29 MAI 16 10 83 004629
ASS: Vilma

ESTANTE	26
PRATELEIRA	5
CAIXA	2

PROJETO DE ENGENHARIA DE AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM TIJUQUINHA, BATURITÉ, CEARÁ.

VOLUME 1: . RELATÓRIO

4996

Geonorte

Geonorte

C A G E C E

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Obs. lembretes

- Ver perfil tipo no volume - Antiprojeto (concreto)
- Atentar para o talude - barragem de terra:
  1:2 e 1:2,5
- Ver desenho 08 - Injeção de cimento no trecho central que falta construir
- Atentar para os drenos profundos no mesmo trecho

PROJETO DE ENGENHARIA DE AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM TIJUQUINHA, BATURITÉ, CEARÁ.
VOLUME 1: . RELATÓRIO

FORTALEZA - MAIO - 1984

E-4
F-29
N-2

Geonorte

T-144-3/84

1. APRESENTAÇÃO. 1

2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS. 6

3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS. 9

4. ESTUDOS GEOLÓGICOS. 11

5. ESTUDOS GEOTÉCNICOS 15

6. PROJETO 22

Cod 4996

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO:

Estamos apresentando o Projeto de Engenharia da Ampliação da Barragem Tijuquinha, elaborado em obediência aos termos de Contrato Nº 22/84. A Barragem Tijuquinha é utilizada para o abastecimento da cidade de Baturité e localiza-se a 1,2 km a NW da cidade, barrando o Rio Aracoiaba, conforme é indicado no desenho nº 01 do Volume 2.

A barragem existente foi construída em alvenaria de pedra com uma seção trapezoidal de, aproximadamente, 8 metros de altura na sua seção máxima. A barragem é do tipo vertedoro em uma extensão aproximada de 93,7 m e com dois muros não vertedoros nas ombreiras esquerda e direita. A cota da soleira do trecho vertedouro é aproximadamente 78,1 m e dos trechos não vertedores, é 78,9 m.

Foi definido pela CAGECE que a cota da barragem após a ampliação será 85,0 metros, o que representará um volume de acumulação de 738.100 m^3, segundo o gráfico COTA x VOLUME apresentado no relatório da PLANAT de julho de 1982.

A partir dos estudos realizados foi projetada uma barragem de gravidade em alvenaria de pedra com um trecho vertedoro de seção tipo "Creager", um trecho não vertedoro de seção trapezoidal, complementada por dois trechos de barragem de terra, uma em cada ombreira, protegidas por muros de proteção apresentando as seguintes características:

a) Trecho Vertedoro:

- Cota de sangria - 85,00 m

- Comprimento - 50,00 m
- Lâmina máxima de sangria - 1,00 m
- Perfil - tipo Greager
- Vazão da cheia centenária - 93,1 m^3/s
- Volume acumulado na cota 85 - 738.100 m^3

b) Trecho Não Vertedoro:

- Cota do coroamento - 86,50 m
- Comprimento - 46,10 m
- Perfil - trapezoidal

c) Barragens de Terra:

- Cota do coroamento - 87,50 m
- Altura máxima - 9,00 m
- Largura dos coroamentos - 4,00 m
- Tipo - barragem de terra homogênea
- Revanche - 2,50 m
- Folga - 1,50 m

O presente projeto é composto de três volumes, o volume 1 (Relatório) e os volumes 2 e 3 (Desenhos).

O relatório foi dividido, de acordo com os aspectos abordados, nos seguintes tópicos:

- Estudos Topográficos
- Estudos Hidrológicos
- Estudos Geológicos
- Estudos Geotécnicos
- Projeto

Além destes ítens são apresentados, ainda, os anexos relacionados a seguir:

. Anexo A - Especificações

B - Quantitativos e Orçamento

C - Perfis Individuais das Sondagens

D - Ensaios de Perda d'Água "LUGEON"

E - Ensaios de Laboratório

No volume 2 e 3, são apresentados os desenhos a seguir enumerados:

Desenho nº 01 - Mapa de Situação

02 - Planta da Barragem Existente

03 - Planta da Barragem Ampliada

04 - Perfil Longitudinal do Subsolo

05 - Perfil Longitudinal da Barragem

06 - Seções Transversais da Barragem Vertedora

07 - Seções Transversais da Barragem Vertedora (continuação)

08 - Seções Transversais da Barragem não Vertedora

09 - Seções Trasnversais da Barragem de Terra (Ombreira Esquerda)

10 - Seções Transversais da Barragem de Terra (Ombreira Direita)

11 - Seções Tipo das Barragens

12 - Bacia Hidráulica e Hidrográfica

13 - Planta Geral das Ocorrências de Materiais

14 - Jazida 1

15 - Jazida 2

16 - Pedreira 1

17 - Pedreira 2

18 - Pedreira 3

19 - Areal 1

20 - Mapa Geológico

Fortaleza, 28 de maio de 1984.

ANTONIO NUNES DE MIRANDA

Engº. Civil MS. CREA 1.533/D

dat./fsn.

2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS:

Os estudos topográficos se limitaram ao levantamento do local da barragem, uma vez que a área da bacia hidrográfica e o levantamento da bacia hidráulica foram apresentados pela PLANAT - Consultoria em Recursos Naturais em seu relatório de estudos hidrológicos de julho de 1982.

O levantamento da bacia hidráulica foi realizado pela TOPEDSON - Estudos, Projetos e Construção Ltda. e apresentado no relatório da PLANAT acima citado.

Tomou-se como referência de nível para o nivelamento da barragem existente e das suas seções a cota 100 metros da estaca 0 (zero) do eixo levantado pela TOPEDSON. Esta estaca 0 (zero), localizada na ombreira direita, foi materializada no campo através de um marco de concreto.

Foi locado, nivelado, contranivelado e seccionado um eixo, através de estaqueamento de 10 em 10 metros, de maneira a detalhar a obra existente e possibilitar a elaboração do projeto de ampliação.

A estaca zero, início da locação, ficou situada na ombreira esquerda. O comprimento do eixo locado foi de 189 metros, ou seja 18 estacas mais 9 metros. Na primeira e na última estaca do eixo foram feitas amarrações com marcos de concreto.

Os resultados dos estudos topográficos são apresentados nos desenhos nºs 02 a 12 do volume 3, contendo os elementos a seguir discriminados:

Desenho nº 02 - Planta da Barragem Existente

03 - Planta da Barragem Ampliada

04 - Perfil Longitudinal do Subsolo

05 - Perfil Longitudinal da Barragem

06 - Seções Trasnversais da Barragem Vertedora

07 - Seções Trasnversais da Barragem Vertedora (continuação)

08 - Seções Transversais da Barragem não Vertedora

09 - Seções Transversais da Barragem de Terra (Ombreira Esquerda)

10 - Seções Transversais da Barragem de Terra (Ombreira Direita)

11 - Seções Tipo das Barragens

12 - Bacia Hidráulica e Hidrográfica

dat./fsn.

3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS:

Os estudos hidrológicos foram realizados pela PLANAT - Consultoria em Recursos Naturais, cujos resultados foram apresentados num relatório datado de julho de 1982, sendo a área da bacia hidrográfica da barragem, necessárias aos cálculos hidrológicos, determinada pela PLANAT igual a 36,8 km^2.

A cota de sangria foi fixada pela CAGECE em 85 metros, o que representa um volume de acumulação de 738.100 m^3, segundo o gráfico COTA x VOLUME apresentado pela PLANAT.

A descarga máxima secular, obtida também do relatório da PLANAT e utilizada para o dimensionamento do vertedouro, foi de 93,1 m^3/s.

dat./fsn.

4. ESTUDOS GEOLÓGICOS

4. ESTUDOS GEOLÓGICOS:

Segundo a classificação de Köppen, a área em estudo está inserida numa região que possui um clima tropical chuvoso de monção (Amw'). O período seco é atenuado. O período chuvoso vai de janeiro a junho, abrangendo o verão e o outono. As maiores precipitações verificam-se no período de fevereiro a maio. A média termal anual situa-se em torno de 20,3°C, com máximas diurnas de 27,4°C e mínimas de 17,2°C.

A vegetação típica ostenta uma associação arbórea exuberante, semelhante à das matas úmidas do litoral leste. As espécies mais comuns são a gameleira, ingazeira, maçaranduba, pau d'arco amarelo e o visgueiro. São abundantes também as palmeiras e fruteiras, além da cafeicultura.

O local da barragem situa-se no vale do Rio Aracoiaba, permanente, formando duas encostas com cotas superiores que abrangem a casa dos 400 m de altitude, com relação ao nível do mar. Essas encostas são recobertas por um solo de coloração cinza escuro, siltoso, micáceo, resultante de decomposição da rocha matriz através de processos de intemperismo físico e predominantemente químico.

4.1 Geologia:

Foi feito um reconhecimento superficial no lado jusante da barragem existente para localização dos afloramentos e definição dos aspectos litológicos apresentados pela rocha.

A rocha aflora ao longo de todo o lado jusante da

barragem, numa faixa de 30 metros, em média, a partir do pé da parede. Foi exposta pela erosão devido a agua que verte da barragem.

Trata-se de uma rocha de granulação média e grossa, mesocrática, com alguns locais predominantemente leucocráticos, bandeada, composta essencialmente de quartzo, feldspato e mica (biotita e muscovita). Superficialmente apresenta-se como uma rocha dura e bem compacta, porém, exibindo em alguns locais, sinais de elevado grau de alteração, com efeitos de caulinização. Em certos locais aparece bem homogênea, em outros, bastante heterogênea, com aspectos de migmatização.

A rocha possui foliação orientada aproximadamente no sentido NW-SE, quase paralela ao eixo da barragem, mergulhando para NE, ou seja, com inclinação para montante.

Foram visualizadas diversas micro-estruturas, tanto de falhamento, como de dobramento, além de estruturas estromáticas, shilieren e boudinage, típicas de rochas metamórficas gnaissicas-migmatíticas, que podem ser enquadradas no Complexo Caicó ($p\epsilon c$), de idade Pré-Cambriana.

As fraturas estão dispostas em várias direções, mas as principais (de melhor visualização e maiores proporções) estão orientadas preferencialmente no sentido mais ou menos transversal a oblíquo ao eixo da barragem. Diversas fraturas são preenchidas por sílica ou por veios pegmatíticos (contendo quartzo, feldspato e afrisita).

As feições geológicas locais estão representadas

de maneira grosseira na planta do desenho nº 20 (Volume 3).

Vale salientar que todos dados fornecidos com relação a atitudes de foliação e direcionamento de fraturas são baseadas apenas em observações visuais de campo, pois não foi utilizado nenhum equipamento adequado para medição exata e representação destas feições.

5. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

5. ESTUDOS GEOTÉCNICOS:

Os estudos geotécnicos consistiram basicamente na execução de sondagens no local da barragem com ensaios de perda d'água "LUGEON" nos trechos em rocha, bem como na localização e caracterização dos materiais que serão utilizados na construção da obra.

5.1 Sondagens:

Visando definir bem o subsolo no local da barragem foram realizadas cinco sondagens, sendo duas inciadas a percussão e prosseguidas por rotativa e as outras três foram executadas com rotativa desde o início, nas posições indicadas em planta no desenho nº 02 (Volume 3).

Os resultados das sondagens são apresentados nos desenhos nºs 01 a 05 (Anexo C - Volume 1) sob forma de perfis individuais do subsolo no local de cada furo.

Na execução dos trechos de sondagens a percussão foram usados dois processos para avanço do furo. Inicialmente foi usado o trado concha de 4", ao encontrar-se nível d'água ou material impenetrável a esta ferramenta, o furo foi revestido e prosseguido por lavagem, até atingir-se, por sua vez, material impenetrável a este outro processo.

Para extração das amostras foi utilizado o amostrador padrão de 2" e 1 3/8" de diâmetros externo e interno, respectivamente, o qual era cravado no terreno por meio de golpes de um martelo de 65 kg, com altura de queda de 75 cm.

Durante a cravação do amostrador foram registrados os números de golpes necessários para fazer o amostrador penetrar cada 15 cm no terreno, até uma penetração total de 45 cm. A soma dos golpes das duas últimas parcelas de 15 cm, ou seja dos 30 cm finais de cravação, é apresentada sob forma de tabela e gráfico nos perfis de sondagens. Este número de golpes é denominado de "Standard Penetration Test (SPT)".

Os trechos de sondagem rotativa foram executados com coroa BX (diâmetro externo 59,56 mm) acoplada a um barrilete simples. A sonda utilizada foi uma DBS 50 da DIBRASIL, de avanço manual.

Para cada operação do barrilete foram registrados a percentagem de recuperação e o número de peças, dados que estão indicados nos perfis de sondagens.

As amostras coletadas nas sondagens a percussão, rotativa e a pá e picareta ficarão a disposição de V.Sas., em nosso laboratório durante 30 dias.

Com base nos resultados das sondagens foi preparada uma seção esquemática do subsolo, apresentada no desenho nº 04 (Volume 3), que representa evidentemente apenas uma indicação do desenvolvimento provável das camadas do subsolo, constatadas somente nas verticais das sondagens e foi elaborada visando permitir uma melhor visualização da natureza geral do subsolo no local.

Nos trechos de sondagens rotativa foram realizados ensaios de perda d'água "LUGEON", cujos resultados são apresenta

dos no Anexo B. Para determinação da pressão máxima dos ensaios LUGEON, foi adotado o,25 kg/cm² por metro de profundidade, sendo considerada como profundidade a cota da boca do furo menos a cota do centro do trecho ensaiado.

5.2 Estudos de Materiais:

O estudo de ocorrência de materiais para construção foi iniciado por um simples reconhecimento de toda área em volta do barramento, de modo a localizar possíveis jazidas, examinando a qualidade e estimando os valumes de materiais disponíveis.

Foram identificados e estudadas, através de sondagens a pá e picareta cobrindo toda a área, duas jazidas, cujas localizações são mostradas de forma esquemática nos desenhos nºs 14 e 15 (Volume 2). Para uma melhor visualização de suas localizações, as jazidas foram indicadas, também, na planta geral apresentada no desenho nº 13 (Volume 2).

Os valores de expurgo médio, espessura média do material utilizável, bem como dados de área, volume e distância média estão resumidos a seguir:

JAZIDA Nº	J-1	J-2
Expurgo médio (m)	0,10	0,10
Espessura média (m)	2,00	2,00
Área (m²)	10.000	12.500
Volume (m³)	20.000	25.000
Distância média (m)	100	360

De todas as sondagens foram coletadas amostras e sobre algumas delas realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento
- Limite de liquidez
- Limite de plasticidade
- Compactação (Proctor Normal).

Os resultados destes ensaios são apresentados nas tabelas 1 e 2 (Anexo E - Volume 1).

Os resultados dos ensaios de caracterização (limites de Atterberg e peneiramento) permitem classificar os solos das jazidas 1 e 2 no tipo SC do Sistema Unificado de Classificação dos Solos ("Unified Soil Classification - USC").

