rio. Tais resultados são apresentados no Volume II - Tomo 2 Estudos Geológico - Geotécnicos. Para a jazida arenosa, os ensaios válidos são apresentados neste relatório, no item 6 - Estudos Complementares. Os resultados destes ensaios também foram complementados com dados bibliográficos

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

TABELA 4.1 - PARÂMETROS DOS MATERIAIS

MATERIAL	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ'
Enrocamento	20,0 *	0,0 *	38° *
Areia do Filtro e Tapete	18,0 *	0,0 *	31° *
Solo Argiloso	20,0	0,0	36°
Areia Siltosa	17,0	0,0	30°
Silte Arenoso	16,0	0,0	29°

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

Os parâmetros de poro-pressão e de abalo sísmico, quando utilizados, encontram-se resumidos na Tabela 4.2 e nas figuras e listagens pertinentes aos casos de carregamentos analisados.

4.3.3 - Casos Analisados

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

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

A memória de cálculo, incluindo as listagens dos resultados e desenhos da geometria com curvas de Iso-Fator de Segurança obtidas por interpolação em um "grid" de procura das análises efetuadas, encontra-se apresentada no Item 5 - Memória de Cálculo.

Os casos analisados foram. final de construção, reservatório cheio com fluxo estabelecido (operação), rebaixamento rápido e abalo sísmico. Todos são descritos a seguir. Os resultados obtidos das análises são apresentados na tabela 4 3 mais adiante.

4 3 3.1 - Final de Construção

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

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

4 3 3 2 - Reservatório Cheio com Fluxo Estabelecido

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

O talude analisado foi o de jusante

4.3.3 3 - Rebaixamento Rápido do Nível d'Água no Reservatório

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

A análise da estabilidade foi efetuada para o paramento de montante.

4 3 3 4 - Abalo Sísmico

Apesar de tal análise não ser muito habitual para as barragens no Nordeste do Brasil, a inclusão deste tipo de solicitação é importante devido ao número substancial de ocorrências de abalos sísmicos no Ceará, inclusive tendo ocorrido pelo menos 7 abalos nos últimos 90 anos, com magnitude variando de 3 a 5,2 na Escala Richter e epicentros no Estado do Ceará, conforme observa-se na Tabela 4 2 (DNOCS, 1990).

TABELA 4.2 - RESUMO DOS CASOS HISTÓRICOS DE ABALOS SÍSMICOS NO NORDESTE DO BRASIL - MODIFICADA DE DNOCS (1990)

DATE			COORD		LOCALITY	ENC MERCALLI	RICHTER	COMMENTS
Y	M	D	Lats	LatN		MODIFICATED	MAGNITUDE (mb)	
1808	08	08	05 70	37 70	Açu RN	VI	4 8	
1811	10	28	08 08	34 87	Recife PE	V		
1824			08 00	39 00		VIII	6 3 MI**	
1854	01	10	05 20	35 46	Touros RN	V-VI		
1879	07	24	05 77	35 21	Natal,RN	V	3 3	
1903	02		04 38	38 97	Baturité,CE	VI		5 events in one week
1905	07	18	10 20	40 40	S do Bonfim BA	V	4 8	
1905	11	20	11 20	42 30	Xique-Xique,BA	IV	4 7	
1919	11	24	03 87	38 92	Maranguape CE	IV	4 5	
1928	04	14	04 56	37 76	Aracati,CE	VI	4 0	
1949	12	31	05 69	36 24	Lajes,RN	VI		
1963	08	27	06 69	36 24	Lajes RN	V-VI		
	10	02	05 69	36 24	Lajes,RN	VI		
1964	01	19	08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
		06	08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
1967	01	21	08 20	35 98	Caruaru PE	V	3 9	
1968			06 09	38 44	Pereiro,Ce	V VII	3 9-4 5	5 events-Jan -Marc
1970	01		07 96	36 21	S C Capibari PE	VI		3 events
		11	06 93	35 53	Alagoinha,PB	VI		
1971	08	04	08 04	34 90	Recife,PE	V	3 0	5 events
1972	03	04	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
			10	07 99	Tortama,PE	V	3 7	
			12	03 67	S L do Curu CE	VI	3 4	
1976	07	29	04 83	38 80	Ibaretama CE	V		others everts
1977	02	25	05 71	35 75	Rachuelo,RN	VI-VII	3 5	3 more events
1978	02	14	06 28	36 03	Santa Cruz,RN	V	3 7	more events
1980	11	20	04 30	38 40	Pacajus CE	VII	5 2	
1987			05 50	33 70	João Câmara,RN		5 1	many events
								1986-1988

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

1824 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. A Figura 4.1 indica que, para um abalo de magnitude VII na escala Mercalli modificada, temos um efeito de 0,10 da gravidade (valor adotado na análise)

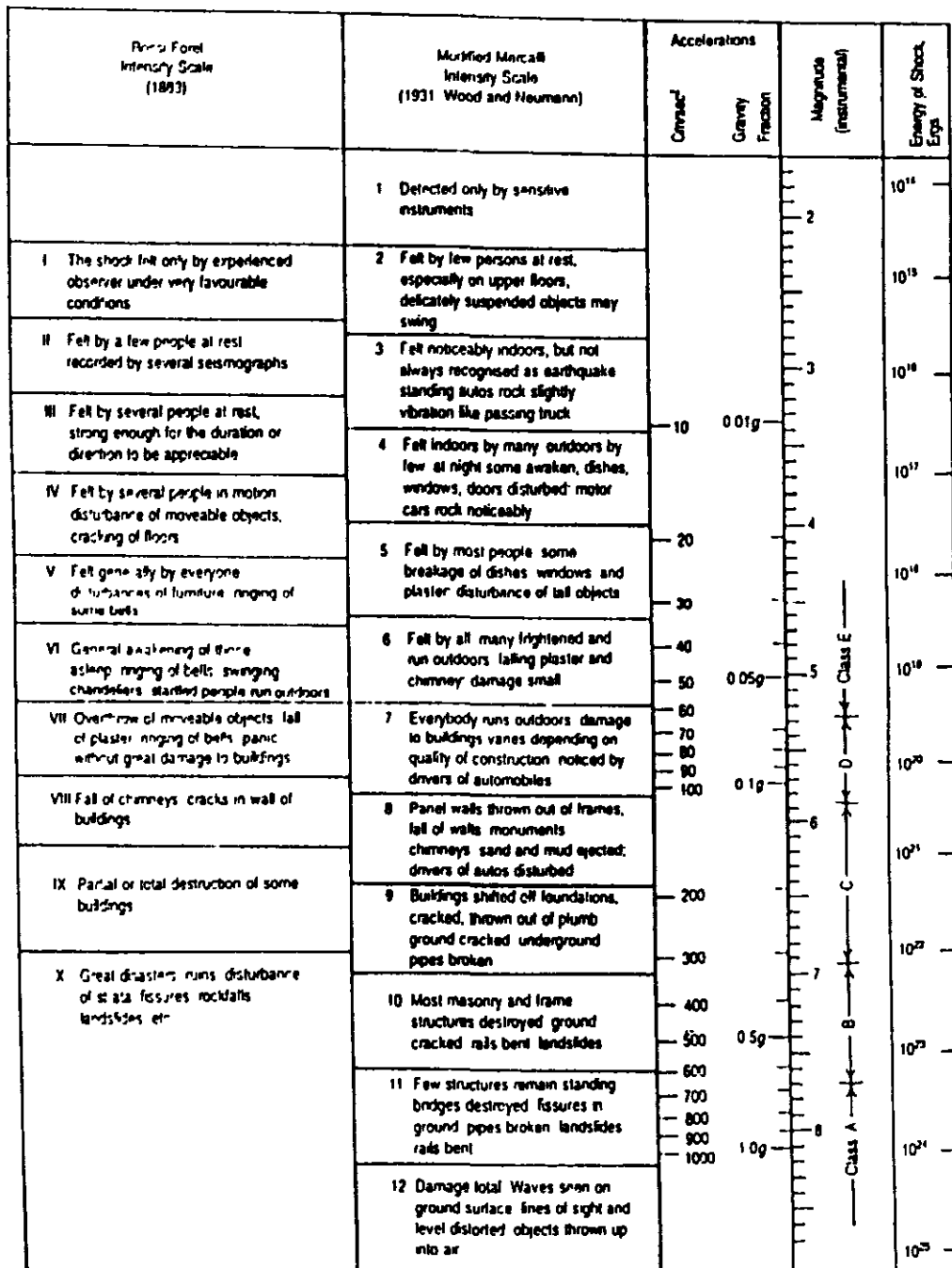


FIGURA 4.1 - Relações entre Intensidade, Aceleração e Magnitude de Sismos.

As figuras e listagens de computador apresentadas no item 5 - Memória de Cálculo resumam os cálculos efetuados na análise da estabilidade da Barragem Rosário.

4.3.4 - Conclusões

A Tabela 4.3 apresenta um resumo com o mínimo fator de segurança obtido para cada um dos casos analisados.

TABELA 4.3 - RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE EFETUADAS

CASO	TALUDE	FS MÍN. OBTIDO		FS MÍN. RECOMENDÁVEL	OBSERVAÇÕES
		Método de Bishop simplificado	Método de Janbu x f_c		
Reservatório Cheio	Jusante	1,51	1,41	1,45	Superfície de deslizamento composta e não circular
Abalo Sísmico (Reservatório Cheio)	Jusante	1,14	1,07	1,00	Coef. de Abalo Sísmico Horizontal = 0,10
Rebaixamento Rápido	Montante	1,37	1,24	1,10	Rebaixamento até cota 278,0
Final de Construção	Jusante	1,56	1,43	1,30	Núcleo B = 0,15
	Montante	1,80	1,72	1,30	(Cruz, 1995)

Pela Tabela 4.3 observa-se que os fatores de segurança obtidos são superiores aos usualmente admissíveis (Cruz, 1995) para obras de barragens. Os taludes adotados estão compatíveis com os de obras construídas com tipos similares de materiais (DNOCS, 1990).

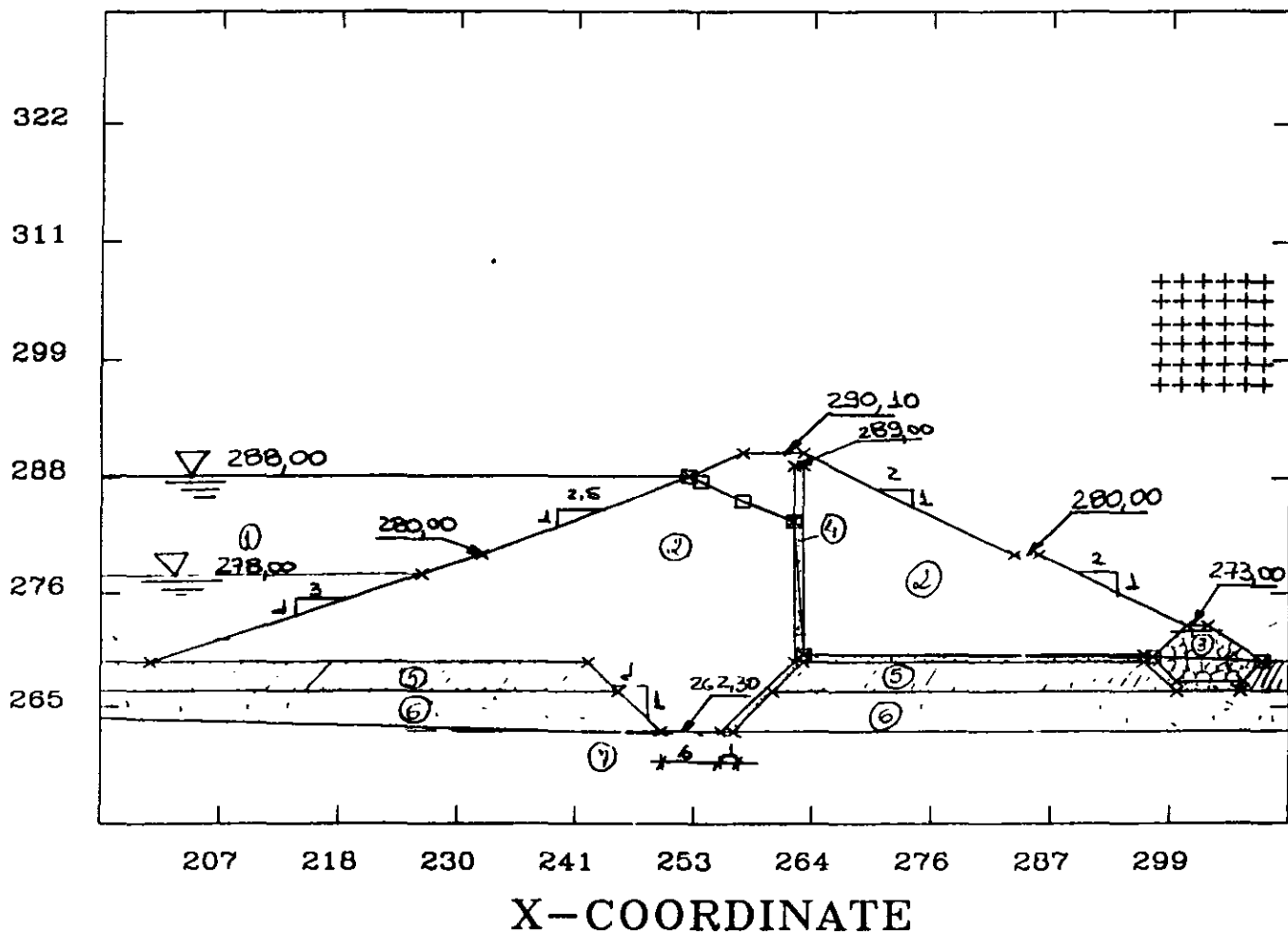
Os valores do fator de correção foi, para o método de Janbu foram extraídos do gráfico constante no item 5 - Memória de Cálculo.

CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

01/03/97



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

File name ROSA7 SET

4.4 - TRATAMENTO DO MACIÇO

Após análise dos ensaios de perda d'água específica executados ao longo do eixo da barragem, bem como nas ombreiras, análise esta apresentada no item 5 - Memória de Cálculo, concluiu-se que o tratamento do maciço rochoso através de injeções consolidantes é necessário, visto que há a previsão de uma vazão por infiltração a ordem de $Q_{inf} = 0,67 \text{ }^3/\text{m}^3/\text{s}$ valor alto, comparado à vazão regularizada que é de $Q_{req} = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$

A cortina de injeção será composta preliminarmente por 3 linhas de injeção, ou seja, injeções primárias, secundárias e terciárias

Após o término de cada linha, o trecho será ensaiado para análise da execução ou não, da próxima linha de injeção

As injeções impermeabilizantes serão executadas após conclusão das escavações do "Cut-Off".



5 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

5. - MEMÓRIA DE CÁLCULO

5.1 - ESTUDO ALTERNATIVO DE CUSTOS:

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

* ALTERNATIVA 1:

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

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

Maciço ≡	R\$ 2.292.314,64
Creager ≡	R\$ 191.800,00
M. Lateral ≡	R\$ 178.944,50
Desap. + Desm. ≡	R\$ <u>548.589,23</u>
	R\$ 3.209.648,37

* ALTERNATIVA 2:

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

(idem à allt.1)

Maciço ≡	R\$ 1 895 832,99
Creager ≡	R\$ 154.875,00
M Lateral ≡	R\$ 153.258,00
Desap + Desm ≡	R\$ <u>487.882,50</u>
	R\$ 2.692.465,49

* ALTERNATIVA3:

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

Volume maciço \cong 296.470,98 m³

Muro lateral \cong 218,94 m³ x 2 = 437,88

Maciço \cong	R\$ 1 123 625,01
Creager \cong	R\$ 427.295,40
M Lateral \cong	R\$ 76.629,00
Desap. + Desm. \cong	R\$ <u>487.882,50</u>
	R\$ 2.648.779,47

Valores Utilizados: SRH - SET/95

DETR - JUL/96

Forma: R\$ 15,43/m²

Aço CA-50: R\$ 1,81/kg (fornicinho, dodragem e colocação)

Concreto fck = 15 MPa R\$ 126,36/m³

Concreto fck = 13 MPa R\$ 119,86/m³

Concreto ciclópico; R\$ 119,86/m³

Desap. + desmat.: R\$ 700,00/ha

Maciço terra homog: R\$ 3,79/m³

5.2 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO

5.2.1 - Altura da Barragem

A capacidade da Barragem do Rosário foi definida em 47.218.527,00 m³, sendo assim, de acordo com o diagrama cota x área x volume e baseado nos estudos hidrológicos e topográficos, a soleira do sangradouro foi fixada na cota 288,00 m, como já citado anteriormente.

Operando hidráulicamente o sangradouro, chegou-se que, para um vertedouro tipo Labirinto com 100,00 m de largura, a cheia máxima para um período de retorno de 1.000 anos foi estimada em 893,0 m³/s, enquanto a lâmina máxima de sangria seria da ordem de 1,10 m. O resultado destes cálculos encontram-se no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos, Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

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

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

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

onde: H_s - altura da onda

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

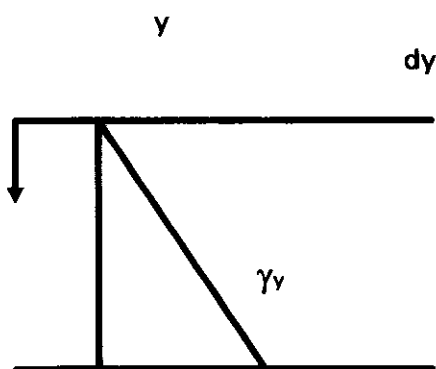
H_o - altura de segurança

a) Determinação de H_a :

$$\text{Adotamos } E_{\text{maciço}} = 8,0 \text{ MN/m}^2 \qquad \gamma_M = 1,7 \text{ tf/m}^3 \qquad H_1 = 20,8 \text{ m}$$

$$E_{\text{fundação}} = 6,0 \text{ MN/m}^2 \qquad \gamma_f = 1,7 \text{ tf/m}^3 \qquad H_2 = 7,0 \text{ m}$$

Deduzindo-se a equação:



$$dh = \varepsilon \cdot dy$$

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

$$\Delta\sigma = \gamma \cdot y$$

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

Integrando-se a equação acima obtém-se que:

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

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

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

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

$$\Delta h_T = H_d = 0,53m$$

b) Segundo Saville (1963)

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

onde:

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

Então:

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

Portanto $H_s = 0,46$,m

c) Determinação de H_o :

$$H_o = R - H_s/2$$

Onde

$$R/H_s = 0,65 \text{ [obtido por interpolação na tabela 15.3 constante um Cruz (1995)]}$$

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

$$H_o = 0,46 (0,65 - 0,50) \quad H_o = 0,70 \text{ m}$$

Então

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

Portanto o revanche será de:

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

Portanto a cota de coroamento da barragem será:

$$C.C. = C.S. + R$$

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

adotou-se C.C. = 290,10 m

d) Análise de segurança da folga adotada:

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

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

Valor este abaixo da folga adotada em cálculo.

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

a) DNOCS:

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

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

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

Velocidade das ondas por GAILLARD

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

então.

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

revanche = R

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

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

b) DNOCS "modificado"; H_s segundo Saville (1963)

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

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

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

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

velocidade das ondas por Gaillard:

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

Então

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

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

O QUADRO ABAIXO RESUME A ANÁLISE EFETUADA

Cruz (1995) Recalque Total	Cruz (1995) Recalque Residual	DNOCS	DNOCS "Modificado"	
1,06 m	0,61 m	1,55 m	0,64 m	1,00 m

5.2.2 - Taludes da Barragem

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

Os taludes adotados conforme já mencionados são:

– Talude de Jusante

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

– Talude de Montante

- do coroamento -cota 290,10 m até a cota 280,50 m desenvolve-se talude de 2,5 : 1,0, (H:V)

- da cota 280,50 m até o terreno natural talude de 3,0 . 1,0. (H:V)

5.2.3 - Largura do Coroamento

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

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

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

onde, b - largura do coroamento em m;

H_B - altura da barragem em m (seção máxima)

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

então;

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

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

5.2.4 - 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 $\delta_{\text{rocha}} = 2,50$, 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,

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

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

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

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

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

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

FETCH	ESPESSURA	D _{máx} (m)	PORCENTAGEM DOS BLOCOS em peso (%)		
			D ₂₅ (m)	D _{45 a 75} (m)	D ₄₅ (m)
1.5	0,45	0.50	0,15	0,05 - 0,15	0,05
3.0 a 4.0	0,60	0,75	0,30	0,15 - 0,30	0,15
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_n - Diâmetro do bloco correspondente a % na distribuição granulométrica da pedra utilizada.

