



Folha de Dados

IDGED:

0012/02/02/PARTE A/A

LOTE:

0107

AUTOR:

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – ENGESOFT

TÍTULO:

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA EM GRANJA

SUBTÍTULO:

PROJETO EXECUTIVO VOLUME II ESTUDOS BÁSICOS TOMO II ESTUDOS GEOLÓGICOS E
GEOTÉCNICOS A TEXTO

SETEMBRO/1996

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: PROJETO

Identidade GED: 0012/02/02/pt-A

Lote: 00107

Nº de Registro: 96/1220

Autores: ENGESOFT/SRH/SOHIDRA/COGERH/PROURB-Ge

Programa: PROURB

Título: Projeto executivo de barragem Gargema

Sub-Título 1: Relatório dos estudos básicos

Sub-Título 2: Estudos geológicos - geotécnicos

Nº de Páginas: 110 p

Volume: 2

Tomo: 2

Editor: ENGESOFT

Data de Publicação (mês/ano): Julho/1998

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

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

Bacia: Coreaú

Sub-bacia: _____

Municípios: Guarujá

Distrito: _____

Microregião: Interior de Carnaúma e Cicarema

Estado: Ceará

GOVERNO DO ESTADO



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

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA

VOLUME II - RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS

TOMO 2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS

TOMO 2A - TEXTOS



Lote: 00107 - Prep () Scan (X) Index ()
Projeto Nº 0016/02/02/PTA
Volume 1
Qtd A4 107 Qtd A3 1
Qtd A2 Qtd A1
Qtd A0 04 Outros

GOVERNO DO ESTADO



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

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA

1.000.000



VOLUME II - RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS

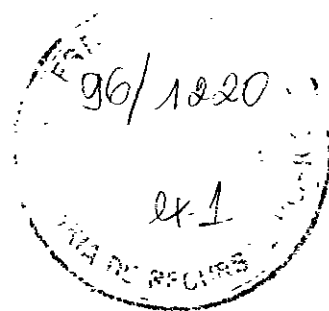
TOMO 2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS
TOMO 2A - TEXTOS



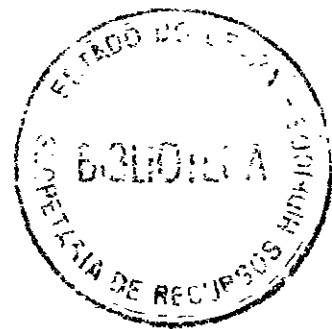
000003

FORTALEZA
JULHO/96

0012/02/02/ 21 A



000004



ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	5
2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS.....	7
2 1 - Esboço Geológico da Região	8
2 1 1 - Unidades Mapeadas	8
2 1 2 - Estrutura e Tectônica Regional.	11
2.2 - Geologia Local de Superfície	13
3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	15
3 1 - Sondagens Geológicas.	16
3.1 1 - Sondagens à Percussão	16
3 1.2 - Sondagens Mistas	17
PERFIL INDIVIDUAL DAS SONDAGENS	
- DESENHOS NO 01 A 17	
- POÇOS DE INSPEÇÃO	18
3 1 3 - Ensaios de Infiltração	47
ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO	
- DESENHOS Nº 18 A 23.....	48
3.1.4 - Ensaios de Perda d'Água.. . . .	55
ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA	
- DESENHOS Nº 24 A 40 -.....	56
3 2 - Comentários das Sondagens.....	73



3 3 - Materiais de Construção 74
3 3 1 - Materiais Terrosos - Áreas de Empréstimos 75
3 3 2 - Ensaio Especial de Laboratório 80
3.3.3 - Materiais Arenosos 99
3.3.4 - Materiais Rochosos 99
4 - CONCLUSÕES E ACONSELHAMENTOS.....	103



INTRODUÇÃO

000008

1 - INTRODUÇÃO

Os estudos apresentados referem-se aos aspectos geológicos gerais da região circunvizinha a barragem, dos estudos geológicos locais do sítio barrável, bem como dos aspectos geotécnicos específicos dos materiais da fundação e de construção da barragem "Gangorra", município de Granja, Estado do Ceará

Um Mapeamento extensivo da região foi realizado em escala 1:250 000, abrangendo as áreas inicialmente previstas como locais de barragem e de bacia de armazenamento. Para tanto foi utilizado a carta geológica do estado em escala 1:500 000, bem como um Mapeamento superficial, à pequena escala, são salientados aspectos essencialmente litológico-estruturais, ressaltando-se a indicação do sistema de fraturamento ocorrente na área.

A par desse trabalho é apresentado um estudo geológico da zona da barragem e sangradouro em escala 1:2.000, onde é ressaltado os detalhes topográficos e litológicos de superfície, e localização das investigações de subsuperfície.

A partir das verificações obtidas através das sondagens e escavações realizadas no sítio barrável, nos levaram a conclusões acerca da profundidade e do tipo de alteração da rocha do embasamento local, sua classificação e características quanto a estangueidade e grau de fraturamento e das características e espessuras dos sedimentos aluviais.

Pela união deste acervo de informações, evidenciou-se um posicionamento quanto ao traçado definitivo para o eixo da barragem, uma sugestão fixando as diretrizes que deverão orientar o programa de tratamento das fundações e o posicionamento adequado para as obras do sangradouro e tomada d'água.



2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

000010

2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

Os estudos Geológicos necessários para o desenvolvimento do Projeto da Barragem Gangorra, tiveram como objetivo a identificação e caracterização das unidades geológicas existentes na região e no sítio barrável, bem como suas características estruturais e as descontinuidades peculiares de origem tectônica

Estes estudos visam adquirir informações que junto com os estudos geotécnicos e topográficos, fornecem com maior precisão o conhecimento das fundações das diversas obras que compõem a barragem, e oferecem maior segurança na escolha do tipo do tratamento das fundações das estruturas economicamente viáveis para a execução do Projeto

2.1 - ESBOÇO GEOLÓGICO DA REGIÃO

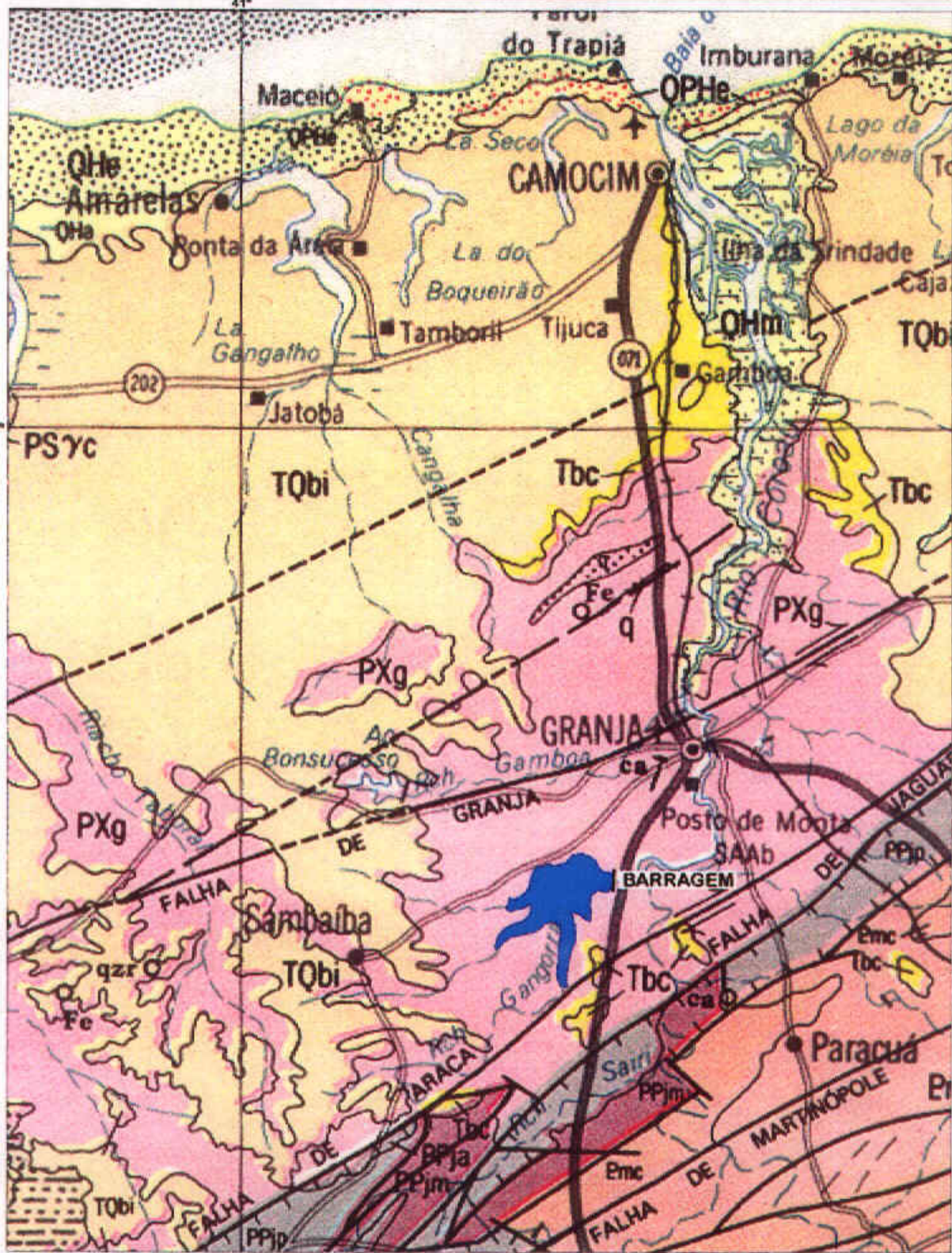
O esboço Geológico da região de interesse do empreendimento e de seu aproveitamento, teve como base o mapa Geológico do Estado, em escala 1 500 000, de onde foi elaborado o mapa Geológico Regional em escala de 1 250 000, ver Figura N^o 01, a seguir

2.1.1 - Unidades Mapeadas

A título de simplificação, seis unidades litoestratigráficas fundamentais foram descritas, quais sejam

a) Complexo Granja (P_{xg})

São as rochas mais antigas da região de idade Pré-Cambriana, que caracterizam o Embasamento Cristalino Regional, onde apresentam um elevado grau de metamorfismo e evidências de intenso tectonismo. São constituídas predominantemente por migmatitos granitóides e localmente graisses



FONTE: Mapa Geológico do Estado do Ceará - Esc. 1:500.000

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

- QH** SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS QUATERNÁRIOS RECENTES DE AMBIENTE DIVERSOS
- TQc** COBERTURAS SEDIMENTARES, CAPEAMENTOS DE PLANALTO E COLÚVIÕES
- TQb** GRUPO BARRERAS - CONGLOMERADOS E ARENITOS INCONSOLIDADOS
- PPj** GRUPO JAIBAS - CONGLOMERADOS E ARENITOS CONSOLIDADOS
- Pm** GRUPO MARTINÓPOLE - XISTOS E FILITOS
- PXg** COMPLEXO GRANJA - MIGMATITOS GRANITÓIDES, (EMBASAMENTO CRISTALINO) LOCALMENTE GNAISSE

FIGURA - 1
MAPA GEOLÓGICO
 ESCALA - 1:250.000

b) Grupo Martinópolis (Proterozóico Médio)

sobrejamente ao Complexo Granja, abrange as formações Covão (Pmc), composta por rochas tipicamente xistosas com raras intercolações de calcários e quartzitos micáceos, e Santa Terezinha (Pmst), composta predominantemente por filitos, quartzo-filitos, filitos carbonosos, ardosianos e metassiltitos

c) Grupo Jaciabas (Paleozóico-Cambriano)

Abrange três formações que estão sobrejacentes as unidades do Grupo Martinópolis a Formação Massapê (PPjm), composta por conglomerados brechóides de matriz arenosa em contato transional-interfacial com a Formações Pacujá

Formação Pacujá (PPjp) composta predominantemente por arenitos líticos e arcoseanos, micáceos de grã variável, leitões de folhelhos e siltitos vermelhos micáceos e leitões conglomeráticos são frequentes. Apresentam metamorfismo de muito baixo grau.

Formação Aprazível (Ppja) constituída essencialmente por conglomerados, grosseiros com matriz arcoseana e normalmente sem acamamento

d) Grupo Barreiras, unidade sedimentar pertencente ao Terciário-Quaternário, onde na área em estudo abrange a Formação Camocim (Tbc) e a unidade Grupo Barreira Indiviso (TQbi)

A Formação Camocim composta por conglomerado grosseiro de elevada maturidade, cimentado por material laterítico sílico-ferruginoso, marron, castanho e vermelho, extremamente duro e compacto

Grupo Barreira Indiviso é constituído essencialmente por arenitos argilosos de coloração variegada, matriz argilo-caulínica, com cimento argiloso, ferruginoso e sílcico de granulação fina à média, leitões conglomeráticos e nódulos lateríticos podem ser encontrados na base, podendo se encontrar no topo, areias silticas bem classificadas.

e) Coberturas Sedimentares Terciárias e Quaternárias (TQc), sobrejacente ao Grupo Barreiras, são constituídas por sedimentos de espreamento aluvial, incluindo capeamentos de planalto e coluviões holocênicas. São compostas por sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos, de tons alaranjados, avermelhados e amarelados, localmente pode ser encontrado cascalhos e laterizados na base, de cimento argiloso e ferruginoso

f) Unidades Quaternárias Holocênicas, constituídas essencialmente por sedimentos inconsolidados de ambientes diversos São as unidades litoestratigráficas mais recentes e estão representados na região por:

- Sedimentos eólicos litorâneos (dunas fixas - paleodunas) - (QPHe), compostos por areia de grã fina à média, raramente siltosas e/ou quartzo-feldspáticas bem selecionadas, de coloração asilando de cinza-claro e alaranjado, no topo e avermelhado na base.

- Sedimentos ecólicos litorâneos (dunas móveis) localmente sedimentos flúvio-marinhos (QHe) São areias esbranquiçadas, quartzosas, de grã fina a média, bem classificadas que se exibem em corpos maciços de dunas com certo desenvolvimento estratiforme

- Sedimentos flúvio-marinhos e marinhos (QHm), são constituídos por vasas escuras (mangues), compostos por areias de praia e recifes areníticos

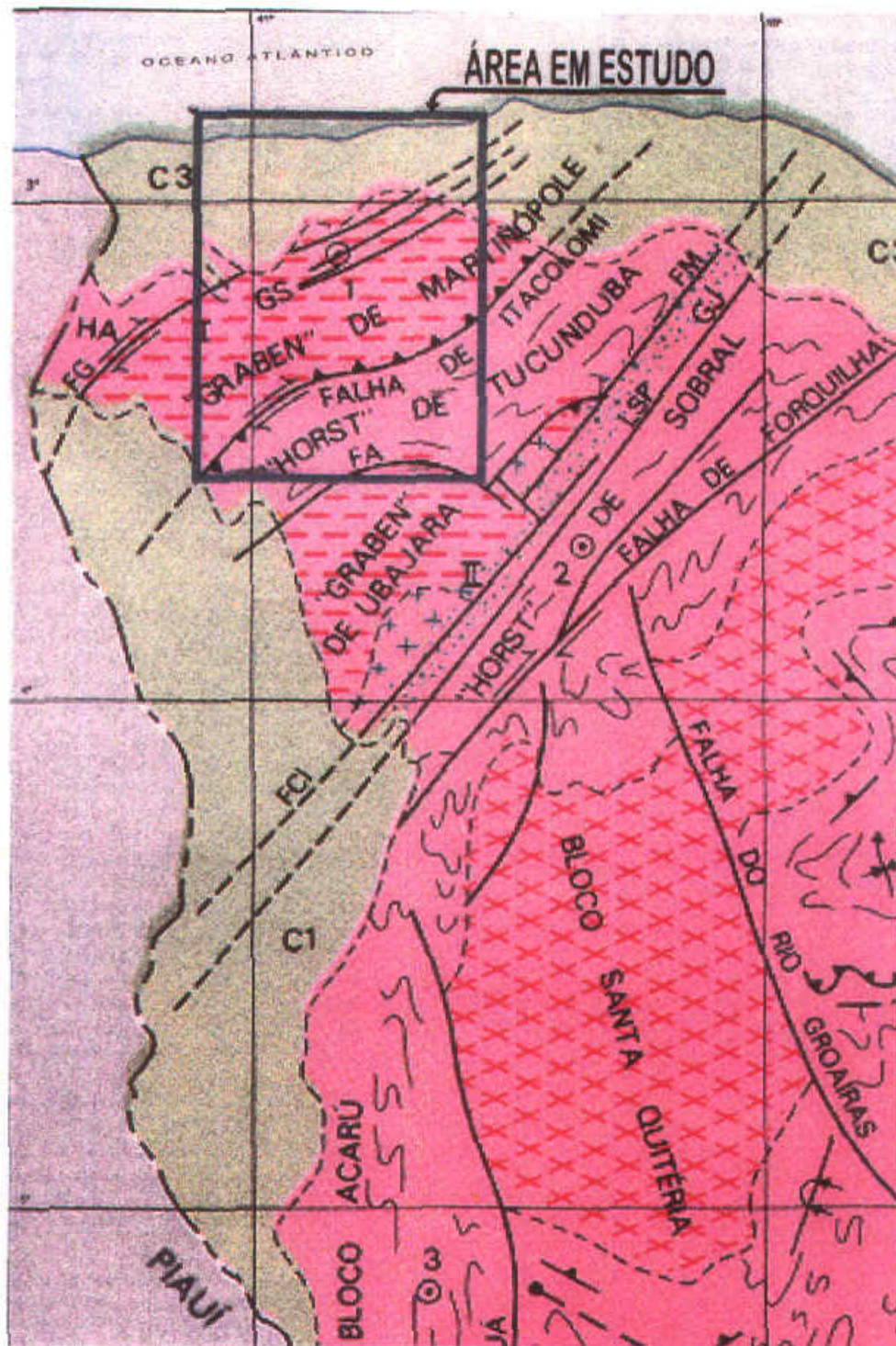
- Sedimentos aluviais, localmente coluviais (QHa), compostos por argilas, areias argilosas, quartzosas, argilas orgânicas, areias quartzo-feldspáticas, conglomeráticas ou não e cascalhos fluvias com influência marinha.