O enquadramento dos solos na "Classificação Unificada" possibilita estimar suas características no que concerne a sua utilização na construção de barragens de terra. Segundo Sherard (Sherard, J. L. e outros - "EARTH AND EARTH ROCK DAMS" - JOHN WILEY AND SONS, INC. 1963) os solos do tipo CL apresentam as seguintes características:

SC

- Impermeável
- Alta resistência à erosão
- Alta à média resistência ao cisalhamento
- Boa à razoável trabalhabilidade

As propriedades acima citadas são esperáveis para

obras em que seja feito controle de umidade e densidade durante a construção. Para orientação deste controle são apresentados a seguir os valores médios da massa específica seca máxima (γ_{sm}) e da umidade ótima (h_{ot}), obtidos nos ensaios de compactação das jazidas.

VALORES DE COMPACTAÇÃO	JAZIDAS	
	J-1	J-2
γ_{sm} (g/cm³)	1,67	1,66
h_{ot} (%)	18,4	19,6

Para a construção das alvenaria de pedra, concretos e drenos foram localizadas três pedreiras e um areal, cujas localização são mostradas nos desenhos nºs 16 a 19 e as principais características, tais como, espessura média, área, volume e distância média estão resumidas a seguir:

JAZIDA Nº	P-1	P-2	P-3	AREAL-1
Espessura média (m)	4,00	6,00	3,00	1,20
Área (m²)	4.500	3.000	1.000	7.500
Volume (m³)	18.000	18.000	30.000	9.000
Distância média (m)	145	300	600	17.000

Para uma melhor visualização das localizações das pedreiras, elas foram indicadas também na planta geral apresenta

da no desenho nº 13 (Volume 2).

Foi coletada uma amostra de cada pedreira e realizados os ensaios de Los Angeles, cujos resultados são apresentados no Anexo E deste volume.

Foram coletadas duas amostras do areal e sobre elas realizados ensaios de granulometria por peneiramento, cujos resultados são apresentados nos desenhos 01 e 02 (Anexo E - Volume 1).

dat./fsn.

6. PROJETO

6. PROJETO:

O projeto de ampliação da barragem Tijuquinha foi desenvolvido, como se descreve a seguir, levando em conta as características da obra existente, bem como os materiais disponíveis na região e as condições da fundação no local da barragem.

Foi definido pela CAGECE que a barragem existente (construída em alvenaria de pedra em seção trapezoidal de aproximadamente 8 metros de altura) fosse ampliada da cota atual, 78,1 metros, para a cota de 85,0 (83,1) metros, o que representará um volume de acumulação de 738.100 m³, segundo o gráfico COTA x VOLUME apresentado no relatório da PLANAT de julho de 1982.

A partir dos estudos realizados, descritos nos ítens anteriores, e tendo em vista que a barragem existente não poderia ser esvaziada para a execução da ampliação, foi projetada uma barragem de gravidade em alvenaria de pedra com um trecho vertedoro de seção tipo "Creager", um trecho não vertedoro de seção trapezoidal, complementada por dois trechos de barragens de terra, uma em cada ombreira, protegidas por muros de proteção.

6.1 Situação da Barragem Existente:

A barragem existente, construída em alvenaria de pedra com uma seção trapezoidal de, aproximadamente, 8 metros de altura na sua seção máxima, é do tipo vertedoro em uma extensão aproximada de 93,7 m e com dois muros não vertedoros nas ombreiras esquerda e direita. A cota da soleira do trecho vertedoro é aproximadamente 78,1 m e dos trechos não vertedores, é 78,9 m.

Existem atualmente na barragem três comportas, operadas através de volantes instalados na cota do coroamento. Através da tomada d'água do lado esquerdo é feita a captação de água para Baturité, em uma tubulação de aproximadamente 30 cm de diâmetro. A tomada de centro não é mais usada e foi obstruída com alvenaria de pedra. A comporta da direita é uma descarga de fundo com uma galeria de seção quadrada de 1 m de lado, que está defeituosa, sem obedecer ao comando de operação.

A barragem existente apresenta comportamento sastifatório com a exceção de algumas fugas d'água pela fundação rochosa, notadamente na estaca 13, onde há uma fuga mais acentuada.

6.2 Barragem Vertedora:

A cota da soleira, como já foi dito anteriormente, foi definida pela CAGECE em 85,0 (83,1) metros. Baseadas em inspeção de campo, nos resultados do levantamento geológico de superfície e nos resultados das sondagens executadas, foi possível concluir que a rocha do lado esquerdo e a jusante da atual barragem é menos resistente a erosão que a do lado direito. Daí a razão de ser implantado o trecho vertedoro entre as estacas 10 + 4,00 m e 15 + 4,00 m, onde a rocha é mais resistente, totalizando 50,00 m de largura.

Adotando como lâmina máxima a altura de 1,00 m, este vertedouro poderá dar vazão a uma cheia de 110 m^3/s que é superior a cheia secular calculada pela PLANAT em 93,1 m^3/s. O va-

lor de 110 m³/s foi obtido usando a fórmula tirada da publicação "DESIGN OF SMALL DAMS" do "U.S. BUREAU OF RECLAMATION" - Edição 1973: $Q = 2,2 \times L \times H^{1,5}$, onde "L" é a largura do vertedouro (L = 50 m) e "H" é a lâmina de sangria (H = 1,00 m). A cota da lâmina máxima é portanto, 86,0 metros, ou seja, 85,0 metros mais 1,00 metro de lâmina máxima.

A seção transversal do muro vertedoro foi obtida baseado na publicação "ROTEIRO PARA PROJETO DE PEQUENOS AÇUDES", editada pelo DNOCS, em 1979. Com base nesta seção foi realizada a análise de estabilidade quanto ao tombamento, deslizamento e flutuação, que apresentaram coeficientes de segurança acima de 1,5. Também foi verificado o ponto de aplicação da resultante das forças atuantes, que caiu dentro do terço médio da base.

A ampliação da barragem será em alvenaria de pedra com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, seguindo as especificações apresentadas no Anexo A.

Foram localizadas três pedreiras e um areal, cujas localizações são apresentadas nos desenhos nºs 16 a 19 (Volume 2).

Foi projetada uma galeria de inspeção que percorre todo o trecho vertedoro e o não vertedoro, de maneira que possibilite a inspeção visual do funcionamento da drenagem interna do maciço de alvenaria de pedra, bem como uma eventual desobstrução dos drenos ou até a reinjeção de cimento em alguns trechos que caso venha a ser necessário. Havendo possibilidade a CAGECE deverá colocar iluminação elétrica ao longo da galeria, o que facilitará o seu uso.

A ligação entre a barragem existente e a sua ampliação será garantida com uma zona de 0,50 m de concreto simples no traço 1:2:4 (conforme especificação), sendo antes escarificada toda a superfície da barragem existente numa profundidade mínima de 5 cm. Também será escarificada da mesma forma a superfície em rocha sã e lisa que aflora a jusante da barragem existente.

A cava da fundação da barragem a ser executada no pé do paramento de jusante da barragem existente, será preenchida também com concreto simples, e servirá como "cap" para a injeção de cimento a ser realizada. A escavação desta cava de fundação deverá se processar em trechos de 3,0 m, sendo, que só deverá ser aberto o trecho seguinte após a concretagem do trecho anterior. A superfície superior do "cap" deverá ser executada horizontal, de modo que facilite o deslocamento do equipamento de injeção. Durante a concretagem deste "cap" deverão ser deixados tubos de PVC de 100 mm nos locais dos furos, que servirão de guia para a execução da injeção.

O esquema para injeção de calda de cimento prevê a execução de duas linhas de furos verticais, no sentido longitudinal ao eixo da barragem. Na primeira linha, serão executados os furos primários, espaçados de 3,0 em 3,0 metros, e depois serão executados os furos secundários, intercalados aos primários, de modo que ao final, teremos furos a cada 1,5 m. Na segunda linha de furos serão executados os furos terciários a cada 1,5 m. Os furos deverão ser executados e injetados até 8,0 m de profundida

de. Estima-se que cerca de 80% da metragem total de perfuração será executada com martelete e 20%, com sondagem rotativa. A avaliação e o controle da eficácia da injeção serão feitos, através da coleta de testemunhos de rocha e ensaios de perda d'água nas sondagens rotativas.

No local da fuga d'água existente no pé do paramento de jusante da barragem atual, nas proximidades da estaca 13, deverá ser executado uma limpeza e o preenchimento com concreto simples.

Com a finalidade de drenar a água que venha a percolar pela fundação rochosa e reduzir as subpressões, será construído um sistema de drenagem profunda a jusante da cortina de injeção, através da execução de poços de alívio de 2 1/4" de diâmetro, executado com martelete a cada 3,0 m, que deverão atingir 6,0 m. A execução dos poços de alívio deve ser defasada da injeção de cimento, de tal maneira que só sejam perfurados poços de alívio em zonas já totalmente injetadas. O local liberado para a execução dos poços de alívio deve está distante de pelo menos 12,0 m do local de onde a injeção ainda está sendo realizada. A água interceptada pela drenagem da fundação será coletada pela canaleta no interior da galeria de inspeção. No encontro de cada dreno profundo com a canaleta terá um pedaço de tubo de 2" com a extremidade roscável, com a finalidade de se acoplar um manômetro ou facilitar as medidas de vazões eventualmente necessárias.

O maciço de alvenaria de pedra também será drenado

através da instalação de tubos de concreto poroso a cada 3,0 m. Estes tubos deverão atingir a parte externa da barragem, conforme detalhe apresentado no desenho nº 06 (Volume 3), com a finalidade de facilitar uma eventual desobstrução.

Sugerimos que o sistema de operação da comporta do lado esquerdo seja elevado para a cota do coroamento do trecho não vertedoro (86,50 m), e o sistema de operação da comporta da direita seja elevado para a cota da soleira (85,00 m) e que a tomada d'água do centro seja definitivamente desativada. As comportas deverão ficar sem vazamentos e em condições de perfeito funcionamento. Seria aconselhável a realização de um mergulho de inspeção por pessoal especializado, de modo a obter um relato da situação das comportas da esquerda e da direita, que continuarão a serem usadas, bem como dados para a desmobilização da comporta do centro, que será definitivamente obstruída e abandonada. Sugerimos, ainda, que a comporta da direita, que é uma descarga de fundo de 1 m de lado, seja reduzida para uma tubulação de 500 mm de diâmetro, conforme mostramos no desenho nº 06 (Volume 3), e que seja aproveitada a galeria de inspeção para a colocação de um registro. Também seria colocado no interior da galeria um outro registro em tubulação de 300 mm já existente na tomada d'água da esquerda, que é a que leva água para Baturité. Os registros e a tubulação deverão ser especificados pela CAGECE.

6.3 Barragem não Vertedora:

A cota da lâmina máxima da sangria é 86,0 metros,

conforme mostrado no ítem anterior. Adotando uma folga de 0,50 metros, a cota do coroamento do trecho não vertedoro ficou definida como sendo 86,50 metros.

O trecho não vertedoro está posicionado entre as estacas 5 + 7,90 m e 10 + 4,00 m, onde a rocha foi considerada menos resistente, embora possa, eventualmente, uma cheia excepcional vir a verter por este estre sem maiores problemas. Trecho

A forma triangular foi adotada para seção deste trecho, com um alargamento de 3,00 m acima da cota 85,00 m para facilitar o trânsito de pessoas.

A exemplo do trecho vertedoro, o trecho não vertedoro também será em alvenaria de pedra e a análise de estabilidade foi realizada obtendo-se coeficientes de segurança acima de 1,5.

O trecho não vertedoro também disporá de galeria de inspeção, injeção de cimento, drenagem profunda e do maciço, conforme já descrito para a barragem vertedora.

No intuito de evitar acidentes, será implantado um gradil em TR-22 contornando todo o coroamento do trecho não vertedoro e os muros de proteção das barragens de terra.

6.4 Barragens de Terra:

As barragens de terra são posicionadas uma em cada ombreira, protegidas por muros de proteção.

A partir da cota do coroamento do trecho não verte

doro de 86,50 m, conforme ítem anterior, foi adotada uma diferença de cota de 1,00 m, ficando a cota do coroamento das barragens de terra em 87,50 m. Desta forma, o trecho não vertedoro poderá dar vazão a cheias excepcionais sem atingir a cota do coroamento das barragens de terra.

Foram escolhidos os taludes de 1:2 (V:H) para jusante e 1:2,5 (V:H) para montante, seguindo a orientação do "U.S. Bureau of Reclamation" para barragens homogêneas construídas com solo do tipo "SC" com menos de 15 m.

Baseado na fórmula de Preece: $B = 1,1 \sqrt{H} + 0,9$, onde "B" é a largura do coroamento e "H" a altura máxima da barragem, temos um valor de B = 4,2 m para H = 9,0 m. Sendo adotada uma largura de 4,0 para os coroamentos das barragens.

A trincheira de fundação da barragem ("cut-off") deverá sempre atingir as profundidades definidas no projeto, ou seja, atingir o solo residual gnaisse, ou ultrapassar esta profundidade a critério da fiscalização.

Com a finalidade de evitar que a linha freática atinja o talude de jusante e disciplinar a saída da água que percola pelo maciço de terra, foi projetado um dreno de pé ("rock-fill"), com a altura de 2,25 m, que corresponde a um quarto da altura máxima das barragens.

Para proteção do talude de montante contra a erosão pelas ondas, foi projetado um "rip-rap", constituido de duas camadas, externamente, um enrocamento com a finalidade de amortecer o choque das ondas, e uma camada interna de transição para

impedir o carreamento dos finos, filtrando a água que passar pelo enrocamento. As barragens serão protegidas por muros laterais de proteção, que têm suas dimensões definidas no projeto. Tais muros tiveram sua estabilidade analisada apresentando coeficiente de segurança acima de 1,5.

No sentido longitudinal ao eixo das barragens de terra, saindo dos muros de proteção, serão construídos dois muros de engaste, um em cada barragem, que têm a finalidade de interromper a percolação pela superfície entre a barragem de terra e o muro de proteção. Tal superfície geralmente constitui um ponto fraco da barragem de terra devido a dificuldade de execução da compactação, e com o muro de engaste é quebrada a continuidade desta superfície, além de aumentar o caminho de percolação.

Para a construção dos muros de proteção, muros de engaste, rip-rap e rock-fill serão utilizados o areal e as pedreiras já mencionadas anteriormente.

Para a construção das barragens de terra, foram estudadas duas jazidas mostradas nos desenhos 14 e 15 (Volume 2).

O procedimento para a construção das barragens de terra está apresentado nas Especificações Técnicas apresentadas no Anexo A deste volume.

dat./fsn.