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

A espessura adotada para a transição deverá obedecer à seguinte relação

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

Logo, a espessura da transição será

$$e_t \leq 0,375 \text{ m}$$

Adotaremos a $e_t = 0,40$ m

5.3 - ANÁLISE DE FLUXO E DIMENSIONAMENTO DO FILTRO DE AREIA

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

5.3.1 - Estimativa da Vazão Percolante

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

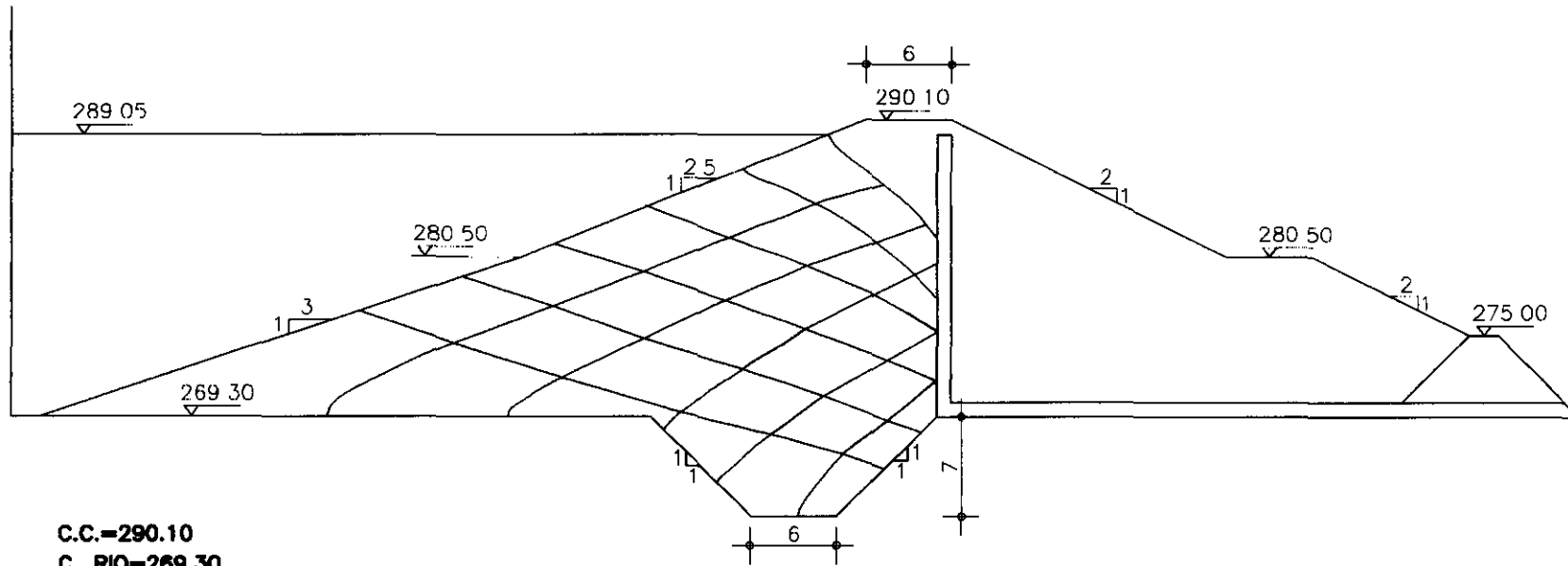
A rede de fluxo resultante é apresentada a seguir na Figura 5 1.

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

As correções a serem feitas são

a) Entrada: no N A

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



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

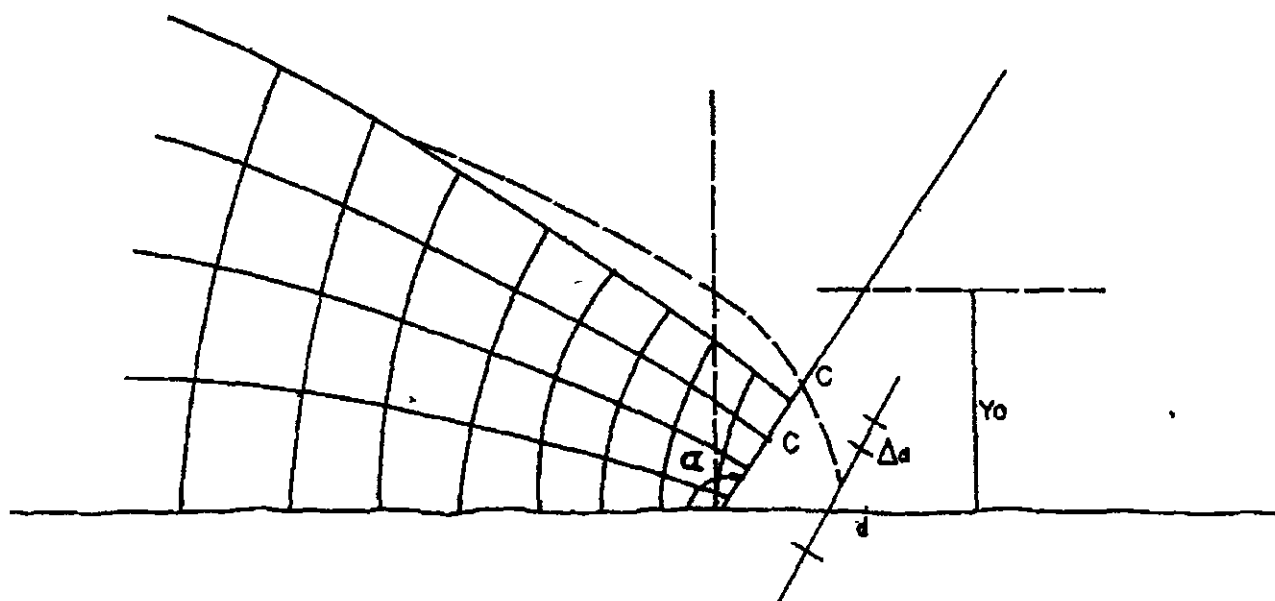
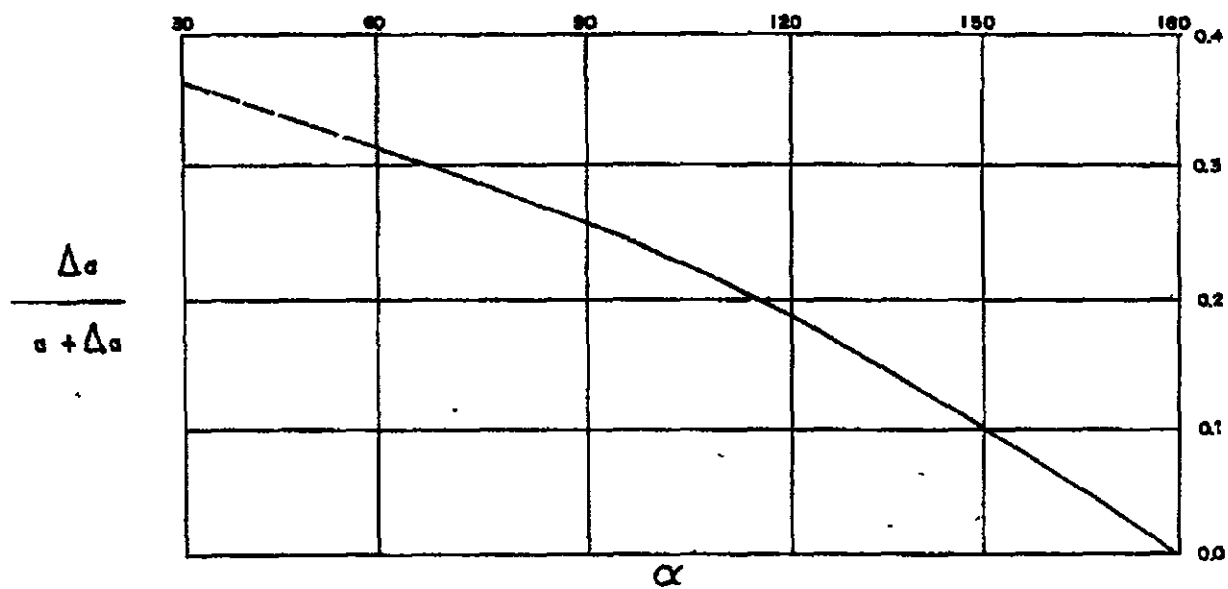


FIGURA 10.3 - CORREÇÃO DA SAÍDA LINHA FREÁTICA

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

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

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

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

$$Q = K_b \cdot \frac{H + D/2}{b_i} \cdot D \times \frac{n_f}{n_q}$$

b_i : Largura do Cut-Off

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

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

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

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

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

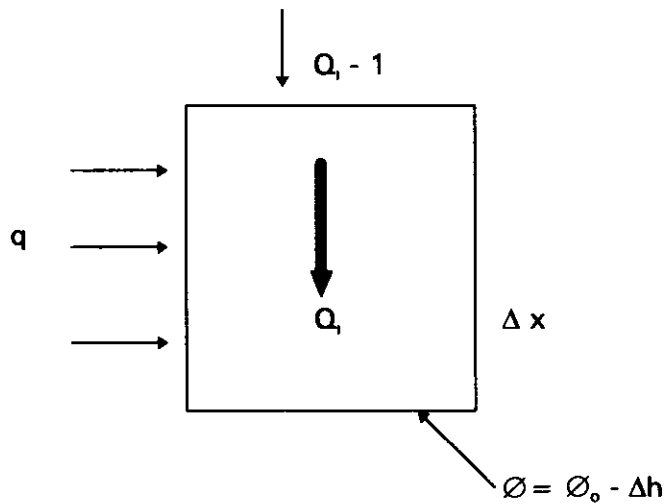
$$Q = 9,04 \times 10^{-9} \times \frac{20,8}{6} \times 7 \times 1,0$$

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

5.3.2 - DIMENSIONAMENTO DO FILTRO HORIZONTAL E VERTICAL:

- Filtro vertical

Considere-se o elemento de solo



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

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

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

$$Q_1 = B \times \frac{\Delta h}{\Delta x} \times kv$$

$$B_1 = \frac{Q_1 \cdot \Delta x_1}{\Delta h \cdot Kv}$$

da rede de fluxo, tem-se que

$$l_1 = \frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{2}{4} = 0,5 \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta h} = 2 \Rightarrow B_1 = \frac{Q_1 = 4,27 \times 10^{-8}}{2 \times 2,13 \times 10^{-6}} = 0,01 \text{ m}$$

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

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

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

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

5.3.3 - Análise dos Critérios de Transição:

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

- Contato Maciço x Filtro:

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

$$2^{\text{a}}) \frac{D_{50 \text{ Filtro}}}{D_{50 \text{ Maciço}}} \leq 25$$

- 3^a) Coeficiente de não uniformidade $CNU < 20$

$$\text{Filtro: (Valores Médios)} \begin{cases} D_{10} = 0,15 \text{ mm} \\ D_{15} = 0,157 \text{ mm} \\ D_{50} = 0,42 \text{ mm} \\ D_{60} = 0,70 \text{ mm} \\ D_{85} = 1,50 \text{ mm} \end{cases} \quad \text{Maciço: } \begin{cases} D_{50} = 0,025 \text{ mm} \\ D_{85} = 1,05 \text{ mm} \end{cases}$$

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

000057

Então

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

$$2^{\text{a}}) \frac{D_{50f}}{D_{50m}} \leq 25 = \frac{0,42}{0,025} = 16,8.: \text{Ok!}$$

$$3^{\text{a}}) \text{CNU} < 20 = \text{CNU} = \frac{0,7}{0,15} = 4,7. \text{Ok!}$$

Conclui-se portanto que o material de filtro é adequado

• Contato filtro x transição:

$$1^{\text{o}}) \frac{D_{15T}}{D_{85f}} \leq D_{15T} \leq 5 \times 1,5 \quad D_{15T} \leq 7,5 \text{ mm}$$

$$2^{\text{o}}) \frac{D_{50T}}{D_{50f}} \leq 25 \quad D_{50T} \leq 25 \times 0,42 \text{ mm} \quad D_{50T} \leq 10,5 \text{ mm}$$

• Contato transição x enrocamento:

$$1^{\text{o}}) \frac{D_{15}}{D_{15T}} \leq 15 = D_{15E} \leq 5 \times 0,785 \quad D_{15E} \leq 3,9 \text{ mm}$$

$$2^{\text{o}}) \frac{D_{50E}}{D_{50T}} \leq 2 \quad D_{50E} \leq 25 \times 10,5 \quad D_{50E} \leq 262,5 \text{ mm}$$

5.3.4 - VERIFICAÇÃO DO LABIRINTO

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

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

$$n = 10$$

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

$$\alpha_{\text{máx}} = \text{arc} [\text{sen} (5/23,49)] \text{ | "corrido"}$$

$$\alpha_{\text{máx}} = 12,29^\circ$$

mas,

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

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

$$Q_{1000} = 893 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{10.000} = 1.129 \text{ m}^3/\text{s}; l^*/w = 4,63$$

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

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

0,30	0,10	2,5	18,2	181,96	
1,30	0,33	1,9	84,2	841,59	
* 1,10	0,37	1,75	89,4	894,29	* $\cong Q 1000$
1,50	0,50	1,45	118,0	1.179,92	
1,45	0,48	1,42	109,8	1.098,22	
* 1,47	0,49	1,43	112,9	1.128,29	* $\cong Q10.00$
2,10	0,70	1,15	155 0	1.550,16	$\cong 1,37 \times Q10.000$

Verificação por Hay & Taylor (1970)

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

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

$$Q_L = 899,88 \text{ m}^3/\text{s} \text{ OK!}$$

5.4 - TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES

5.4.1 - Determinação da Vazão Infiltrante

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

SR-03:

• R-3-1:

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

$$Q_{3-1} = \frac{\Delta \text{ inf}}{\pi \times \varnothing} \cdot Q_{\text{esp}} \quad Q_{31} = \frac{288}{\pi \times 0,0595} \cdot 0,27 \quad Q_{3-1} = 416 \text{ l/min}$$

• R 3-2

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

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

• SR-04:

• R4-1

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

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

• SR-4-2. 12 m.c.a. $\Delta p_{4-2} = 1,2 \text{ kgf/m}^2$ $q_{esp} = 0,7 \text{ l/min/m}$

$$Q_{4-2} = 5,35 \times 0,7 \times 80 \times 2 = 599,20 \Rightarrow Q_{4-2} = 599,20 \text{ l/min}$$

• SR-02:

• R 21

$A_{p_{r-1}} = 7,6 \text{ m.c.a}$ $A_{p2-1} = 0,76 \text{ kgf/m}^2$ $q_{esp} = 3,97 \text{ l/min/m}$

$$Q_{2-1} = 5,35 \times 3,97 \times 215,4 \Rightarrow Q_{2-1} = 4.574,99 \text{ l/min}$$

• **R-2-2:**

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

$$Q_{22} = 5,35 \times 0,11 \times 220 \Rightarrow Q_{2-2} = 129,50 \text{ l/min}$$

SM-02.

• M₂₋₁

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

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

• M2-2

$\Delta p_{2-2} = 21 \text{ m.c a} \Rightarrow \Delta p_{2-2} = 2,1 \text{ kgf/m}^2$ $q_{esq} = 9,00 \text{ lmin/m}$

$$Q_{2-2} = 5,35 \times 9 \times 162,40 \quad Q_{2-2} = 7.819,6 \text{ l/min}$$

SR - 01

• M 1-1

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

$$Q_{1-1} = 5,35 \times 1,8 \times 300 = 2.889,0 \text{ l/min}$$

• M 1-2

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

$$Q_{1-2} = 5,35 \times 2,29 \times 200 \quad Q_{1-2} = 2.450,30 \text{ l/min}$$

SR-01:

•R 1-1

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

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

• R1-2

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

$$Q_{1-2} = 5,35 \times 09 \times 320 \Rightarrow Q_{1-2} = 1,540,8 \text{ l/min}$$

PORTANTO

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

$$\text{SR-04} \quad Q_{\text{SR4}} = 2.771,20 \text{ l/min}$$

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

$$\text{SM-02} \quad Q_{\text{SM2}} = 21.802,40 \text{ l/min}$$

$$\text{SR-01} \quad Q_{\text{SM1}} = 5.339,30 \text{ l/min}$$

$$\text{SR-01} \quad Q_{\text{SR1}} = 4.399,84 \text{ l/min}$$

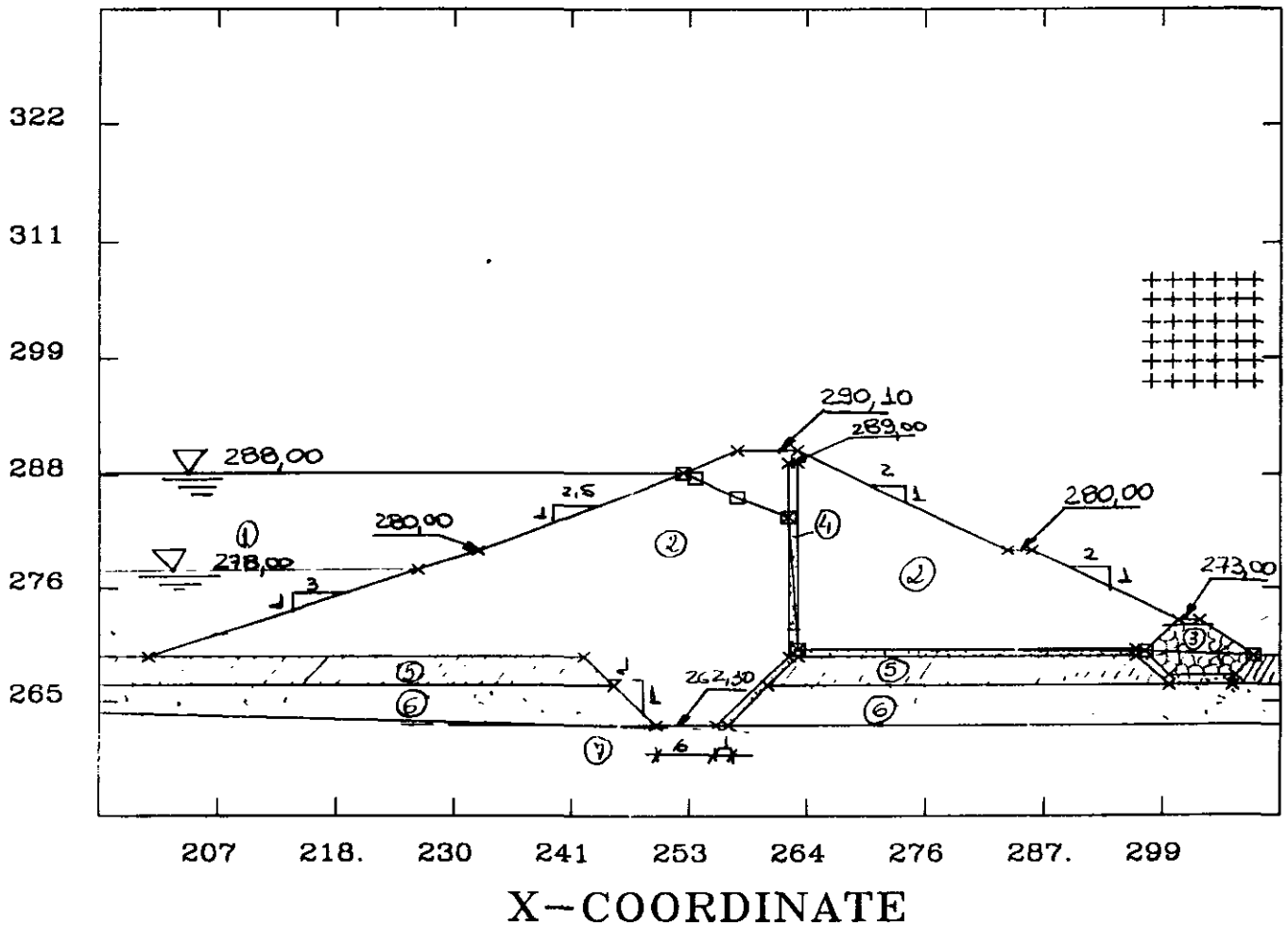
$Q_{\text{TOTAL}} = 40.178,93 \text{ l/min} (0,67 \text{ m}^3/\text{s})$ Há necessidade de tratamento das fundações visto que a perda d'água por percolação é muito alta e próxima à $Q_{\text{reg}} = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$

CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

01/03/97



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

File name ROSA7 SET

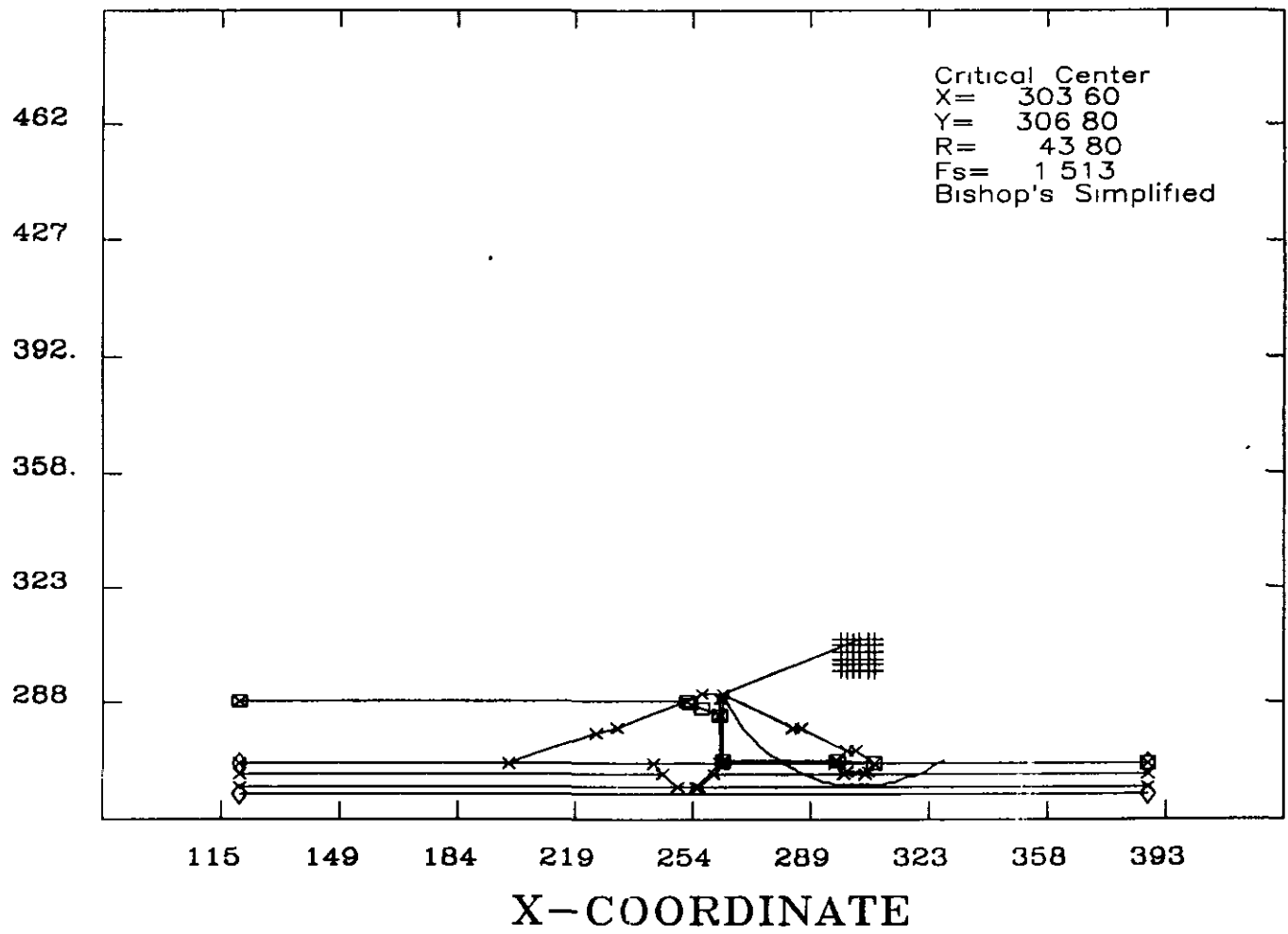
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

01/03/97

Reservatorio Cheio



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

File name rosa7 SET

QUESTION

ROSAT7 SET = DATA FILE NAME

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1 = TRIAL NUMBER

01/03/97 = DATE

Reservatorio Cheio

30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE

01000, = TOLERANCE

00000, = SEISMIC COEFFICIENT

10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

1, 120 000, 269 300

2, 200 000, 269 300

3, 226 100, 278 000

4, 232 100, 280 000

5, 252 100, 288 000

6, 257 350, 290 100

7, 263 350, 290 100

8, 283 550, 280 000

9, 286 050, 280 000

10, 300 050, 273 000

11, 302 050, 273 000

12, 307 600, 269 300

13, 260 370, 266 300

14, 387 600, 269 300

15, 242 340, 269 300

16, 245 340, 266 300

17, 249 340, 262 300

18, 255 340, 262 300

19, 256 370, 262 300

20, 262 340, 269 300

21, 263 370, 269 300

22, 263 360, 270 000

23, 295 850, 270 000

24, 296 850, 269 800

25, 299 350, 267 300

26, 305 600, 267 300

27, 296 050, 269 300

28, 299 150, 266 300

29, 305 400, 266 300

30, 262 350, 289 000

31, 263 350, 289 000

32, 120 000, 266 300

33, 387 600, 266 300

34, 120 000, 262 300

35, 387 600, 262 300

36, 120 000, 260 300

37, 387 600, 260 300

38, 120 000, 269 300

39, 387 600, 269 300

40, 120 000, 278 000

41, 120 000, 288 000

42, 253 300, 287 500

43, 257 350, 285 500

44, 262 345, 283 500

45, 200 000, 299 800

46, 210 000, 299 800

47, 200 000, 309 800

48, 297 600, 296 800

49, 307 600, 296 800

50, 297 600, 306 800

LINE , 7

1, 41, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0, 0

4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0, 0

5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0, 0

6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 7

1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

Agua do Reservatorio

2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000

Solo Argiloso (Macico)

3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000

Enrocamento (Rock-Fill)

4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000

Areia do Filtro Vert. e Tapete

5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000

Site Arenoso (Fundacao)

6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000

Areia Silteosa (Fundacao)

7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

Gnaiss (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

48, 49, 50

5, 5

RADIUS

38, 39

36, 37

10

SIDE

1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PIEZ , 7

1, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

2, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

3, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

4, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

5, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

6, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

7, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

END

000083



File name rosa7 FAC

PROJECT NAME Barragem Rosano (Lavras da Mangabeira-CE)
TRIAL NUMBER 1 DATE 01/03/97
COMMENTS Reservatono Cheio

396=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)

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION RADIUS	NO	LAMBDA	(MOMENT)	(FORCE)
1	297 600	296 800	27 500	1	0000	1 849	2 085
1	297 600	296 800	27 500	4	0000	2 080	1 848
2	297 600	296 800	28 400	1	0000	1 716	1 945
2	297 600	296 800	28 400	4	0000	1 956	1 729
3	297 600	296 800	29 300	1	0000	1 605	1 830
3	297 600	296 800	29 300	4	0000	1 854	1 630
4	297 600	296 800	30 200	1	0000	1 479	1 692
4	297 600	296 800	30 200	4	0000	1 721	1 509
5	297 600	296 800	31 100	1	0000	1 411	1 625
5	297 600	296 800	31 100	4	0000	1 659	1 444
6	297 600	296 800	32 000	1	0000	1 366	1 585
6	297 600	296 800	32 000	4	0000	1 626	1 407
7	297 600	296 800	32 900	1	0000	1 331	1 556
7	297 600	296 800	32 900	5	0000	1 608	1 382
8	297 600	296 800	33 800	1	0000	1 300	1 533
8	297 600	296 800	33 800	5	0000	1 596	1 362
9	297 600	296 800	34 700	1	0000	1 278	1 520
9	297 600	296 800	34 700	5	0000	1 592	1 351
10	297 600	296 800	35 600	1	0000	1 278	1 564
10	297 600	296 800	35 600	5	0000	1 616	1 364
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 296	1 651
11	297 600	296 800	36 500	5	0000	1 668	1 396
12	299 600	296 800	27 500	1	0000	1 852	2 054
12	299 600	296 800	27 500	4	0000	2 049	1 850
13	299 600	296 800	28 400	1	0000	1 714	1 912
13	299 600	296 800	28 400	4	0000	1 921	1 724
14	299 600	296 800	29 300	1	0000	1 592	1 787
14	299 600	296 800	29 300	4	0000	1 806	1 612
15	299 600	296 800	30 200	1	0000	1 446	1 627
15	299 600	296 800	30 200	4	0000	1 652	1 471
16	299 600	296 800	31 100	1	0000	1 384	1 570
16	299 600	296 800	31 100	4	0000	1 604	1 418
17	299 600	296 800	32 000	1	0000	1 343	1 537
17	299 600	296 800	32 000	4	0000	1 582	1 386
18	299 600	296 800	32 900	1	0000	1 312	1 514
18	299 600	296 800	32 900	4	0000	1 570	1 366
19	299 600	296 800	33 800	1	0000	1 286	1 497
19	299 600	296 800	33 800	5	0000	1 566	1 352
20	299 600	296 800	34 700	1	0000	1 263	1 487
20	299 600	296 800	34 700	5	0000	1 566	1 342
21	299 600	296 800	35 600	1	0000	1 268	1 540
21	299 600	296 800	35 600	5	0000	1 604	1 363
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	1 284	1 624
22	299 600	296 800	36 500	5	0000	1 657	1 396

23	301 600	296 800	27 500	1	0000	1 855	2 026
23	301 600	296 800	27 500	4	0000	2 019	1 851
24	301 600	296 800	28 400	1	0000	1 711	1 880
24	301 600	296 800	28 400	4	0000	1 884	1 717
25	301 600	296 800	29 300	1	0000	1 583	1 751
25	301 600	296 800	29 300	4	0000	1 765	1 599
26	301 600	296 800	30 200	1	0000	1 428	1 582
26	301 600	296 800	30 200	4	0000	1 609	1 453
27	301 600	296 800	31 100	1	0000	1 366	1 526
27	301 600	296 800	31 100	4	0000	1 563	1 402
28	301 600	296 800	32 000	1	0000	1 327	1 498
28	301 600	296 800	32 000	4	0000	1 547	1 375
29	301 600	296 800	32 900	1	0000	1 298	1 480
29	301 600	296 800	32 900	4	0000	1 542	1 357
30	301 600	296 800	33 800	1	0000	1 276	1 467
30	301 600	296 800	33 800	4	0000	1 544	1 348
31	301 600	296 800	34 700	1	0000	1 258	1 464
31	301 600	296 800	34 700	5	0000	1 553	1 345
32	301 600	296 800	35 600	1	0000	1 268	1 524
32	301 600	296 800	35 600	5	0000	1 601	1 372
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	1 280	1 604
33	301 600	296 800	36 500	5	0000	1 652	1 401
34	303 600	296 800	27 500	1	0000	1 829	1 970
34	303 600	296 800	27 500	4	0000	1 963	1 824
35	303 600	296 800	28 400	1	0000	1 709	1 851
35	303 600	296 800	28 400	4	0000	1 851	1 710
36	303 600	296 800	29 300	1	0000	1 581	1 724
36	303 600	296 800	29 300	4	0000	1 736	1 593
37	303 600	296 800	30 200	1	0000	1 415	1 546
37	303 600	296 800	30 200	4	0000	1 575	1 443
38	303 600	296 800	31 100	1	0000	1 353	1 491
38	303 600	296 800	31 100	4	0000	1 534	1 393
39	303 600	296 800	32 000	1	0000	1 318	1 469
39	303 600	296 800	32 000	4	0000	1 525	1 371
40	303 600	296 800	32 900	1	0000	1 293	1 455
40	303 600	296 800	32 900	4	0000	1 526	1 359
41	303 600	296 800	33 800	1	0000	1 272	1 448
41	303 600	296 800	33 800	4	0000	1 534	1 353
42	303 600	296 800	34 700	1	0000	1 259	1 451
42	303 600	296 800	34 700	4	0000	1 551	1 354
43	303 600	296 800	35 600	1	0000	1 271	1 513
43	303 600	296 800	35 600	5	0000	1 604	1 387
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	1 282	1 589
44	303 600	296 800	36 500	5	0000	1 652	1 414
45	305 600	296 800	27 500	1	0000	1 744	1 864
45	305 600	296 800	27 500	4	0000	1 856	1 738
46	305 600	296 800	28 400	1	0000	1 705	1 830
46	305 600	296 800	28 400	4	0000	1 825	1 702
47	305 600	296 800	29 300	1	0000	1 586	1 711
47	305 600	296 800	29 300	4	0000	1 720	1 595
48	305 600	296 800	30 200	1	0000	1 407	1 518
48	305 600	296 800	30 200	4	0000	1 550	1 437
49	305 600	296 800	31 100	1	0000	1 348	1 467
49	305 600	296 800	31 100	4	0000	1 516	1 393
50	305 600	296 800	32 000	1	0000	1 318	1 450
50	305 600	296 800	32 000	4	0000	1 515	1 378

000066



349	299 600	306 800	43 800	1	0000	1 326	1 490
349	299 600	306 800	43 800	4	0000	1 545	1 378
350	299 600	306 800	44 700	1	0000	1 305	1 478
350	299 600	306 800	44 700	4	0000	1 543	1 368
351	299 600	306 800	45 600	1	0000	1 310	1 517
351	299 600	306 800	45 600	4	0000	1 572	1 383
352	299 600	306 800	46 500	1	0000	1 317	1 572
352	299 600	306 800	46 500	4	0000	1 610	1 407
353	301 600	306 800	37 500	1	0000	1 785	1 935
353	301 600	306 800	37 500	4	0000	1 928	1 781
354	301 600	306 800	38 400	1	0000	1 662	1 808
354	301 600	306 800	38 400	4	0000	1 810	1 665
355	301 600	306 800	39 300	1	0000	1 557	1 700
355	301 600	306 800	39 300	4	0000	1 710	1 567
356	301 600	306 800	40 200	1	0000	1 435	1 569
356	301 600	306 800	40 200	4	0000	1 588	1 453
357	301 600	306 800	41 100	1	0000	1 382	1 520
357	301 600	306 800	41 100	4	0000	1 548	1 408
358	301 600	306 800	42 000	1	0000	1 348	1 493
358	301 600	306 800	42 000	4	0000	1 530	1 382
359	301 600	306 800	42 900	1	0000	1 323	1 475
359	301 600	306 800	42 900	4	0000	1 521	1 367
360	301 600	306 800	43 800	1	0000	1 305	1 464
360	301 600	306 800	43 800	4	0000	1 521	1 360
361	301 600	306 800	44 700	1	0000	1 293	1 460
361	301 600	306 800	44 700	4	0000	1 528	1 358
362	301 600	306 800	45 600	1	0000	1 309	1 505
362	301 600	306 800	45 600	4	0000	1 570	1 390
363	301 600	306 800	46 500	1	0000	1 315	1 559
363	301 600	306 800	46 500	4	0000	1 609	1 412
364	303 600	306 800	37 500	1	0000	1 810	1 939
364	303 600	306 800	37 500	4	0000	1 931	1 803
365	303 600	306 800	38 400	1	0000	1 681	1 808
365	303 600	306 800	38 400	4	0000	1 808	1 681
366	303 600	306 800	39 300	1	0000	1 569	1 696
366	303 600	306 800	39 300	4	0000	1 704	1 578
367	303 600	306 800	40 200	1	0000	1 437	1 556
367	303 600	306 800	40 200	4	0000	1 576	1 456
368	303 600	306 800	41 100	1	0000	1 380	1 504
368	303 600	306 800	41 100	4	0000	1 534	1 409
369	303 600	306 800	42 000	1	0000	1 347	1 479
369	303 600	306 800	42 000	4	0000	1 519	1 385
370	303 600	306 800	42 900	1	0000	1 321	1 462
370	303 600	306 800	42 900	4	0000	1 514	1 370
371	303 600	306 800	43 800	1	0000	1 300	1 450
371	303 600	306 800	43 800	4	0000	1 513	1 359
372	303 600	306 800	44 700	1	0000	1 289	1 449
372	303 600	306 800	44 700	4	0000	1 523	1 359
373	303 600	306 800	45 600	1	0000	1 297	1 489
373	303 600	306 800	45 600	4	0000	1 562	1 383
374	303 600	306 800	46 500	1	0000	1 309	1 544
374	303 600	306 800	46 500	5	0000	1 602	1 410
375	305 600	306 800	37 500	1	0000	1 799	1 903
375	305 600	306 800	37 500	4	0000	1 897	1 795
376	305 600	306 800	38 400	1	0000	1 704	1 814
376	305 600	306 800	38 400	4	0000	1 811	1 702

377	305 600	306 800	39 300	1	0000	1 592	1 703
377	305 600	306 800	39 300	4	0000	1 711	1 599
378	305 600	306 800	40 200	1	0000	1 447	1 550
378	305 600	306 800	40 200	4	0000	1 573	1 467
379	305 600	306 800	41 100	1	0000	1 387	1 496
379	305 600	306 800	41 100	4	0000	1 530	1 418
380	305 600	306 800	42 000	1	0000	1 354	1 473
380	305 600	306 800	42 000	4	0000	1 519	1 396
381	305 600	306 800	42 900	1	0000	1 328	1 458
381	305 600	306 800	42 900	4	0000	1 516	1 382
382	305 600	306 800	43 800	1	0000	1 309	1 448
382	305 600	306 800	43 800	4	0000	1 519	1 374
383	305 600	306 800	44 700	1	0000	1 296	1 449
383	305 600	306 800	44 700	4	0000	1 533	1 374
384	305 600	306 800	45 600	1	0000	1 300	1 486
384	305 600	306 800	45 600	4	0000	1 566	1 392
385	305 600	306 800	46 500	1	0000	1 306	1 534
385	305 600	306 800	46 500	5	0000	1 600	1 414
386	307 600	306 800	37 500	1	0000	1 775	1 856
386	307 600	306 800	37 500	4	0000	1 852	1 771
387	307 600	306 800	38 400	1	0000	1 734	1 827
387	307 600	306 800	38 400	4	0000	1 824	1 731
388	307 600	306 800	39 300	1	0000	1 628	1 726
388	307 600	306 800	39 300	4	0000	1 733	1 634
389	307 600	306 800	40 200	1	0000	1 475	1 567
389	307 600	306 800	40 200	4	0000	1 591	1 497
390	307 600	306 800	41 100	1	0000	1 405	1 503
390	307 600	306 800	41 100	4	0000	1 542	1 440
391	307 600	306 800	42 000	1	0000	1 369	1 478
391	307 600	306 800	42 000	4	0000	1 530	1 417
392	307 600	306 800	42 900	1	0000	1 344	1 464
392	307 600	306 800	42 900	4	0000	1 530	1 404
393	307 600	306 800	43 800	1	0000	1 324	1 456
393	307 600	306 800	43 800	4	0000	1 535	1 397
394	307 600	306 800	44 700	1	0000	1 311	1 456
394	307 600	306 800	44 700	4	0000	1 549	1 398
395	307 600	306 800	45 600	1	0000	1 315	1 493
395	307 600	306 800	45 600	4	0000	1 584	1 416
396	307 600	306 800	46 500	1	0000	1 315	1 535
396	307 600	306 800	46 500	4	0000	1 612	1 429

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 303 600=X-COOR 306 800=Y-COOR 43 800=RADIUS 1 513=F S
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO ϕ FACTOR
 299 600=X-COOR 300 800=Y-COOR 38 700=RADIUS 1 341=F S

$\phi = 1,03 \Rightarrow FS = 1,41$

000067

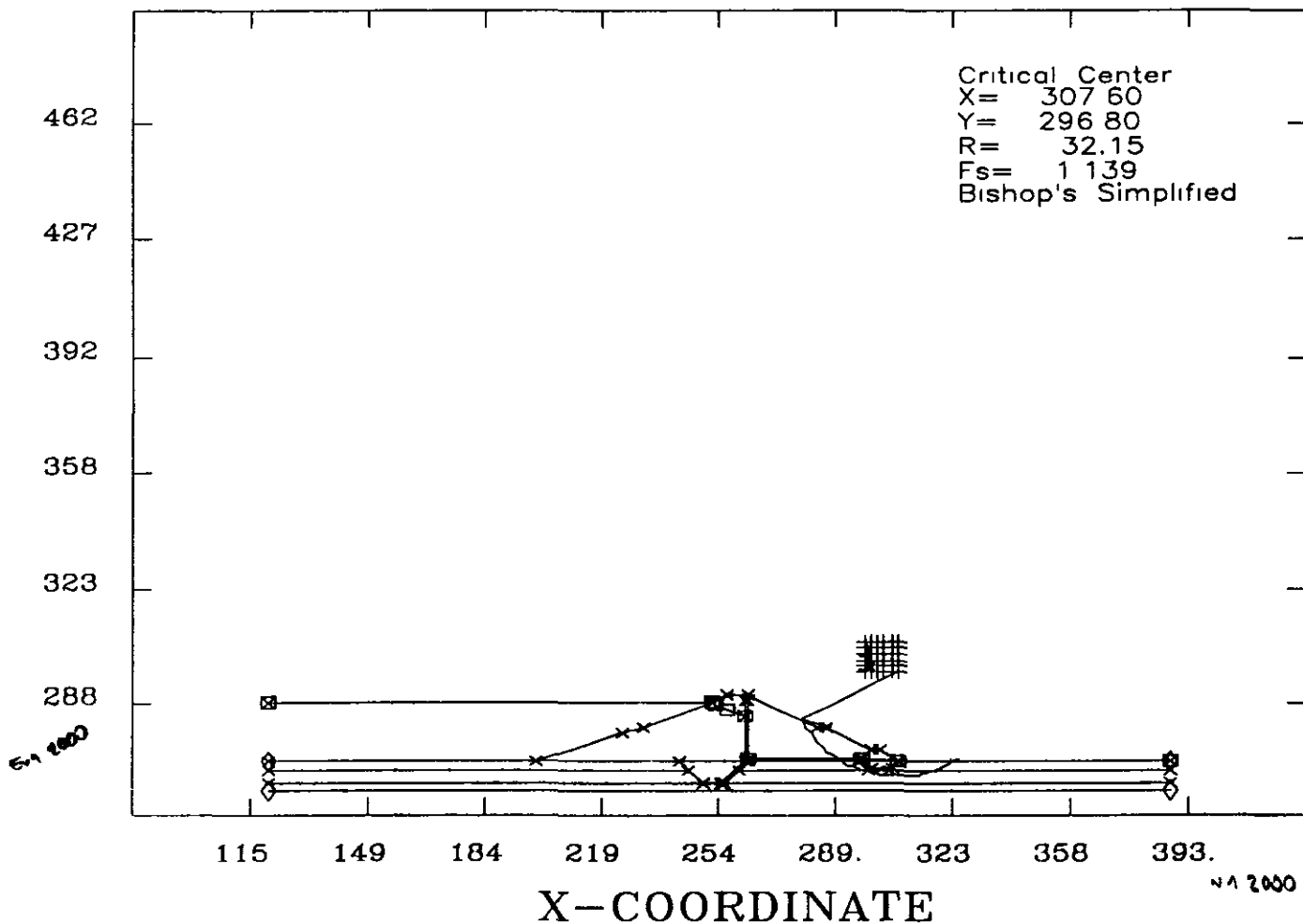
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