2.1 2 - Estrutura e Tectônica Regional

O alinhamento tectônico estrutural da região é complexo, contudo, a direção preferencial das falhas e fraturas existentes é nordeste-sudoeste

Nenhum evento estrutural de relevância foi observado na região do empreendimento, principalmente nas áreas da bacia hidráulica e no sítio barrável, apenas o sistema de falhas e fraturas, já ressaltado no parágrafo anterior

A Figura N^o 02 a seguir, mostra o esboço tectônico-estrutural da região, destacando a área de influência do empreendimento



LEGENDA E CONVENÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO





-  BLOCOS TECTÔNICOS CONSTITUÍDOS POR CONJUNTOS LITOLÓGICOS QUE EXIBEM, PREFERENCIALMENTE, CARACTERÍSTICAS DE INFRA-ESTRUTURA, CUJO COMPORTAMENTO PALEOGEOGRÁFICO/TECTÔNICO AINDA NÃO SE ENCONTRA BEM DESENHADO, EM RELAÇÃO AOS SISTEMAS PRÉ-CAMBRIANOS
-  BLOCOS TECTÔNICOS EXPOSTOS, PREDOMINANTEMENTE, ROCHAS POLIDEFORMADAS A NÍVEL DE SUPRA-ESTRUTURA
-  SEDIMENTOS C₃ - COBERTURAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS
-  PRINCIPAIS LIMITES LITOLÓGICOS

FIGURA - 2
ESBOÇO TECTÔNICO-ESTRUTURAL
DA REGIÃO

Fonte: Mapa Geológico do Estado do Ceará - Esc. 1:500.000

2.2 - GEOLOGIA LOCAL DE SUPERFÍCIE

A região do empreendimento em particular nos locais da barragem, sangradouro e tomada d'água foram efetuadas observações geológicas mais detalhadas, identificando-se dois tipos principais de unidades geológicas, como pode ser observado no mapa geológico local - Figura Nº 03, a seguir

As duas unidades geológicas identificadas no sítio barrável foram.

a) Os gnaisses, pertencentes ao embasamento cristalino e composto por rochas *metafóricas pré-cambrianas existentes ao longo do eixo barrável em forma de pequenos afloramentos e blocos de rocha, apresentando alinhamento estrutural predominantemente na direção nordeste-sudeste em conformação com o alinhamento estrutural regional*

Sobre a rocha de fundação (gnaisse), existe um solo de alteração, configurando um manto de intemperismo, com profundidade variável, atingindo 12,30 metros (SM-1/Est 56) na ombreira direita, ver Desenho nº 02 - Seção Geológica/Geotécnica do Boqueirão, em anexo

A rocha existente no sítio barrável, apresenta ótimas condições para suporte de esforços de compressão

b) Os aluviões estão distribuídos na planície aluvionar e na calha principal do riacho Gangorra

O depósito aluvionar é composto principalmente por areias de granulação fina, argilas e siltes com presença de pedregulhos

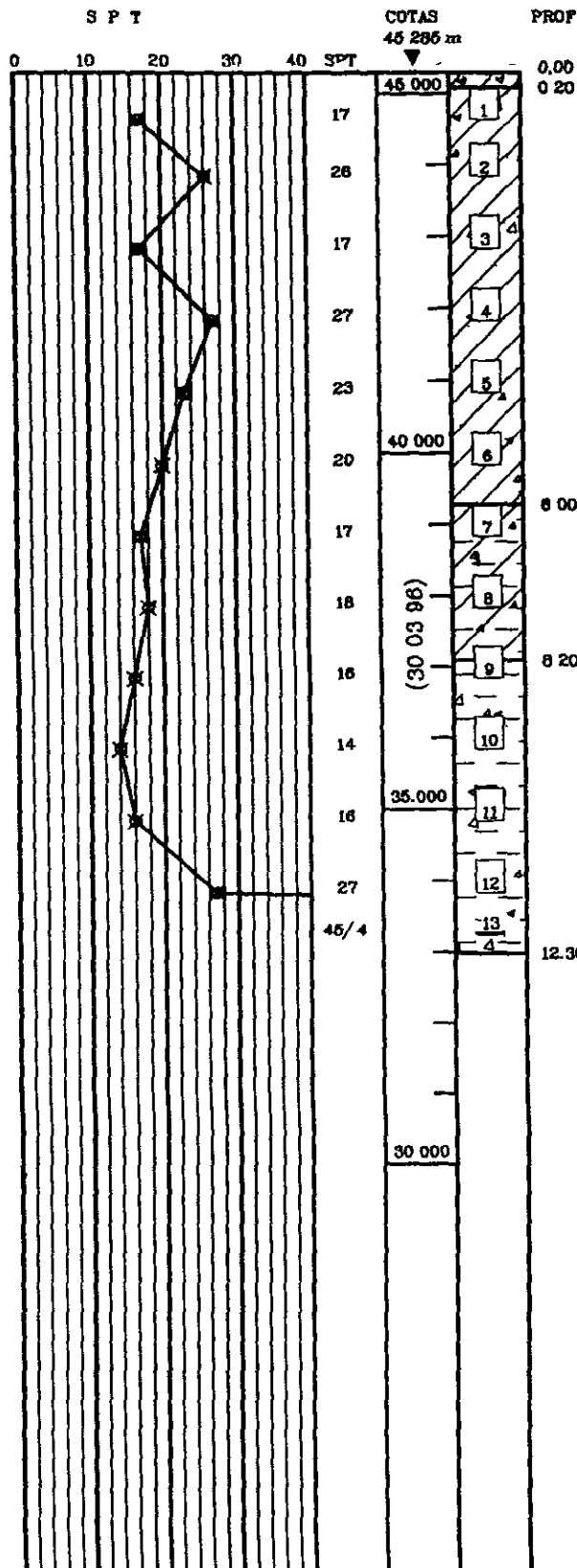
Os sedimentos da calha do rio são constituídos de areia de granulação variando de fina a grossa, com presença de pedregulhos, seixos rolados e matéria orgânica

PERFIL INDIVIDUAL DAS SONDAGENS
- DESENHOS NO 01 A 17
- POÇOS DE INSPEÇÃO

SONDAGEM SM- 1 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - øe = 2" øi = 1 3/8"

MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Areia fina e media, argilosa, com materia organica, pedregulhos e seixos rolados, marrom.

Argila pouco arenosa, com pedregulhos, rija e dura, cinza e vermelha, variegada

Silte argiloso, com pedregulhos, rijo, cinza, vermelho e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaisse)

Silte arenoso, micaceo, com pedregulhos, medianamente compacto a muito compacto, cinza, e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaisse)

- OBS
- 1) Nao foi encontrado nivel d'agua
 - 2) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 0,80m de profundidade.
 - 3) Furo revestido de 0,80m ate 11,00m de profundidade
 - 5) Estaca 56

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

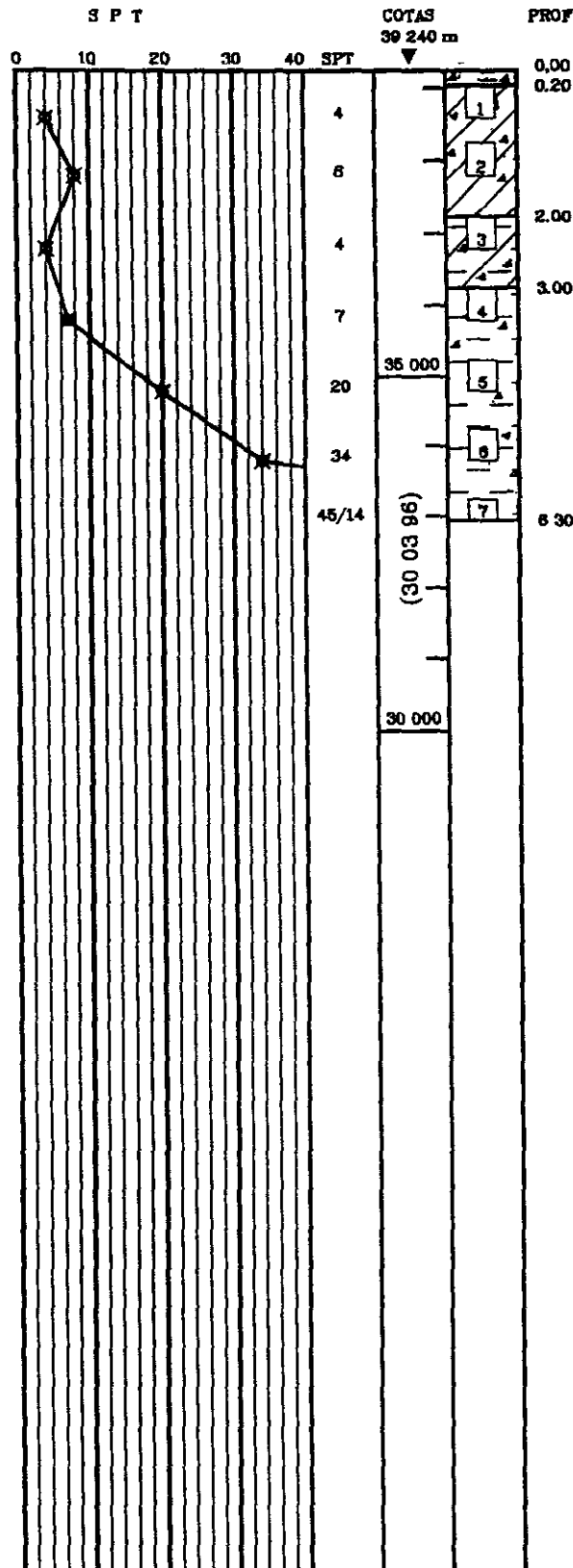
000019

ENGESOFF ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.			
DATA	16/05/96	DES.	VISTO
ESC	1 100	APROV	
SONDAGEM SM-1			T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE			DES - 01

Geonorte

SONDAGEM SM- 2 Ø 2 1/2'

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Areia fina e media, muito argilosa, com materia organica e pedregulhos, marrom e vermelha, variegada

Argila pouco arenosa, com pedregulhos, mole e media, vermelha.

Silte pouco argiloso, micaceo, com pedregulhos, mole, cinza, vermelho e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaiss)

Silte arenoso, micaceo, com pedregulhos, pouco compacto a muito compacto, cinza e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaiss)

OBS

- 1) Nao foi encontrado nivel d'agua
- 2) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 0,80m de profundidade
- 3) Furo revestido de 0,80m ate 5,00m de profundidade
- 4) Estaca 52

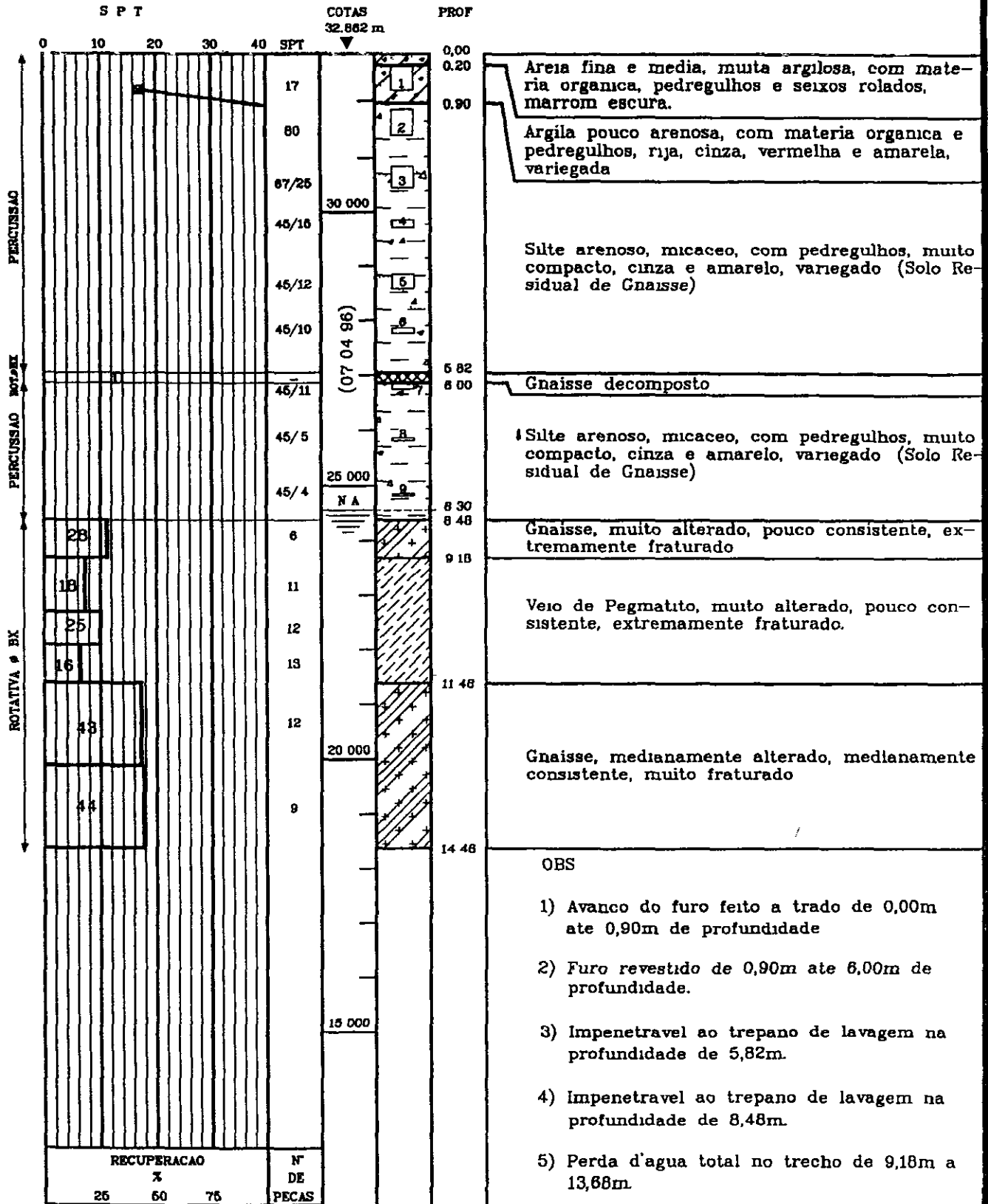
000020

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.			
DATA	16/05/98	DES.	VISTO
ESC.	1 100	APROV	Geonorte
SONDAGEM SM-2			T-140/98
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE.			DES - 02

SONDAGEM SM- 3 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - øe = 2" ø1 = 1 3/8"
 MARTELO - 85 kg QUEDA - 75 cm



ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1°	10	1
2°	10	0
3°	10	0

000021

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.		
DATA 16/05/96	DES. <i>[assinatura]</i>	VISTO <i>[assinatura]</i>
ESC. 1:100	APROV. <i>[assinatura]</i>	Geonorte
SONDAGEM SM-3		T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE		DES - 03