Geonorte

- A N E X O A -

Especificações

Geonorte

E S P E C I F I C A Ç Õ E S

1. INTRODUÇÃO:

A execução da ampliação da Barragem Tijuquinha, em Baturité, Ceará, deverá se processar de acordo com o projeto e especificações abaixo descritas. Ficará a critério da Fiscalização qualquer modificação nestas Especificações e a definição dos casos não previstos.

2. OBJETIVO:

As presentes Especificações têm por objetivo estabelecer as normas gerais que deverão ser obedecidas na execução, medição e pagamento das obras civis e estabelecer as principais características dos materiais a serem empregados.

3. DISPOSIÇÕES GERAIS:

De acordo com as contigências locais, a critério exclusivo da Fiscalização, será determinada a ordem de prioridades, na execução das obras constantes das presentes Especificações.

A mão-de-obra será de primeira qualidade e os serviços serão executados dentro da melhor técnica conhecida.

A qualquer tempo a Fiscalização poderá impugnar qualquer serviço, que, a seu critério, for julgado em desacordo com as Especificações.

Deve haver sempre no local da obra, quando da ausência do responsável por seu andamento, um substituto com poderes suficientes para representá-lo na administração da mesma e nas relações com a Fiscalização. A indicação desse proposto deve ser feita a Fiscalização e por ela aprovada.

O Empreiteiro deverá assegurar a vigilância diurna e noturna do canteiro da obra.

Todo e qualquer trabalho, executado pelo Empreiteiro, que for impugnado pela Fiscalização, deverá ser demolido e reconstruído pelo Empreiteiro, dentro do prazo estipulado pela Fiscalização e sem ônus de espécie alguma para a CAGECE.

Todo e qualquer dano causado a propriedade de terceiros, devido às obras ou serviços executados pelo Empreiteiro, será de responsabilidade exclusiva deste, assim como o pagamento de toda e qualquer indenização, acaso exigida.

Em caso de necessidade, a CAGECE poderá descontar de qualquer das medições, a que o Empreiteiro tiver direito de receber, as importâncias relativas às indenizações devidas pelo Empreiteiro a terceiros, sem que este tenha direito a qualquer reclamação.

Correrá por conta e responsabilidade exclusiva do Empreiteiro, todo e qualquer acidente que possa acontecer com pessoal do Empreiteiro, ou com terceiros, durante os trabalhos de execução das obras, seja este provocado por negligência ou por causas fortuitas.

4. SERVIÇOS PRELIMINARES:

4.1 Generalidades:

Ao Executante cabe a total execução e controle dos serviços topográficos, tais seja, locação e nivelamento do eixo da barragem e marcação e nivelamento dos "off-sets".

A verificação dos serviços topográficos será realizada pela Fiscalização.

O Executante deverá assegurar, às suas expensas, a proteção e a conservação de todas as referências de amarração ou nível.

São considerados serviços preliminares:

a) Instalação da obra.

b) Caminhos de serviços.

c) Desmatamento, destocamento e limpeza.

4.2 Instalação da Obra:

4.2.1 Generalidades:

Antes do início da construção propriamente dita, deverão ser executadas todas as instalações provisórias necessárias, obedecendo a um programa pré-estabelecido pelo Empreiteiro e aprovado pela Fiscalização para o canteiro de obras, de tal modo que facilite a recepção, estocagem e manuseio dos materiais.

4.2.2 Execução:

As instalações provisórias deverão atender às necessidades da obra, devendo o "lay-out" respectivo atender pelo menos às seguintes exigências mínimas:

a) Depósito de materiais a descoberto (areia, brita, pedras, etc.).

b) Barracão para o escritório da obra possuindo inclusive um compartimento destinado à Fiscalização, o qual deverá oferecer condições mínimas de conforto e espaço (paredes bem fechadas, iluminação, piso assoalhado com madeira de 3ª, etc.).

c) Instalações sanitárias provisórias, obedecendo às exigências da Fiscalização.

d) Suprimento de água, luz e força, inclusive as respectivas ligações, correndo por conta da Empreiteira todas as despesas que possam surgir.

Faz parte também da instalação da obra a mobilização das máquinas e equipamentos exigidos para a construção da barragem.

4.2.3 Pagamento:

Pela instalação da obra será pago a verba discriminada no ítem 01 da Planilha de Preços - Instalação da Obra.

4.3 Caminhos de Serviços:

4.3.1 Generalidades:

Caminhos de serviços são vias construídas para permitir o trânsito de equipamentos e veículos em operação com a finalidade de assegurar acesso, ao canteiro de obra, às jazidas e fonte de abastecimento de água.

4.3.2 Equipamento:

A implantação dos caminhos de serviços será executada mediante utilização de equipamento adequado, a par do emprego acessório de serviços manuais.

4.3.3 Execução:

Os caminhos deverão possuir condições de rampa, de desenvolvimento e de drenagem tão-somente necessárias à utilização racional do equipamento e veículos.

Os caminhos de serviços somente serão executados mediante autorização prévia da Fiscalização.

4.3.4 Medição:

Não serão medidos o desmatamento, o destocamento e a limpeza necessários à implantação dos caminhos de serviços. Estes serviços serão medidos por quilômetro executado.

4.3.5 Pagamento:

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, constantes no ítem 02 da Planilha de Preços.

A manutenção dos caminhos de serviços será efetuada pelo Executante, não sendo indenizada.

4.4 Desmatamento, Destocamento e Limpeza:

4.4.1 Generalidades:

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza serão realizadas nos locais indicados pela Fiscalização, e objetivam remover, nas áreas destinadas à implantação da barragem e área de exploração das jazidas, as obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como: árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos, matacões, estruturas, etc.

4.4.2 Equipamentos:

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados, complementadas com o emprego de serviços manuais e, eventualmente, de explosivos. O equipamento será função da densidade e tipo de vegetação local e dos prazos exigidos à consecução da obra.

4.4.3 Execução:

Após recebimento do Projeto, o Executante dará início às operações de desmatamento, destocamento e limpeza.

O desmatamento compreende o corte e a remoção de toda a vegetação de porte, qualquer que seja a sua densidade.

O destocamento compreende as operações de escavação e remoção total dos tocos.

A limpeza compreende as operações de escavação e remoção da camada orgânica e vegetação rasteira, com local de bota-fora e profundidade indicado pela Fiscalização.

O material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza será queimado, removido ou estocado. A queimada será efetuada em ocasião oportuna e de modo apropriado, a fim de ser evitada a propagação do fogo.

As operações correspondentes aos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza, terão lugar no interior da faixa de implantação ou seja entre "off-sets" das obras a serem implantadas e nas jazidas no local indicado pela Fiscalização.

Nenhum movimento de terra poderá ser iniciado enquanto as operações de desmatamento, destocamento e limpeza das áreas devidas não hajam sido totalmente concluídas.

4.4.4 Controle:

O controle das operações de desmatamento, destocamento e limpeza será feito por apreciação visual da qualidade dos serviços.

4.4.5 Medição:

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza serão medidos em função da área efetivamente trabalhada.

4.4.6 Pagamento:

Os serviços serão pagos multiplicando as quantidades obtidas do ítem anterior pelos preços unitários contratuais, constantes no ítem 03 da Planilha de Preços.

5. AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM DE GRAVIDADE E MUROS DE PROTEÇÃO:

5.1 Generalidades:

A ampliação da barragem de gravidade (trecho vertedoro e não vertedoro) e muros de proteção esquerdo e direito, que têm a finalidade de proteger as barragens de terra, serão em alvenaria de pedra.

5.2 Execução:

As escavações das fundações deverão ser executadas com taludamento adequado de forma a garantir a estabilidade do terreno. Quando a escavação for em rocha, deverá ser executada a frio com martelete. Fica expressamente proibido o uso de explosivos na escavação da fundação.

A escavação deverá atingir, as profundidades definidas no projeto, ou ultrapassar estas profundidades, a critério da Fiscalização, até encontrar material que atenda às características necessárias a fundação da barragem de gravidade.

Após concluída a escavação, será feito o preparo da cava de fundação, que constará da remoção de blocos, lascas de pedras e preenchimento das fendas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 em uma profundidade igual ou superior ao dobro da largura da fenda, ou algum outro serviço que se faça ne-

cessário e seja solicitado pela Fiscalização.

A barragem de alvenaria de pedra existente deverá ser escarificada na superfície que ficará em contato com a ampliação, numa profundidade mínima de 5 cm, de tal modo que fique garantida uma perfeita ligação entre a nova estrutura e a estrutura existente.

A ligação da estrutura nova com a barragem existente será em concreto simples, no traço 1:2:4, com um consumo mínimo de cimento de 300 kg/m³.

A alvenaria de pedra não poderá ser assente sobre rocha sã e lisa, tendo que ser escarificada no mínimo numa profundidade de 5 cm.

A alvenaria deverá ser executada com pedras limpas e sãs de tamanhos irregulares, não se permitindo pedras de volume inferior a 0,015 m³ e cuja espessura seja menor que 15 cm. Não é permitido o uso de pedras redondas, bem como, o emprego de pedras miúdas para enchimento. As pedras deverão ser cortadas a martelo segundo a feição apropriada. Na ocasião do assentamento deverão ser molhadas e comprimidas até refluir a argamassa pelos lados e juntas, tomando posições sólidas e em seguida calçadas com lascas de pedras duras, tornando o maciço sem vazios ou interstícios.

Na composição do paramento são empregadas as melhores pedras de maneira a evitar desigualdade pronunciada.

A argamassa usada será de cimento e areia no traço 1:3 sendo o cimento medido em peso e a areia em volume, em padio

las previamente aceitas pela Fiscalização. Seu preparo deverá ser mecânico.

Deverá ser usada areia quartzosa de diâmetro máximo 4,8 mm isenta de substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc.

O cimento utilizado será do tipo PORTALAND comum, de fabricação recente, de preferência nacional, só aceito na obra quando fornecido sob embalagem e rotulagem típicas da fábrica de origem, intatos, e deverá satisfazer à EB-1.

O cimento deverá ser armazenado em condições satisfatórias de proteção contra a ação de intempéries, da umidade do solo e de outros agentes nocivos às qualidades de acordo com o que estabelece o artigo 76 da NB-1.

A alvenaria será revestida com uma capa de argamassa de cimento e areia com 2,5 cm de espessura no traço 1:3. O revestimento será precedido de um chapisco realizado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. As partes internas dos muros de proteção, que ficarão em contato com o solo, não serão rebocadas, sendo apenas chapiscadas.

Será utilizado concreto armado no traço 1:2:4, com fck = 150 kg/cm², com consumo mínimo de cimento de 300 kg/m³ na execução da laje do teto da galeria de inspeções, bem como na confecção das lajes e vigas sobre os registros e no engaste da tubulação da tomada d'água do lado direito.

Serão implantados no interior do maciço de alvenaria de pedra tubos de concreto poroso, a medida que a alvenaria for subindo, com a finalidade de drenar a água que percole no interior do maciço de pedra. Os tubos de concreto poroso serão implantados a cada 3,0 metros nos trechos vertedoro e não vertedoro e deverão atingir a parte externa da barragem, conforme detalhe apresentado no desenho nº 06 do volume 3 deste projeto.

Será implantado um gradil em trilho TR-22 na borda do coroamento do trecho não vertedoro e dos muros de proteção com a finalidade de evitar acidentes.

5.3 Controle:

O controle tecnólogico dos serviços acima descritos será feito, inicialmente, através de inspeção visual dos materiais a serem empregados nas alvenarias e concretos.

Serão realizados, a critério da Fiscalização, ensaios de granulometria por peneiramento em amostras da areia utilizada.

O preparo, a execução e o lançamento das argamassas e concreto serão acompanhados pela Fiscalização.

Eventualmente, a critério da fiscalização, serão moldados e rompidos corpos de prova da argamassa e concreto.

A execução da ampliação dos muros deverá alcançar

a conformação da seção transversal do projeto, adimitidas variações de ± 5 cm nas suas dimensões.

5.4 Medição:

A medição dos serviços executados será efetuada através de medidas que permitam determinar os volumes de escavação, desmonte de alvenaria de pedra, concreto simples, alvenaria de pedra e concreto armado, bem como, as áreas de escarificação, chapisco e revestimento e os comprimentos de tubos e trilhos.

5.5 Pagamento:

O pagamento dos serviços executados será efetuado multiplicando-se os volumes, áreas e comprimentos obtidos pelos preços unitários dos ítens 04 a 17 e ítem 20 da Planilha de Preços.

O transporte da pedra, brita e areia será pago multiplicando-se o volume geométrico pela distância em quilômetro e pelos preços unitários constantes nos ítens 18 a 19 da Planilha de Preços. O cálculo dos volumes geométricos de pedra, brita e areia transportados será em função do volume geométrico de concreto executado, de alvenaria de pedra executada e das áreas de chapisco e revestimento, obedecendo as seguintes proporções:

- Para cada 1 m³ de concreto, no traço 1:2:4, serão considerados 0,9 m³ de brita e 0,6 m³ de a-

reia transportados.

- Para cada 1 m³ de alvenaria de pedra com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, serão considerados 1 m³ de pedra e 0,3 m³ de areia transportados.
- Para cada 1 m² de chapisco, executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, será considerado um volume de 0,005 m³ de areia transportados.
- Para cada 1 m² de reboco, com 2,5 cm de espessura e executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, será considerado um volume de 0,03 m³ dè areia transportados.

6. BARRAGENS DE TERRA:

6.1 Generalidades:

Após a realização do desmatamento, destocamento e limpeza será feita a relocação do eixo, bem como, o nivelamento e marcação dos "off-sets". A execução da obra deverá se realizar com acompanhamento da topografia, garantindo assim plena obediência ao projeto geométrico.

6.2 Execução do Maciço:

As escavações serão executadas obedecendo os taludes e as cotas previstas no Projeto.

As profundidades indicadas no Projeto só poderão ser ultrapassadas, a critério da Fiscalização, até encontrar material que atenda às características necessárias a fundação de barragem de terra.

Será obrigatório o esgotamento quando as cavas acumularem água de chuva ou atingirem o lençol freático, impedindo ou prejudicando o andamento dos serviços. O esgotamento, dependendo das condições locais e do volume a esgotar, poderá ser efetuado manual ou mecanicamente, através de bombeamento.

Fica expressamente proibido o uso de explosivos na escavação da trincheira de fundação.

Durante o enchimento da fundação deve ser mantido rebaixado o nível d'água.

No caso de se encontrar surgências concentradas de água, estas serão encaminhadas para jusante, de modo a que não seja alterado o teor de umidade do solo a ser compactado.

Antes da execução da primeira camada deverá ser passado um rolo pé de carneiro e umedecida a superfície da fundação para garantir boa ligação do maciço com o terreno natural.

Se os materiais do maciço e da fundação forem de natureza muito diferente, uma camada de 8 cm a 15 cm de espessura, constituída de terras do maciço, será espalhada sobre a fundação após sua escarificação e misturada intimamente com as terras da fundação pela passagem de grade de disco. Será assim obtida uma zona de transição que melhorará sensivelmente a ligação da barragem com sua fundação.