01/03/97

Abalo Sismico



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

File name rosa8 SET

000068

QUESTION

ROSAB SET = DATA FILE NAME

Barragem Rosano (Lavras da Mangabeira-CE)

1 = TRIAL NUMBER

01/03/97 = DATE

Abalo Sismico

30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE

01000, = TOLERANCE

10000, = SEISMIC COEFFICIENT

10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

1, 120 000, 269 300

2, 200 000, 269 300

3, 226 100, 278 000

4, 232 100, 280 000

5, 252 100, 288 000

6, 257 350, 290 100

7, 263 350, 290 100

8, 283 550, 280 000

9, 286 050, 280 000

10, 300 050, 273 000

11, 302 050, 273 000

12, 307 600, 269 300

13, 260 370, 266 300

14, 387 600, 269 300

15, 242 340, 269 300

16, 245 340, 266 300

17, 249 340, 262 300

18, 255 340, 262 300

19, 256 370, 262 300

20, 262.340, 269 300

21, 263 370, 269 300

22, 263 360, 270 000

23, 295 850, 270 000

24, 296 850, 269 800

25, 299 350, 267 300

26, 305 600, 267 300

27, 296 050, 269 300

28, 299 150, 266 300

29, 305 400, 266 300

30, 262 350, 289 000

31, 263 350, 289 000

32, 120 000, 266 300

33, 387 600, 266 300

34, 120 000, 262 300

35, 387 600, 262 300

36, 120 000, 260 300

37, 387 600, 260 300

38, 120 000, 269 000

39, 387 600, 269 000

40, 120 000, 278 000

41, 120 000, 288 000

42, 253 300, 287 500

43, 257 350, 285 500

44, 262 345, 283 500

45, 200 000, 299 800

46, 210 000 299 800

47, 200 000 309 800

48, 297 600 296 800

49, 307 600 296 800

50, 297 600 306 800

LINE , 7

1, 41, 5, 6, 7 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

2, 1, 2, 3, 4 5, 6 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

3, 1, 2, 15, 16 17 18 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0

4, 1, 2, 15, 16 17, 18, 20, 44, 30 31, 22 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0

5, 1, 2, 15, 16 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0

6, 32, 16, 17, 18, 19 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SOIL , 7

1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

Agua do Reservatorio

2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000

Solo Argiloso (Macico)

3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000

Enrocamento (Rock-Fill)

4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000

Area do Filtro Vert. e Tapete

5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000

Silte Arenoso (Fundacao)

6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000

Area Siltosa (Fundacao)

7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

Gnaisse (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

48, 49, 50

5, 5

RADIUS

38, 39

36, 37

10

SIDE

1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PIEZ , 7

1, 41, 5, 42, 43 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

2, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

3, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

4, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

5, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

6, 41, 5, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

7, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

END

File name rosa8 FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)
TRIAL NUMBER 1 DATE 01/03/97
COMMENTS Abalo Sismico

396=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	297 600	296 800	27 800	1	0000	1 406	1 510
1	297 600	296 800	27 800	4	0000	1 602	1 409
2	297 600	296 800	28 670	1	0000	1 314	1 411
2	297 600	296 800	28 670	4	0000	1 516	1 325
3	297 600	296 800	29 540	1	0000	1 235	1 328
3	297 600	296 800	29 540	4	0000	1 442	1 253
4	297 600	296 800	30 410	1	0000	1 136	1 220
4	297 600	296 800	30 410	4	0000	1 333	1 152
5	297 600	296 800	31 280	1	0000	1 092	1 177
5	297 600	296 800	31 280	4	0000	1 295	1 110
6	297 600	296 800	32 150	1	0000	1 059	1 144
6	297 600	296 800	32 150	4	0000	1 272	1 082
7	297 600	296 800	33 020	1	0000	1 032	1 118
7	297 600	296 800	33 020	4	0000	1 257	1 062
8	297 600	296 800	33 890	1	0000	1 008	1 096
8	297 600	296 800	33 890	4	0000	1 247	1 046
9	297 600	296 800	34 760	1	0000	989	1 081
9	297 600	296 800	34 760	4	0000	1 243	1 035
10	297 600	296 800	35 630	1	0000	990	1 100
10	297 600	296 800	35 630	4	0000	1 260	1 045
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 001	1 142
11	297 600	296 800	36 500	4	0000	1 296	1 066
12	299 600	296 800	27 800	1	0000	1 413	1 503
12	299 600	296 800	27 800	4	0000	1 581	1 412
13	299 600	296 800	28 670	1	0000	1 308	1 393
13	299 600	296 800	28 670	4	0000	1 482	1 315
14	299 600	296 800	29 540	1	0000	1 205	1 283
14	299 600	296 800	29 540	4	0000	1 380	1 218
15	299 600	296 800	30 410	1	0000	1 111	1 183
15	299 600	296 800	30 410	4	0000	1 281	1 124
16	299 600	296 800	31 280	1	0000	1 068	1 140
16	299 600	296 800	31 280	4	0000	1 247	1 086
17	299 600	296 800	32 150	1	0000	1 037	1 111
17	299 600	296 800	32 150	4	0000	1 230	1 063
18	299 600	296 800	33 020	1	0000	1 012	1 087
18	299 600	296 800	33 020	4	0000	1 220	1 045
19	299 600	296 800	33 890	1	0000	991	1 069
19	299 600	296 800	33 890	4	0000	1 215	1 033
20	299 600	296 800	34 760	1	0000	973	1 056
20	299 600	296 800	34 760	4	0000	1 215	1 025
21	299 600	296 800	35 630	1	0000	976	1 080
21	299 600	296 800	35 630	4	0000	1 242	1 039
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	985	1 120
22	299 600	296 800	36 500	4	0000	1 278	1 061
23	301 600	296 800	27 800	1	0000	1 413	1 491
23	301 600	296 800	27 800	4	0000	1 555	1 410

24	301 600	296 800	28 670	1	0000	1 303	1 375
24	301 600	296 800	28 670	4	0000	1 449	1 305
25	301 600	296 800	29 540	1	0000	1 180	1 244
25	301 600	296 800	29 540	4	0000	1 325	1 188
26	301 600	296 800	30 410	1	0000	1 094	1 153
26	301 600	296 800	30 410	4	0000	1 242	1 107
27	301 600	296 800	31 280	1	0000	1 049	1 109
27	301 600	296 800	31 280	4	0000	1 209	1 069
28	301 600	296 800	32 150	1	0000	1 020	1 082
28	301 600	296 800	32 150	4	0000	1 196	1 048
29	301 600	296 800	33 020	1	0000	996	1 062
29	301 600	296 800	33 020	4	0000	1 190	1 034
30	301 600	296 800	33 890	1	0000	977	1 045
30	301 600	296 800	33 890	4	0000	1 190	1 024
31	301 600	296 800	34 760	1	0000	962	1 036
31	301 600	296 800	34 760	4	0000	1 195	1 020
32	301 600	296 800	35 630	1	0000	967	1 063
32	301 600	296 800	35 630	4	0000	1 228	1 039
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	974	1 100
33	301 600	296 800	36 500	4	0000	1 263	1 059
34	303 600	296 800	27 800	1	0000	1 417	1 485
34	303 600	296 800	27 800	4	0000	1 535	1 411
35	303 600	296 800	28 670	1	0000	1 302	1 364
35	303 600	296 800	28 670	4	0000	1 423	1 300
36	303 600	296 800	29 540	1	0000	1 176	1 230
36	303 600	296 800	29 540	3	0000	1 300	1 180
37	303 600	296 800	30 410	1	0000	1 080	1 128
37	303 600	296 800	30 410	3	0000	1 210	1 094
38	303 600	296 800	31 280	1	0000	1 035	1 084
38	303 600	296 800	31 280	3	0000	1 179	1 057
39	303 600	296 800	32 150	1	0000	1 006	1 058
39	303 600	296 800	32 150	4	0000	1 169	1 038
40	303 600	296 800	33 020	1	0000	984	1 040
40	303 600	296 800	33 020	4	0000	1 168	1 027
41	303 600	296 800	33 890	1	0000	966	1 026
41	303 600	296 800	33 890	4	0000	1 171	1 021
42	303 600	296 800	34 760	1	0000	955	1 021
42	303 600	296 800	34 760	4	0000	1 183	1 021
43	303 600	296 800	35 630	1	0000	961	1 048
43	303 600	296 800	35 630	4	0000	1 218	1 042
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	967	1 082
44	303 600	296 800	36 500	4	0000	1 251	1 060
45	305 600	296 800	27 800	1	0000	1 363	1 422
45	305 600	296 800	27 800	4	0000	1 460	1 357
46	305 600	296 800	28 670	1	0000	1 297	1 351
46	305 600	296 800	28 670	4	0000	1 399	1 292
47	305 600	296 800	29 540	1	0000	1 192	1 240
47	305 600	296 800	29 540	4	0000	1 299	1 194
48	305 600	296 800	30 410	1	0000	1 069	1 108
48	305 600	296 800	30 410	3	0000	1 185	1 085
49	305 600	296 800	31 280	1	0000	1 022	1 062
49	305 600	296 800	31 280	3	0000	1 155	1 048
50	305 600	296 800	32 150	1	0000	997	1 041
50	305 600	296 800	32 150	3	0000	1 151	1 035
51	305 600	296 800	33 020	1	0000	976	1 024
51	305 600	296 800	33 020	4	0000	1 153	1 026

000070

349	299 600	306 800	43 890	1	0000	1 021	1 080
349	299 600	306 800	43 890	4	0000	1 195	1 051
350	299 600	306 800	44 760	1	0000	1 002	1 065
350	299 600	306 800	44 760	4	0000	1 190	1 040
351	299 600	306 800	45 630	1	0000	1 001	1 080
351	299 600	306 800	45 630	4	0000	1 209	1 048
352	299 600	306 800	46 500	1	0000	1 002	1 103
352	299 600	306 800	46 500	4	0000	1 233	1 062
353	301 600	306 800	37 800	1	0000	1 366	1 437
353	301 600	306 800	37 800	4	0000	1 488	1 364
354	301 600	306 800	38 670	1	0000	1 272	1 338
354	301 600	306 800	38 670	3	0000	1 397	1 274
355	301 600	306 800	39 540	1	0000	1 170	1 229
355	301 600	306 800	39 540	3	0000	1 294	1 176
356	301 600	306 800	40 410	1	0000	1 103	1 158
356	301 600	306 800	40 410	3	0000	1 229	1 112
357	301 600	306 800	41 280	1	0000	1 064	1 119
357	301 600	306 800	41 280	3	0000	1 198	1 078
358	301 600	306 800	42 150	1	0000	1 038	1 094
358	301 600	306 800	42 150	3	0000	1 183	1 058
359	301 600	306 800	43 020	1	0000	1 017	1 074
359	301 600	306 800	43 020	4	0000	1 174	1 044
360	301 600	306 800	43 890	1	0000	1 001	1 059
360	301 600	306 800	43 890	4	0000	1 171	1 035
361	301 600	306 800	44 760	1	0000	990	1 050
361	301 600	306 800	44 760	4	0000	1 174	1 032
362	301 600	306 800	45 630	1	0000	998	1 070
362	301 600	306 800	45 630	4	0000	1 202	1 052
363	301 600	306 800	46 500	1	0000	999	1 093
363	301 600	306 800	46 500	4	0000	1 227	1 065
364	303 600	306 800	37 800	1	0000	1 377	1 439
364	303 600	306 800	37 800	4	0000	1 481	1 373
365	303 600	306 800	38 670	1	0000	1 282	1 339
365	303 600	306 800	38 670	4	0000	1 389	1 281
366	303 600	306 800	39 540	1	0000	1 176	1 227
366	303 600	306 800	39 540	4	0000	1 283	1 179
367	303 600	306 800	40 410	1	0000	1 099	1 146
367	303 600	306 800	40 410	3	0000	1 212	1 108
368	303 600	306 800	41 280	1	0000	1 057	1 105
368	303 600	306 800	41 280	3	0000	1 181	1 073
369	303 600	306 800	42 150	1	0000	1 030	1 080
369	303 600	306 800	42 150	3	0000	1 167	1 053
370	303 600	306 800	43 020	1	0000	1 009	1 061
370	303 600	306 800	43 020	3	0000	1 159	1 040
371	303 600	306 800	43 890	1	0000	991	1 045
371	303 600	306 800	43 890	4	0000	1 156	1 029
372	303 600	306 800	44 760	1	0000	981	1 038
372	303 600	306 800	44 760	4	0000	1 162	1 028
373	303 600	306 800	45 630	1	0000	984	1 055
373	303 600	306 800	45 630	4	0000	1 187	1 043
374	303 600	306 800	46 500	1	0000	990	1 080
374	303 600	306 800	46 500	4	0000	1 214	1 060
375	305 600	306 800	37 800	1	0000	1 389	1 441
375	305 600	306 800	37 800	4	0000	1 476	1 384
376	305 600	306 800	38 670	1	0000	1 299	1 349
376	305 600	306 800	38 670	4	0000	1 390	1 296

377	305 600	306 800	39 540	1	0000	1 199	1 245
377	305 600	306 800	39 540	4	0000	1 294	1 201
378	305 600	306 800	40 410	1	0000	1 100	1 139
378	305 600	306 800	40 410	4	0000	1 200	1 110
379	305 600	306 800	41 280	1	0000	1 055	1 095
379	305 600	306 800	41 280	3	0000	1 169	1 073
380	305 600	306 800	42 150	1	0000	1 028	1 070
380	305 600	306 800	42 150	3	0000	1 156	1 053
381	305 600	306 800	43 020	1	0000	1 006	1 051
381	305 600	306 800	43 020	3	0000	1 150	1 041
382	305 600	306 800	43 890	1	0000	989	1 037
382	305 600	306 800	43 890	3	0000	1 148	1 033
383	305 600	306 800	44 760	1	0000	978	1 030
383	305 600	306 800	44 760	4	0000	1 158	1 031
384	305 600	306 800	45 630	1	0000	978	1 045
384	305 600	306 800	45 630	4	0000	1 180	1 043
385	305 600	306 800	46 500	1	0000	981	1 066
385	305 600	306 800	46 500	4	0000	1 203	1 066
386	307 600	306 800	37 800	1	0000	1 378	1 417
386	307 600	306 800	37 800	4	0000	1 445	1 371
387	307 600	306 800	38 670	1	0000	1 317	1 359
387	307 600	306 800	38 670	4	0000	1 394	1 313
388	307 600	306 800	39 540	1	0000	1 229	1 269
388	307 600	306 800	39 540	4	0000	1 314	1 231
389	307 600	306 800	40 410	1	0000	1 104	1 136
389	307 600	306 800	40 410	4	0000	1 194	1 116
390	307 600	306 800	41 280	1	0000	1 058	1 091
390	307 600	306 800	41 280	3	0000	1 164	1 078
391	307 600	306 800	42 150	1	0000	1 030	1 066
391	307 600	306 800	42 150	3	0000	1 152	1 059
392	307 600	306 800	43 020	1	0000	1 008	1 047
392	307 600	306 800	43 020	3	0000	1 147	1 047
393	307 600	306 800	43 890	1	0000	990	1 032
393	307 600	306 800	43 890	3	0000	1 147	1 039
394	307 600	306 800	44 760	1	0000	978	1 025
394	307 600	306 800	44 760	4	0000	1 156	1 038
395	307 600	306 800	45 630	1	0000	979	1 040
395	307 600	306 800	45 630	4	0000	1 179	1 050
396	307 600	306 800	46 500	1	0000	979	1 058
396	307 600	306 800	46 500	4	0000	1 199	1 060

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 307 6000=X-COOR 296 8000=Y-COOR 32 1500=RADIUS 1 139=F S
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fo FACTOR
 301 6000=X-COOR 296 8000=Y-COOR 34 7600=RADIUS 1 020=F S

$f_0 = 1.05 \Rightarrow FS = 1.071$

000071

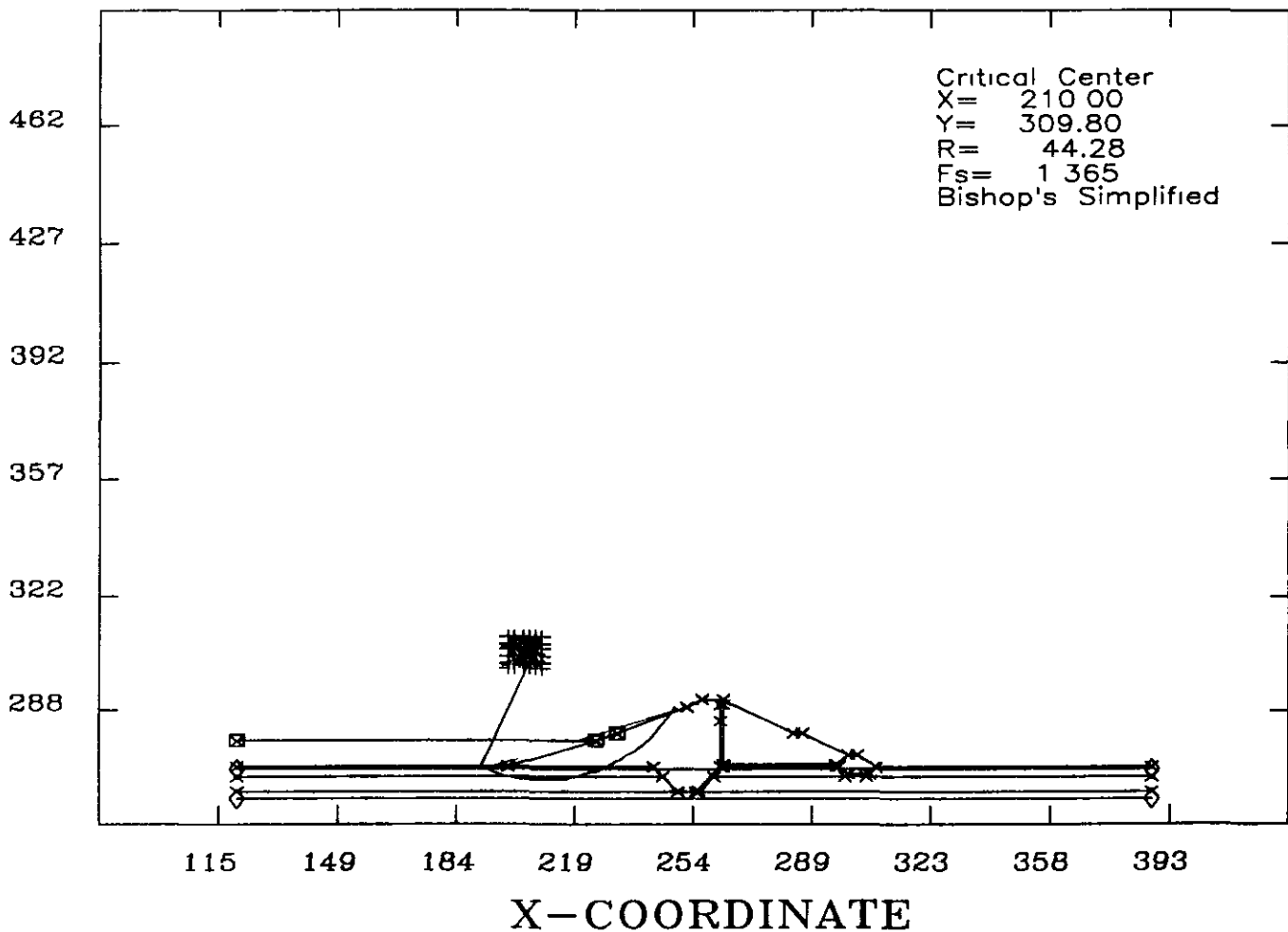
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

01/03/97

Rebaixamento Rapido (Cota 278,00)



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

File name rosa9 SET

QUESTION

ROSA9 SET = DATA FILE NAME
Barragem Rosano (Lavras da Mangabeira-CE)
1 = TRIAL NUMBER
01/03/97 = DATE
Rebaixamento Rapido (Cota 278,00)
30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE
01000, = TOLERANCE
00000, = SEISMIC COEFFICIENT
10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

- 1, 120 000, 269 300
2, 200 000, 269 300
3, 226 100, 278 000
4, 232 100, 280 000
5, 252 100, 288 000
6, 257 350, 290 100
7, 263 350, 290 100
8, 283 550, 280 000
9, 286 050, 280 000
10, 300 050, 273 000
11, 302 050, 273 000
12, 307 600, 269 300
13, 280 370, 266 300
14, 387 600, 269 300
15, 242 340, 269 300
16, 245 340, 266 300
17, 249 340, 262 300
18, 255 340, 262 300
19, 256 370, 262 300
20, 262 340, 269 300
21, 263 370, 269 300
22, 263 360, 270 000
23, 295 850, 270 000
24, 296 850, 269 800
25, 299 350, 267 300
26, 305 600, 267 300
27, 296 050, 269 300
28, 299 150, 266 300
29, 305 400, 266 300
30, 262 350, 289 000
31, 263 350, 289 000
32, 120 000, 266 300
33, 387 600, 266 300
34, 120 000, 262 300
35, 387 600, 262 300
36, 120 000, 260 300
37, 387 600, 260 300
38, 120 000, 269 000
39, 387 600, 269 000
40, 120 000, 278 000
41, 120 000, 288 000
42, 253 300, 287 500
43, 257 350, 285 500
44, 262 345, 283 500
45, 200 000, 299 800