3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

000022

3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os Estudos Geotécnicos constam das investigações geológicas realizadas no sítio barrável, através das sondagens mecânicas e de poços de inspeção, e da identificação e caracterização dos materiais para o emprego na construção da barragem

3.1 - SONDAGENS GEOLÓGICAS

Os serviços aqui apresentados constam da execução de sondagens à percussão, sondagens mistas (iniciadas à percussão e prosseguidas com rotativa), ensaios de infiltração e ensaios de perda d'água

A locação e as cotas topográficas das bocas dos furos foram fornecidas a partir dos estudos topográficos de campo

Apresentamos a seguir uma descrição resumida dos processos executivos das sondagens e ensaios realizados

3.1.1 - Sondagens à Percussão

Na execução das sondagens foram usados dois processos para avanço do furo. Inicialmente foi usado o trado concha de 4", ao encontrar-se o nível d'água ou material impenetrável a esta ferramenta o furo foi revestido e prosseguido por lavagem

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)"

3.1.2 - Sondagens Mistas

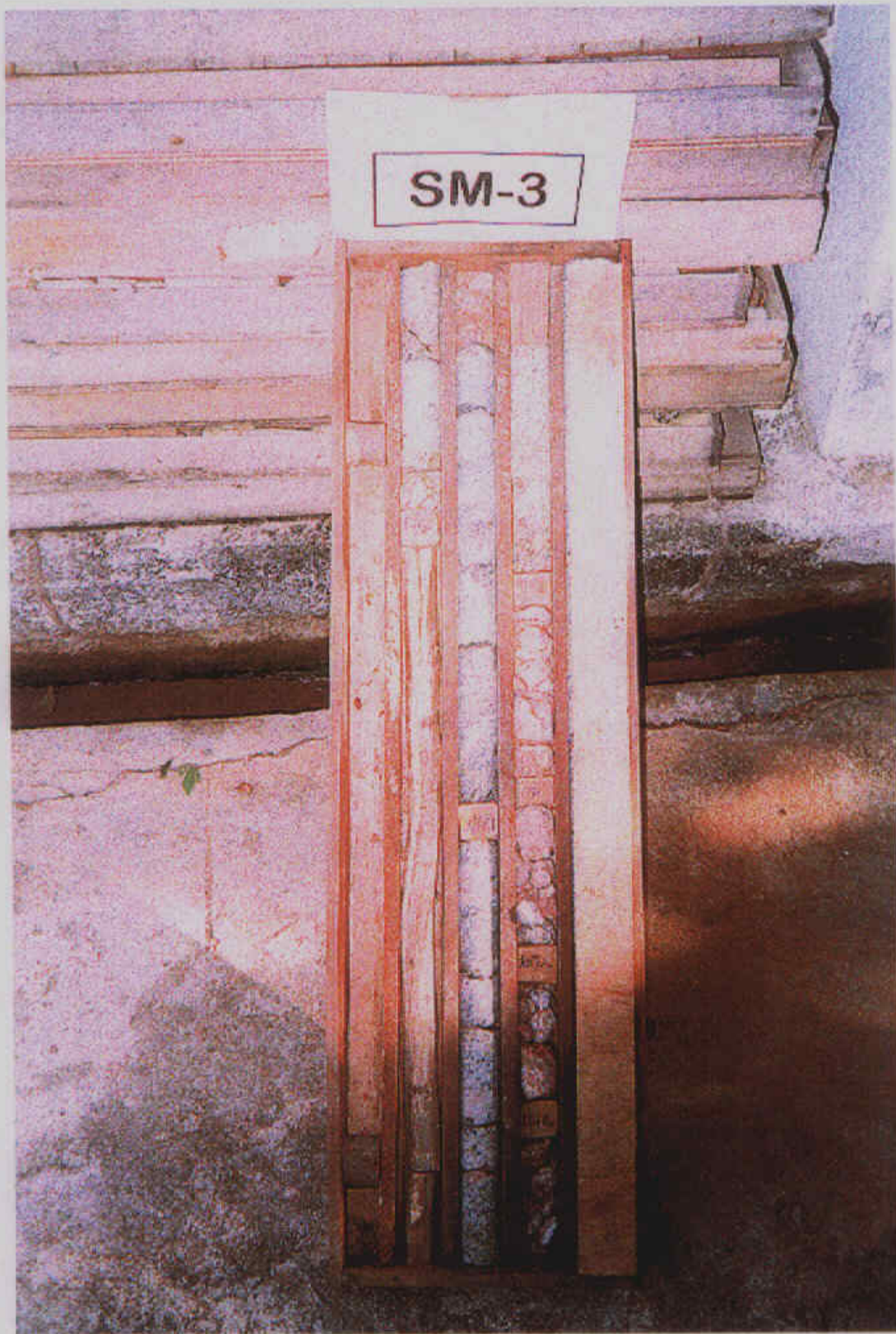
Na execução das sondagens mistas a perfuração foi iniciada por processo à percussão e prosseguida por processo rotativo, com exceção das sondagens SM-01 e SM-02, executadas na opção do sangradouro pela ombreira direita, as quais não foram prosseguidas com rotativa, devido a mudança do local do sangradouro para a ombreira esquerda

Nos trechos de sondagem rotativa foi utilizada uma sonda MACH-920 DA MAQUESONDA, de avanço manual. Por determinação da ENGESOFT as sondagens SM-03, SM-08 e SM-09 foram perfuradas com coroa BX (diâmetro externo 59,50 mm) e as sondagens SM-04, SM-05, SM-06 e SM-07 foram perfuradas com coroa NX (diâmetro externo 75,30 mm). Nas camadas de rocha alterada foi utilizado barrilete duplo. Para cada operação do barrilete foram registrados a percentagem de recuperação e o número de peças, dados que estão indicados nos perfis de sondagem.

A sondagem SM-06 (Estaca 22 Eixo) apresentou uma variação no nível d'água, caracterizando artesianismo. Foram efetuadas quatro leituras em quatro dias consecutivos, ocorrendo a estabilização nas duas últimas leituras. Os valores medidos estão indicados no perfil individual de sondagem.

Os desenhos nº 01 e 02 em anexo mostram as localizações das investigações e a seção Geológica/Geotécnica do Boqueirão.

Para cada sondagem com trecho perfurado em rocha, ou seja, da SM-3 a SM-11 foi retirado fotos dos testemunhos para uma análise visual. Estas fotos constam atrás dos boletins das respectivas sondagens, apresentadas a seguir.

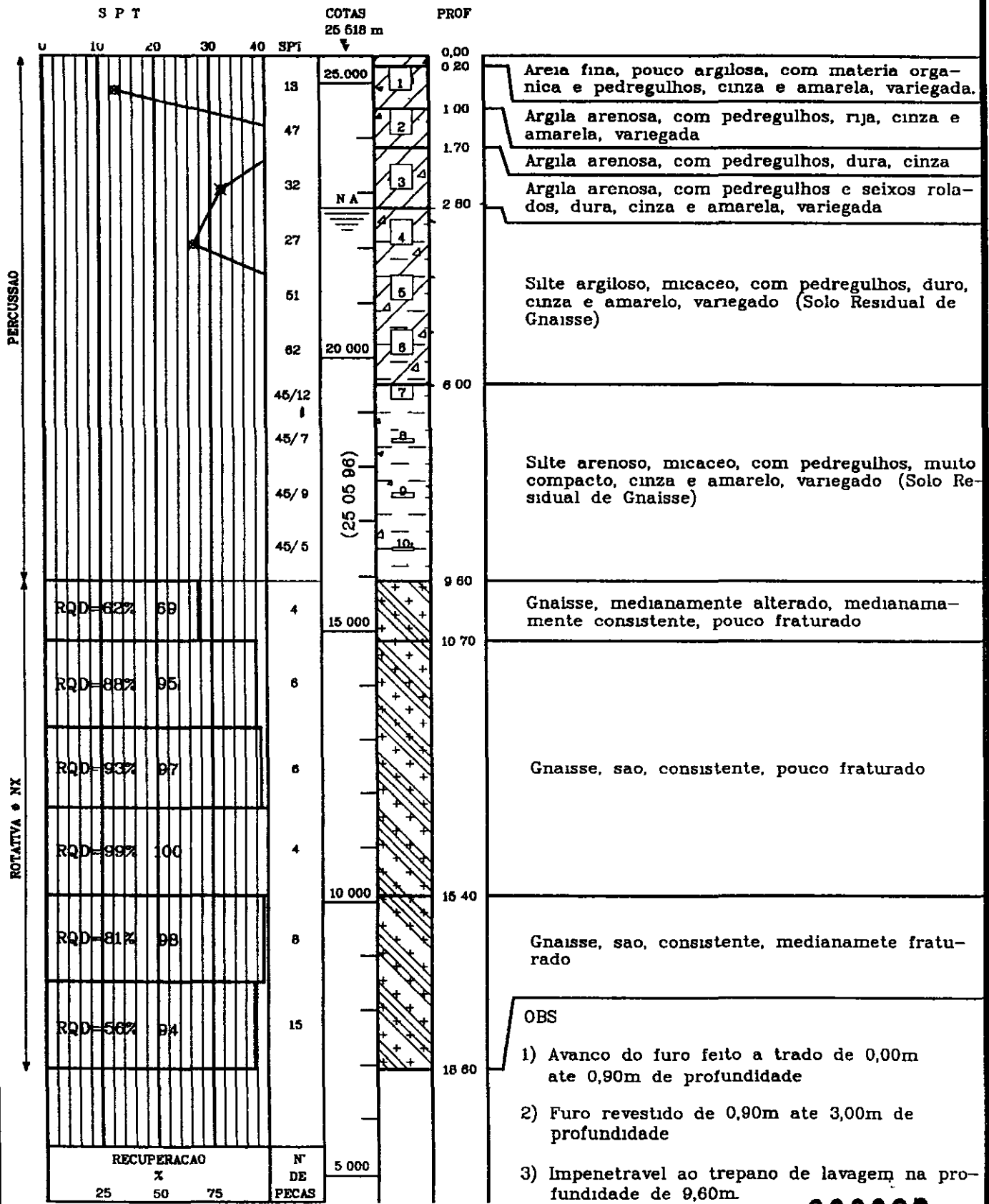


SM-03 / Est. 47 = Início da rocha 8.48 - Final 14.48m (Perda d'água total na passagem do veio de pegmatito entre 9.18 a 11.48m).

000025

SONDAGEM SM- 4 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

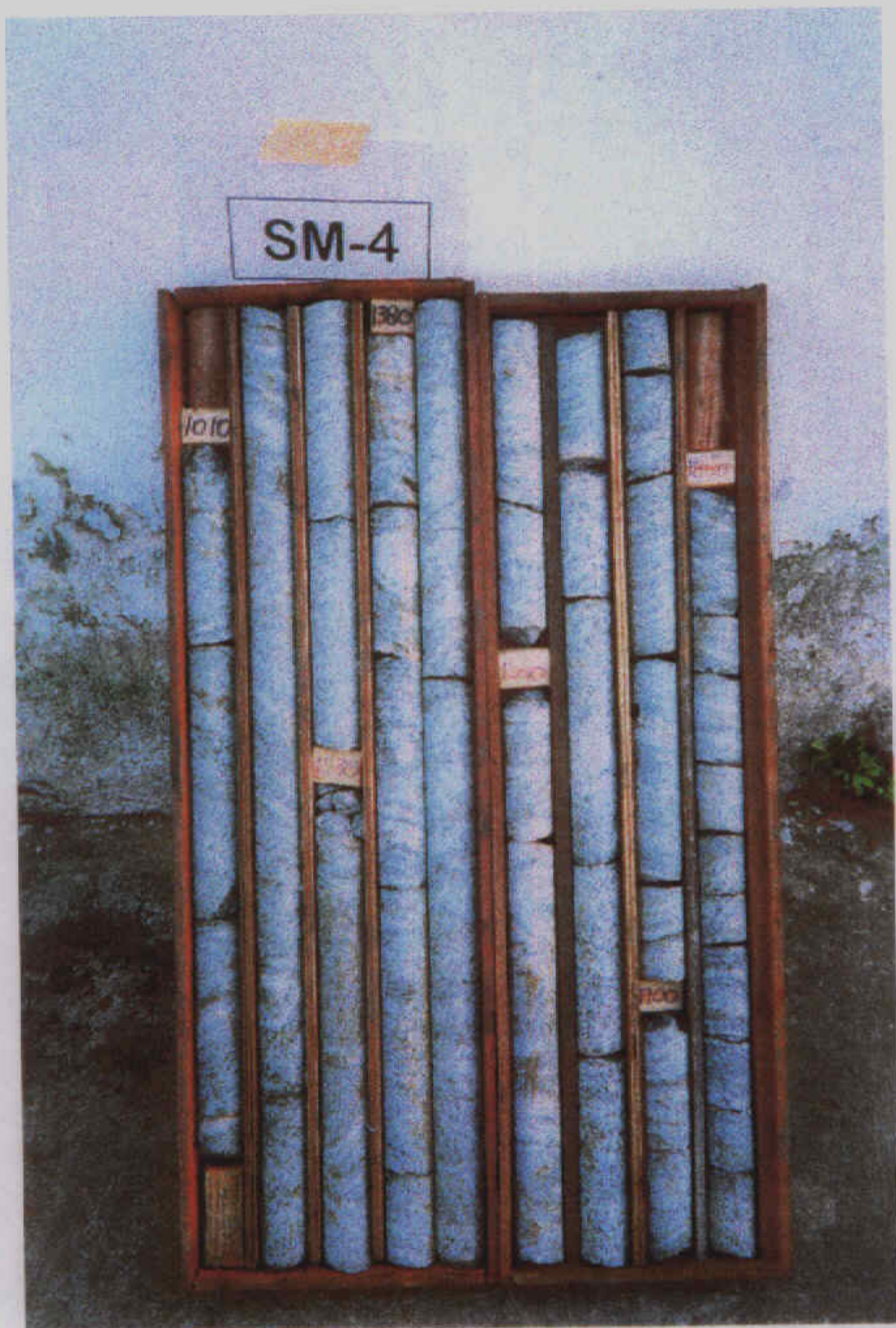
- OBS
- 1) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 0,90m de profundidade
 - 2) Furo revestido de 0,90m ate 3,00m de profundidade
 - 3) Impenetravel ao trepano de lavagem na profundidade de 9,60m.
 - 4) Estaca 38

000026

ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1°	10	3
2°	10	2
3°	10	0

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.			
DATA	06/06/96	DES	VISTO
ESC	1 100	APROV	
SONDAGEM SM-4		T-140/96	
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE.		DES - 04	

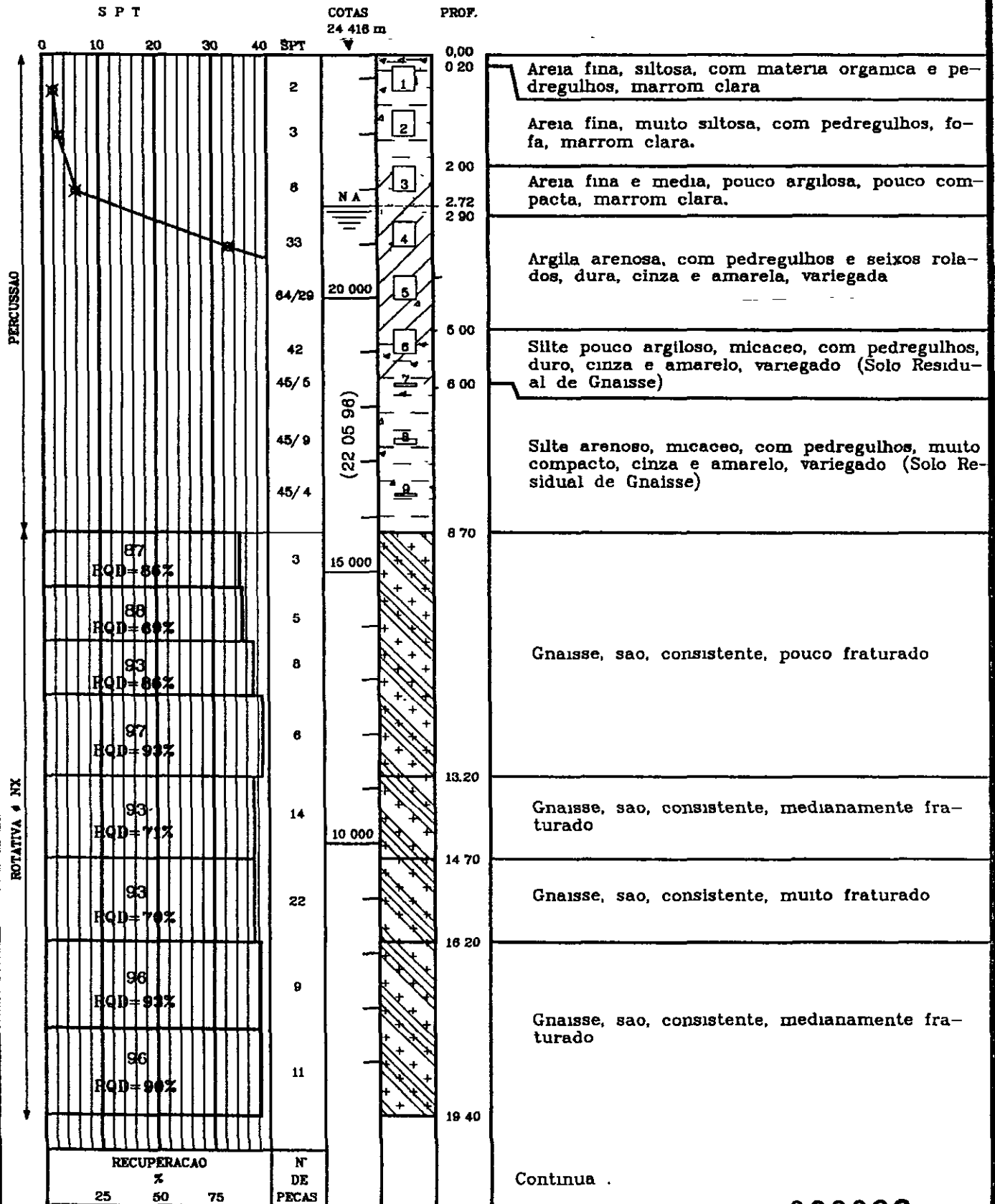


SM-04 / Est. 38 = Início da rocha 9.60 - Final 18.60m, (Recuperação entre 69 a 100%)

000027

SONDAGEM SM- 5 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Continua .