Nos locais em que o maciço se apoie diretamente sobre rocha, deve-se proceder uma aguação de forma a obter-se sua saturação e em seguida uma pintura de lama sobre a superfície rochosa, antes do espalhamento da primeira camada de solo. Caso a superfície da rocha apresente-se irregular e fraturada, será feita a remoção de blocos, lascas e o preenchimento das fendas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, em uma profundidade igual ou superior ao dobro da largura da fenda. As irregularidades da superfície da rocha serão atenuadas com concreto magro (traço 1:4:8) de modo a permitir a compactação da primeira camada de solo.

O material será disposto na praça da fundação de modo a que se criem áreas de trabalho transversais ao sentido do rio, ou seja seguindo o sentido do eixo da barragem, formando camadas que deverão possuir 20 cm de espessura quando compactadas, com uma tolerância de 3 cm.

Após espalhado o material, este será homogeneizado com grade de disco, de modo a se assegurar uma mesma umidade para o todo. A correção que se fizer necessária, será feita pela aguação com carros-pipa providos de "gambiarras", de modo a ser atingida a umidade ótima, com variação de mais ou menos dois por cento.

No caso de se verificar excesso de umidade no solo, este será removido para aeração e se preciso, misturado com material seco oriundo das jazidas, para a devida correção.

Uma vez corrigida a umidade, será procedida a com-

pactação com rolo pé de carneiro até se obter um grau de compactação mínimo de 98%.

A compactação será executada com rolos pé de carneiro, que deverão ser suficientemente pesados para exercerem no solo, pressão mínima de 20 kg/cm². Os rolos devem estar providos de limpadores convenientemente dispostos de modo a impedir que os solos fiquem ligados aos mesmos. Os rolos pés de carneiro deverão ter peso total superior a 10 toneladas. Poderão também ser empregados rolos pés de carneiro dotados de equipamento vibratório ou de impacto.

Em áreas diminutas, compreendendo bolsões mais profundos, devem ser empregados, a critério da Fiscalização, sapos mecânicos, ou malhos de madeira, com ponta circular e com diâmetro máximo de 0,10 m, com comprimento médio de 1,50 m, cabo de 0,05 m, com peso médio de 15 kg. Os sapos mecânicos devem ser, preferivelmente, pneumáticos.

Os maciços serão executados obedecendo as dimensões e taludes indicados no Projeto.

No espalhamento das camadas dos maciços, correção da umidade e compactação serão obedecidas as mesmas recomendações acima mencionadas para o enchimento das fundações.

Nos locais onde não for possível o acesso do rolo compactador serão usados sapos mecânicos ou malhos de madeira.

A conformação da seção final do maciço nos taludes será feita compactando-se o aterro com 0,50 m a mais que o previsto no projeto. Este acréscimo, inadequadamente compactado de

vido a falta de conteção lateral, será cortado para obter-se a seção projetada.

6.3 Execução do Rock-fill:

A construção do enrocamento de pé se fará com a execução prévia de camadas de areia e brita, cujas dimensões e granulometria deverão satisfazer às características técnicas de projeto.

As camadas de brita e areia serão lançadas por basculante e compactadas por rolo liso vibratório ou trator pesado, de esteira, tipo D-8 ou similar, até se obter uma compacidade relativa de pelo menos 60%.

Uma vez concluída a construção das camadas de brita e areia, se dará início à construção do enrocamento-de-pé.

Quando do lançamento dos blocos, será feito a aguação das pedras lançadas de modo a se tornar o conjunto isento de impurezas.

O acabamento dos taludes do enrocamento deverá ser executado manualmente, à medida que se for construindo as camadas do "Rock-fill", de forma a se obter uma superfície aproximadamente regular.

6.4 Execução do Rip-Rap:

A camada drenante do Rip-Rap será regularizada manualmente de forma a não apresentar espessura inferior a de pro-

jeto. O material utilizado deverá obedecer o limite de granulometria indicado no projeto.

Os materiais a serem utilizados no enrocamento deverão ser constituídos de rocha ou fragmentos de rocha sã, com elevada resistência à erosão e à decomposição por agentes atmosféricos.

A construção deverá sempre ser executada mediante o lançamento direto dos blocos, com peso médio de 38 kg, sobre a camada de transição. Deve promover-se a regularização desta camada jogada com auxílio de trabalho manual de operários utilizando alavancas de modo a obter-se uma camada de espessura não inferior à projetada.

6.5 Controle:

O controle geométrico será realizado através de determinação da densidade de compactação ("Método do Frasco de Areia") e ensaios de umidade imediatamente antes da compactação com uma frequência de ensaios a critério da Fiscalização, levando-se em consideração o andamento dos trabalhos. A princípio será um ensaio de umidade e um de densidade para cada 500 m³ de aterro compactado ou para cada 100 m³ nas zonas especiais de descontinuidade.

No controle geométrico do maciço de solo só serão permitidas variações a mais nas dimensões previstas no Projeto. Estas variações, quando ocorrerem, deverão ser no sentido de suavizarem os taludes previstos.

6.6 Medição:

A medição dos serviços executados será através da determinação do volume geométrico obtido a partir de nivelamentos inicial, parciais e final das barragens. O nivelamento inicial será feito logo que concluída as atividades de desmatamento, destocamento e limpeza.

A medição do ítem "Preparo e Regularização dos Taludes" será feita através de levantamento topográfico que permita o cálculo da área dos taludes regularizada.

6.7 Pagamento:

O pagamento dos serviços executados será efetuado multiplicando-se os volumes geométricos obtidos pelos preços unitários dos ítens 21 a 23 constantes na Planilha de Preços.

O transporte de materiais para distâncias acima de 100 m será pago multiplicando-se o volume geométrico transportado pela distância em quilômetro e pelos preços unitários constantes nos ítens 22 e 24 da Planilha de Preços.

O preparo e a regularização dos taludes serão pagos multiplicando-se a área obtida pelo preço unitário do ítem 25 da Planilha de Preços.

O pagamento da execução do dreno de pé e do rip-rap será efetuado multiplicando-se os volumes geométricos obtidos pelos preços unitários dos ítens 26 e 27 constantes na Planilha de Preços.

O transporte da pedra, brita e areia, utilizados na construção do rip-rap e do rock-fill, será pago multiplicando se o volume geométrico pela distância em quilômetro e pelos preços unitários constantes nos ítens 28 e 29 da Planilha de Preços. O cálculo dos volumes geométricos de pedra, brita e areia transportados será em função do volume geométrico de rip-rap e rock-fill executado, obedecendo as seguintes proporções:

- Para 1 m³ de rock-fill, na geometria projetada, serão considerados 0,26 m³ de areia e 0,74 m³ de brita e pedra transportados.
- Para 1 m³ de rip-rap, na geometria projetada, serão considerados 0,40 m³ de areia e 0,60 m³ de pedra transportados.

7. INJEÇÃO DE CIMENTO:

7.1 Generalidades:

Os serviços de injeção, deverão ser conduzidos pela Empreiteira, de acordo com os mais altos padrões técnicos para trabalhos congêneres, conforme a seguir especificado ou determinado pela Fiscalização.

7.2 Execução:

Nenhum trabalho de injeção poderá ser feito sem a presença da Fiscalização, responsável pela aprovação e aceitação dos serviços, quando concluídos, reservando-se, entretanto, à mesma sempre o direito de reinjetar os furos ou áreas que julgar necessário a seu exclusivo critério.

A escavação para fundação em rocha das barragens de gravidade, que servirá de "cap" para a injeção de cimento, deverá ser executada em trechos de 3 m, só sendo aconselhável escavar o trecho seguinte depois de concretado o trecho anterior. Antes da concretagem devem ser deixados tubos guias, em PVC, para a execução dos furos e injeção de cimento.

7.2.1 Lavagem dos Furos:

Concluída a perfuração de um furo e antes do início de qualquer injeção, os detritos resultantes da perfuração serão removidos por meio de lavagem, até que a água retorne limpa, a critério da Fiscalização.

Todas as fendas e fissuras da rocha, interceptadas, que contenham argila ou outros materiais laváveis, serão limpas, bombeando-se água e ar, sob pressão, em furos adjacentes, removendo o máximo possível destes materiais.

As fraturas abertas, nas quais não se possa obter pressão, serão lavadas por um período de 5 minutos, com a bomba operando na sua capacidade máxima, ou pelo período de tempo em que o material de preenchimento da fratura esteja sendo removido, conforme evidenciado pela saída da água de lavagem.

Em nenhum caso a pressão de lavagem poderá exceder à pressão máxima especificada para injeção.

7.2.2 Pressão da Injeção:

Durante a injeção, as pressões deverão ter medi-

ções constantes no manômetro instalado na tubulação à entrada do furo, sendo em princípio, de 0,25 kg/cm² por metro de profundidade entre a superfície da rocha e a extremidade superior do trecho a ser injetado. A pressão no trecho superficial deverá ser de 0,2 kg/cm². Essas pressões, poderão ser alteradas, a critério da Fiscalização, de acordo com as condições reais da rocha, no decorrer das operações, e em função do comportamento do maciço rochoso.

7.2.3 Dosagem da Calda de Cimento:

Nos trabalhos de injeção, será empregada essencialmente calda de cimento e água, com dosagem expressa em peso de 0,7:1 e 0,5:1, significando que a quantidade de água para o peso unitário do sólido será de 0,7 e 0,5, respectivamente.

A injeção deverá ser iniciada com calda de maior relação água/cimento, ou seja, com relação água/cimento em peso de 0,7:1 ou como indicado pela Fiscalização.

Se o trecho injetado atingir a pressão especificada, será mantido o mesmo traço até a rejeição da calda pelo furo, se após a injeção de 5 sacos de cimento (250 kg), não foi atingida a pressão especificada para o trecho (2 m), mesmo com a vazão máxima da bomba, a relação água/cimento, será alterada pera 0,5:1 em peso. Uma vez atingida a pressão especificada para o trecho, a relação água/cimento será mantida constante, até a rejeição da calda pelo furo. Não se conseguindo atingir a pressão especificada, com a utilização da calda mais espessa, a inje

ção deverá ser interrompida por cerca de 3 horas, após o que, o furo poderá ser lavado e a injeção reiniciada. Este procedimento será repetido até que se obtenha a rejeição da calda pelo furo.

*Em furos que apresentem absorção excepcional de calda de cimento, a critério da Fiscalização, deverá ser previsto o emprego de argamassa de cimento, constituída de cimento, areia e água no traço mais adequado para cada caso, até se obter rejeição da calda.

Será considerada rejeição, quando o furo não absorver mais quantidade apreciável de calda durante 10 (dez) minutos, a critério da Fiscalização.

As dosagens acima especificadas, deverão servir apenas como base para o início das operações de injeção. No decorrer das operações, deverão ser as mesmas modificadas de acordo com os comportamentos apresentados nos furos, a fim de se obter máxima eficiência e economia, a critério da Fiscalização.

7.2.4 Sequência de Injeção:

A princípio, o esquema a ser adotado para injeção, será composto por duas linhas de furos verticais, localizadas no pé do paramento de jusante da barragem existente.

Na primeira linha de furos, serão executados os furos primários e os secundários. Na linha de trás serão executados os furos terciários.

Os furos primários correspondem à primeira série de furos perfurados e injetados, nenhum outro furo será pois, executado antes da injeção dos furos primários.

Os furos secundários, serão, em princípio, executados a meia distância dos primários, constituindo a segunda série de injeção.

Os furos terciários serão executados na linha de trás a meia distância dos primários e secundários já executados.

Parte destes furos, a critério da Fiscalização serão executados com sondagem rotativa, com a execução de ensaios de perda d'água e recuperação de testemunhos. Os demais furos serão executados com martelete.

A injeção em qualquer furo, terminará quando este absorver menos que 1 litro de calda por minuto, por metro de profundidade, sob pressão de 1 kg/cm², durante o tempo de 10 minutos.

Após o término da injeção, se for verificada a existência da pressão residual no furo, indicada pelo retorno da calda, o obturador deverá ser mantido com o registro fechado, até não mais se verificar o retorno.

A calda não injetada, por qualquer motivo, dentro de duas horas após o seu preparo, deverá ser rejeitada e não será computada no volume injetado.

A sobra de calda de injeção de um trecho poderá ser aproveitada para injeção de outro trecho ou furo, após a even

tual necessária correção da relação água/cimento, desde que respeitado o tempo entre preparo e injeção acima referido.

7.3 Medição:

A medição será feita através de medidas dos comprimentos de tubos guias em PVC, das profundidades dos furos executados com martelete e sondagem rotativa e por unidade de ensaio "LUGEON" executado. Será feito um controle de sacos de cimento fornecidos e injetados.

7.4 Pagamento:

Pela instalação dos equipamentos necessários ao serviço de injeção será pago a verba discriminada no ítem 30 da Planilha de Preços.

O pagamento dos demais ítens relativo a injeção de cimento será efetuado multiplicando as quantidades obtidas pelos preços unitários dos ítens 31 a 36 constantes na Planilha de Preços.

8. DRENOS PROFUNDOS:

8.1 Generalidades:

Os drenos profundos são poços de alívio executados a jusante da cortina de injeção com a finalidade de drenar a água que porventura percole pela fundação.

8.2 Execução:

A perfuração destes poços de alívio serão com martelete com diâmetro de 2 1/4".

Concluída a perfuração de um furo, os detritos resultantes da perfuração serão removidos por meio de lavagem, até que a água retorne limpa, a critério da Fiscalização.

8.3 Medição:

A medição será feita através de medidas das profundidades dos furos executados.

8.4 Pagamento:

O pagamento será efetuado multiplicando a quantidade obtida pelo preço unitário do ítem 37 da Planilha de Preços.

9. TOMADA D'ÁGUA:

9.1 Generalidades:

Existem atualmente na Barragem Tijuquinha três tomadas d'água, manobradas do coroamento através de volantes.

A tomada de esquerda controla a captação de água que sai para abastecer a cidade de Baturité, através de uma tubulação de 30 cm de diâmetro. A tomada d'água do centro foi abandonada e obstruída com alvenaria de pedra e não será mais utilizada. A tomada d'água da direita trata-se da descarga de fundo,

que é uma galeria quadrada de 1 m de lado, e não está funcionando bem.

9.2 Execução:

O serviço a ser executado nas duas tomadas d'água, a da esquerda e a da direita, trata-se da elevação dos volantes de controle para a nova cota do coroamento e a recuperação das mesmas, deixando-as em perfeito estado de funcionamento. Além destes serviços, deverão ser instalados registros no interior da galeria de inspeção, que também controlarão as duas tomadas d'água. Na tomada d'água da esquerda, a tubulação de 300 mm já existe, mas na da direita, deverá ser instalada uma tubulação de 500 mm, reduzindo o diâmetro desta tomada d'água, conforme mostrado no desenho nº 06 do volume 3.