- 46, 210 000 299 800
47, 200 000 309 800
48, 297 600 296 800
49, 307 600 296 800
50, 297 600 306 800

LINE , 7

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

SOIL , 7

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

TENSION , 0

GRID

- 45, 46, 47
5, 5

RADIUS

- 38, 39
36, 37
10

SIDE

- 1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

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

LOAD , 0

PIEZ , 7

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

END

000073

File name rosa9 FAC

PROJECT NAME Barragem Rosano (Lavras da Mangabeira-CE)
TRIAL NUMBER 1 DATE 01/03/97
COMMENTS Rebaixamento Rapido (Cota 278,00)

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

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION	RADIUS	FACTOR OF SAFETY NO	LAMBDA	(MOMENT) (FORCE)
1	200 000	299 800	30 800	1	0000	639	3 666
1	200 000	299 800	30 800	5	0000	1 939	1 893
2	200 000	299 800	31 670	1	0000	854	2 727
2	200 000	299 800	31 670	5	0000	1 962	1 894
3	200 000	299 800	32 540	1	0000	964	2 462
3	200 000	299 800	32 540	5	0000	2 020	1 926
4	200 000	299 800	33 410	1	0000	1 035	2.326
4	200 000	299 800	33 410	5	0000	2 086	1 965
5	200 000	299 800	34 280	1	0000	1 120	2 311
5	200 000	299 800	34 280	5	0000	2 192	2 037
6	200 000	299 800	35 150	1	0000	1 167	2 278
6	200 000	299 800	35 150	4	0000	2.271	2 076
7	200 000	299 800	36 020	1	0000	1 188	2 235
7	200 000	299 800	36 020	4	0000	2 329	2 095
8	200 000	299 800	36 890	1	0000	1 195	2 194
8	200 000	299 800	36 890	4	0000	2 377	2 105
9	200 000	299 800	37 760	1	0000	1 188	2 161
9	200 000	299 800	37 760	4	0000	2 408	2 098
10	200 000	299 800	38 630	1	0000	1 170	2 201
10	200 000	299 800	38 630	5	0000	2 415	2 080
11	200 000	299 800	39 500	1	0000	1 139	2 262
11	200 000	299 800	39 500	5	0000	2 399	2 038
12	202 000	299 800	30 800	1	0000	1 057	2 867
12	202 000	299 800	30 800	5	0000	2 013	1 949
13	202 000	299 800	31 670	1	0000	1 080	2 399
13	202 000	299 800	31 670	5	0000	1 946	1 868
14	202 000	299 800	32 540	1	0000	1 108	2 208
14	202 000	299 800	32 540	5	0000	1 962	1 863
15	202 000	299 800	33 410	1	0000	1 115	2 076
15	202 000	299 800	33 410	5	0000	1 984	1 857
16	202 000	299 800	34 280	1	0000	1 134	2 030
16	202 000	299 800	34 280	4	0000	2 037	1 874
17	202 000	299 800	35 150	1	0000	1 135	1 983
17	202 000	299 800	35 150	4	0000	2 080	1 881
18	202 000	299 800	36 020	1	0000	1 130	1 945
18	202 000	299 800	36 020	4	0000	2 119	1 884
19	202 000	299 800	36 890	1	0000	1 115	1 906
19	202 000	299 800	36 890	4	0000	2 150	1 880
20	202 000	299 800	37 760	1	0000	1 094	1 881
20	202 000	299 800	37 760	4	0000	2 174	1 866
21	202 000	299 800	38 630	1	0000	1 077	1 927
21	202 000	299 800	38 630	4	0000	2 189	1 858
22	202 000	299 800	39 500	1	0000	1 050	1 985
22	202 000	299 800	39 500	5	0000	2 184	1 836
23	204 000	299 800	30 800	1	0000	1 329	2 842

23	204 000	299 800	30 800	4	0000	2 078	1 995
24	204 000	299 800	31 670	1	0000	1 244	2 246
24	204 000	299 800	31 670	4	0000	1 949	1 856
25	204 000	299 800	32 540	1	0000	1 180	2 025
25	204 000	299 800	32 540	4	0000	1 893	1 776
26	204 000	299 800	33 410	1	0000	1 126	1 876
26	204 000	299 800	33 410	4	0000	1 867	1 723
27	204 000	299 800	34 280	1	0000	1 108	1 820
27	204 000	299 800	34 280	4	0000	1 891	1 714
28	204 000	299 800	35 150	1	0000	1 086	1 771
28	204 000	299 800	35 150	4	0000	1 915	1 707
29	204 000	299 800	36 020	1	0000	1 063	1 729
29	204 000	299 800	36 020	4	0000	1 937	1 699
30	204 000	299 800	36 890	1	0000	1 035	1 690
30	204 000	299 800	36 890	4	0000	1 957	1 686
31	204 000	299 800	37 760	1	0000	1 015	1 673
31	204 000	299 800	37 760	4	0000	1 982	1 685
32	204 000	299 800	38 630	1	0000	990	1 712
32	204 000	299 800	38 630	4	0000	1 997	1 673
33	204 000	299 800	39 500	1	0000	965	1 766
33	204 000	299 800	39 500	4	0000	1 997	1 658
34	206 000	299 800	30 800	1	0000	1 465	2 437
34	206 000	299 800	30 800	4	0000	2 089	1 977
35	206 000	299 800	31 670	1	0000	1 297	2 082
35	206 000	299 800	31 670	4	0000	1 900	1 776
36	206 000	299 800	32 540	1	0000	1 185	1 864
36	206 000	299 800	32 540	4	0000	1 806	1 664
37	206 000	299 800	33 410	1	0000	1 102	1 718
37	206 000	299 800	33 410	4	0000	1 756	1 593
38	206 000	299 800	34 280	1	0000	1 064	1 656
38	206 000	299 800	34 280	4	0000	1 762	1 570
39	206 000	299 800	35 150	1	0000	1 027	1 603
39	206 000	299 800	35 150	4	0000	1 770	1 553
40	206 000	299 800	36 020	1	0000	994	1 561
40	206 000	299 800	36 020	4	0000	1 783	1 539
41	206 000	299 800	36 890	1	0000	966	1 528
41	206 000	299 800	36 890	5	0000	1 802	1 534
42	206 000	299 800	37 760	1	0000	939	1 508
42	206 000	299 800	37 760	5	0000	1 820	1 527
43	206 000	299 800	38 630	1	0000	921	1 552
43	206 000	299 800	38 630	5	0000	1 843	1 530
44	206 000	299 800	39 500	1	0000	895	1 603
44	206 000	299 800	39 500	5	0000	1 847	1 519
45	208 000	299 800	30 800	1	0000	1 464	2 204
45	208 000	299 800	30 800	4	0000	2 016	1 867
46	208 000	299 800	31 670	1	0000	1 287	1 931
46	208 000	299 800	31 670	4	0000	1 827	1 673
47	208 000	299 800	32 540	1	0000	1 154	1 724
47	208 000	299 800	32 540	4	0000	1 717	1 550
48	208 000	299 800	33 410	1	0000	1 059	1 584
48	208 000	299 800	33 410	4	0000	1 654	1 472
49	208 000	299 800	34 280	1	0000	1 013	1 524
49	208 000	299 800	34 280	4	0000	1 650	1 446
50	208 000	299 800	35 150	1	0000	969	1 471
50	208 000	299 800	35 150	4	0000	1 650	1 424
51	208 000	299 800	36 020	1	0000	935	1 433

000074



51	208 000	299 800	36 020	5	0000	1 661	1 414
349	202 000	309 800	46 890	1	0000	1 110	1 542
349	202 000	309 800	46 890	4	0000	1 823	1 606
350	202 000	309 800	47 760	1	0000	1 088	1 526
350	202 000	309 800	47 760	4	0000	1 836	1 599
351	202 000	309 800	48 630	1	0000	1 060	1 532
351	202 000	309 800	48 630	4	0000	1 834	1 582
352	202 000	309 800	49 500	1	0000	1 029	1 547
352	202 000	309 800	49 500	4	0000	1 822	1 560
353	204 000	309 800	40 800	1	0000	1 478	2 022
353	204 000	309 800	40 800	4	0000	1 942	1 850
354	204 000	309 800	41 670	1	0000	1 322	1 776
354	204 000	309 800	41 670	4	0000	1 778	1 676
355	204 000	309 800	42 540	1	0000	1 221	1 627
355	204 000	309 800	42 540	4	0000	1 694	1 576
356	204 000	309 800	43 410	1	0000	1 146	1 526
356	204 000	309 800	43 410	4	0000	1 647	1 513
357	204 000	309 800	44 280	1	0000	1 110	1 482
357	204 000	309 800	44 280	4	0000	1 645	1 491
358	204 000	309 800	45 150	1	0000	1 078	1 448
358	204 000	309 800	45 150	4	0000	1 650	1 477
359	204 000	309 800	46 020	1	0000	1 050	1 420
359	204 000	309 800	46 020	4	0000	1 659	1 467
360	204 000	309 800	46 890	1	0000	1 025	1 399
360	204 000	309 800	46 890	4	0000	1 672	1 460
361	204 000	309 800	47 760	1	0000	1 005	1 388
361	204 000	309 800	47 760	4	0000	1 687	1 459
362	204 000	309 800	48 630	1	0000	983	1 402
362	204 000	309 800	48 630	4	0000	1 695	1 453
363	204 000	309 800	49 500	1	0000	957	1 419
363	204 000	309 800	49 500	4	0000	1 691	1 439
364	206 000	309 800	40 800	1	0000	1 426	1 847
364	206 000	309 800	40 800	4	0000	1 825	1 710
365	206 000	309 800	41 670	1	0000	1 261	1 628
365	206 000	309 800	41 670	4	0000	1 661	1 543
366	206 000	309 800	42 540	1	0000	1 155	1 494
366	206 000	309 800	42 540	4	0000	1 576	1 447
367	206 000	309 800	43 410	1	0000	1 079	1 402
367	206 000	309 800	43 410	4	0000	1 530	1 389
368	206 000	309 800	44 280	1	0000	1 041	1 363
368	206 000	309 800	44 280	4	0000	1 526	1 369
369	206 000	309 800	45 150	1	0000	1 009	1 332
369	206 000	309 800	45 150	4	0000	1 531	1 357
370	206 000	309 800	46 020	1	0000	981	1 309
370	206 000	309 800	46 020	4	0000	1 540	1 350
371	206 000	309 800	46 890	1	0000	959	1 292
371	206 000	309 800	46 890	4	0000	1 553	1 348
372	206 000	309 800	47 760	1	0000	939	1 283
372	206 000	309 800	47 760	4	0000	1 569	1 348
373	206 000	309 800	48 630	1	0000	920	1 300
373	206 000	309 800	48 630	4	0000	1 582	1 349
374	206 000	309 800	49 500	1	0000	896	1 317
374	206 000	309 800	49 500	4	0000	1 582	1 339
375	208 000	309 800	40 800	1	0000	1 345	1 686
375	208 000	309 800	40 800	4	0000	1 706	1 576
376	208 000	309 800	41 670	1	0000	1 197	1 510

376	208 000	309 800	41 670	4	0000	1 563	1 432
377	208 000	309 800	42 540	1	0000	1 084	1 380
377	208 000	309 800	42 540	4	0000	1 483	1 346
378	208 000	309 800	43 410	1	0000	1 022	1 308
378	208 000	309 800	43 410	4	0000	1 438	1 292
379	208 000	309 800	44 280	1	0000	985	1 273
379	208 000	309 800	44 280	4	0000	1 435	1 276
380	208 000	309 800	45 150	1	0000	952	1 244
380	208 000	309 800	45 150	4	0000	1 437	1 264
381	208 000	309 800	46 020	1	0000	927	1 225
381	208 000	309 800	46 020	4	0000	1 447	1 260
382	208 000	309 800	46 890	1	0000	904	1 210
382	208 000	309 800	46 890	4	0000	1 459	1 259
383	208 000	309 800	47 760	1	0000	885	1 201
383	208 000	309 800	47 760	4	0000	1 474	1 259
384	208 000	309 800	48 630	1	0000	867	1 217
384	208 000	309 800	48 630	4	0000	1 488	1 262
385	208 000	309 800	49 500	1	0000	844	1 235
385	208 000	309 800	49 500	4	0000	1 492	1 257
386	210 000	309 800	40 800	1	0000	1 264	1 556
386	210 000	309 800	40 800	4	0000	1 606	1 465
387	210 000	309 800	41 670	1	0000	1 138	1 416
387	210 000	309 800	41 670	4	0000	1 485	1 345
388	210 000	309 800	42 540	1	0000	1 043	1 310
388	210 000	309 800	42 540	4	0000	1 410	1 267
389	210 000	309 800	43 410	1	0000	973	1 235
389	210 000	309 800	43 410	4	0000	1 367	1 217
390	210 000	309 800	44 280	1	0000	938	1 205
390	210 000	309 800	44 280	4	0000	1 365	1 203
391	210 000	309 800	45 150	1	0000	907	1 179
391	210 000	309 800	45 150	4	0000	1 366	1 193
392	210 000	309 800	46 020	1	0000	882	1 160
392	210 000	309 800	46 020	4	0000	1 374	1 188
393	210 000	309 800	46 890	1	0000	860	1 145
393	210 000	309 800	46 890	4	0000	1 385	1 187
394	210 000	309 800	47 760	1	0000	840	1 136
394	210 000	309 800	47 760	4	0000	1 398	1 187
395	210 000	309 800	48 630	1	0000	824	1 151
395	210 000	309 800	48 630	4	0000	1 411	1 191
396	210 000	309 800	49 500	1	0000	808	1 174
396	210 000	309 800	49 500	5	0000	1 422	1 193

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 210 000=X-COOR 309 800=Y-COOR 44 280=RADIUS 1 365=F S
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f_0 FACTOR
 210 000=X-COOR 309 800=Y-COOR 46 890=RADIUS 1 187=F S

$f_0 = 1.045 \rightarrow FS = 1.24$

000075

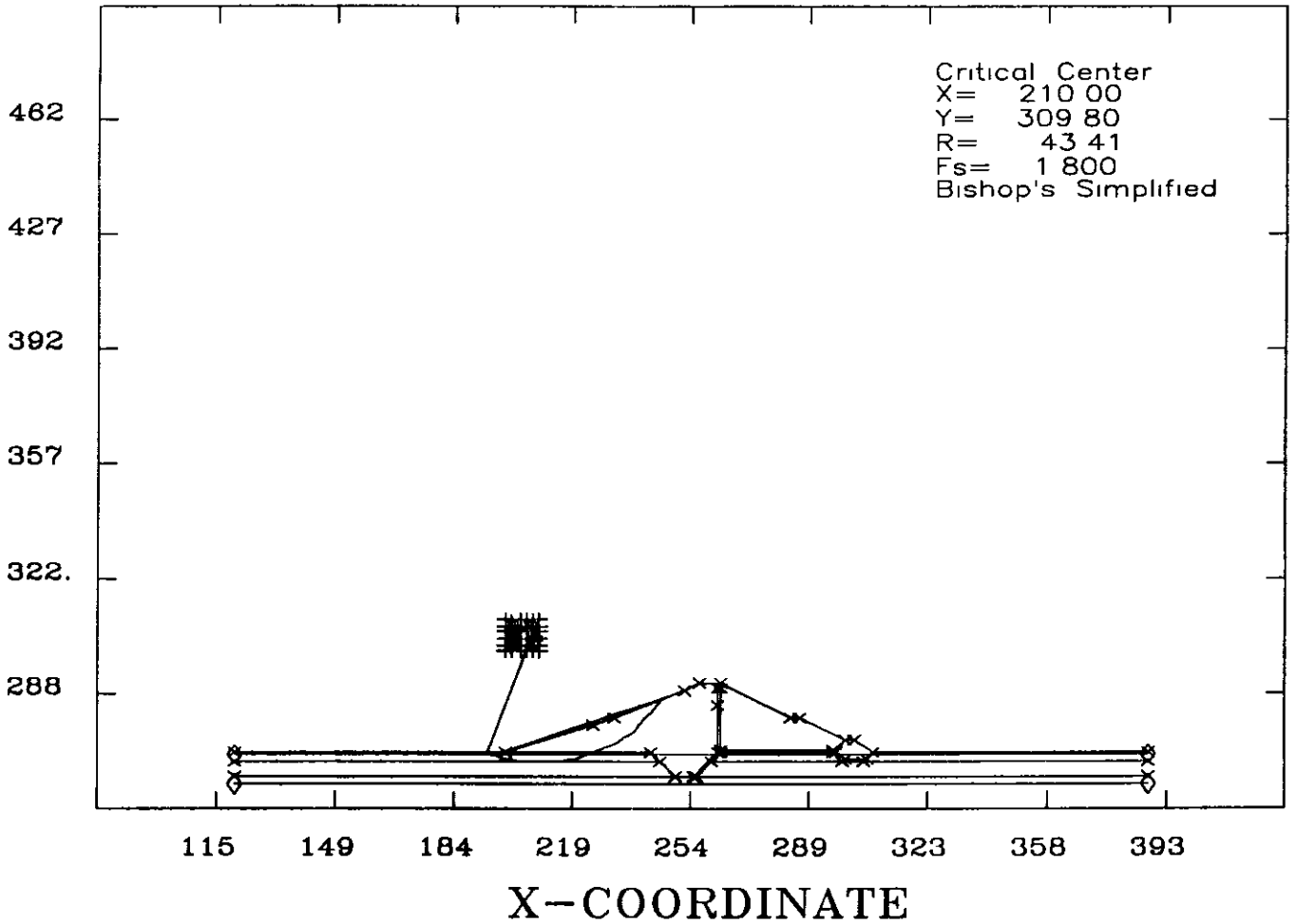
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

01/03/97

Final de Construcao (Montante)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
20 00	.00	36 00	Solo Argiloso (Macico)
20 00	00	38 00	Enrocamento (Rock-Fill)
18 00	00	31 00	Areia do Filtro Vert e Tapete
16 00	00	29 00	Silte Arenoso (Fundacao)
17 00	00	30 00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1 00	00	00	Gnaisse (Fundacao)

File name rosa10m SET

000076

QUESTION

ROSA10M SET = DATA FILE NAME

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1 = TRIAL NUMBER

01/03/97 = DATE

Final de Construção (Montante)

30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE

01000, = TOLERANCE

00000, = SEISMIC COEFFICIENT

10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

- 1, 120 000, 269 300
- 2, 200 000, 269 300
- 3, 226 100, 278 000
- 4, 232 100, 280 000
- 5, 252 100, 288 000
- 6, 257 350, 290 100
- 7, 263 350, 290 100
- 8, 283 550, 280 000
- 9, 286 050, 280 000
- 10, 300 050, 273 000
- 11, 302 050, 273 000
- 12, 307 600, 269 300
- 13, 260 370, 266 300
- 14, 387 600, 269 300
- 15, 242 340, 269 300
- 16, 245 340, 266 300
- 17, 249 340, 262 300
- 18, 255 340, 262 300
- 19, 256 370, 262 300
- 20, 262 340, 269 300
- 21, 263 370, 269 300
- 22, 263 360, 270 000
- 23, 295 850, 270 000
- 24, 296 850, 269 800
- 25, 299 350, 267 300
- 26, 305 600, 267 300
- 27, 296 050, 269 300
- 28, 299 150, 266 300
- 29, 305 400, 266 300
- 30, 262 350, 289 000
- 31, 263 350, 289 000
- 32, 120 000, 266 300
- 33, 387 600, 266 300
- 34, 120 000, 262 300
- 35, 387 600, 262 300
- 36, 120 000, 280 300
- 37, 387 600, 260 300
- 38, 120 000, 269 000
- 39, 387 600, 269 000
- 40, 120 000, 278 000
- 41, 120 000, 288 000
- 42, 253 300, 287 500
- 43, 257 350, 285 500
- 44, 262.345, 283 500
- 45, 200 000, 299 800

- 46, 210 000 299 800
- 47, 200 000 309 800
- 48, 297 600 296 800
- 49, 307 600 296 800
- 50, 297 600 306 800

LINE , 6

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

SOIL , 6

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

TENSION , 0

GRID

- 45, 46, 47
- 5, 5

RADIUS

- 38, 39
- 36, 37
- 10

SIDE

- 1, 1 CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

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

LOAD , 0

PORU , 6

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

END

000077



File name rosa10m FAC

PROJECT NAME Barragem Rosano (Lavras da Mangabeira-CE)
TRIAL NUMBER 1 DATE 01/03/97
COMMENTS Final de Construcao (Montante)