000028

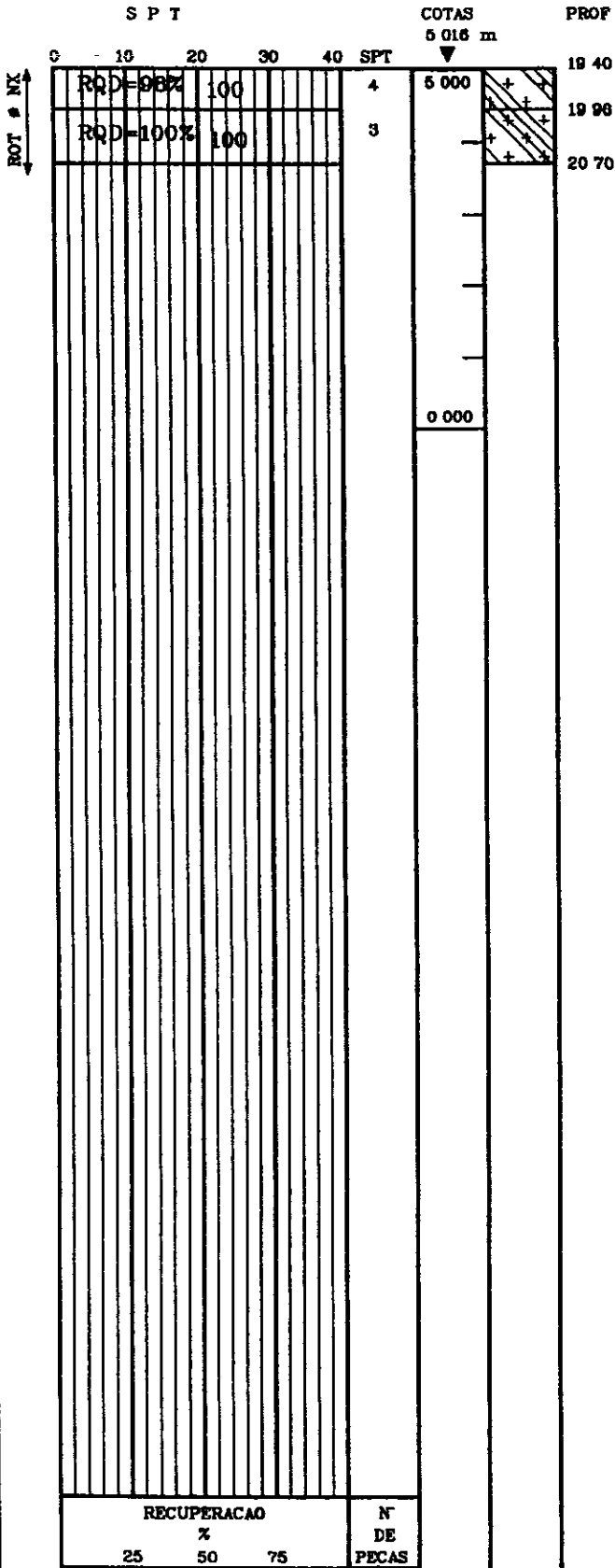
SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENGE SOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			
DATA	06/06/96	DES	VISTO
ESC	1 100	APROV	
SONDAGEM SM-5		T-140/96	
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE.		DES - 05	

Geonorte

SONDAGEM SM- 5 Ø 2 1/2

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2''$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}''$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Continuacao.

Gnaiss, sao, consistente, medianamente fraturado
 Gnaiss, sao, consistente, pouco fraturado

OBS.

- 1) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 0,90m de profundidade
- 2) Furo revestido de 0,90m ate 8,90m de profundidade
- 3) Impenetravel ao trepano de lavagem na profundidade de 8,70m
- 4) Estaca 28

000029

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1'	10	3
2'	10	1
3'	10	0

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

DATA 06/06/96	DES.	VISTO
ESC. 1 100	APROV	

Geonorte

SONDAGEM SM-5
 BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE

T-140/96
 DES - 06

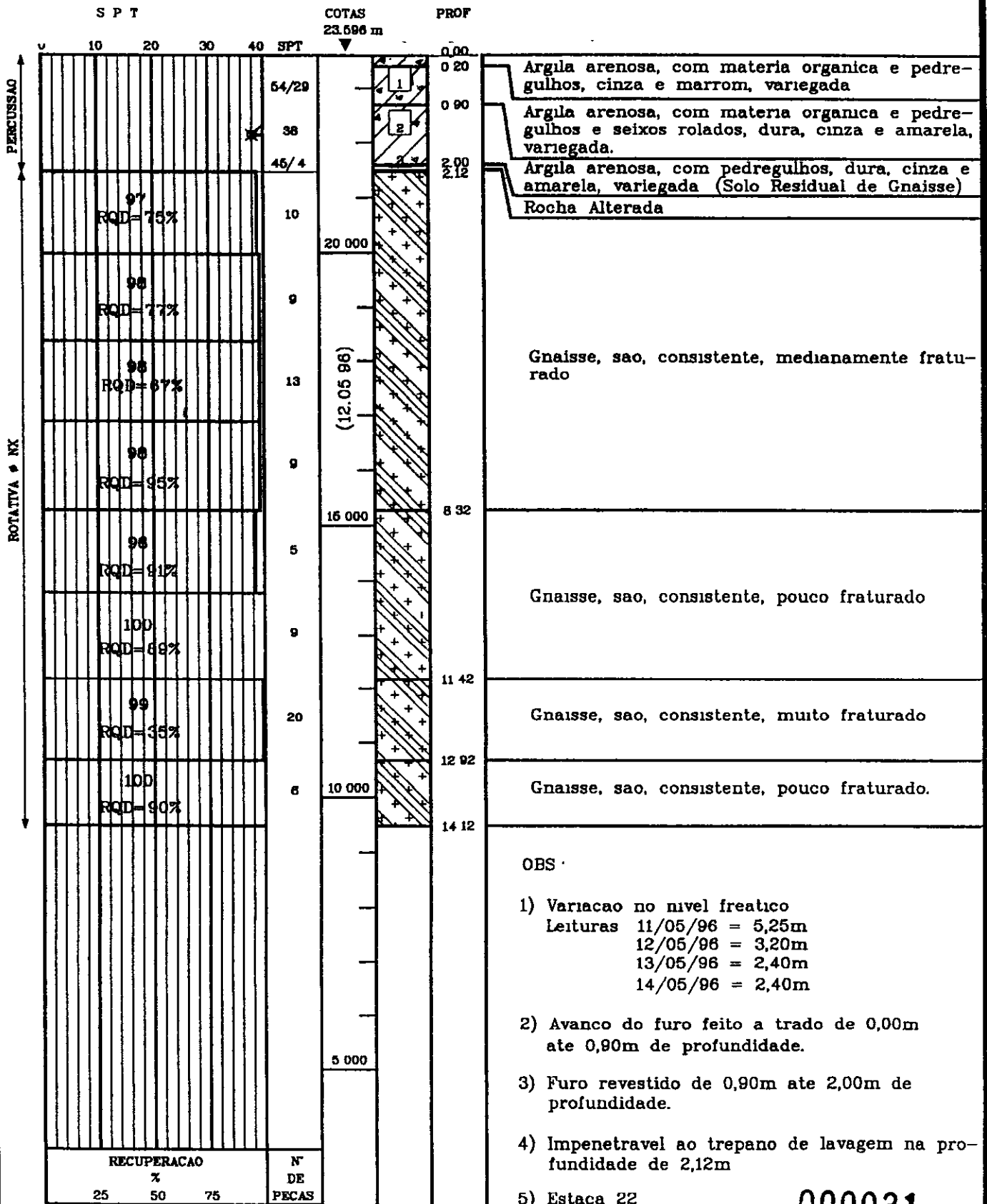


SM-05 / Est. 28 = Início da rocha 8.70 - Final 20.70m, (Recuperação entre 87 a 100%)

000030

SONDAGEM SM- 6 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_i = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



000031

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

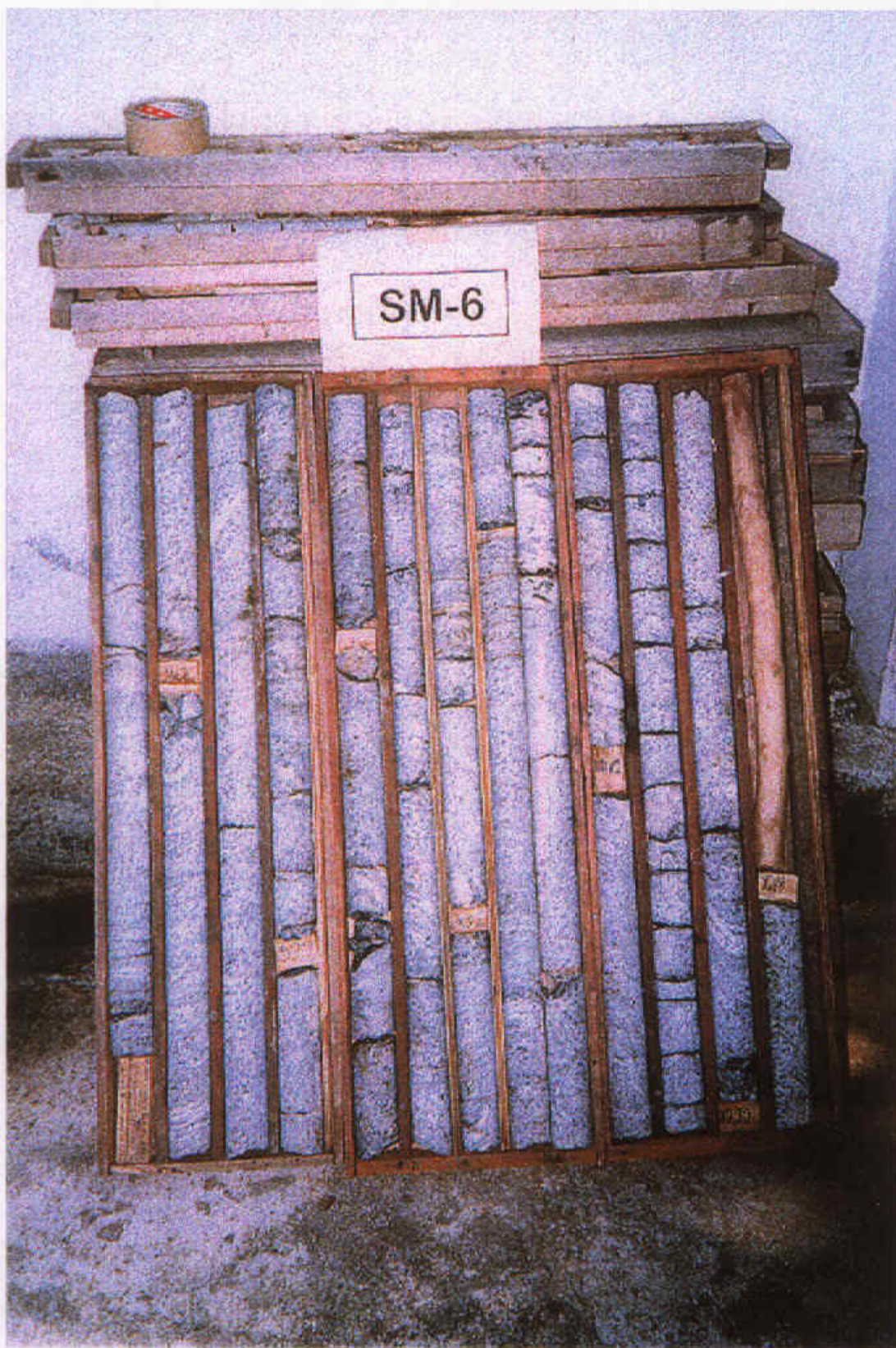
ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1'	10	2
2'	10	1
3'	10	0

ENGESOFTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

DATA	06/06/96	DES		VISTO		Geonorte
ESC	1 100	APROV				

SONDAGEM SM-6	T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE	DES - 07

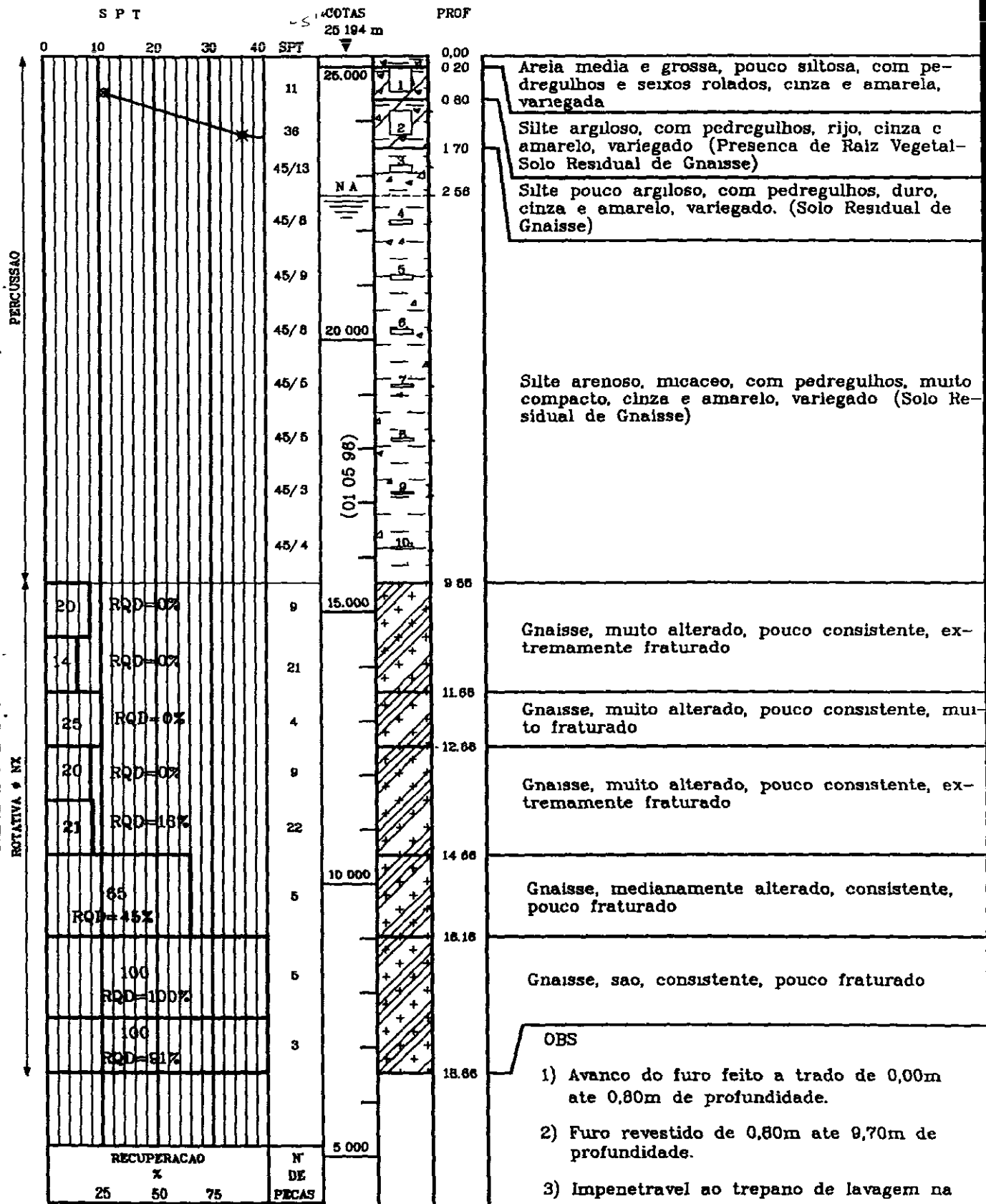


SM-06 / Est. 22 = Início da rocha 2.12 - Final 14.12m, (Recuperação entre 97 a 100%)

000032

SONDAGEM SM- 7 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



- OBS
- 1) Avanço do furo feito a trado de 0,00m até 0,80m de profundidade.
 - 2) Furo revestido de 0,80m até 9,70m de profundidade.
 - 3) Impenetrável ao trepano de lavagem na profundidade de 9,66m.
 - 4) Estaca 16

000033

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANÇO DO TREPANO (cm)
1°	10	3
2°	10	2
3°	10	0,5

ENGESOFTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.