9.3 Pagamento:

Pelos serviços descritos no ítem anterior será pago a verba especificada no ítem 38 da Planilha de Preços.

Geonorte

- A N E X O B -

Quantitativos e Orçamento

ORÇAMENTO

Geonorte 1
T - 144/84

CLIENTE: CAGECE - CIA. DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
BARRAGEM: AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM TIJUQUINHA
LOCAL: BATURITÉ - CEARÁ

ÍTENS	SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (Cr$)	CUSTO PARCIAL	CUSTO TOTAL
	SERVIÇOS PRELIMINARES					
01	Instalação da obra.	-	vb	-	13.080.000,00	
02	Caminhos de serviço	1,5	km	1.090.000,00	1.635.000,00	
03	Desmatamento, desmatamento e limpeza nos locais das barragens e empréstimos, com bota-fora até 100 m.	25.337	m²	109,00	2.761.733,00	17.476.733,00
	MUROS VERTEDORO, NÃO VERTEDORO E DE PROTEÇÃO					
04	Escavação para fundação em rocha, a frio, com martelete, incluindo limpeza	375	m³	16.895,00	6.335.625,00	
05	Escavação manual em solo.	2.496	m³	4.360,00	10.882.560,00	
06	Escarificação da barragem existente ou de rocha sã e lisa com 5 cm de profundidade.	1.580	m²	872,00	1.377.760,00	
07	Desmonte de alvenaria de pedra existente.	48	m³	7.630,00	366.240,00	
08	Concreto simples no traço 1:2:4, com consumo mínimo de cimento de 300 kg/m³, incluindo sua confecção, desmonte de pedra na pedreira e britagem, carga e descarga da brita e areia . .	894	m³	87.745,00	78.444.030,00	
09	Alvenaria de pedra com argamassa de cimento e areia no traço					

ORÇAMENTO

Geonorte 2
T - 144/84

CLIENTE: CAGECE - CIA. DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
BARRAGEM: AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM TIJUQUINHA
LOCAL: BATURITÉ - CEARÁ

ÍTENS	SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (Cr$)	CUSTO PARCIAL	CUSTO TOTAL
	1:3, incluindo sua confecção, desmonte da pedra na pedreira, carga e descarga da pedra e da areia.	10.977	m³	58.000,00	636.666.000,00	
10	Concreto armado (traço 1:2:4) com fck = 150 kg/cm², com consumo mínimo de cimento de 300 kg/m³.	21	m³	250.000,00	5.250.000,00	
11	Tubo de concreto poroso, com diâmetro interno de 10 cm (fornecimento e colocação no interior do maciço de alvenaria de pedra).	396	m	10.000,00	3.960.000,00	
12	Tubo de PVC rígido roscável de 10 cm de diâmetro (fornecimento e colocação no interior do maciço de alvenaria de pedra) .	30	m	15.000,00	450.000,00	
13	Cano de PVC rígido roscável Ø 1 1/2" (fornecimento e colocação no interior do maciço de alvenaria de pedra).	12	m	6.000,00	72.000,00	
14	CAP de PVC rígido roscável Ø 1 1/2" (fornecimento e colocação).	33	ud	3.000,00	99.000,00	
15	Cano de PVC rígido roscável Ø 2" (fornecimento e colocação no interior do maciço de alvenaria de pedra)	66	m	8.000,00	528.000,00	
16	Chapisco dos muros com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, incluindo sua confecção, carga e descarga da areia . . .	4.085	m²	600,00	2.451.000,00	
17	Revestimento dos muros com 2,5 cm de espessura com argamassa					

ORÇAMENTO

Geonorte 3

T - 144/84

CLIENTE: CAGECE - CIA. DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
BARRAGEM: AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM TIJUQUINHA
LOCAL: BATURITÉ - CEARÁ

ÍTENS	SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (Cr$)	CUSTO PARCIAL	CUSTO TOTAL
	de cimento e areia no traço 1:3, incluindo sua confecção, carga e descarga da areia.	3.039	m²	3.706,00	11.262.534,00	
18	Transporte da pedra ou brita (com distância média aproximada de 0,35 km)	4.130	m³ x km	436,00	1.800.680,00	
19	Transporte da areia (com distância média aproximada de 17 km).	67.201	m³ x km	164,00	11.020.964,00	
20	Trilho TR-22 para "para-peito" de proteção, incluindo soldas e emendas (fornecimento e colocação).	326	m	15.000,00	4.890.000,00	775.856.393,00
	BARRAGENS DE TERRA					
21	Escavação para fundação em material de 1ª categoria, com bota-fora até 100 m	2.037	m³	981,00	1.998.297,00	
22	Transporte de material do ítem anterior para distâncias superiores a 100 m.	204	m³ x km	436,00	88.944,00	
23	Escavação nas jazidas, carga, descarga, espalhamento, umedecimento, gradeamento e compactação das fundações e maciços. . .	14.277	m³	1.036,00	14.790.972,00	
24	Transporte do material do ítem anterior (distância média aproximada 0,4 km).	5.711	m³ x km	436,00	2.489.996,00	
25	Preparo e regularização dos taludes	2.865	m²	545,00	1.561.425,00	

ORÇAMENTO

Geonorte
T - 144/84

CLIENTE: CAGECE - CIA. DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
BARRAGEM: AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM TIJUQUINHA
LOCAL: BATURITÉ - CEARÁ

ÍTENS	SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (Cr$)	CUSTO PARCIAL	CUSTO TOTAL
26	Execução das camadas de areia grossa, brita e pedra de mão dos drenos de pé das barragens de terra, incluindo desmonte na pedreira, carga e descarga da pedra e areia.	409	m³	50.000,00	20.450.000,00	
27	Execução das camadas de areia grossa, brita e pedra de mão do "rip-rap" das barragens de terra, incluindo desmonte na pedreira, carga e descarga da pedra e areia	799	m³	50.000,00	39.950.000,00	
28	Transporte da pedra ou brita (com distância média aproximada de 0,35 km)	274	m³ x km	436,00	119.464,00	
29	Transporte da areia (com distância média aproximada de 17 km).	7.241	m³ x km	164,00	1.187.524,00	82.636.622,00
	INJEÇÃO DE CIMENTO					
30	Instalação dos equipamentos	-	vb	-	1.090.000,00	
31	Tubo guia em PVC de 100 mm (fornecimento e colocação no interior do CAP).	128	m	10.000,00	1.280.000,00	
32	Perfuração com martelete no diâmetro de 2 1/4" para injeção de cimento.	820	m	19.620,00	16.088.400,00	
33	Perfuração com equipamento rotativo no diâmetro BX para injeção de cimento.	205	m	87.200,00	17.876.000,00	

ORÇAMENTO

Geonorte 5

T - 144/84

CLIENTE: CAGECE - CIA. DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

BARRAGEM: AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM TIJUQUINHA

LOCAL: BATURITÉ - CEARÁ

ÍTENS	SERVIÇO	QUANTIDADE	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (Cr$)	CUSTO PARCIAL	CUSTO TOTAL
34	Ensaios de perda d'água em rocha ("LUGEON") com 5 estágios de pressão	68	ud	35.425,00	2.408.900,00	
35	Injeção de calda de cimento	2.050	saco	10.137,00	20.780.850,00	
36	Fornecimento de cimento para injeção.	2.050	saco	7.000,00	14.350.000,00	73.874.150,00
	DRENOS PROFUNDOS					
37	Perfuração com martelete no diâmetro de 2 1/4" para drenagem profunda.	198	m	19.620,00	3.884.760,00	3.884.760,00
	TOMADAS D'AGUA					
38	Elevação dos sistemas de operação para a nova cota do coroamento e recuperação das comportas, registros e tubulação. . .	-	vb	-	40.000.000,00	40.000.000,00
	SERVIÇOS EVENTUAIS					
39	Desmonte de rocha com uso de explosivos	-	m³	8.720,00	-	-
				TOTAL GERAL.	. . . . .	993.728.658,00

Geonorte

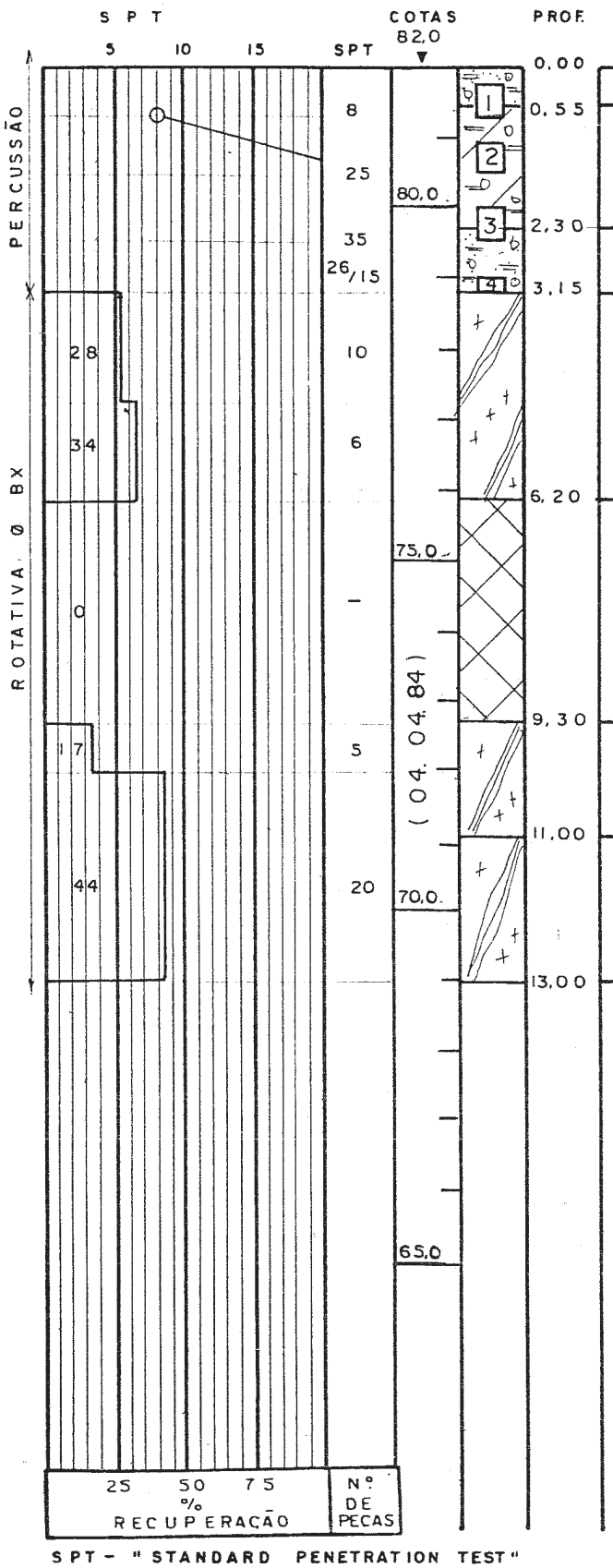
- A N E X O C -

Perfis Individuais das Sondagens

SONDAGEM SM-1 Ø 2½"

AMOSTRADOR - Øe = 2" Øi = 1 3/8"

MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

Silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, pouco compacto, marrom.

Silte argiloso, micáceo, com pedregulhos, médio a duro, marrom e vermelho, variegado.

Silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, medianamente compacto e muito compacto, vermelho, amarelo e cinza, variegado. (Solo Residual de Gnaisse)

Biotita gnaisse, muito alterado, pouco consistente, muito fraturado.

Gnaisse decomposto.

Biotita gnaisse, muito alterado, pouco consistente, muito fraturado.

Biotita gnaisse, medianamente alterado, consistente, muito fraturado.

Obs:

1) Furo não revestido.
2) Não foi encontrado nível d'água.
3) Est. 2+5,00 m (eixo).

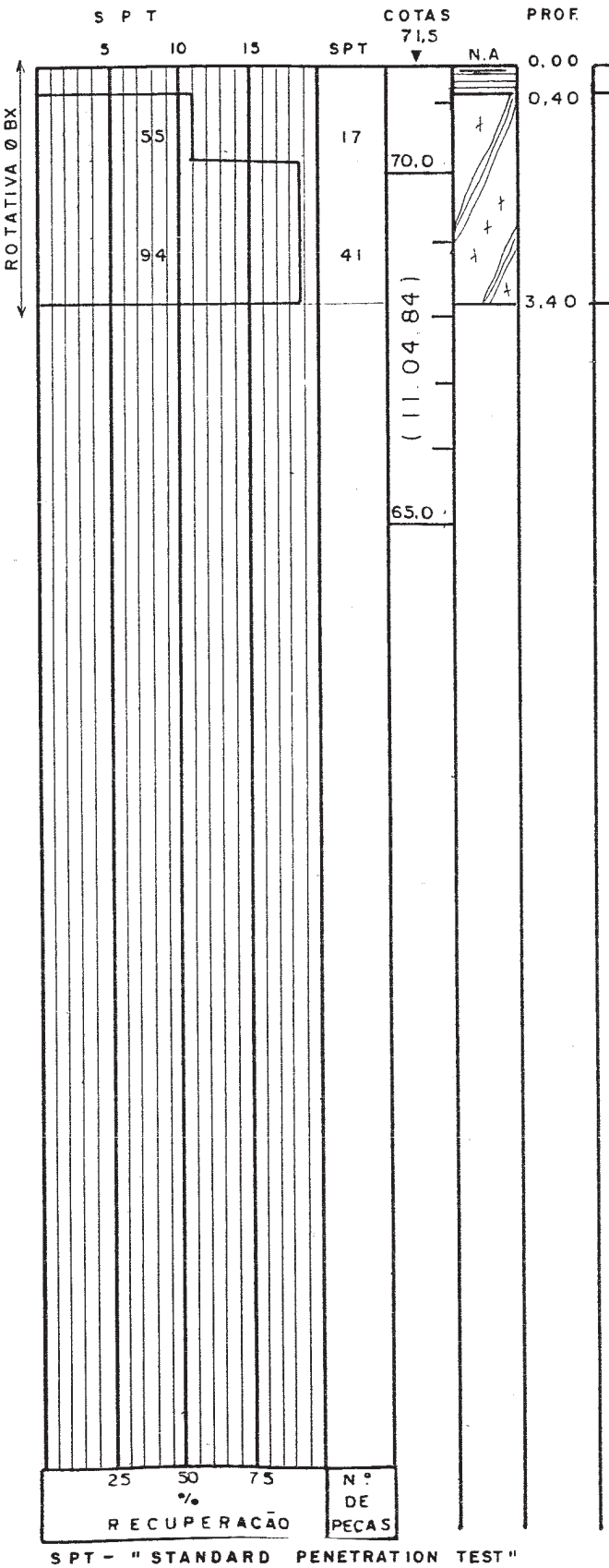
CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

DATA 16.04.84	DES.	VISTO	Geonorte
ESC. 1:100	APROV.		
SONDAGEM - SM-1 Barragem Tijuquinha-Baturité			T-144/84 DES. 01

SONDAGEM SM-2 Ø 2½"

AMOSTRADOR - Øe = 2" Øi = 1 3/8"

MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ATERRO

Biotita gnaisse, medianamente alterado, medianamente consistente, muito fraturado.