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	200 000	299 800	30 800 1	0000 1 833	1 885	
1	200 000	299 800	30 800 4	0000 1 897	1 845	
2	200 000	299 800	31 670 1	0000 1 864	1 945	
2	200 000	299 800	31 670 4	0000 1 978	1 897	
3	200 000	299 800	32 540 1	0000 1 916	2 030	
3	200 000	299 800	32 540 4	0000 2 082	1 968	
4	200 000	299 800	33 410 1	0000 1 969	2 116	
4	200 000	299 800	33 410 4	0000 2.182	2 036	
5	200 000	299 800	34 280 1	0000 2 055	2 243	
5	200 000	299 800	34 280 4	0000 2.318	2 133	
6	200 000	299 800	35 150 1	0000 2 124	2 351	
6	200 000	299 800	35 150 4	0000 2.433	2 211	
7	200 000	299 800	36 020 1	0000 2 186	2 451	
7	200 000	299 800	36 020 4	0000 2.539	2 280	
8	200 000	299 800	36 890 1	0000 2 244	2 546	
8	200 000	299 800	36 890 5	0000 2 640	2 347	
9	200 000	299 800	37 760 1	0000 2.290	2 637	
9	200 000	299 800	37 760 5	0000 2 728	2 400	
10	200 000	299 800	38 630 1	0000 2 314	2 745	
10	200 000	299 800	38 630 5	0000 2 789	2 438	
11	200 000	299 800	39 500 1	0000 2 323	2 863	
11	200 000	299 800	39 500 5	0000 2 830	2 457	
12	202 000	299 800	30 800 1	0000 1 795	1 861	
12	202 000	299 800	30 800 4	0000 1 873	1 808	
13	202 000	299 800	31 670 1	0000 1 768	1 854	
13	202 000	299 800	31 670 4	0000 1 884	1 797	
14	202 000	299 800	32 540 1	0000 1 793	1 907	
14	202 000	299 800	32 540 4	0000 1 953	1 839	
15	202 000	299 800	33 410 1	0000 1 831	1 975	
15	202 000	299 800	33 410 4	0000 2 034	1 892	
16	202 000	299 800	34 280 1	0000 1 906	2 086	
16	202 000	299 800	34 280 4	0000 2 155	1 978	
17	202 000	299 800	35 150 1	0000 1 969	2 184	
17	202 000	299 800	35 150 4	0000 2 262	2 051	
18	202 000	299 800	36 020 1	0000 2 028	2 278	
18	202 000	299 800	36 020 4	0000 2 362	2 118	
19	202 000	299 800	36 890 1	0000 2 080	2 365	
19	202 000	299 800	36 890 4	0000 2 456	2 177	
20	202 000	299 800	37 760 1	0000 2 125	2 455	
20	202 000	299 800	37 760 5	0000 2 543	2 230	
21	202 000	299 800	38 630 1	0000 2 161	2 574	
21	202 000	299 800	38 630 5	0000 2 617	2 278	
22	202 000	299 800	39 500 1	0000 2 180	2 697	
22	202 000	299 800	39 500 5	0000 2 670	2 310	

23	204 000	299 800	30 800 1	0000 1 788	1 870	
23	204 000	299 800	30 800 4	0000 1 885	1 803	
24	204 000	299 800	31 670 1	0000 1 722	1 820	
24	204 000	299 800	31 670 4	0000 1 847	1 750	
25	204 000	299 800	32 540 1	0000 1 723	1 843	
25	204 000	299 800	32 540 4	0000 1 885	1 765	
26	204 000	299 800	33 410 1	0000 1 746	1 892	
26	204 000	299 800	33 410 4	0000 1 946	1 802	
27	204 000	299 800	34 280 1	0000 1 809	1 988	
27	204 000	299 800	34 280 4	0000 2.051	1 875	
28	204 000	299 800	35 150 1	0000 1 862	2 073	
28	204 000	299 800	35 150 4	0000 2.145	1 938	
29	204 000	299 800	36 020 1	0000 1 910	2 154	
29	204 000	299 800	36 020 4	0000 2 232	1 994	
30	204 000	299 800	36 890 1	0000 1 953	2 231	
30	204 000	299 800	36 890 4	0000 2.315	2 044	
31	204 000	299 800	37 760 1	0000 1 998	2 316	
31	204 000	299 800	37 760 5	0000 2.369	2 088	
32	204 000	299 800	38 630 1	0000 2.034	2 437	
32	204 000	299 800	38 630 5	0000 2 477	2 145	
33	204 000	299 800	39 500 1	0000 2 059	2 562	
33	204 000	299 800	39 500 5	0000 2 537	2 183	
34	206 000	299 800	30 800 1	0000 1 797	1 897	
34	206 000	299 800	30 800 4	0000 1 915	1 815	
35	206 000	299 800	31 670 1	0000 1 708	1 819	
35	206 000	299 800	31 670 4	0000 1 847	1 736	
36	206 000	299 800	32 540 1	0000 1 888	1 818	
36	206 000	299 800	32 540 4	0000 1 857	1 728	
37	206 000	299 800	33 410 1	0000 1 895	1 848	
37	206 000	299 800	33 410 4	0000 1 898	1 746	
38	206 000	299 800	34 280 1	0000 1 742	1 926	
38	206 000	299 800	34 280 4	0000 1 983	1 803	
39	206 000	299 800	35 150 1	0000 1 781	1 995	
39	206 000	299 800	35 150 4	0000 2 060	1 851	
40	206 000	299 800	36 020 1	0000 1 819	2 064	
40	206 000	299 800	36 020 4	0000 2 135	1 896	
41	206 000	299 800	36 890 1	0000 1 857	2 133	
41	206 000	299 800	36 890 4	0000 2 210	1 942	
42	206 000	299 800	37 760 1	0000 1 892	2 207	
42	206 000	299 800	37 760 5	0000 2 284	1 986	
43	206 000	299 800	38 630 1	0000 1 934	2 330	
43	206 000	299 800	38 630 5	0000 2 366	2 040	
44	206 000	299 800	39 500 1	0000 1 961	2 457	
44	206 000	299 800	39 500 5	0000 2 430	2 079	
45	208 000	299 800	30 800 1	0000 1 809	1 930	
45	208 000	299 800	30 800 4	0000 1 951	1 831	
46	208 000	299 800	31 670 1	0000 1 712	1 841	
46	208 000	299 800	31 670 4	0000 1 870	1 742	
47	208 000	299 800	32 540 1	0000 1 671	1 816	
47	208 000	299 800	32 540 4	0000 1 854	1 710	
48	208 000	299 800	33 410 1	0000 1 660	1 825	
48	208 000	299 800	33 410 4	0000 1 872	1 709	
49	208 000	299 800	34 280 1	0000 1 693	1 888	
49	208 000	299 800	34 280 4	0000 1 940	1 750	
50	208 000	299 800	35 150 1	0000 1 720	1 943	
50	208 000	299 800	35 150 4	0000 2 002	1 785	

000078

349	202 000	309 800	46 890	1	0000	1 996	2 227
349	202 000	309 800	46 890	4	0000	2 304	2 078
350	202 000	309 800	47 760	1	0000	2 030	2 293
350	202 000	309 800	47 760	4	0000	2 371	2 119
351	202 000	309 800	48 630	1	0000	2 050	2 372
351	202 000	309 800	48 630	4	0000	2 424	2 149
352	202 000	309 800	49 500	1	0000	2 061	2 455
352	202 000	309 800	49 500	5	0000	2 462	2 172
353	204 000	309 800	40 800	1	0000	1 800	1 873
353	204 000	309 800	40 800	4	0000	1 886	1 813
354	204 000	309 800	41 670	1	0000	1 743	1 827
354	204 000	309 800	41 670	4	0000	1 850	1 766
355	204 000	309 800	42 540	1	0000	1 733	1 836
355	204 000	309 800	42 540	4	0000	1 871	1 768
356	204 000	309 800	43 410	1	0000	1 742	1 865
356	204 000	309 800	43 410	4	0000	1 910	1 787
357	204 000	309 800	44 280	1	0000	1 784	1 933
357	204 000	309 800	44 280	4	0000	1 987	1 839
358	204 000	309 800	45 150	1	0000	1 820	1 994
358	204 000	309 800	45 150	4	0000	2 056	1 883
359	204 000	309 800	46 020	1	0000	1 853	2 054
359	204 000	309 800	46 020	4	0000	2 122	1 925
360	204 000	309 800	46 890	1	0000	1 886	2 113
360	204 000	309 800	46 890	4	0000	2 186	1 964
361	204 000	309 800	47 760	1	0000	1 919	2 176
361	204 000	309 800	47 760	4	0000	2 251	2 004
362	204 000	309 800	48 630	1	0000	1 946	2 262
362	204 000	309 800	48 630	4	0000	2 310	2 041
363	204 000	309 800	49 500	1	0000	1 961	2 347
363	204 000	309 800	49 500	5	0000	2 355	2 069
364	206 000	309 800	40 800	1	0000	1 796	1 883
364	206 000	309 800	40 800	4	0000	1 897	1 811
365	206 000	309 800	41 670	1	0000	1 713	1 810
365	206 000	309 800	41 670	4	0000	1 833	1 736
366	206 000	309 800	42 540	1	0000	1 687	1 799
366	206 000	309 800	42 540	4	0000	1 831	1 720
367	206 000	309 800	43 410	1	0000	1 683	1 813
367	206 000	309 800	43 410	4	0000	1 856	1 726
368	206 000	309 800	44 280	1	0000	1 715	1 870
368	206 000	309 800	44 280	4	0000	1 920	1 767
369	206 000	309 800	45 150	1	0000	1 744	1 922
369	206 000	309 800	45 150	4	0000	1 978	1 803
370	206 000	309 800	46 020	1	0000	1 772	1 974
370	206 000	309 800	46 020	4	0000	2 037	1 839
371	206 000	309 800	46 890	1	0000	1 801	2 027
371	206 000	309 800	46 890	4	0000	2 096	1 875
372	206 000	309 800	47 760	1	0000	1 830	2 084
372	206 000	309 800	47 760	4	0000	2 155	1 911
373	206 000	309 800	48 630	1	0000	1 861	2 172
373	206 000	309 800	48 630	4	0000	2 218	1 952
374	206 000	309 800	49 500	1	0000	1 878	2 258
374	206 000	309 800	49 500	5	0000	2 265	1 982
375	208 000	309 800	40 800	1	0000	1 784	1 888
375	208 000	309 800	40 800	4	0000	1 904	1 801
376	208 000	309 800	41 670	1	0000	1 692	1 803
376	208 000	309 800	41 670	4	0000	1 827	1 717

377	208 000	309 800	42 540	1	0000	1 654	1 777
377	208 000	309 800	42 540	4	0000	1 809	1 686
378	208 000	309 800	43 410	1	0000	1 641	1 780
378	208 000	309 800	43 410	4	0000	1 820	1 682
379	208 000	309 800	44 280	1	0000	1 665	1 827
379	208 000	309 800	44 280	4	0000	1 874	1 714
380	208 000	309 800	45 150	1	0000	1 686	1 870
380	208 000	309 800	45 150	4	0000	1 923	1 742
381	208 000	309 800	46 020	1	0000	1 710	1 916
381	208 000	309 800	46 020	4	0000	1 975	1 774
382	208 000	309 800	46 890	1	0000	1 735	1 962
382	208 000	309 800	46 890	4	0000	2 027	1 805
383	208 000	309 800	47 760	1	0000	1 760	2 014
383	208 000	309 800	47 760	4	0000	2 081	1 837
384	208 000	309 800	48 630	1	0000	1 789	2 089
384	208 000	309 800	48 630	4	0000	2 142	1 877
385	208 000	309 800	49 500	1	0000	1 810	2 186
385	208 000	309 800	49 500	5	0000	2 192	1 910
386	210 000	309 800	40 800	1	0000	1 770	1 891
386	210 000	309 800	40 800	4	0000	1 910	1 790
387	210 000	309 800	41 670	1	0000	1 680	1 806
387	210 000	309 800	41 670	4	0000	1 831	1 706
388	210 000	309 800	42 540	1	0000	1 632	1 769
388	210 000	309 800	42 540	4	0000	1 800	1 665
389	210 000	309 800	43 410	1	0000	1 611	1 762
389	210 000	309 800	43 410	4	0000	1 800	1 652
390	210 000	309 800	44 280	1	0000	1 629	1 800
390	210 000	309 800	44 280	4	0000	1 844	1 676
391	210 000	309 800	45 150	1	0000	1 644	1 835
391	210 000	309 800	45 150	4	0000	1 885	1 698
392	210 000	309 800	46 020	1	0000	1 663	1 874
392	210 000	309 800	46 020	4	0000	1 929	1 723
393	210 000	309 800	46 890	1	0000	1 683	1 914
393	210 000	309 800	46 890	4	0000	1 975	1 750
394	210 000	309 800	47 760	1	0000	1 705	1 961
394	210 000	309 800	47 760	4	0000	2 024	1 779
395	210 000	309 800	48 630	1	0000	1 731	2 040
395	210 000	309 800	48 630	4	0000	2 079	1 814
396	210 000	309 800	49 500	1	0000	1 753	2 128
396	210 000	309 800	49 500	5	0000	2 131	1 848

[SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY]

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 210 000=X-COOR 309 800=Y-COOR 43 410=RADIUS 1 800=F S
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f_0 FACTOR)
 210 000=X-COOR 309 800=Y-COOR 43 410=RADIUS 1 652=F S

$f_0 = 1.04 \Rightarrow F_s = 1.718$

000079

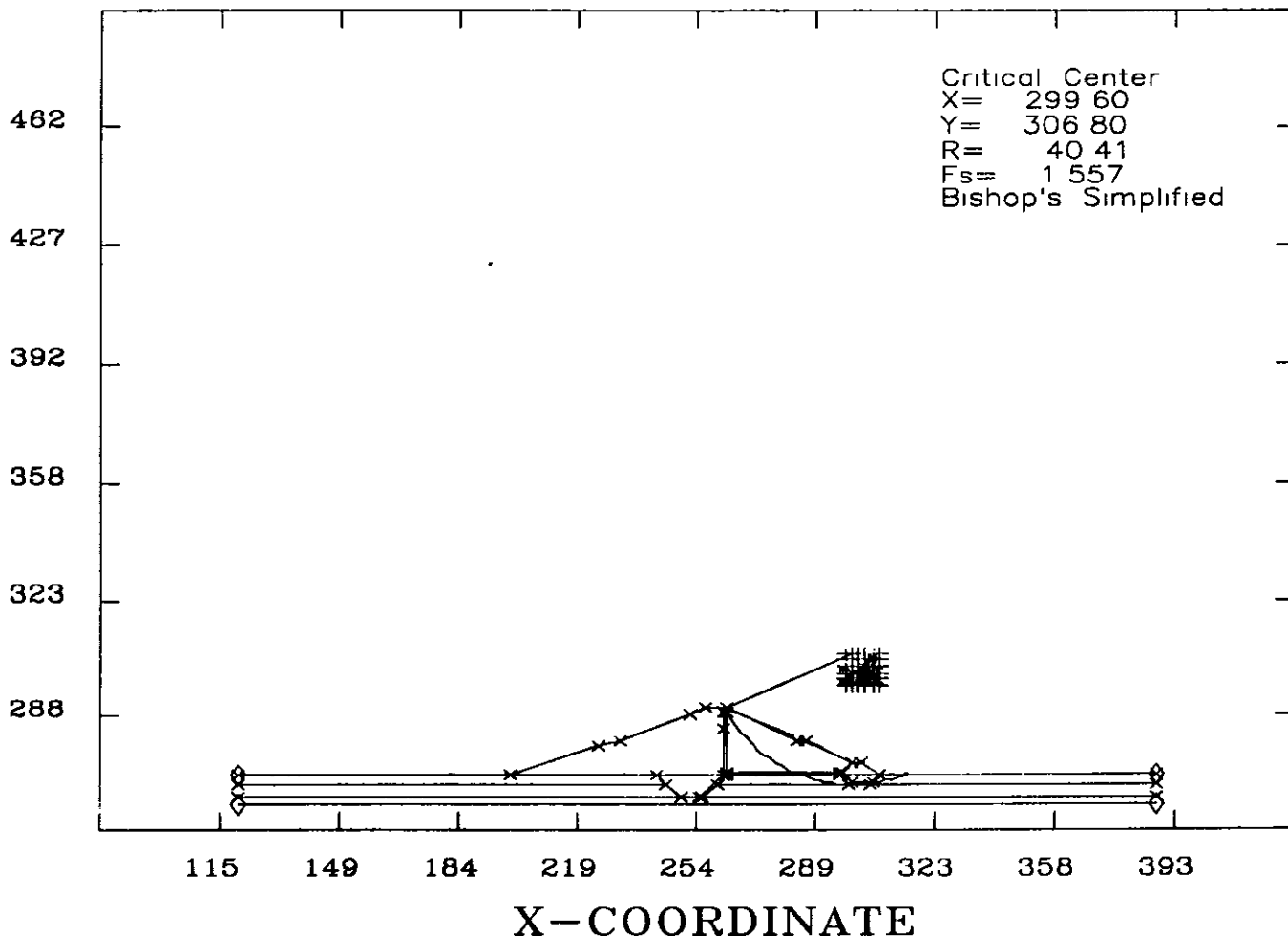
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

01/03/97

Final de Construcao (Jusante)



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

File name . rosa10j SET

QUESTION

ROSA10J SET = DATA FILE NAME

Barragem Rosano (Lavras da Mangabeira-CE)

1 = TRIAL NUMBER

01/03/97 = DATE

Final de Construcao (Jusante)

30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE

01000, = TOLERANCE

00000, = SEISMIC COEFFICIENT

10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER

POINT , 50

- 1, 120 000, 269 300
- 2, 200 000, 269 300
- 3, 226 100, 278 000
- 4, 232 100, 280 000
- 5, 252 100, 288 000
- 6, 257 350, 290 100
- 7, 263 350, 290 100
- 8, 263 550, 280 000
- 9, 286 050, 280 000
- 10, 300 050, 273 000
- 11, 302.050, 273 000
- 12, 307 600, 269 300
- 13, 260 370, 266 300
- 14, 387 600, 269 300
- 15, 242 340, 269 300
- 16, 245 340, 266 300
- 17, 249 340, 262 300
- 18, 255 340, 262 300
- 19, 256 370, 262 300
- 20, 262 340, 269 300
- 21, 263 370, 269 300
- 22, 263 360, 270 000
- 23, 295 850, 270 000
- 24, 296 850, 269 800
- 25, 299 350, 267 300
- 26, 305 600, 267 300
- 27, 296 050, 269 300
- 28, 299 150, 266 300
- 29, 305 400, 266 300
- 30, 262 350, 289 000
- 31, 263 350, 289 000
- 32, 120 000, 266 300
- 33, 387 600, 266 300
- 34, 120 000, 262 300
- 35, 387 600, 262 300
- 36, 120 000, 260 300
- 37, 387 600, 260 300
- 38, 120 000, 269 000
- 39, 387 600, 269 000
- 40, 120 000, 278 000
- 41, 120 000, 288 000
- 42, 253 300, 287 500
- 43, 257 350, 285 500
- 44, 262 345, 283 500
- 45, 200 000, 299 800

46, 210 000, 299 800

47, 200 000, 309 800

48, 297 600, 296 800

49, 307 600, 296 800

50, 297 600, 306 800

LINE , 6

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

SOIL , 6

- 2, 20 0000, .0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000
- Solo Argiloso (Macico)
- 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000
- Enrocamento (Rock-Fill)
- 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000
- Areia do Filtro Vert. e Tapete
- 5, 16 0000, .0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000
- Site Arenoso (Fundacao)
- 6, 17.0000, .0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000
- Areia Silteosa (Fundacao)
- 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
- Gnaisse (Fundacao)

TENSION , 0

GRID

48, 49, 50

5, 5

RADIUS

38, 39

36, 37

10

SIDE

1, 1-CONSTANT FUNCTION

LAMBDA , 1

0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000

LOAD , 0

PORU , 6

2, 1500

3, 0000

4, 0000

5, 1000

6, 1000

7, 0000

END

000081

PROJECT NAME Barragem Rosano (Lavras da Mangabeira-CE)
 TRIAL NUMBER 1 DATE 01/03/97
 COMMENTS Final de Construcao (Jusante)

396=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	297 600	296 800	27 800	1	0000	1 577	1 813
1	297 600	296 800	27 800	4	0000	1 838	1 608
2	297 600	296 800	28 670	1	0000	1 515	1 760
2	297 600	296 800	28 670	4	0000	1 795	1 557
3	297 600	296 800	29 540	1	0000	1 472	1 728
3	297 600	296 800	29 540	4	0000	1 770	1 521
4	297 600	296 800	30 410	1	0000	1 384	1 639
4	297 600	296 800	30 410	4	0000	1 679	1 433
5	297 600	296 800	31 280	1	0000	1 357	1 624
5	297 600	296 800	31 280	4	0000	1 665	1 407
6	297 600	296 800	32 150	1	0000	1 360	1 647
6	297 600	296 800	32 150	4	0000	1 690	1 414
7	297 600	296 800	33 020	1	0000	1 371	1 679
7	297 600	296 800	33 020	5	0000	1 727	1 432
8	297 600	296 800	33 890	1	0000	1 384	1 714
8	297 600	296 800	33 890	5	0000	1 766	1 451
9	297 600	296 800	34 760	1	0000	1 397	1 755
9	297 600	296 800	34 760	5	0000	1 807	1 470
10	297 600	296 800	35 630	1	0000	1 425	1 842
10	297 600	296 800	35 630	5	0000	1 858	1 511
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 468	1 970
11	297 600	296 800	36 500	5	0000	1 931	1 562
12	299 600	296 800	27 800	1	0000	1 604	1 813
12	299 600	296 800	27 800	4	0000	1 831	1 628
13	299 600	296 800	28 670	1	0000	1 535	1 753
13	299 600	296 800	28 670	4	0000	1 781	1 569
14	299 600	296 800	29 540	1	0000	1 461	1 685
14	299 600	296 800	29 540	4	0000	1 721	1 503
15	299 600	296 800	30 410	1	0000	1 384	1 611
15	299 600	296 800	30 410	4	0000	1 648	1 428
16	299 600	296 800	31 280	1	0000	1 357	1 597
16	299 600	296 800	31 280	4	0000	1 640	1 407
17	299 600	296 800	32 150	1	0000	1 369	1 633
17	299 600	296 800	32 150	4	0000	1 681	1 426
18	299 600	296 800	33 020	1	0000	1 385	1 673
18	299 600	296 800	33 020	4	0000	1 726	1 447
19	299 600	296 800	33 890	1	0000	1 405	1 717
19	299 600	296 800	33 890	5	0000	1 775	1 476
20	299 600	296 800	34 760	1	0000	1 422	1 763
20	299 600	296 800	34 760	5	0000	1 822	1 500
21	299 600	296 800	35 630	1	0000	1 449	1 862
21	299 600	296 800	35 630	5	0000	1 886	1 539
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	1 478	1 985
22	299 600	296 800	36 500	5	0000	1 954	1 580