DATA	16/05/96	DES	VISTO
ESC	1.100	APROV.	

Geonorte

SONDAGEM SM-7 T-140/96
 BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE. DES - 08

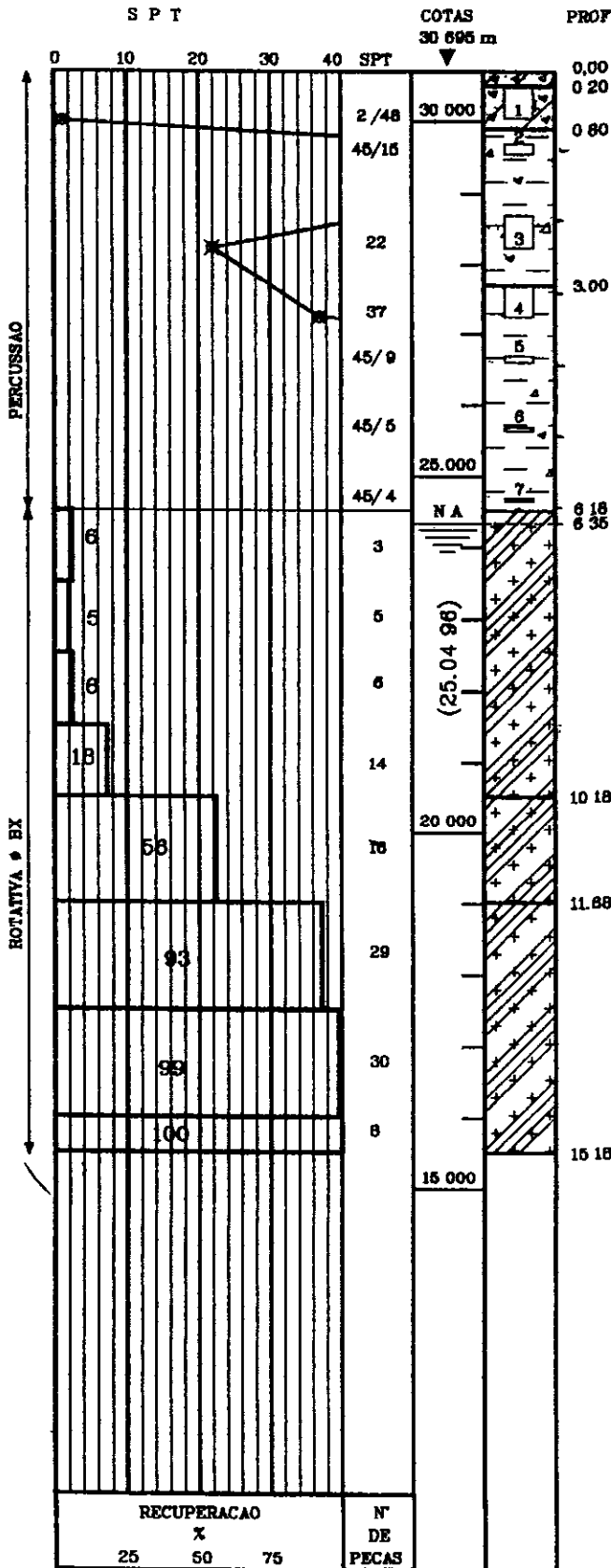


SM-07 / Est. 16 = Início da rocha 9.66 - Final 18.66m, (Recuperação de 14 a 25% entre 9.66 a 14.66m), (Recuperação de 65 a 100% abaixo de 14.66m)

000034

SONDAGEM SM- 8 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Areia fina e media, argilosa, com materia organica, pedregulhos e seixos rolados, marrom escura.

Areia fina e media, argilosa, com materia organica, pedregulhos e seixos rolados, fofa, marrom e amarela, variegada

Silte arenoso, com pedregulhos, compacto e muito compacto, cinza e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaiss)

Silte arenoso, micaceo, com pedregulhos, compacto e muito compacto, cinza e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaiss)

Gnaiss, muito alterado, pouco consistente, extremamente fraturado

Gnaiss, medianamente alterado, medianamente consistente, muito fraturado.

Gnaiss, sao, consistente, muito fraturado

- OBS
- 1) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 0,80m de profundidade
 - 2) Furo revestido de 0,80m ate 6,20m de profundidade
 - 3) Impenetravel ao trepano de lavagem na profundidade de 6,18m.
 - 4) Estaca 6

000035

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENSAIO DE LAVAGEM

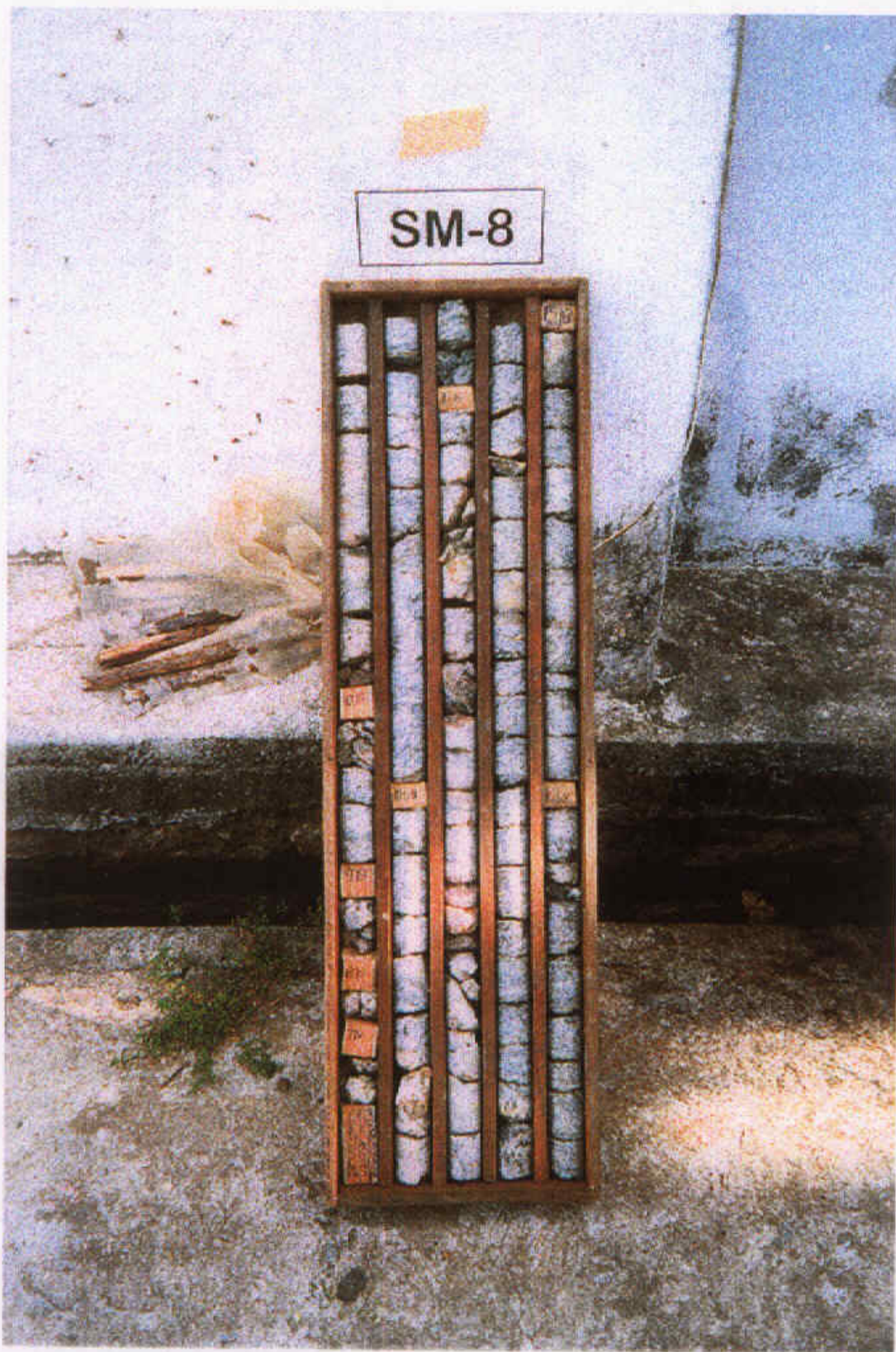
ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1°	10	3
2°	10	1
3°	10	0

ENGESOFTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

DATA	16/05/96	DES	VISTO
ESC.	1.100	APROV	

Geonorte

SONDAGEM SM-8 T-140/96
 BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE. DES - 09

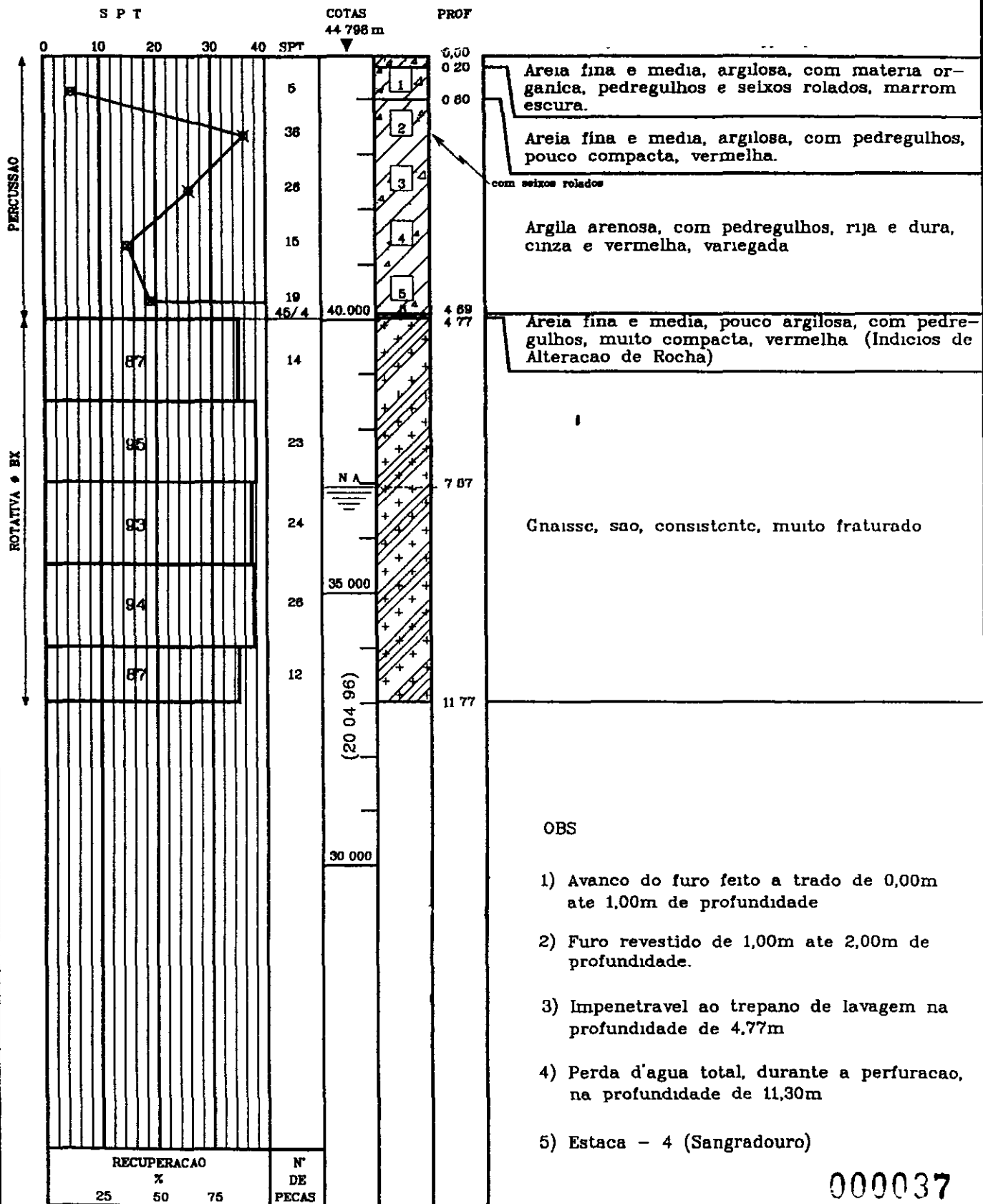


SM-08 / Est. 06 = Início da rocha 6.18 - Final 15.18m, (Recuperação de 5 a 18% entre 6.18 a 10.18m), (Recuperação de 56 a 100% abaixo de 10.18m)

000036

SONDAGEM SM- 9 Ø 2 1/2.

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

OBS

- 1) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 1,00m de profundidade
- 2) Furo revestido de 1,00m ate 2,00m de profundidade.
- 3) Impenetravel ao trepano de lavagem na profundidade de 4,77m
- 4) Perda d'agua total, durante a perfuracao, na profundidade de 11,30m
- 5) Estaca - 4 (Sangradouro)

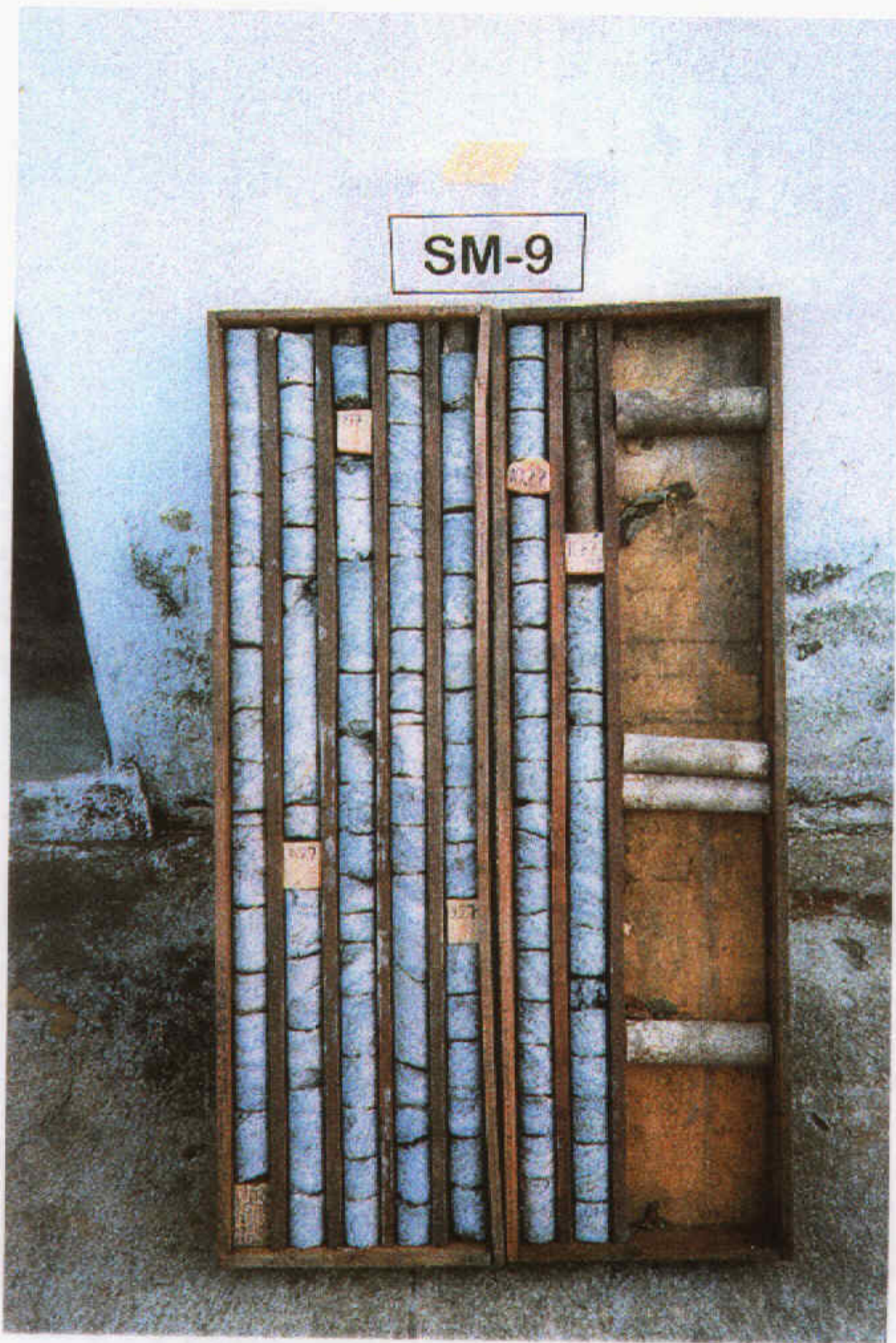
000037

ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1º	10	1
2º	10	1
3º	10	0

ENGESOFTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			
DATA	16/05/96	DES	VISTO
ESC	1 100	APROV	
SONDAGEM SM-9			T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE			DES - 10