S.P.T.

Obs:

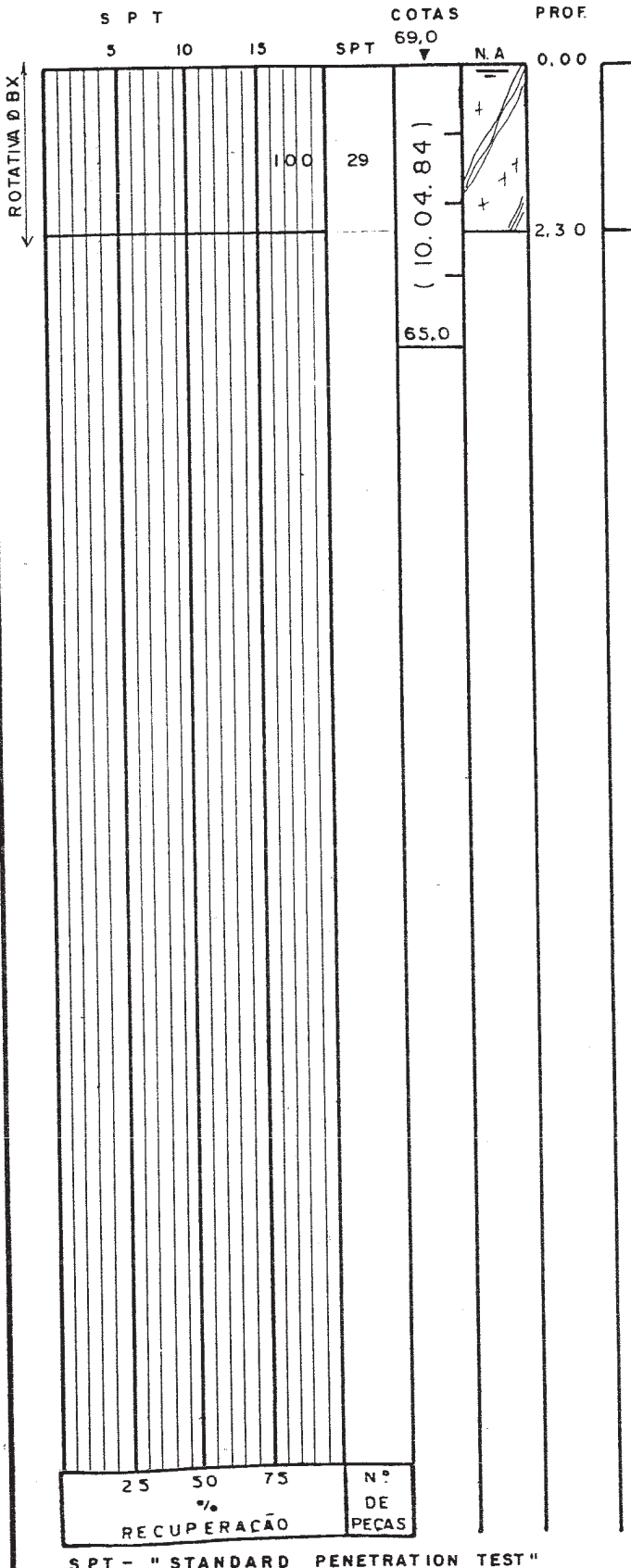
1) Est. 5+5,00 (5,00 m a jusante do eixo levantado).

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ			
DATA. 16.04.84	DES.	VISTO.	Geonorte
ESC. 1:100	APROV		
SONDAGEM - SM-2 Barragem Tijuquinha-Baturité			T-144/84 DES. 02

SONDAGEM SM-3 Ø 2½"

AMOSTRADOR - Øe = 2" Øi = 1 3/8"

MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

Biotita gnaisse, medianamente alterado, consistente, medianamente fraturado.

Obs:

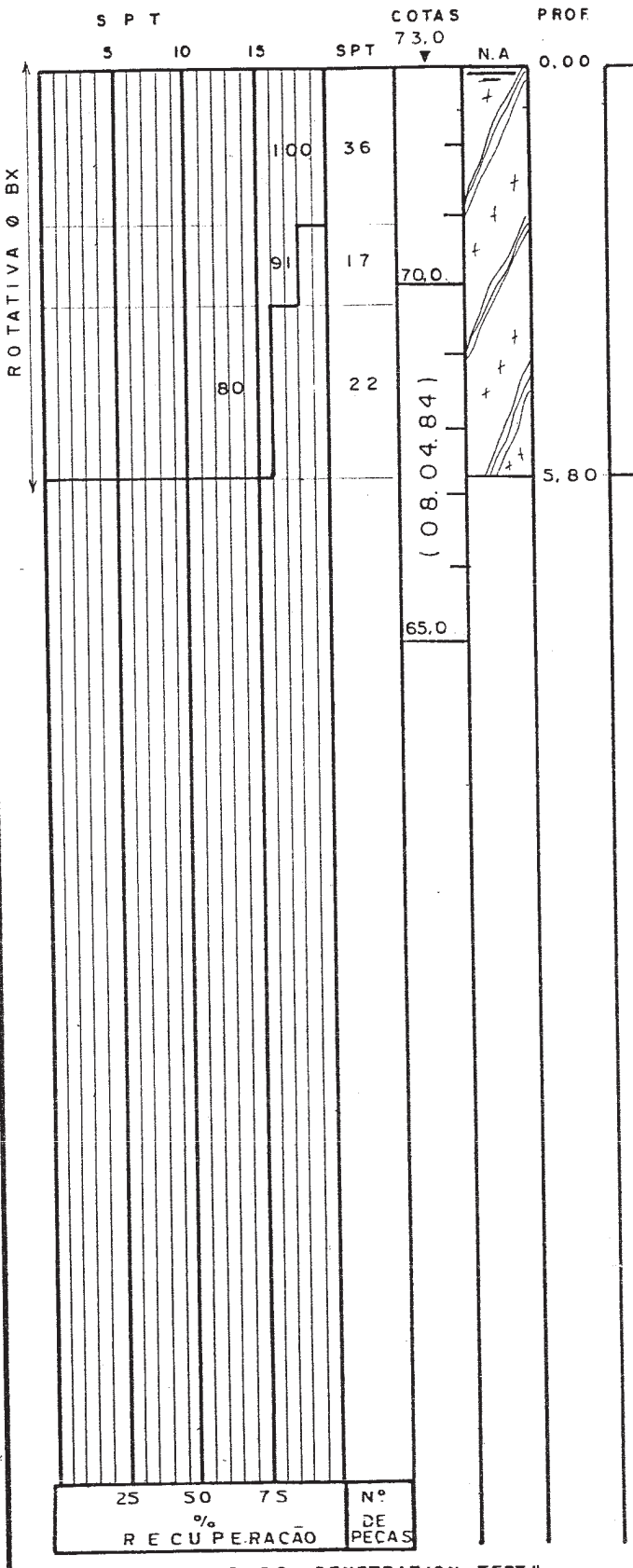
1) Est. 13 (6,80 m a jusante do eixo levantado.

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ			
DATA 16.04.84	DES.	VISTO.	Geonorte
ESC. 1:100	APROV.		
SONDAGEM - SM-3 Barragem Tijuquinha-Baturité			T-144/84 DES. 03

SONDAGEM SM-4 Ø 2½"

AMOSTRADOR - Øe = 2" Øi = 1 3/8"

MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

Biotita gnaisse, medianamente alterado, consistente, muito fraturado.

Obs:

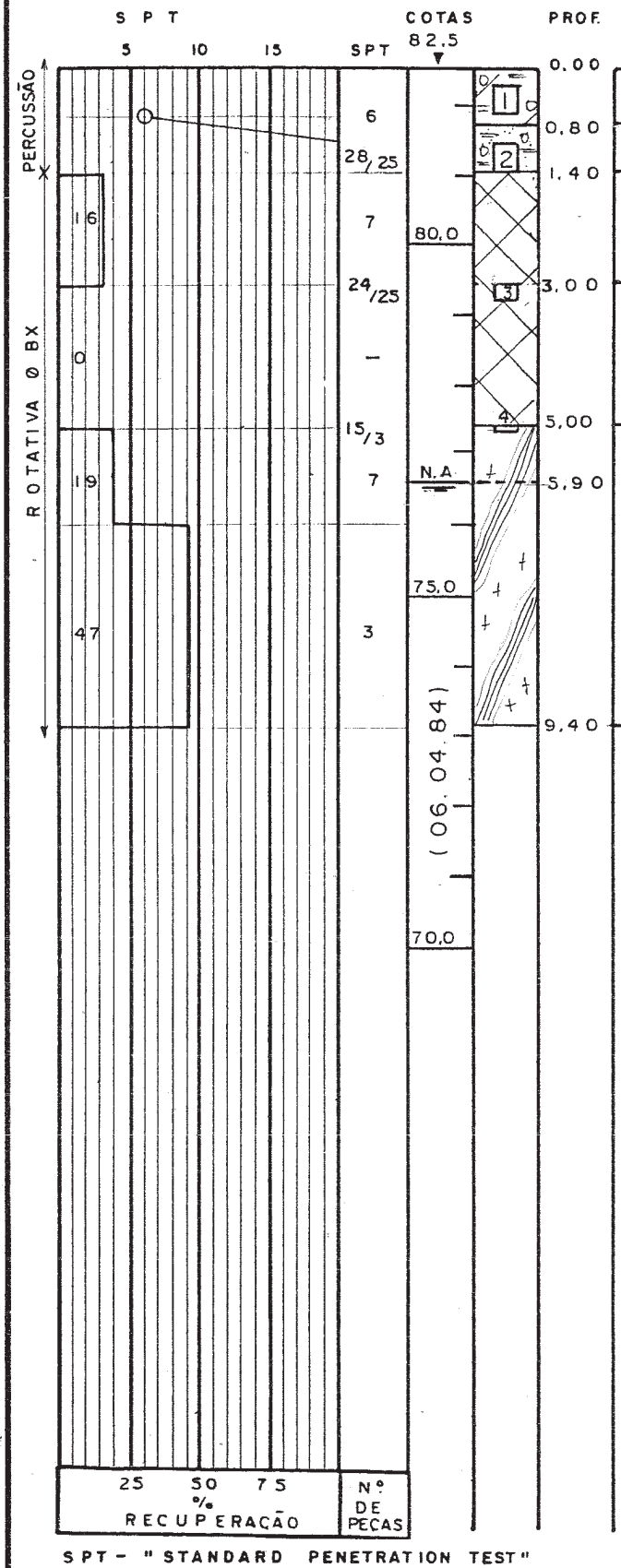
1) Est. 14 (5,20 m a jusante do eixo levantado).

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ			
DATA 16.04.84	DES.	VISTO	Geonorte
ESC. 1:100	APROV		
SONDAGEM - SM-4 Barragem Tijuquinha-Baturité			T-144/84 DES. 04

SONDAGEM SM-5 Ø 2½"

AMOSTRADOR - Øe = 2" Øi = 1 3/8"

MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Silte argiloso, micáceo, com pedregulhos, médio, marrom.

Silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, compacto, vermelho.

BLOCO DE BIOTITA DE GNAISSE

Gnaisse decomposto.

Biotita gnaisse, medianamente alterado, medianamente consistente, muito fraturado.

Obs:

1) Furo não revestido.
2) Est. 17 (eixo).

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ			
DATA. 16.04.84	DES.	VISTO.	Geonorte
ESC. 1:100	APROV.		
SONDAGEM - SM-5 Barragem Tijuquinha-Baturité			T-144/84 DES. 05

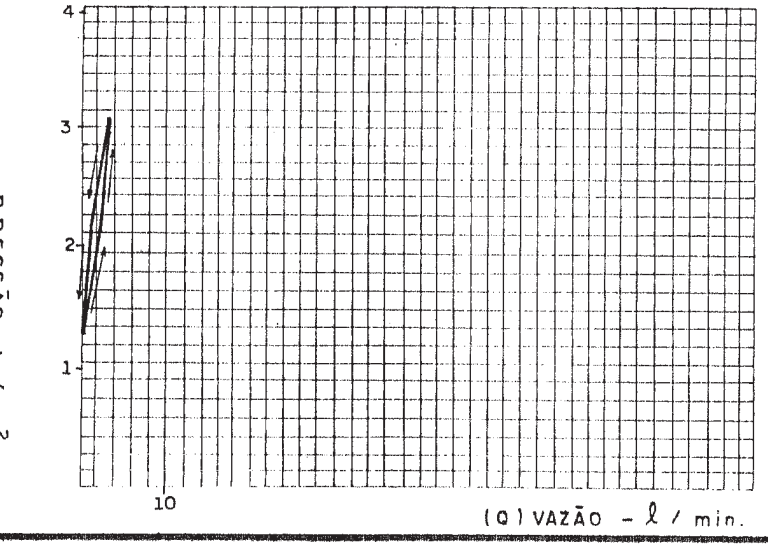
Geonorte

- A N E X O D -

Ensaios de Perda d'Água "LUGEON"

TRECHO ENSAIADO	TRECHO L	DIÂM. d	CANALIZAÇÃO - C	ALT. h	N.A. N		COLUNA H/10	FATOR F
DE 10,00 A 13,00 m	3,00 m	0,06 m	DIÂM. 3/4" COMP. ___ m	MANOM. 0,40 m	— ADOTADO	ACIMA ☒ 1 ENS. ABAIXO ☐ 2 DO N.A. ARTES ☐ 3	D'ÁGUA 1,19 kg/cm²	1,1 x 10⁻⁴

PRESSÃO MANOM kg/cm²	ABSORÇÃO A CADA Δt — PARCIAL						TOTAL VOL.(ℓ)	TOTAL TEMP.(min.)	VAZÃO Q ℓ/min.	PERDA DE CARGA Pc kg/cm²	CARGA EFETIVA. Ce kg/cm²	VAZÃO ESPECIF. Qe ℓ/min/m	PERDA D'ÁGUA ESP. Pe ℓ/min/m/kg/cm²	COEFIC. PERMEAB. k 10⁻⁴ cm/s
0,10	Δ T (min)	2	2	2	2	2	5	10	0,5	-	1,29	0,17	0,13	0,14
	VOL. (ℓ)	1	1	1	1	1								
0,94	Δ T (min)	2	2	2	2	2	22	10	2,2	-	2,13	0,73	0,34	0,38
	VOL. (ℓ)	5	5	4	4	4								
1,88	Δ T (min)	2	2	2	2	2	35	10	3,5	-	3,07	1,17	0,38	0,42
	VOL. (ℓ)	7	7	7	7	7								
0,94	Δ T (min)	2	2	2	2	2	15	10	1,5	-	2,13	0,50	0,24	0,26
	VOL. (ℓ)	3	3	3	3	3								
0,10	Δ T (min)	2	2	2	2	2	0	-	-	-	1,29	-	-	-
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								



Observações:

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Geonorte

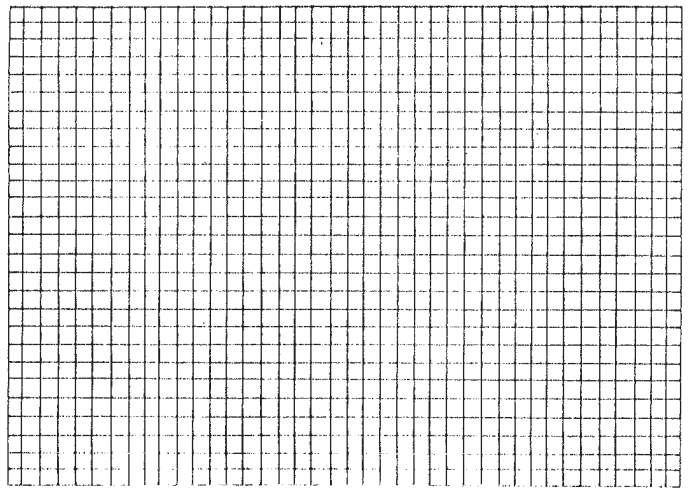
SONDAGEM - SM-1
Barragem Tijuquinha-Baturité

ESC. -
DATA. ABR/84
APROV.
DES. MARTA
VISTO.