23	301 600	296 800	27 800	1	0000	1 613	1 791
23	301 600	296 800	27 800	4	0000	1 805	1 631
24	301 600	296 800	28 670	1	0000	1 558	1 751
24	301 600	296 800	28 670	4	0000	1 770	1 583
25	301 600	296 800	29 540	1	0000	1 458	1 654
25	301 600	296 800	29 540	4	0000	1 684	1 484
26	301 600	296 800	30 410	1	0000	1 398	1 602
26	301 600	296 800	30 410	4	0000	1 640	1 441
27	301 600	296 800	31 280	1	0000	1 372	1 590
27	301 600	296 800	31 280	4	0000	1 637	1 424
28	301 600	296 800	32 150	1	0000	1 390	1 634
28	301 600	296 800	32 150	4	0000	1 687	1 450
29	301 600	296 800	33 020	1	0000	1 412	1 683
29	301 600	296 800	33 020	4	0000	1 742	1 479
30	301 600	296 800	33 890	1	0000	1 436	1 734
30	301 600	296 800	33 890	5	0000	1 798	1 512
31	301 600	296 800	34 760	1	0000	1 460	1 791
31	301 600	296 800	34 760	5	0000	1 855	1 543
32	301 600	296 800	35 630	1	0000	1 493	1 898
32	301 600	296 800	35 630	5	0000	1 929	1 589
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	1 517	2 018
33	301 600	296 800	36 500	5	0000	1 994	1 625
34	303 600	296 800	27 800	1	0000	1 607	1 757
34	303 600	296 800	27 800	4	0000	1 765	1 618
35	303 600	296 800	28 670	1	0000	1 588	1 759
35	303 600	296 800	28 670	4	0000	1 770	1 604
36	303 600	296 800	29 540	1	0000	1 492	1 668
36	303 600	296 800	29 540	4	0000	1 691	1 520
37	303 600	296 800	30 410	1	0000	1 424	1 608
37	303 600	296 800	30 410	4	0000	1 647	1 467
38	303 600	296 800	31 280	1	0000	1 397	1 597
38	303 600	296 800	31 280	4	0000	1 649	1 454
39	303 600	296 800	32 150	1	0000	1 423	1 651
39	303 600	296 800	32 150	4	0000	1 711	1 488
40	303 600	296 800	33 020	1	0000	1 453	1 710
40	303 600	296 800	33 020	4	0000	1 776	1 526
41	303 600	296 800	33 890	1	0000	1 482	1 768
41	303 600	296 800	33 890	5	0000	1 840	1 564
42	303 600	296 800	34 760	1	0000	1 513	1 837
42	303 600	296 800	34 760	5	0000	1 909	1 603
43	303 600	296 800	35 630	1	0000	1 548	1 948
43	303 600	296 800	35 630	5	0000	1 986	1 651
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	1 570	2 065
44	303 600	296 800	36 500	5	0000	2 047	1 684
45	305 600	296 800	27 800	1	0000	1 552	1 681
45	305 600	296 800	27 800	4	0000	1 685	1 559
46	305 600	296 800	28 670	1	0000	1 601	1 753
46	305 600	296 800	28 670	4	0000	1 759	1 611
47	305 600	296 800	29 540	1	0000	1 566	1 733
47	305 600	296 800	29 540	4	0000	1 750	1 588
48	305 600	296 800	30 410	1	0000	1 464	1 633
48	305 600	296 800	30 410	4	0000	1 676	1 510
49	305 600	296 800	31 280	1	0000	1 434	1 620
49	305 600	296 800	31 280	4	0000	1 679	1 497
50	305 600	296 800	32 150	1	0000	1 472	1 689
50	305 600	296 800	32 150	4	0000	1 756	1 544

349	299 600	306 800	43 890	1	0000	1 395	1 632
349	299 600	306 800	43 890	4	0000	1 690	1 461
350	299 600	306 800	44 760	1	0000	1 423	1 679
350	299 600	306 800	44 760	4	0000	1 740	1 497
351	299 600	306 800	45 630	1	0000	1 483	1 779
351	299 600	306 800	45 630	5	0000	1 818	1 563
352	299 600	306 800	46 500	1	0000	1 527	1 883
352	299 600	306 800	46 500	5	0000	1 889	1 620
353	301 600	306 800	37 800	1	0000	1 528	1 681
353	301 600	306 800	37 800	4	0000	1 694	1 545
354	301 600	306 800	38 670	1	0000	1 474	1 635
354	301 600	306 800	38 670	4	0000	1 655	1 498
355	301 600	306 800	39 540	1	0000	1 395	1 558
355	301 600	306 800	39 540	4	0000	1 586	1 427
356	301 600	306 800	40 410	1	0000	1 356	1 526
356	301 600	306 800	40 410	4	0000	1 561	1 395
357	301 600	306 800	41 280	1	0000	1 337	1 519
357	301 600	306 800	41 280	4	0000	1 562	1 384
358	301 600	306 800	42 150	1	0000	1 353	1 554
358	301 600	306 800	42 150	4	0000	1 602	1 407
359	301 600	306 800	43 020	1	0000	1 378	1 595
359	301 600	306 800	43 020	4	0000	1 650	1 438
360	301 600	306 800	43 890	1	0000	1 400	1 637
360	301 600	306 800	43 890	4	0000	1 698	1 468
361	301 600	306 800	44 760	1	0000	1 427	1 687
361	301 600	306 800	44 760	4	0000	1 750	1 502
362	301 600	306 800	45 630	1	0000	1 468	1 771
362	301 600	306 800	45 630	5	0000	1 818	1 557
363	301 600	306 800	46 500	1	0000	1 502	1 865
363	301 600	306 800	46 500	5	0000	1 861	1 603
364	303 600	306 800	37 800	1	0000	1 544	1 676
364	303 600	306 800	37 800	4	0000	1 686	1 557
365	303 600	306 800	38 670	1	0000	1 511	1 656
365	303 600	306 800	38 670	4	0000	1 671	1 529
366	303 600	306 800	39 540	1	0000	1 432	1 582
366	303 600	306 800	39 540	4	0000	1 806	1 460
367	303 600	306 800	40 410	1	0000	1 385	1 543
367	303 600	306 800	40 410	4	0000	1 579	1 424
368	303 600	306 800	41 280	1	0000	1 365	1 536
368	303 600	306 800	41 280	4	0000	1 581	1 414
369	303 600	306 800	42 150	1	0000	1 384	1 576
369	303 600	306 800	42 150	4	0000	1 628	1 440
370	303 600	306 800	43 020	1	0000	1 406	1 619
370	303 600	306 800	43 020	4	0000	1 677	1 470
371	303 600	306 800	43 890	1	0000	1 428	1 663
371	303 600	306 800	43 890	4	0000	1 727	1 499
372	303 600	306 800	44 760	1	0000	1 461	1 719
372	303 600	306 800	44 760	4	0000	1 786	1 539
373	303 600	306 800	45 630	1	0000	1 488	1 796
373	303 600	306 800	45 630	5	0000	1 845	1 579
374	303 600	306 800	46 500	1	0000	1 513	1 882
374	303 600	306 800	46 500	5	0000	1 900	1 616
375	305 600	306 800	37 800	1	0000	1 556	1 667
375	305 600	306 800	37 800	4	0000	1 674	1 565
376	305 600	306 800	38 670	1	0000	1 560	1 692
376	305 600	306 800	38 670	4	0000	1 702	1 574

377	305 600	306 800	39 540	1	0000	1 503	1 645
377	305 600	306 800	39 540	4	0000	1 666	1 527
378	305 600	306 800	40 410	1	0000	1 429	1 576
378	305 600	306 800	40 410	4	0000	1 613	1 468
379	305 600	306 800	41 280	1	0000	1 406	1 567
379	305 600	306 800	41 280	4	0000	1 616	1 457
380	305 600	306 800	42 150	1	0000	1 430	1 614
380	305 600	306 800	42 150	4	0000	1 670	1 490
381	305 600	306 800	43 020	1	0000	1 454	1 662
381	305 600	306 800	43 020	4	0000	1 725	1 522
382	305 600	306 800	43 890	1	0000	1 481	1 711
382	305 600	306 800	43 890	4	0000	1 781	1 555
383	305 600	306 800	44 760	1	0000	1 509	1 769
383	305 600	306 800	44 760	4	0000	1 841	1 591
384	305 600	306 800	45 630	1	0000	1 532	1 844
384	305 600	306 800	45 630	5	0000	1 896	1 626
385	305 600	306 800	46 500	1	0000	1 553	1 923
385	305 600	306 800	46 500	5	0000	1 943	1 658
386	307 600	306 800	37 800	1	0000	1 554	1 644
386	307 600	306 800	37 800	4	0000	1 650	1 561
387	307 600	306 800	38 670	1	0000	1 600	1 715
387	307 600	306 800	38 670	4	0000	1 725	1 611
388	307 600	306 800	39 540	1	0000	1 596	1 732
388	307 600	306 800	39 540	4	0000	1 749	1 616
389	307 600	306 800	40 410	1	0000	1 488	1 626
389	307 600	306 800	40 410	4	0000	1 866	1 529
390	307 600	306 800	41 280	1	0000	1 466	1 620
390	307 600	306 800	41 280	4	0000	1 674	1 521
391	307 600	306 800	42 150	1	0000	1 492	1 670
391	307 600	306 800	42 150	4	0000	1 732	1 556
392	307 600	306 800	43 020	1	0000	1 521	1 725
392	307 600	306 800	43 020	4	0000	1 794	1 593
393	307 600	306 800	43 890	1	0000	1 549	1 779
393	307 600	306 800	43 890	4	0000	1 853	1 628
394	307 600	306 800	44 760	1	0000	1 579	1 838
394	307 600	306 800	44 760	4	0000	1 915	1 665
395	307 600	306 800	45 630	1	0000	1 601	1 914
395	307 600	306 800	45 630	5	0000	1 970	1 699
396	307 600	306 800	46 500	1	0000	1 610	1 986
396	307 600	306 800	46 500	5	0000	2 008	1 719

[SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY]

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 299 600=X-COOR 306 800=Y-COOR 40 410=RADIUS 1 557=F S
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fo FACTOR
 299 600=X-COOR 304 800=Y-COOR 39 280=RADIUS 1 372=F S

fo=1,045 → FS=1,434

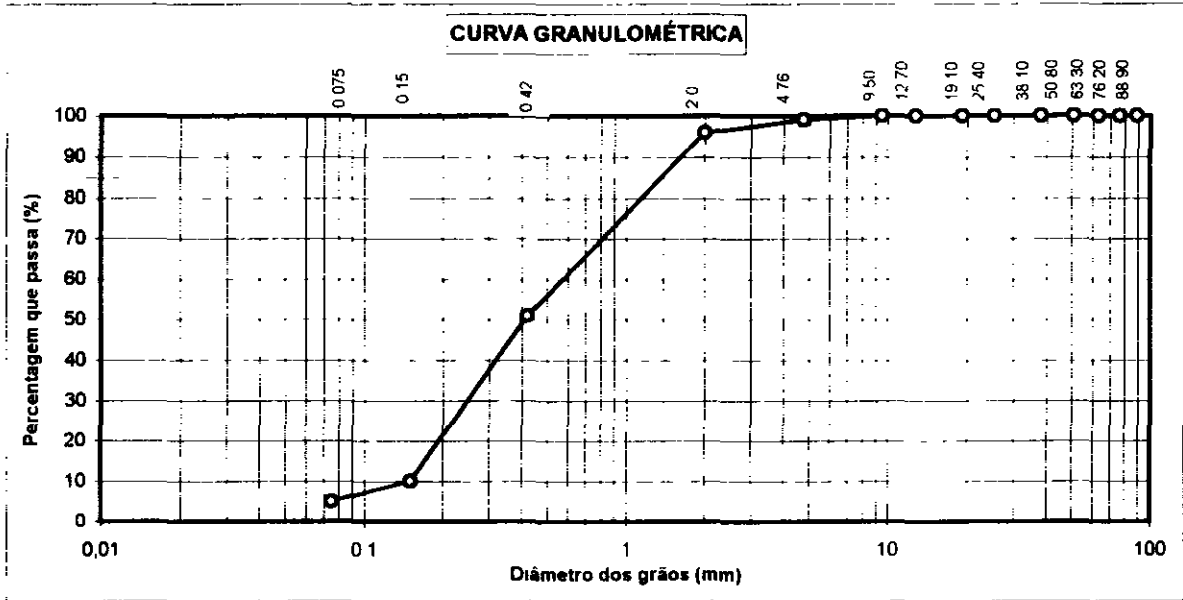
000083



6 - ESTUDOS COMPLEMENTARES

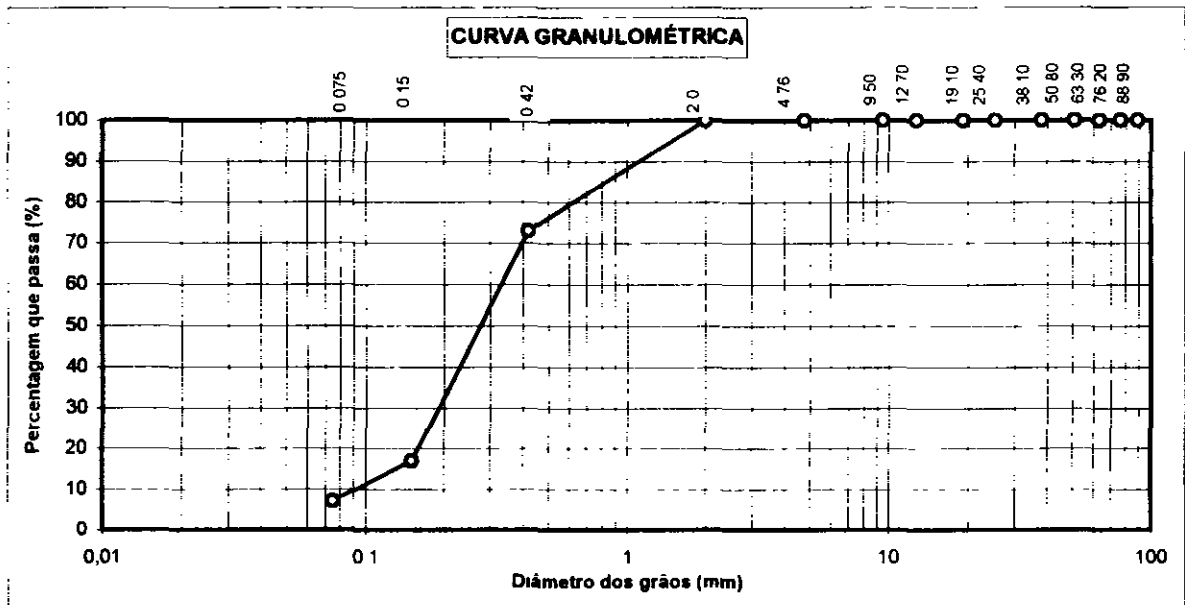
000084

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
OBRA: BARRAGEM ROSÁRIO				PROFUNDIDADE (m):		1,30
INTERESADO ENGESOFT				ESTACA		
AMOSTRA.	FURO	ST 01	JAZIDA	2	DATA	01/12/96
UMIDADE						
CAPSULA Nº	18		AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL
TARA	S	P	P UMIDO		1000,00	
P b h			P RETIDO NA # Nº 10		37,00	
P b s	E		P h PASSA # Nº 10		963,00	100,00
ÁGUA	Y		P s. PASSA # Nº 10		945,97	98,23
SOLO SECO			P AMOSTRA SECA		982,97	98,23
UMIDADE %	1,8					
P E N G R O S S O F I N O	PENEIRAS		P RETIDO	PESO	% PASSA	CLASSIFICAÇÃO
	POLEGADAS	mm	PARCIAL (g)	PASSA (g)	AM.TOTAL	
	3 1/2"	88,9	0,00	983,00	100	
	3"	76,2	0,00	983,00	100	
	2 1/2"	63,3	0,00	983,00	100	
	2"	50,8	0,00	983,00	100	
	1 1/2"	38,1	0,00	983,00	100	
	1"	25,4	0,00	983,00	100	
	3/4"	19,1	0,00	983,00	100	
	1/2"	12,7	2,50	980,50	100	
	3/8"	9,5	1,90	978,60	100	
	Nº 4	4,76	7,50	971,10	99	
	Nº 10	2	25,10	946,00	96	
	COMP GRANULOMÉTRICA (%)					
PEDREGULHO					1	
AREIA GROSSA					3	
AREIA MÉDIA					45	
AREIA FINA					46	
SILTE+ARGILA					5	
Nº 40	0,42	45,80	52,43	51		
Nº 100	0,15	41,80	10,63	10		
Nº 200	0,075	5,60	5,03	5		



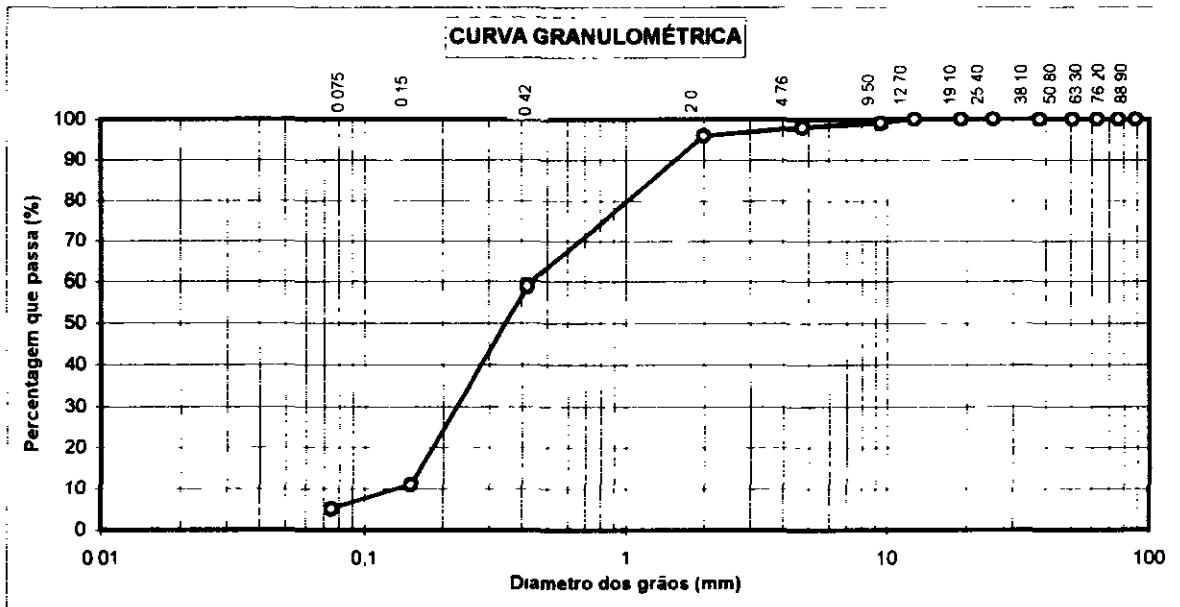
000086

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
OBRA: BARRAGEM ROSÁRIO			PROFUNDIDADE (m).		3,30	
INTERESADO: ENGESOFT			ESTACA			
AMOSTRA:	FURO:	ST 02	JAZIDA.	2	DATA 01/12/96	
UMIDADE						
CAPSULA Nº	17	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL	
TARA	S P	P UMIDO		1000,00		
P b h		P. RETIDO NA # Nº 10		1,00		
P b s	E	P h PASSA # Nº 10		999,00	100,00	
ÁGUA	Y	P s PASSA # Nº 10		979,41	98,04	
SOLO SECO		P AMOSTRA SECA		980,41	98,04	
UMIDADE %	2,0					
P E N G R O S S O F I N O	PENEIRAS		P RETIDO	PESO	% PASSA	CLASSIFICAÇÃO
	POLEGADAS	mm	PARCIAL (g)	PASSA (g)	AM.TOTAL	
	3 1/2"	88,9	0,00	980,40	100	
	3"	76,2	0,00	980,40	100	
	2 1/2"	63,3	0,00	980,40	100	
	2"	50,8	0,00	980,40	100	
	1 1/2"	38,1	0,00	980,40	100	
	1"	25,4	0,00	980,40	100	
	3/4"	19,1	0,00	980,40	100	
	1/2"	12,7	0,00	980,40	100	
	3/8"	9,5	0,00	980,40	100	
	Nº 4	4,76	0,00	980,40	100	
	Nº 10	2	1,00	979,40	100	
	COMP GRANULOMÉTRICA (%)					
PEDREGULHO					0	
AREIA GROSSA					0	
AREIA MÉDIA					27	
AREIA FINA					66	
SILTE+ARGILA					7	
Nº 40	0,42	26,00	72,00	73		
Nº 100	0,15	55,30	16,70	17		
Nº 200	0,075	9,80	6,90	7		