Geonorte

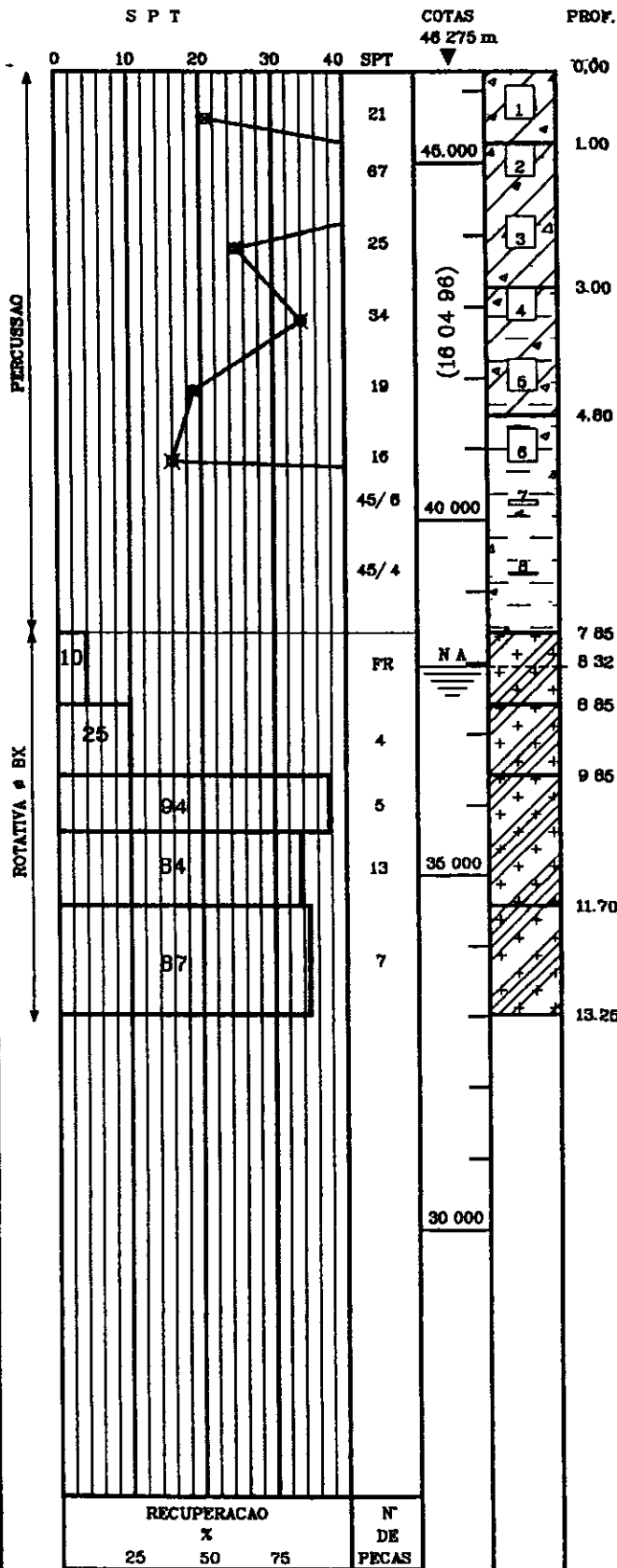


SM-09 / Est. -04 = Início da rocha 4.77 - Final 11.77m, (Recuperação entre 87 a 9.85m)

000038

SONDAGEM SM- 10 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



OBS :

- 1) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 1,00m de profundidade
- 2) Furo revestido de 1,00m ate 8,00m de profundidade
- 3) Impenetravel ao trepano de lavagem na profundidade de 7,85m.
- 4) FR - Fragmentado
- 5) Estaca -10 (Sangradouro)

000039

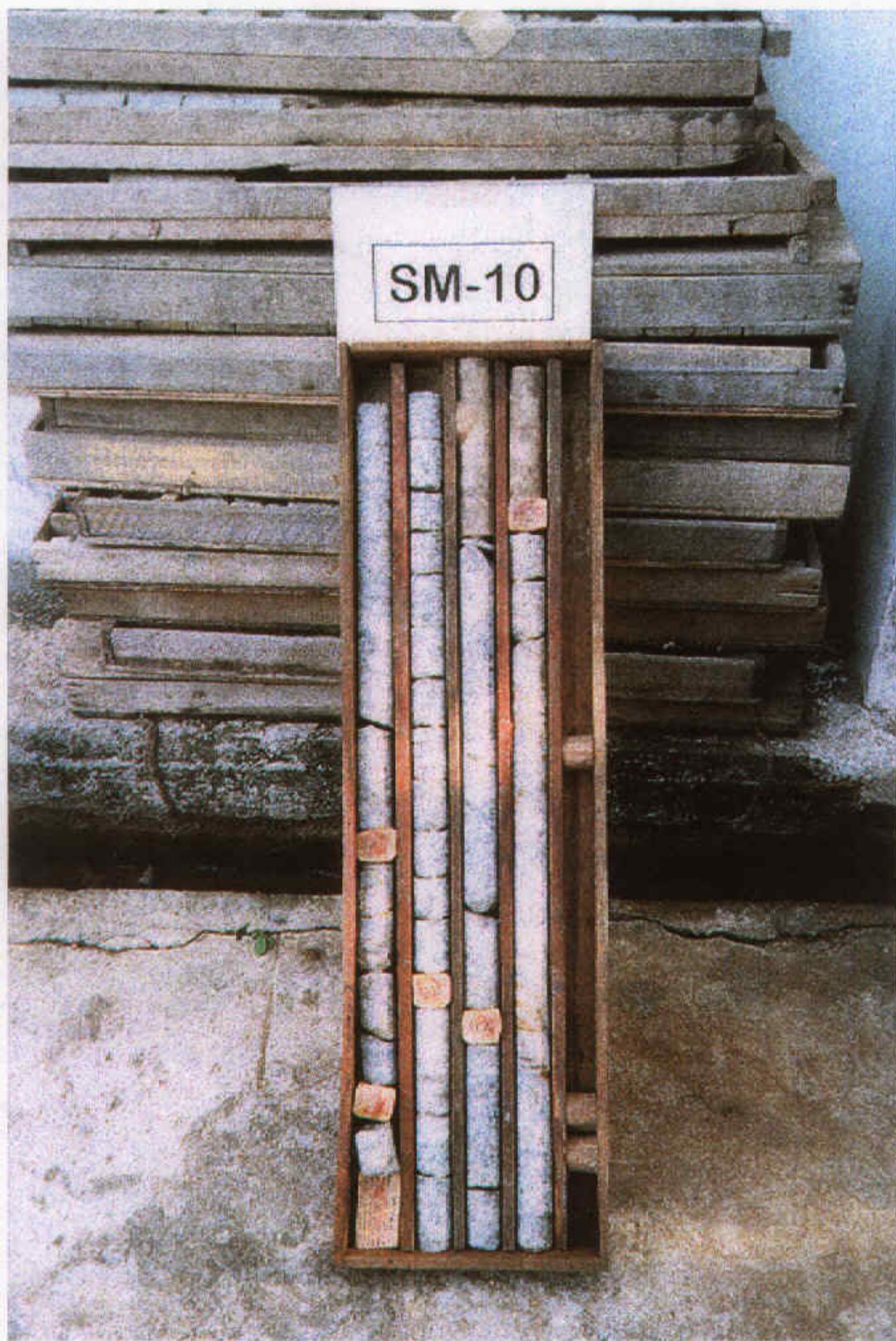
ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1'	10	2
2'	10	1
3'	10	0

ENGESOFTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			
DATA	16/05/96	DES.	VISTO.
ESC	1 100	APROV.	
SONDAGEM SM-10			T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE			DES. - 11

Geonorte

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

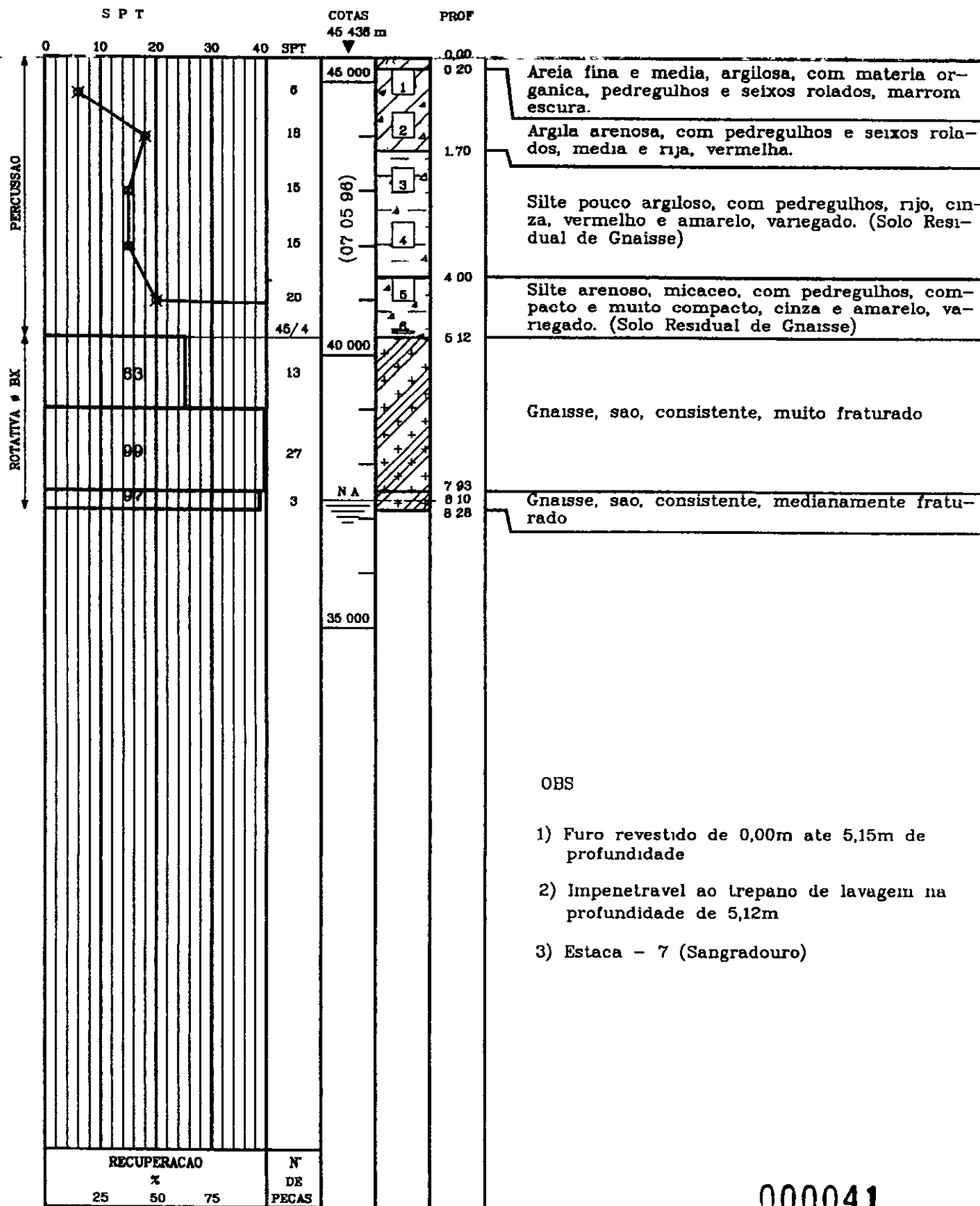


SM-10 / Est. -10 = Início da rocha 7.85 - Final 13.25m, (Recuperação de 10 a 25% entre 7.85 a 9.85m), (Recuperação acima de 84%)

000040

SONDAGEM SM- 11 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_i = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



OBS

- 1) Furo revestido de 0,00m ate 5,15m de profundidade
- 2) Impenetravel ao trepano de lavagem na profundidade de 5,12m
- 3) Estaca - 7 (Sangradouro)

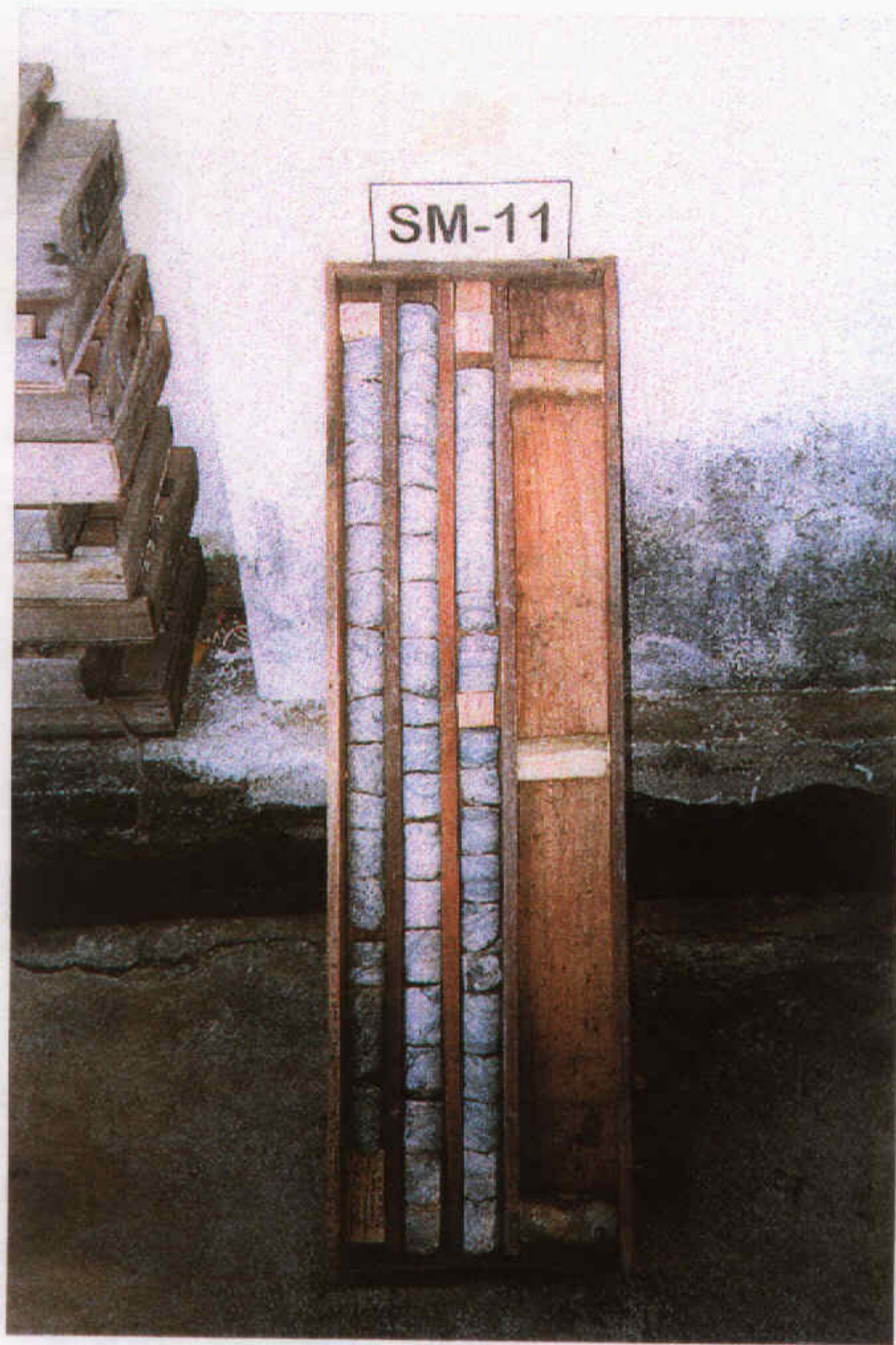
000041

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1°	10	2
2°	10	1
3°	10	0

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			
DATA	16/05/96	DES.	VISTO
ESC.	1 100	APROV	
SONDAGEM SM-11			T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE			DES - 12