T-144/84
DES. 01

TRECHO ENSAIADO	TRECHO L	DIÂM. d	CANALIZAÇÃO – C	ALT. h	N.A. N		COLUNA H/10	FATOR F
DE 12,00 A 13,00 m	1,00 m	0,06 m	DIÂM. 3/4" COMP. —	MANOM. 0,40 m	— ADOTADO	ACIMA ☒ 1 ENS. ABAIXO ☐ 2 DO N.A. ARTES ☐ 3	D'ÁGUA 1,29 kg/cm²	0,82 x 10⁻⁴

PRESSÃO MANOM kg/cm²	ABSORÇÃO A CADA Δt – PARCIAL						TOTAL VOL.(ℓ)	TOTAL TEMP.(min.)	VAZÃO Q ℓ/min.	PERDA DE CARGA Pc kg/cm²	CARGA EFETIVA. Ce kg/cm²	VAZÃO ESPECIF. Qe ℓ/min/m	PERDA D'ÁGUA ESP. Pe ℓ/min/m/kg/cm²	COEFIC. PERMEAB. k 10⁻⁴ cm/s
0,10	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,94	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
1,88	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,94	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,10	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								



Observações:

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

DATA. ABR/84 | DES.MARTA | VISTO.

ESC. - | APROV.

SONDAGEM - SM-1
Barragem Tijuquinha-Baturité

Geonorte

T-144/84
DES. 02

TRECHO ENSAIADO	TRECHO L	DIÂM. d	CANALIZAÇÃO - C	ALT. h	N.A. N		COLUNA H/10	FATOR F
DE 0,40 A 3,40 m	3,00 m	0,06 m	DIÂM. 3/4" COMP. ____ m	MANOM. 0,40 m	0 ADOTADO	ACIMA ☐ 1 ENS. ABAIXO ☒ 2 DO N.A. ARTES ☐ 3	D'ÁGUA 0,04 kg/cm²	1,1 x 10⁻⁴

PRESSÃO MANOM kg/cm²	ABSORÇÃO A CADA Δt — PARCIAL						TOTAL VOL.(ℓ)	TOTAL TEMP.(min.)	VAZÃO Q ℓ/min.	PERDA DE CARGA Pc kg/cm²	CARGA EFETIVA. Ce kg/cm²	VAZÃO ESPECIF. Qe ℓ/min/m	PERDA D'ÁGUA ESP. Pe ℓ/min.m/kg/cm²	COEFIC. PERMEAB. k 10⁻⁴ cm/s
0,10	Δ T (min)	2	2	2	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,24	Δ T (min)	2	2	2	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,48	Δ T (min)	2	2	2	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,24	Δ T (min)	2	2	2	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,10	Δ T (min)	2	2	2	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								

PRESSÃO - kg/cm²

(Q) VAZÃO - ℓ / min.

Observações:

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

DATA. ABR/84 | DES. MARTA | VISTO

ESC - | APROV.

Geonorte

SONDAGEM - SM-2

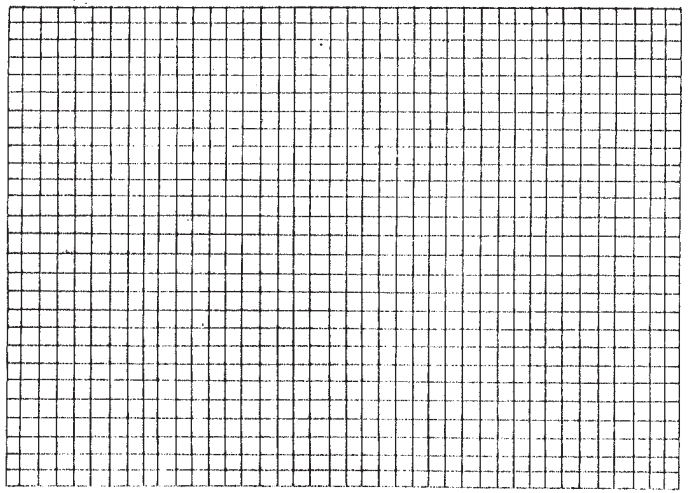
Barragem Tijuquinha-Baturité

T-144/84

DES. 03

TRECHO ENSAIADO	TRECHO L	DIÂM. d	CANALIZAÇÃO – C	ALT. h	N.A. N		COLUNA H/10	FATOR F
DE 0,30 A 3,30 m	3,00 m	0,06 m	DIÂM. 3/4" COMP. ____ m	MANOM. 0,40 m	0 ADOTADO	ACIMA ☐ 1 ENS. ABAIXO ☒ 2 DO N.A. ARTES ☐ 3	D'ÁGUA 0,04 kg/cm²	1,1 x 10⁻⁴

PRESSÃO MANOM kg/cm²	ABSORÇÃO A CADA Δt – PARCIAL						TOTAL VOL.(ℓ)	TOTAL TEMP.(min.)	VAZÃO Q ℓ/min.	PERDA DE CARGA Pc kg/cm²	CARGA EFETIVA. Ce kg/cm²	VAZÃO ESPECIF. Qe ℓ/min./m	PERDA D'ÁGUA ESP. Pe ℓ/min./m/kg/cm²	COEFIC. PERMEAB. k 10⁻⁴ cm/s
0,10	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,23	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,45	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,23	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,10	ΔT (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								



Observações:

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

DATA ABR/84 | DES. MARTA | VISTO

ESC. –

APROV.

Geonorte

SONDAGEM – SM-3

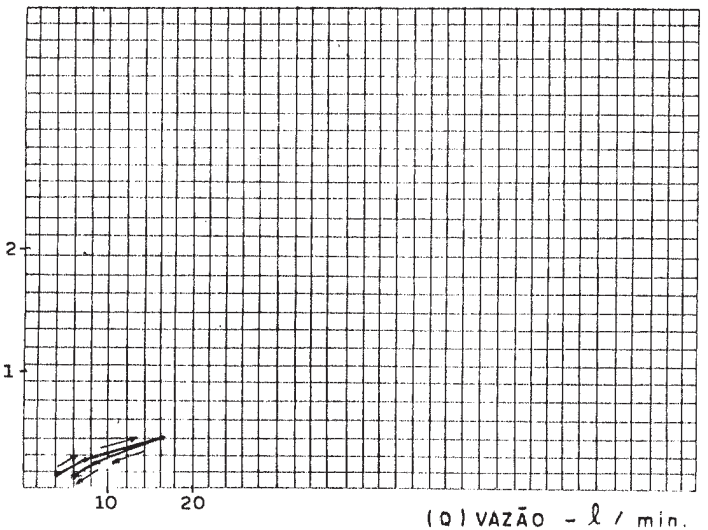
Barragem Tijuquinha-Baturité

T-144/84

DES. 04

TRECHO ENSAIADO	TRECHO L	DIÂM. d	CANALIZAÇÃO - C	ALT. h	N.A. N		COLUNA H/10	FATOR F
DE 0,30 A 3,30 m	3,00 m	0,06 m	DIÂM. 3/4" COMP. ____ m	MANOM. 0,40 m	0 ADOTADO	ACIMA ☐ 1 ENS. ABAIXO ☒ 2 DO N.A. ARTES ☐ 3	D'ÁGUA 0,04 kg/cm²	1,1 x10⁻⁴

PRESSÃO MANOM kg/cm²	ABSORÇÃO A CADA Δt — PARCIAL						TOTAL VOL.(ℓ)	TOTAL TEMP.(min.)	VAZÃO Q ℓ/min.	PERDA DE CARGA Pc kg/cm²	CARGA EFETIVA. Ce kg/cm²	VAZÃO ESPECIF. Qe ℓ/min/m	PERDA D'ÁGUA ESP. Pe ℓ/min/m/kg/cm²	COEFIC. PERMEAB. k 10⁻⁴cm/s
0,10	Δ T (min)	2	2	2	2	2	40	10	4,0	-	0,14	1,33	9,52	10,5
	VOL. (ℓ)	8	8	8	8	8								
0,22	Δ T (min)	2	2	2	2	2	75	10	7,5	-	0,26	2,50	9,62	10,6
	VOL. (ℓ)	15	15	16	16	13								
0,43	Δ T (min)	2	2	2	2	2	163	10	16,3	0,02	0,45	5,43	12,07	13,3
	VOL. (ℓ)	35	35	34	34	25								
0,22	Δ T (min)	2	2	2	2	2	85	10	8,5	-	0,26	2,83	10,90	12,0
	VOL. (ℓ)	17	17	17	17	17								
0,10	Δ T (min)	2	2	2	2	2	60	10	6,0	-	0,14	2,00	14,29	15,7
	VOL. (ℓ)	12	12	12	12	12								



Observações:

O FURO PERDE ÁGUA DE 2,20 A 3,30 m.

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

SONDAGEM - SM-4
Barragem Tijuquinha-Baturité

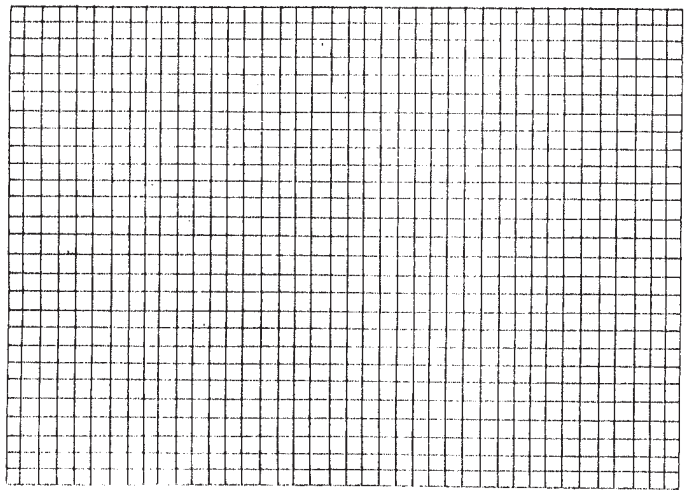
ESC - | DATA ABR/84 | DES. MARTA | APROV. | VISTO

Geonorte

T-144/84
DES. 05

TRECHO ENSAIADO	TRECHO L	DIÂM. d	CANALIZAÇÃO – C	ALT. h	N.A. N		COLUNA H/10	FATOR F
DE 3,30 A 5,80 m	2,50 m	0,06 m	DIÂM. 3/4" COMP. ____ m	MANOM. 0,40 m	0 ADOTADO	ACIMA ☐1 ENS. ABAIXO ☒2 DO N.A. ARTES ☐3	D'ÁGUA 0,04 kg/cm²	1,06 x 10⁻⁴

PRESSÃO MANOM kg/cm²	ABSORÇÃO A CADA Δt – PARCIAL						TOTAL VOL.(ℓ)	TOTAL TEMP.(min.)	VAZÃO Q ℓ/min.	PERDA DE CARGA Pc kg/cm²	CARGA EFETIVA. Ce kg/cm²	VAZÃO ESPECIF. Qe ℓ/min./m	PERDA D'ÁGUA ESP. Pe ℓ/min./m/kg/cm²	COEFIC. PERMEAB. k 10⁻⁴ cm/s
0,10	Δt (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,47	Δt (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,94	Δt (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,47	Δt (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								
0,10	Δt (min)	2	2	2	2	2	0	–	–	–	–	–	–	–
	VOL. (ℓ)	0	0	0	0	0								



Observações:

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Geonorte

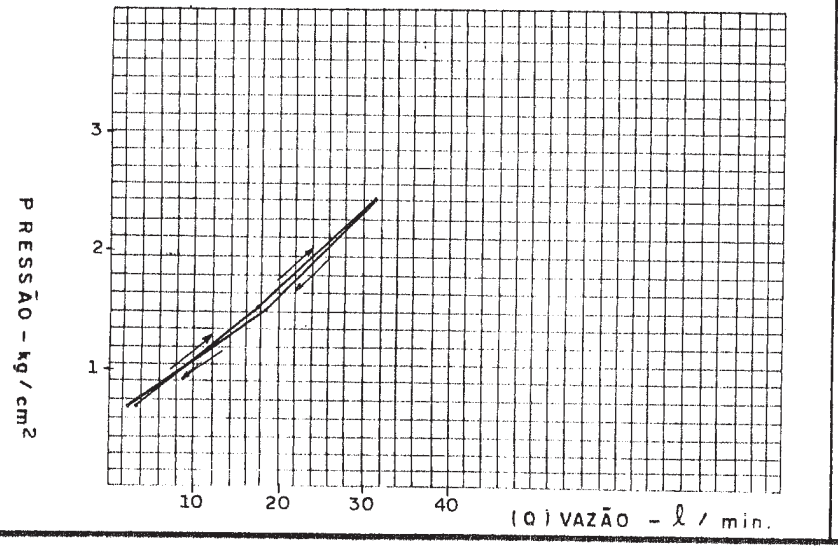
SONDAGEM - SM-4
Barragem Tijuquinha-Baturité

DATA. ABR/84
ESC. -
DES. MARTA
APROV.
VISTO

T-144/84
DES. 06

TRECHO ENSAIADO	TRECHO L	DIÂM. d	CANALIZAÇÃO - C	ALT. h	N.A. N		COLUNA H/10	FATOR F
DE 6,40 A 9,40 m	3,00 m	0,06 m	DIÂM. 3/4" COMP. ____ m	MANOM. 0,40 m	5,90 ADOTADO	ACIMA ☐ 1 ENS. ABAIXO ☒ 2 DO N.A. ARTES ☐ 3	D'ÁGUA 0,63 kg/cm²	1,1x10⁻⁴

PRESSÃO MANOM kg/cm²	ABSORÇÃO A CADA Δt — PARCIAL						TOTAL VOL.(ℓ)	TOTAL TEMP.(min.)	VAZÃO Q ℓ/min.	PERDA DE CARGA Pc kg/cm²	CARGA EFETIVA. Ce kg/cm²	VAZÃO ESPECIF. Qe ℓ/min./m	PERDA D'ÁGUA ESP. Pe ℓ/min./m/kg/cm²	COEFIC. PERMEAB. k 10⁻⁴ cm/s
0,10	Δt (min)	2	2	2	2	2	35	10	3,5	-	0,73	1,17	1,60	1,76
	VOL. (ℓ)	7	7	7	7	7								
0,99	Δt (min)	2	2	2	2	2	177	10	17,7	0,07	1,55	5,90	3,81	4,19
	VOL. (ℓ)	35	35	35	36	36								
1,98	Δt (min)	2	2	2	2	2	313	10	31,3	0,20	2,41	10,43	4,33	4,76
	VOL. (ℓ)	62	63	62	63	63								
0,99	Δt (min)	2	2	2	2	2	183	10	18,3	0,07	1,55	6,1	3,94	4,33
	VOL. (ℓ)	37	37	37	36	36								
0,10	Δt (min)	2	2	2	2	2	23	10	2,3	-	0,73	0,76	1,05	1,16
	VOL. (ℓ)	5	5	4	5	4								



Observações:

CAGECE - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

SONDAGEM - SM-5
Barragem Tijuquinha-Baturité

DATA ABR/84 | DES. MARTA | VISTO

ESC. -

APROV.