000087

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
OBRA: BARRAGEM ROSÁRIO			PROFUNDIDADE (m)		1,70	
INTERESADO: ENGESOFT			ESTACA			
AMOSTRA:	FURO:	ST 03	JAZIDA	2	DATA 01/12/96	
UMIDADE						
CAPSULA Nº	16		AMOSTRA TOTAL		TOTAL	
TARA	S	P	P UMIDO		1000,00	
P b h			P RETIDO NA # Nº 10		37,10	
P b s	E		P h PASSA # Nº 10		962,90	
ÁGUA	Y		P s. PASSA # Nº 10		97,85	
SOLO SECO			P AMOSTRA SECA		979,27	
UMIDADE %	2,2					
P	PENEIRAS		P RETIDO	PESO	% PASSA	
	POLEGADAS	mm	PARCIAL (g)	PASSA (g)	AM TOTAL	
E N G R O S S O	3 1/2"	88,9	0,00	979,30	100	
	3"	76,2	0,00	979,30	100	
	2 1/2"	63,3	0,00	979,30	100	
	2"	50,8	0,00	979,30	100	
	1 1/2"	38,1	0,00	979,30	100	
	1"	25,4	0,00	979,30	100	
	3/4"	19,1	0,00	979,30	100	
	1/2"	12,7	3,70	975,60	100	
	3/8"	9,5	4,20	971,40	99	
	Nº 4	4,76	7,70	963,70	98	
	Nº 10	2	21,50	942,20	96	
F I N O	Nº 40	0,42	37,70	60,15	59	
	Nº 100	0,15	49,00	11,15	11	
	Nº 200	0,075	5,70	5,45	5	
					CLASSIFICAÇÃO	
					COMP GRANULOMÉTRICA (%)	
					PEDREGULHO	2
					AREIA GROSSA	2
					AREIA MÉDIA	37
					AREIA FINA	54
					SILTE+ARGILA.	5



PERCUSSÃO					IND ROTATIVA			ENSAIO "IN SITU"		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO	
CONSIÊNCIA					RECUF NORMAL °			TIPO	PRESSÃO kg / cm ²				ABSORÇÃO ESPECÍFICA (kcmv%) 10 ⁻⁴
M. MOLE	M. FÁVEL	M. F/VA	M. RUA	M. RUA	N	f/m	f/m			f/m			
10	20	30	40	50				20	40				60
												0.50 SILTE ARENOSO C/ PEDREG MÉDIO, MARRON	
												1.64 SOLO DE ALTERAÇÃO	
												2.65 SOLO DE ALTERAÇÃO	
												3.41 GNAISSE MUITO ALTERADO MUITO FRATURADO POUCO COERENTE CINZA	
												4.50 GNAISSE TOTALMENTE ALTERADO	
												5.03 QUARTZITO MUITO ALTERADO MUITO FRATURADO MEDIAN COERENTE RÓSEO	
												6.66 QUARTZITO MUITO ALTERADO MUITO FRATURADO MEDIAN COERENTE RÓSEO C/ PASSAGENS DE GNAISSE	
												7.50 GNAISSE MUITO ALTERADO MUITO FRATURADO MEDIAN COERENTE CINZA	
												8.50 IDEM	
												9.00 IDEM	
												FINAL DA SONDAAGEM	
ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS													
FORA P. C/IMP. MEDIUNDA COMPACTA COMPACTA COMPACTA					RECUF. NORMAL ° f/m			LG = LIGEON LF = LE FRANC		ABSORÇÃO ESPECÍFICA U/min./m ² cm		PERCUSSÃO ROTATIVA ENSAIO	DIAM NX BARRILETE DUPLO MOVEL
LOCAL SANGRADOURO													
FURO Nº SR-B													
OBSERVAÇÕES: - FURO C/ PERDA D AGUA TOTAL NA PERFURAÇÃO													
EBACA		COTA(m)		N.A(m) SECO		INICIAL 18 12 96		FINAL 19 12 96					
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM													
OBRA BARRAGEM ROSÁRIO													



Geologia de Engenharia Ltda.

000030

PERCUSSÃO					IND ROTATIVA					ENSAIO "IN SITU"		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO			
CONSISTÊNCIA					RECUP NORMAL %					TIPO	PRESSÃO (t/cm ²)				ABSORÇÃO ESPECÍFICA (cm ² /g) 10 ⁻⁴		
M. MOLE	M. MIA	M. MIA	M. MIA	M. MIA	10	20	30	40	50			60	70	80		90	100
															1	1 00	SILTE ARENOSO POUCO ARGILOSO C/ PEDREG FINO CINZA/ VERM
															2	2 17	IDEM
																2,66	ALTERAÇÃO DE ROCHA
															3	3 37	IDEM
															4		
															5	5 10	XISTO TOTALMENTE ALTERADO
															6		
															7	6 71	IDEM
															8	8 00	GNAISSE C/ PASSAGENS DE QUARTZITO MUITO ALTERADO MUITO FRATURADO POUCO COERENTE CINZA ESCURO
															9	9 00	QUARTZITO MUITO ALTERADO MUITO FRATURADO POUCO COERENTE CREME (C/ PASSAGENS DE GNAISSE)
															10		FINAL DA SONDADEM

ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS																													
PERCUSSÃO					ROTAÇÃO					DIAM					NX					BARRILETE DUPLO MÓVEL									
OBSERVAÇÕES:																													
LOCAL SANGRADOURO																													
RURO Nº SR - D																													
BARRICA										COTA(m)					NA(m): SECO					INICAL 17 12 96					FINAL 18 12 96				
										PERFIL INDIVIDUAL DE SONDADEM																			
OBRA										BARRAGEM ROSÁRIO																			

000092

PERCUSSÃO					IND ROTATVA			ENSAJO "IN SITU"		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO	
CONSISTÊNCIA					RECUP NORMAL %			TIPO	PRESSÃO kg/cm ²				ABSORÇÃO ESPECÍFICA (t/cm ³) 10 ⁻⁴
10	20	30	40	50	20	40	60			80	100	8	
								LF	CONSTANTE	4.94 x 10 ⁻⁴	1		
										0.51 x 10 ⁻⁴			
											3		
											5		
										4.61 x 10 ⁻⁴			
3.30 SILTE ARENOSO FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA ROXO 5.15 AREIA GROSSA C/ CASCALHO E ALTERAÇÃO DE ROCHA 6.00 IMPENETRÁVEL A PERCUSSÃO 7 8 9 10													

ESPECIFICAÇÕES ADOPTADAS											
PERCUSSÃO 2 1/2 ROTATIVA DIAM BARRILETE ENSAJO											

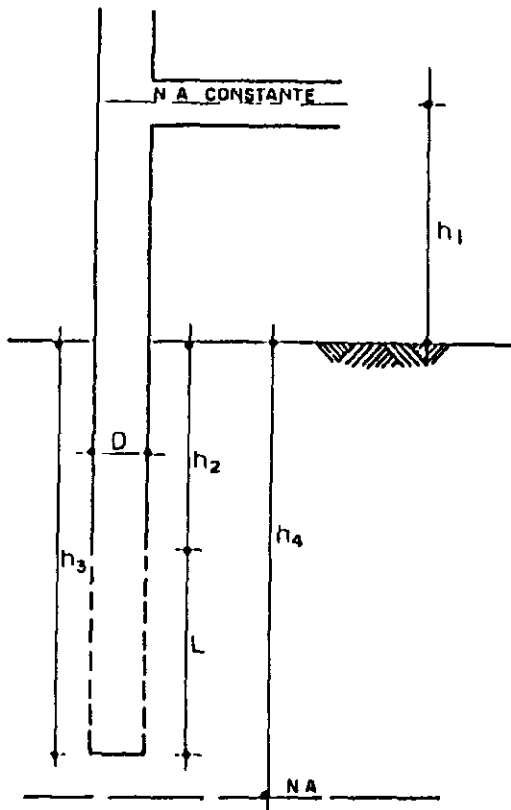
LOCAL EIXO - LEITO											
FURO Nº SP - B											
ESTACA 27 + 10m 30m M			COTA(m)		NA(m)		INICIAL		FINAL		
			110		101296		111296				

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM											
OBRA BARRAGEM ROSÁRIO 000045											

PERCUSSÃO					IND ROTATVA			ENSAIO 'IN SITU'		PROFUNDIDADE	COMENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO					
CONSISTÊNCIA					RECUF NORMAL %			TIPO	PRESSÃO kg/cm ²				ABSORÇÃO ESPECÍFICA (kgm ³) 10 ⁻⁴				
10	20	30	40	50	20	40	50			100	5	10					
								LF	C O N S T A N T E	2,47 x 10 ⁻⁴	0,55 x 10 ⁻⁴	1		1,60 5,40 5,70 SILTE ARENOSO POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTO ROXO AREIA GROSSA C/ CASCALHO ALTERAÇÃO DE ROCHA IMPENETRÁVEL A PERCUSSÃO			
																	2
																	3
																	4
											5						
											6						
											7						
											8						
											9						
											10						
ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS																	
								LG = LIGEON LF = LE FRANC	ABSORÇÃO ESPECÍFICA U/m ³ .Am ³ /cm	PERCUSSÃO 2 1/2 ROTATIVA DIAM BARRILETE ENBAIO							
LOCAL EIXO - LEITO																	
FURO Nº SP - D																	
ESTACA 24 + 30m J		COTA(m)		NA(m)		INICIAL		FINAL									
				1,86		09 12 96		10 12 96									
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM																	
OBSA BARRAGEM ROSÁRIO																	

000099

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



D = DIÂMETRO DO FURO = 6,50 cm

h₁ = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h₂ = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h₃ = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

$$K = \frac{Q}{2\pi L r h_e} \ln \left(\frac{2L}{D} \right)$$

$$h_e = h_1 + h_2 + \frac{L}{2}$$

h_e = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA = 186 cm

SONDAGEM	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	L (cm)	Q (cm ³)	t (seg)	h _e (cm)	K (cm/seg)
SP.D	15	80	100	20	-	1680	105	-
	15	100	200	100	-	1680	201	-
	15	200	300	100	15.300	1680	201	2,47x10 ⁻⁴
	15	300	400	100	-	1680	201	-
	15	400	500	100	-	1680	201	-
	15	500	570	75	2.550	1680	201	0,55x10 ⁻⁴



GHG - GEOLOGIA DE ENGENHARIA LTDA.

BARRAGEM ROSÁRIO

SP.D

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

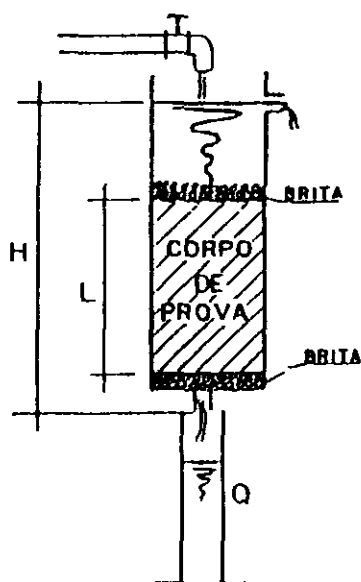
000100



Geologia de Engenharia Ltda.

ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE

CLIENTE ENGESOFT
TRABALHO BARRAGEM ROSÁRIO T- / /
LOCAL JAZIDA ARENOSA - 2



$$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H \cdot T} \quad (\text{cm/s})$$

K = COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (cm/s)

Q = VOLUME DE ÁGUA MEDIDO NA PROVETA (cm³)

L = ALTURA DO CORPO DE PROVA = 9,5 cm

A = ÁREA DO CORPO DE PROVA = 181,5 cm²

H = CARGA HIDRÁULICA = 170 cm

T = TEMPO DECORRIDO DO ENSAIO (s)

T = 280C

Fc = 0,828

ENSAIO Nº	Q (cm ³)	T (s)	K (cm/s)
1	1.000	112	2,25 x 10 ⁻³
2	1.000	119	2,14 x 10 ⁻³
3	1.000	128	1,99 x 10 ⁻³
MÉDIA			2,13 x 10 ⁻³



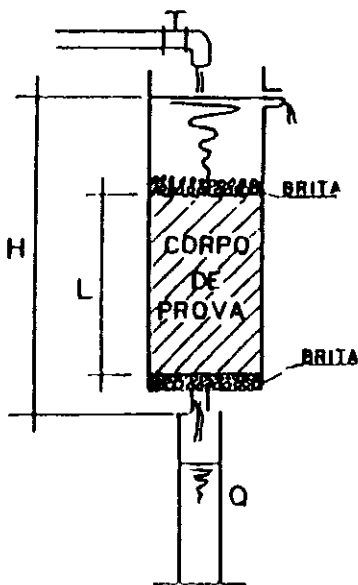
Geologia de Engenharia Ltda.

ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE

CLIENTE: ENGESOFT

TRABALHO: BARRAGEM ROSÁRIO T- /

LOCAL: JAZIDA ARENOSA - 2



$$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H \cdot T} \quad (\text{cm/s})$$

K = COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (cm/s)

Q = VOLUME DE ÁGUA MEDIDO NA PROVETA (cm³)

L = ALTURA DO CORPO DE PROVA = 9,5 cm

A = ÁREA DO CORPO DE PROVA = 181,5 cm²

H = CARGA HIDRÁULICA = 170 cm

T = TEMPO DECORRIDO DO ENSAIO (s)

T = 289C

Fc = 0,828

ENSAIO Nº	Q (cm ³)	T (s)	K (cm/s)
1	1.000	112	2,25 x 10 ⁻³
2	1.000	119	2,14 x 10 ⁻³
3	1.000	128	1,99 x 10 ⁻³
MÉDIA			2,13 x 10 ⁻³



7 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

7 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

Considerando o porte das obras envolvidas na implantação da barragem do Rosário e as condições climáticas da região, previu-se um prazo de execução de um ano.

O cronograma de execução, no qual são citados os serviços das obras com seus prazos mínimos de conclusão, bem como o período do ano apropriado para o desenvolvimento das atividades é mostrada no quadro 7.1

Tendo em vista que o período de concentração das chuvas na região são os meses de fevereiro a abril, os serviços relacionados com as obras de terraplenagem não devem ser programados com intensidade para execução neste período.

QUADRO 7.1 - BARRAGEM DO ROSÁRIO: CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

SERVIÇOS	MESES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
- Instalação do Canteiro de Obras	█	█											
- Mobilização de Pessoal e Equipamentos	█	█											
- Desmatamento e Limpeza do Local da Barragem e Áreas de Empréstimos		█	█	█									
- Escavação da Trincheira de Vedação e Fundação da Barragem			█	█	█	█							
- Escavação da Tomada D'água						█	█						
- Escavação do Sangradouro						█	█	█					
- Concretagem da Tomada D'água							█	█	█				
- Exploração das Áreas de Empréstimos, Jazidas e Pedreiras			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
- Execução da Trincheira de Vedação e Tratamento da Fundação				█	█	█	█	█					
- Execução do Maciço Central e Ombreiras				█	█	█	█	█	█	█	█	█	
- Instalação dos Equipamentos da Tomada D'água											█	█	
- Acab. e Limpeza Final das Obras e Desmobilização											█	█	█

000105

8 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DA OBRA

000106

8.0 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DA OBRA

- 02 (dois) - Tratores de Esteiras com capacidade mínima de 270 HP;
- 02 (dois) - Tratores de Esteira com capacidade mínima de 140 HP;
- 02 (duas) - Pás Carregadeiras com capacidade mínima de 2 1/4 Jd3,
- 02 (duas) - Pás Carregadeira com capacidade mínima de 1 3/4 Jd3,
- 02 (dois) - Motoniveladora com potência mínima de 115 HP;
- 03 (três) - Rolos pés-de- carneiro vibratório, com capacidade mínima de 8 a 10 toneladas, impacto dinâmico;
- 22 (vinte e dois) Caminhões basculantes com capacidade mínima de 4 m³;
- 03 (três) - Compactador tipo Sapo Mecânico,
- 03 (três) - Trator de pneus, com capacidade mínima de 100 HP;
- 03 (três) - Grades de disco;
- 06 (dois) - Caminhões tanque, com capacidade mínima de 6.000 litros;
- 04 (quatro) - Betoneiras, com capacidade mínima de 320 litros;
- 03 (três) - Vibradores de imersão, tipo agulha, variando de 35 a 500 mm de diâmetro;
- 04 (quatro) - Conjuntos Moto-bombas,
- 02 (dois) - Compressores de ar, com capacidade mínima de 500 pcm;
- 04 (quatro) - Marteletores de 24 kg;
- 01 (uma) - Perfuratriz, tipo ROC-601 ou similar,
- 01 (um) - Equipamento para injeção de cimento



9 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DE OBRAS

9.0 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DE OBRAS

- 1 - Escritório da Administração,
- 2 - Laboratório de solo e concreto,
- 3 - Depósito de cimento;
- 4 - Central de britagem;
- 5 - Oficina mecânica;
- 6 - Almoxarifado,
- 7 - Carpintaria;
- 8 - Ferraria;
- 9 - Armação de Moldagem;
- 10 - Alojamento para pessoal de apoio;
- 11 - Eletrificação;
- 12 - Escritório de supervisão
- 13 - Rede de Água e Esgoto
- 14 - Posto Médico

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

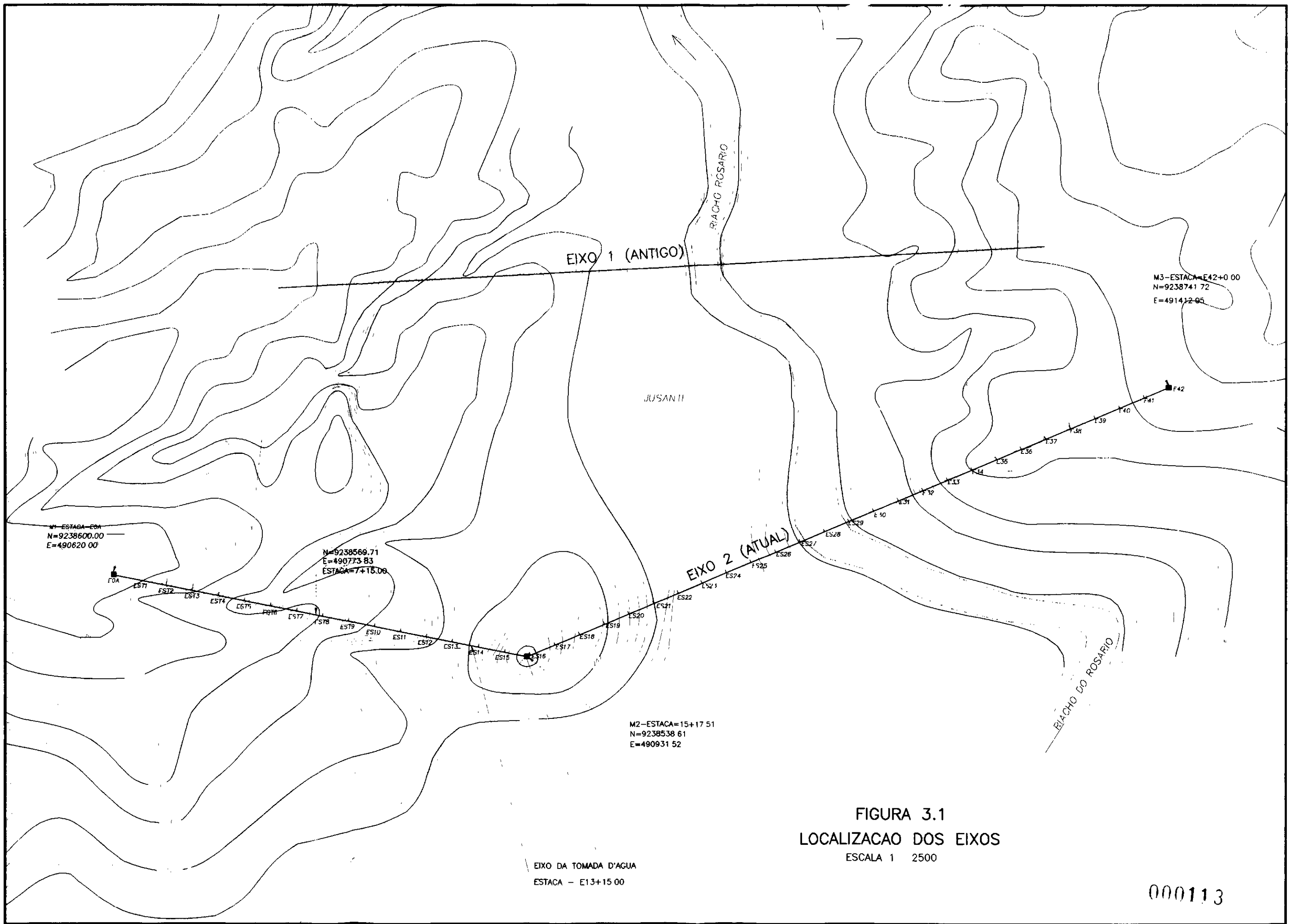


FIGURA 3.1
 LOCALIZACAO DOS EIXOS
 ESCALA 1 2500

EIXO DA TOMADA D'AGUA
 ESTACA - E13+15.00