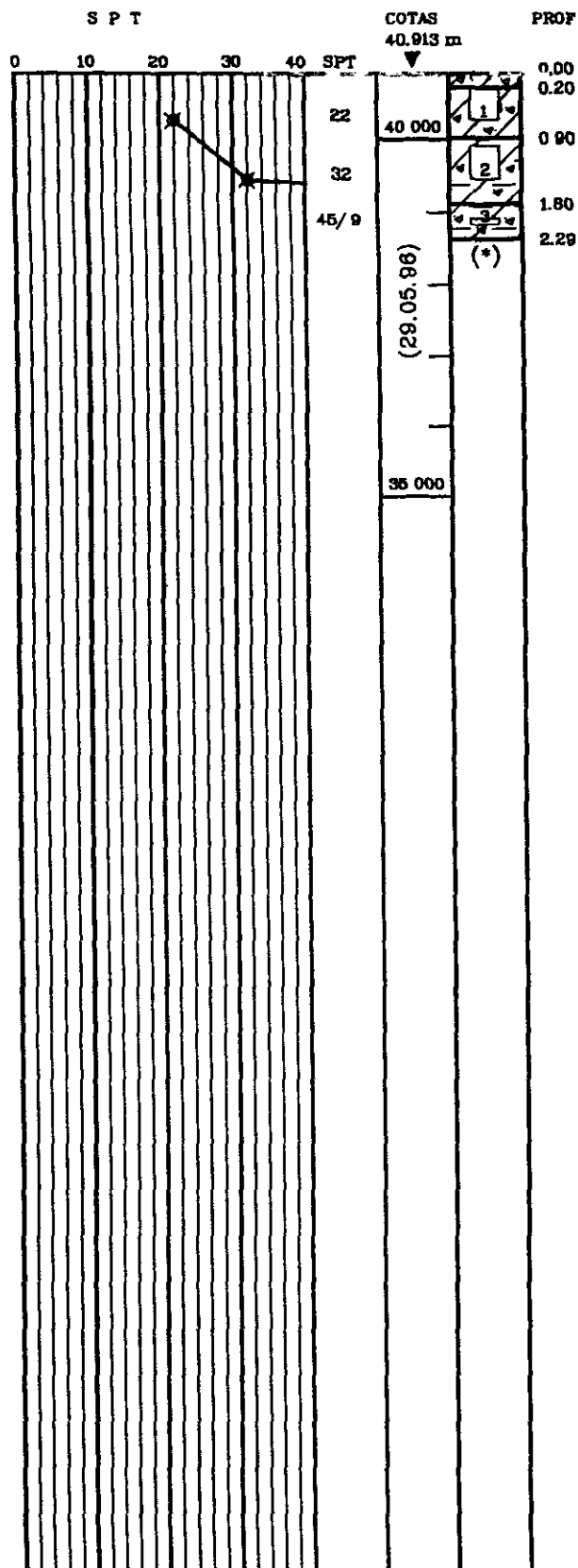


SM-11 / Est. -07 = Início da rocha 5.12 - Final do furo 8.28m, (Recuperação entre 93 a 97%)

000042

SONDAGEM SP- 1 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



0,00	0,20	1	Areia fina e media, argilosa, com pedregulhos e seixos rolados, marrom escura
0,20	0,80	2	Argila arenosa, com pedregulhos e seixos rolados, dura, vermelha e marrom, variegada
0,80	1,80	3	Silte argiloso, com pedregulhos, duro, vermelho e amarelo, variegado.
1,80	2,29	(*)	Silte argiloso, micaceo, com pedregulhos, duro, cinza, vermelho e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaisse)

OBS.

- 1) Nao foi encontrado nivel d'agua
- 2) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 1,00m de profundidade
- 3) Furo revestido de 1,00m ate 1,50m de profundidade
- 5) (*) Impenetravel ao trepano de lavagem.
- 6) Estaca -7, a 60,00m a Montante (Sangradouro)

000043

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1°	10	2
2°	10	1
3°	10	0

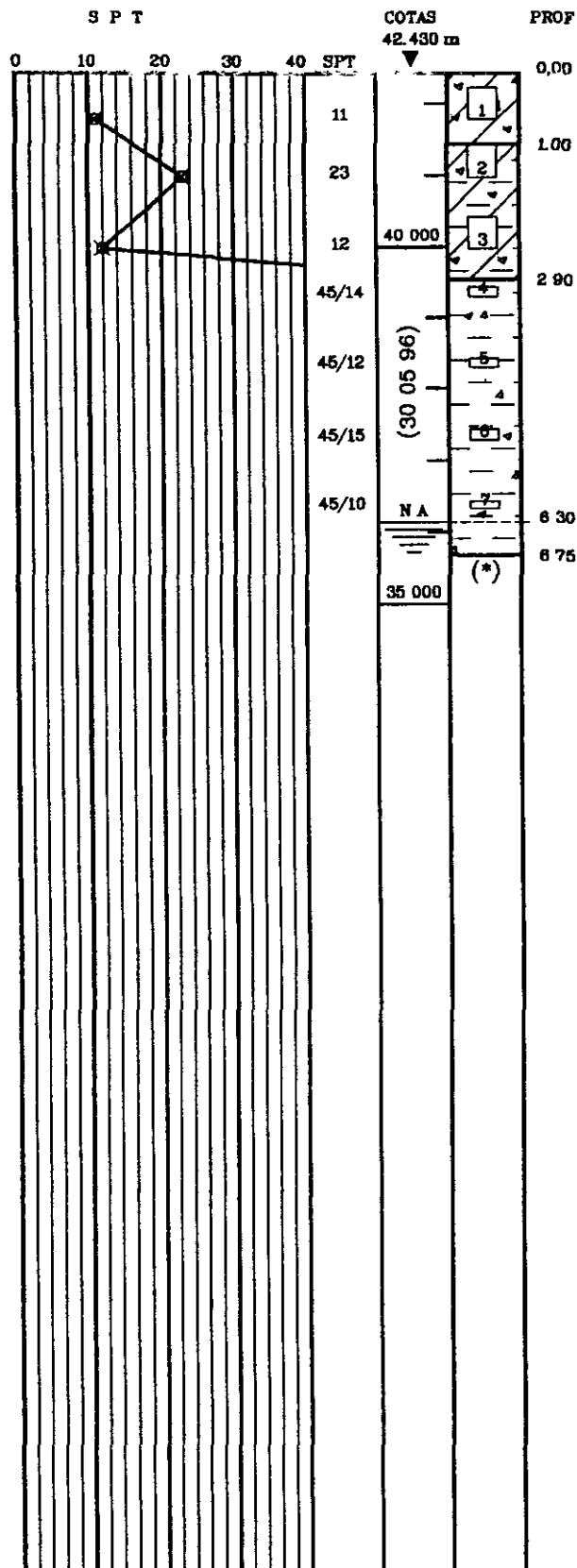
ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.

DATA	07/08/96	DES	VISTO
ESC	1 100	APROV	
SONDAGEM SP-1			T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE.			DES - 13

Geonorte

S O N D A G E M SP- 2 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Areia fina e média, argilosa, com pedregulhos e seixos rolados, medianamente compacta, marrom escura

Silte argiloso, com pedregulhos, rijo e duro, cinza, vermelho e amarelo, variegado

Silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, muito compacto, cinza e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaiss)

OBS

- 1) Avanço do furo feito a trado de 0,00m até 1,00m de profundidade
- 2) Furo revestido de 1,00m até 3,00m de profundidade
- 3) (*) Impenetrável ao trepano de lavagem
- 4) Estaca -7, a 30,00m a Montante (Sangradouro)

000044

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

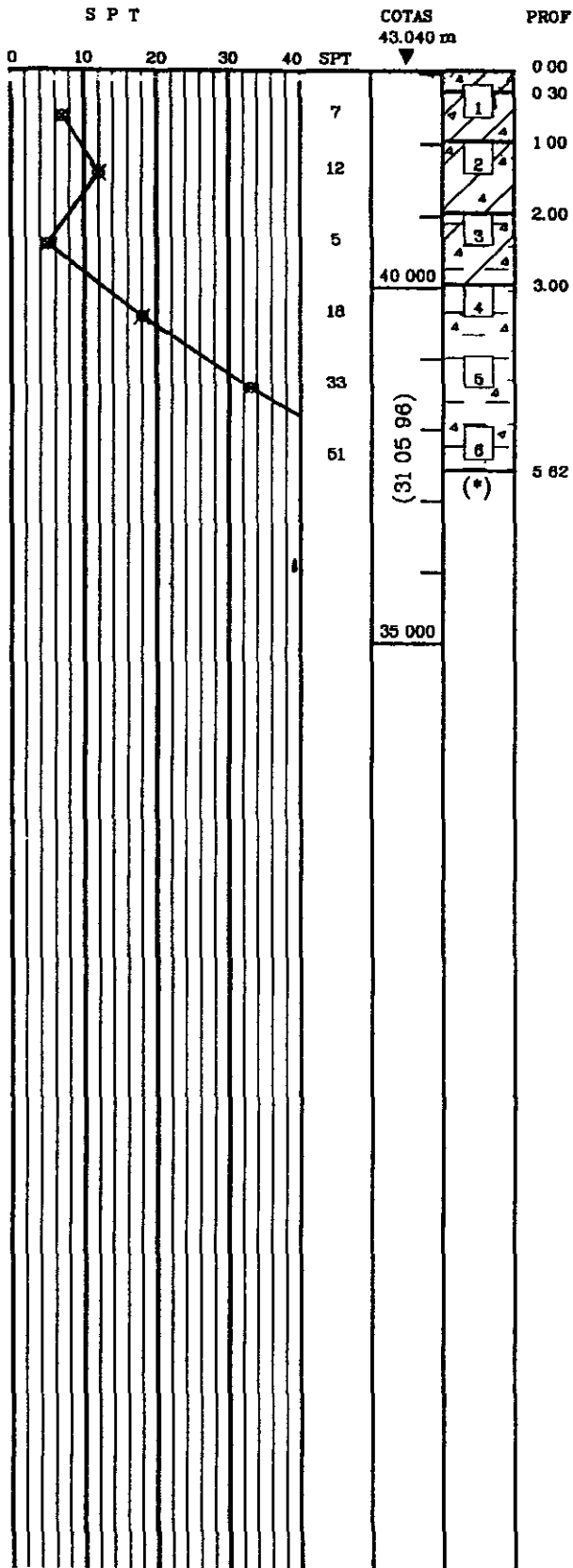
ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANÇO DO TREPANO (cm)
1°	10	2
2°	10	1
3°	10	0

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			
DATA	07/06/96	DES	VISTO
ESC	1 100	APROV	Geonorte
SONDAGEM SP-2			T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE			DES - 14

SONDAGEM SP- 3 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - øe = 2" ø1 = 1 3/8"
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



0.00
0.30
1.00
2.00
3.00
5.62

OBS

- 1) Nao foi encontrado nivel d'agua
- 2) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 1,00m de profundidade
- 3) Furo revestido de 1,00m ate 3,00m de profundidade
- 5) (*) Impenetravel ao trepano de lavagem
- 6) Estaca -7, a 20,00m a Jusante (Sangradouro)

000045

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

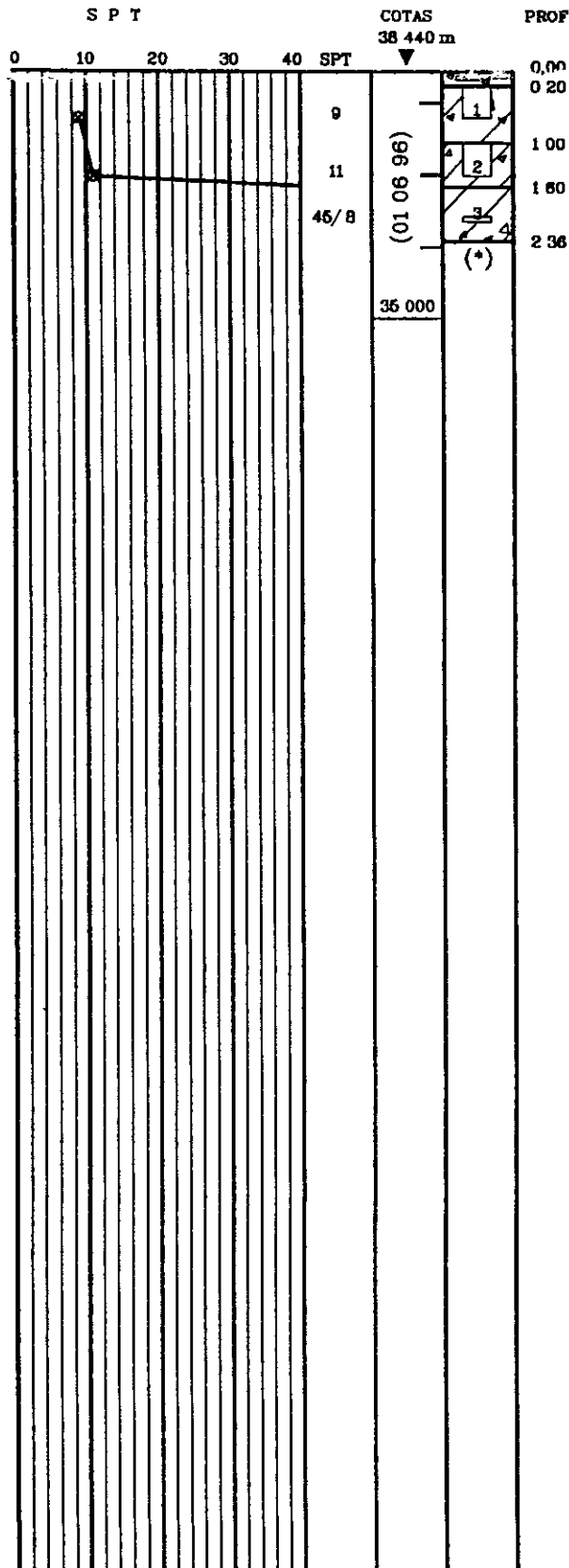
ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1'	10	3
2'	10	1
3'	10	0

ENGESOFTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.			
DATA	07/06/96	DES.	VISTO
ESC.	1 100	APROV	Geonorte
SONDAGEM SP-3			T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE			DES - 15

S O N D A G E M S P- 4 Ø 2 1/2

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2''$ $\phi_i = 1 \frac{3}{8}''$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



0,00 0,20	Areia fina e media, siltosa, com materia organica, pedregulhos e seixos rolados, marrom
1,00	Areia fina e media, pouco argilosa, com pedregulhos e seixos rolados, medianamente compacta, cinza e amarela, variegada
1,60	Argila arenosa, com pedregulhos, rija, cinza, vermelha e amarela, variegada
2,36	Areia fina e media, argilosa, micacea, com pedregulhos, muito compacta, cinza clara (Indicios de Alteracao de Rocha)

OBS.