Geonorte

T-144/84
DES. 07

Geonorte

- A N E X O E -

Ensaios de Laboratório

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará

Ampliação da Barragem Tijuquinha - Baturité-Ceará

Jazida 1

GEONORTE

T-144/84

TABELA 1

FURO (Nº)	AMOSTRA (Nº)	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)					PLASTICIDADE (%)			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (USC)
		3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº 200	LL	LP	IP	γ_{SM} (g/cm^3)	hot (%)	
01		100	100	97	83	32	38	23	15	1,59	21,1	SC
02		100	100	97	86	62	37	20	17	1,69	18,0	CL
03		100	100	98	84	47	34	22	12	1,68	17,2	SC
04		100	100	97	74	51	34	19	15	1,73	17,3	CL
MÉDIA		100	100	97	82	48	36	21	15	1,67	18,4	SC
DESVIO PADRÃO		0	0	0,5	5,3	12,4	2,1	1,8	2,1	0,06	1,83	

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará

Ampliação da Barragem Tijuquinha - Baturité-Ceará

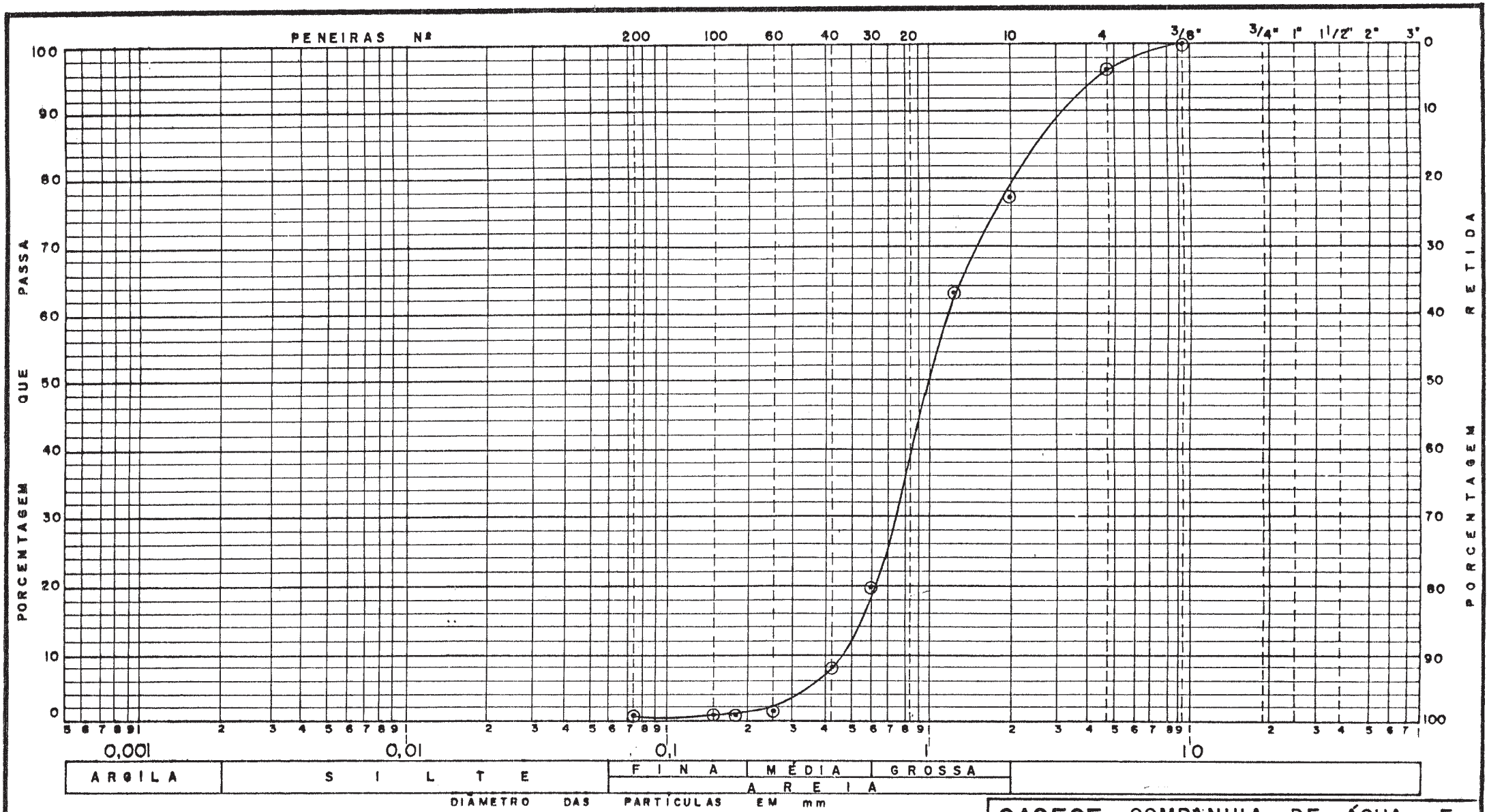
Jazida 2

GEONORTE

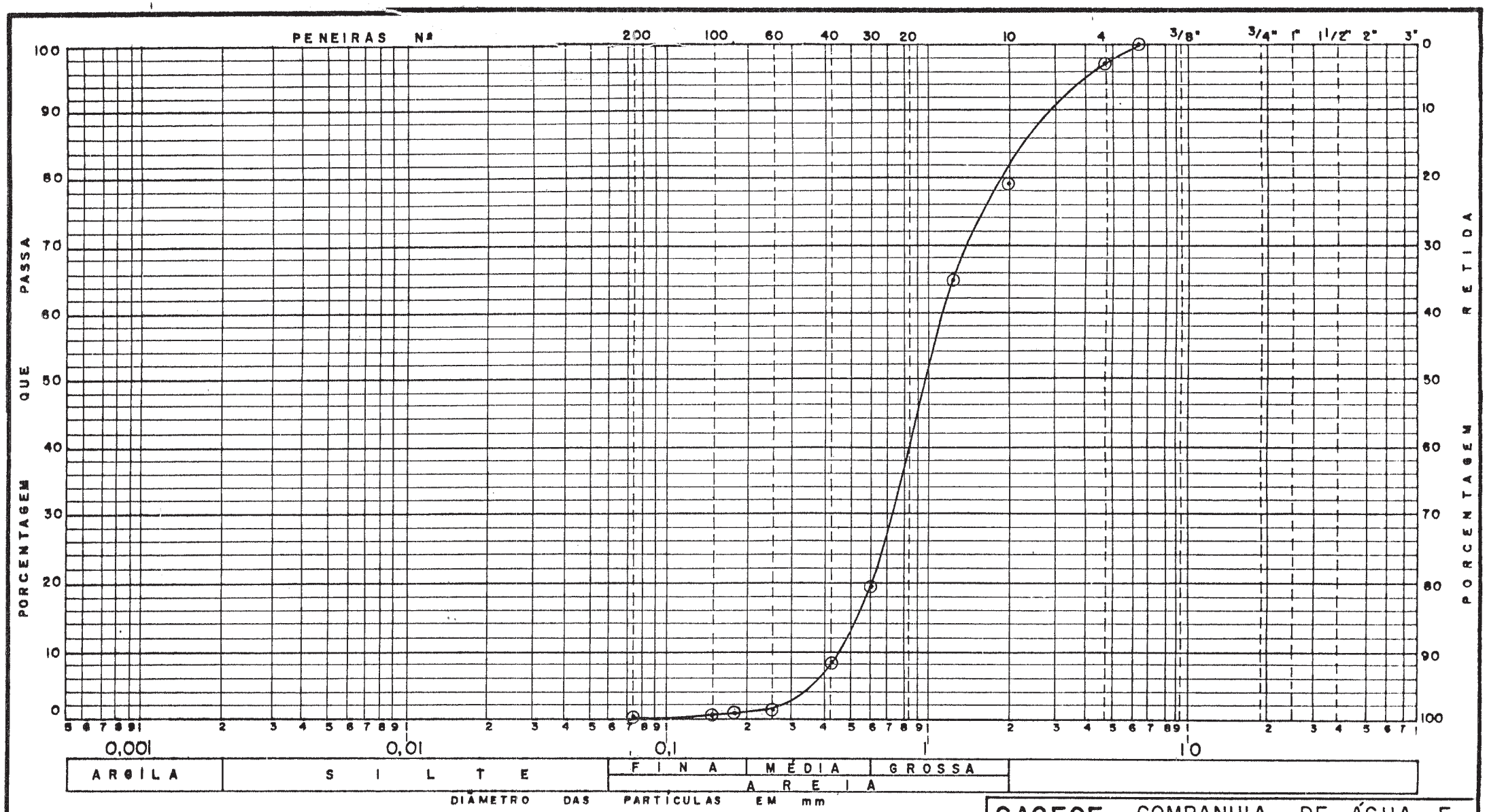
T-144/84

TABELA 2

FURO (Nº)	AMOSTRA (Nº)	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)					PLASTICIDADE (%)			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO. (USC)
		3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº 200	LL	LP	IP	γ_{SM}(g/cm^3)	hot (%)	
01		100	99	96	82	54	28	16	12	1,78	16,4	G L
02		100	99	97	78	35	34	21	13	1,57	22,2	SC
03		100	97	94	80	55	30	17	13	1,68	19,4	CL
04		100	100	97	86	53	35	18	17	1,62	20,2	CL
MÉDIA		100	99	96	82	49	32	18	14	1,66	19,6	SC
DESVIO PADRÃO		0	1,3	1,4	3,4	9,5	3,3	2,2	2,2	0,09	2,41	



CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ			
DATA. ABRIL / 84	DES.	VISTO.	Geonorte
ESC. ———	APROV.		
GRANULOMETRIA — AREAL 1 AM. 01			T - 144 / 84
BARRAGEM TIJUQUINHA — BATURITÉ - CE			DES. 01



CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ			
DATA. ABRIL / 84	DES. Gonçalves	VISTO. [illegible]	Geonorte
ESC. ———	APROV.		
GRANULOMETRIA – AREAL 1 AM. 02 BARRAGEM TIJUQUINHA – BATURITÉ – CE			T – 144 / 84 DES. 02

Geonorte

ENSAIO LOS ANGELES

LOCAL BARRAGEM TIJUQUINHA - BATURITÉ - CEARÁ T- 144 / 84

PEDREIRA 1

PENEIRAS		FRAÇÕES DA AMOSTRA g			
Passando mm	Retido mm	Graduação A	Graduação B	Graduação C	Graduação D
38	25	1250 ± 25	—	—	—
25	19	1250 ± 25	—	—	—
19	12,7	1250 ± 25	2500 ± 50	—	—
12,7	9,5	1250 ± 25	2500 ± 50	—	—
9,5	6,3	—	—	2500 ± 50	—
6,3	4,8	—	—	2500 ± 50	—
4,8	2,4	—	—	—	5000 ± 100
Peso Total da Amostra a Ensaiar-g		5000 ± 100	5000 ± 100	5000 ± 100	5000 ± 100

GRADUAÇÃO DA AMOSTRA: B

NÚMEROS DE ESFERAS: 11

$$\text{LOS ANGELES} = \frac{5000 - 3410}{5000} \times 100 = 31,8\%$$

Geonorte

ENSAIO LOS ANGELES

LOCAL BARRAGEM TIJUQUINHA - BATURITÉ - CEARÁ T- 144 / 84

PEDREIRA 2

PENEIRAS		FRAÇÕES DA AMOSTRA g			
Passando mm	Retido mm	Graduação A	Graduação B	Graduação C	Graduação D
38	25	1250 ± 25	—	—	—
25	19	1250 ± 25	—	—	—
19	12,7	1250 ± 25	2500 ± 50	—	—
12,7	9,5	1250 ± 25	2500 ± 50	—	—
9,5	6,3	—	—	2500 ± 50	—
6,3	4,8	—	—	2500 ± 50	—
4,8	2,4	—	—	—	5000 ± 100
Peso Total da Amostra a Ensaiar-g		5000 ± 100	5000 ± 100	5000 ± 100	5000 ± 100

GRADUAÇÃO DA AMOSTRA: B

NÚMEROS DE ESFERAS: 11

$$\text{LOS ANGELES} = \frac{5000 - 3355}{5000} \times 100 = 32,9\%$$

Geonorte

ENSAIO LOS ANGELES

LOCAL BARRAGEM TIJUQUINHA - BATURITÉ - CEARÁ T- 144 / 84

PEDREIRA 3

PENEIRAS		FRAÇÕES DA AMOSTRA g			
Passando mm	Retido mm	Graduação A	Graduação B	Graduação C	Graduação D
38	25	1250 ± 25	—	—	—
25	19	1250 ± 25	—	—	—
19	12.7	1250 ± 25	2500 ± 50	—	—
12.7	9.5	1250 ± 25	2500 ± 50	—	—
9.5	6.3	—	—	2500 ± 50	—
6.3	4.8	—	—	2500 ± 50	—
4.8	2.4	—	—	—	5000 ± 100
Peso Total da Amostra a Ensaiar-g		5000 ± 100	5000 ± 100	5000 ± 100	5000 ± 100

GRADUAÇÃO DA AMOSTRA: B

NÚMEROS DE ESFERAS: 11

$$\text{LOS ANGELES} = \frac{5000 - 3330}{5000} \times 100 = 33,4\%$$