- 1) Nao foi encontrado nivel d'agua
- 2) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 0,70m de profundidade
- 3) Furo revestido de 0,70m ate 1,50m de profundidade
- 5) (*) Impenetravel ao trepano de lavagem
- 6) Estaca -7, a 50,00m a Jusante (Sangradouro)

000046

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

ENSAIO DE LAVAGEM

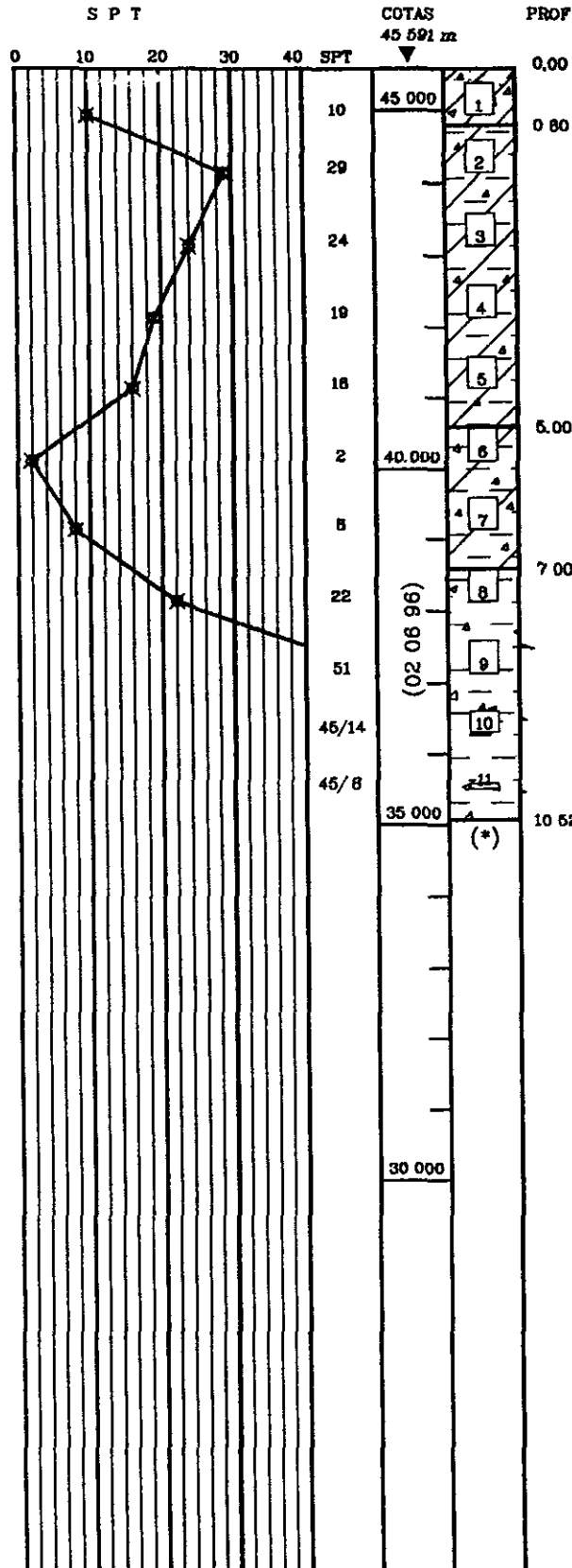
ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1°	10	2
2°	10	1
3°	10	0

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			
DATA	07/06/96	DES	VISTO <i>[Signature]</i>
ESC.	1 100	APROV	<i>[Signature]</i>
SONDAGEM SP-4		T-140/96	
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE		DES - 16	

Geonorte

S O N D A G E M S P- 5 Ø 2 1/2"

AMOSTRADOR - $\phi_e = 2"$ $\phi_1 = 1 \frac{3}{8}"$
 MARTELO - 65 kg QUEDA - 75 cm



Argila arenosa, com materia organica e pedregulhos, media, vermelha e marrom, variegada

Silte argiloso, com pedregulhos, rijo e duro, cinza, vermelho e amarelo, variegado

Silte pouco argiloso, micaceo, com pedregulhos, muito mole a medio, cinza, vermelho e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaiss)

Silte arenoso, micaceo, com pedregulhos, compacto e muito compacto, cinza e amarelo, variegado (Solo Residual de Gnaiss)

OBS.:

- 1) Nao foi encontrado nivel d'agua
- 2) Avanco do furo feito a trado de 0,00m ate 1,00m de profundidade
- 3) Furo revestido de 1,00m ate 7,00m de profundidade
- 5) (*) Impenetravel ao trepano de lavagem
- 6) Estaca-7, a 200,00m a Jusante (Sangradouro)

SPT - "STANDARD PENETRATION TEST"

000047

ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANCO DO TREPANO (cm)
1'	10	3
2'	10	2
3'	10	0

ENGESOFT ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.

DATA 07/06/96	DES <input checked="" type="checkbox"/>	VISTO <input checked="" type="checkbox"/>
ESC 1.100	APROV <input checked="" type="checkbox"/>	
SONDAGEM SP-5		T-140/96
BARRAGEM GANGORRA - GRANJA/CE		DES.- 17

Geonorte

BARRAGEM GANGORRA

BOLETIM DE CAMPO - POÇOS DE SONDAGEM (A PÁ E PICARETA)

FURO	ESTACA	PROFUNDIDADE	LADO	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	0	0 a 0,5	eixo	Casc. siltoso areno argiloso, cor cinza escura
		0,5 a 1,3	eixo	Silte argiloso com pouco pedregulho, cor vanegada
		1,30	eixo	Impenetrável a picareta
2	2	0 a 0,4	eixo	Silte arenoso com pedregulho, cor cinza escura
		0 a 0,7	eixo	Silte argiloso, cor amarelada
		0,70	eixo	Rocha
3	4	0 a 0,3	eixo	Cascalho silte arenoso pouco argiloso, cor cinza escura
		0,3 a 0,8	eixo	Argila siltosa cor vanegada (massape)
		0,80	eixo	Alteração de rocha
4	6	0 a 0,45	eixo	Cascalho, silte arenoso, cor cinza escura
		0,45 a 1,3	eixo	Argila siltosa, cor amarelada
		1,30	eixo	Alteração de rocha
5	8	0, a 0,3	eixo	Areia siltosa, cor amarelada
		0,3 a 0,5	eixo	Argila siltosa com pedregulho, cor amarelada
		0,5 a 0,8	eixo	Argila siltosa, cor vanegada
		0,8 a 1,1	eixo	Massape
6	10	0,0 a 0,30	eixo	Areia siltosa, cor cinza clara
		0,30 a 1,00	eixo	Argila silvosa areno, cor amarelada
		1,00 a 1,50	eixo	Argila siltosa areno media, cor variegada
7	12	0,0 a 0,40	eixo	Silte areno argiloso com pedregulho, cor amarelada
		0,40 a 1,30	eixo	Cascalho siltoso argiloso, cor vanegada
		1,30	eixo	Impenetrável a picareta
8	14	0,0 a 0,30	eixo	Cascalho siltoso areno argiloso, cor cinza escura
		0,30 a 0,48	eixo	Argila siltosa, cor vermelha
		0,48 a 0,90	eixo	Argila siltosa areno com pedregulho, cor vanegada
		0,90	eixo	Alteração de rocha
9	16	0,0 a 0,30	eixo	Cascalho siltoso arenoso, cor cinza escura
		0,30 a 1,10	eixo	Massape
10	18	0,00 a 0,40	eixo	Cascalho silte arenos, cor cinza escura
		0,40 0,60	eixo	Cascalho silte argiloso areno, cor vanegada
		0,60	eixo	Impenetravel a picareta
11	20	0,0 a 0,60	eixo	Cascalho silte areno argiloso, cor cinza clara
		0,60 a 1,3	eixo	Massape
12	22	0,00 a 0,60	eixo	Areia siltosa, cor cinza clara
		0,60 a 1,00	eixo	Cascalho siltoso argiloso, cor amarelada
		1,00 a 1,60	eixo	Argila siltosa areno com pedregulho, cor amarela clara
		1,60	eixo	Impenetravel a picareta

BARRAGEM GANGORRA

BOLETIM DE CAMPO - POÇOS DE SONDAEM (A PÁ E PICARETA)

FURO	ESTACA	PROFUNDIDADE	LADO	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
13	24	0,00 a 2,00	eixo	Areia siltosa, cor cinza clara
			eixo	obs: o material depois de 2,00 continua o mesmo
14	26		eixo	Furo da estaca 26 (14) ficou no meio nacho
15	28	0,00 a 1,80	eixo	Areia siltosa, cor cinza escura
			eixo	obs. o material depois de 1,8 continua o mesmo
16	30	0,00 a 0,50	eixo	Cascalho silte areno pouco argiloso, cor cinza clara
		0,50	eixo	Lenço fleatico
17	32	0,00 a 0,50	eixo	Cascalho silte areno pouco argiloso, cor amarelada
		0,50	eixo	Lençol fleatico
18	34	0,0 a 0,50	eixo	Cascalho silte arenoso, cor cinza escura
		0,50 a 1,00	eixo	Silte argiloso areno, cor avermelhada com pedregulho
		1,00	eixo	Alteração de rocha
19	36	0,00 a 0,60	eixo	Cascalho silte areno argiloso, cor cinza escura
		0,60	eixo	Alteração de rocha
20	38		eixo	Obs não teve condição de fazer o furo, por que o baixo estava alagado
21	40	0,00 a 0,60	eixo	Silte areno p/ argiloso, cor vanegada
		0,60 a 1,00	eixo	Areia siltosa, cor cinza escura
		0,60	eixo	Alteração de rocha
22	42	0,00 a 0,25	eixo	Areia siltosa pouca argilosa, cor amarelada
		0,25 a 0,60	eixo	Argila siltosa com pedregulho, cor vanegada
		0,60	eixo	Alteração de rocha
23	44	0,00 a 0,50	eixo	Cascalho silte areno argiloso, cor cinza escura
		0,5 a 0,70	eixo	Argila siltosa, cor vermelha
		0,7 a 1,10	eixo	Silte argiloso, cor varegada
		1,10	eixo	Alteração de rocha
24	46	0,00 a 0,50	eixo	Cascalho silte areno pouco argiloso, cor cinza escura
		0,50 a 1,10	eixo	Argila siltosa arenosa com pouco pedregulho, cor amarelada
		1,10	eixo	Alterção de rocha
25	48	0,00 a 0,30	eixo	Cascalho silte arenoso, cor cinza escura
		0,30 a 0,80	eixo	Argila siltosa areno com pouco pedregulho, cor vanegada
		0,80	eixo	Alteração de rocha
26	50	0,0 a 0,30	eixo	Cascalho silte arenoso, cor cinza escura
		0,30 a 0,70	eixo	Argila siltosa areno, cor varegada
		0,70	eixo	Alteração de rocha
27	52	0,00 a 2,00	eixo	Cascalho silte argiloso, cor avermelhada Obs o material continua o mesmo

3.1.3 - Ensaio de Infiltração

Os ensaios de infiltração em solo, foram executados nos próprios furos de sondagem, ao longo do eixo locado da barragem. Os furos ensaiados foram SM-04, SM-05, SM-06, SM-07 e SM-08.

Os ensaios foram realizados predominantemente a nível variável, com o tubo de revestimento sendo posicionado a 0,50 m do fundo do furo e com projeção de, pelo menos, 1,00 metro acima da superfície do terreno: Na sondagem SM-05, no trecho entre 1,00 a 1,50 m as paredes do furo não se apresentavam estáveis e o tubo de revestimento foi posicionado no fundo do furo.

Foram efetuados três ensaios a nível constante com utilização de tambor graduado com capacidade de 200 litros, na sondagem SM-05, entre as profundidades de 3,00 a 5,50 m. Os demais ensaios foram efetuados a nível variável.

A seguir é apresentado os boletins dos ensaios realizados.



**ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO
- DESENHOS Nº 18 A 23**

ENSAIO DE PERMEABILIDADE 'In situ'

COM CARGA VARIEAVEL



Geonorto
T-140/96

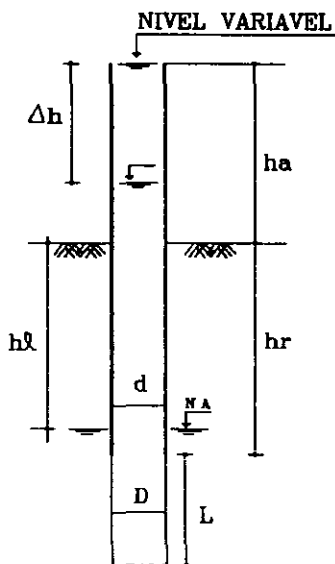
CLIENTE ENGESOFT

OBRA Barragem Gangorra - Granja/Ce.

LOCAL SM-04

$$\text{Se } L \neq 0 \rightarrow K = \frac{d^2}{8L} \times \ln\left(\frac{2L}{D}\right) \times \frac{\ln(H1/H2)}{\Delta t}$$

$$\text{Se } L = 0 \rightarrow K = \frac{\pi d}{4HD} \times \frac{1}{\Delta t} \times \ln \frac{H1}{H2}$$



- K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE EM cm/seg.
- L - TRECHO ENSAIADO
- D - DIAMETRO EXTERNO DO REVESTIMENTO - 8,35cm
- d - DIAMETRO INTERNO DO REVESTIMENTO - 6,00cm
- Δt - INTERVALO DE TEMPO (s)
- H1 - CARGA PIEZOMETRICA INICIAL
- H2 - CARGA PIEZOMETRICA FINAL
- hr - PROFUNDIDADE REVESTIDA
- ha - ALTURA DA COLUNA D'AGUA INICIAL
- Δh - VARIACAO DA COLUNA D'AGUA
- hλ - PROFUNDIDADE DO NIVEL D'AGUA - 280cm
- H1 = ha + hr + L/2 } ACIMA DO LENÇOL FREÁTICO
- H2 = ha + hr + L/2 - Δh }
- H1 = ha + hλ } ABAIXO DO LENÇOL FREÁTICO
- H2 = ha + hλ - Δh }

ENSAIO DE INFILTRACAO

000052

ENSAIO	COTA DA BOCA DO FURO (m)	DATA	hr (cm)	Δh (cm)	ha (cm)	L (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Δt (seg)	K (cm/seg)
E1	25,518	24/05/96	100	12,0	121	50	246	234	600	2,0x10 ⁻⁵
E2	25,518	24/05/96	200	17,5	124	50	349	331,5	600	2,0x10 ⁻⁵
E3	25,518	24/05/96	300	11,0	113	50	438	427	600	1,0x10 ⁻⁶
										DES 18



ENSAIO DE PERMEABILIDADE "In situ"

COM CARGA VARIEAVEL



Geonorte
T-140/96

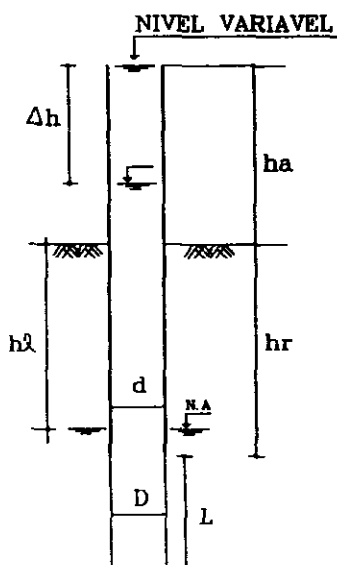
CLIENTE ENGESOFT

OBRA Barragem Gangorra - Granja/Ce

LOCAL SM-05

$$\text{Se } L \neq 0 \rightarrow K = \frac{d^2}{8L} \times \ln\left(\frac{2L}{D}\right) \times \frac{\ln(H1/H2)}{\Delta t}$$

$$\text{Se } L = 0 \rightarrow K = \frac{\pi d}{11D} \times \frac{1}{\Delta t} \times \ln \frac{H1}{H2}$$



K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE EM cm/seg.

L - TRECHO ENSAIADO

D - DIAMETRO EXTERNO DO REVESTIMENTO - 7,30cm

d - DIAMETRO INTERNO DO REVESTIMENTO - 6,00cm

Δt - INTERVALO DE TEMPO (s)

H1 - CARGA PIEZOMETRICA INICIAL

H2 - CARGA PIEZOMETRICA FINAL

hr - PROFUNDIDADE REVESTIDA

ha - ALTURA DA COLUNA D'AGUA INICIAL

Δh - VARIACAO DA COLUNA D'AGUA

hλ - PROFUNDIDADE DO NIVEL D'AGUA = 272cm

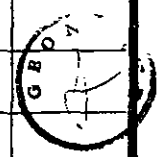
$\left. \begin{array}{l} H1=ha + hr + L/2 \\ H2=ha + hr + L/2 - \Delta h \end{array} \right\} \text{ ACIMA DO LENCOL FREATICO}$

$\left. \begin{array}{l} H1=ha + h\lambda \\ H2=ha + h\lambda - \Delta h \end{array} \right\} \text{ ABAIXO DO LENCOL FREATICO}$

ENSAIO DE INFILTRACAO

000053

ENSAIO	COTA DA BOCA DO FURO (m)	DATA	hr (cm)	Δh (cm)	ha (cm)	L (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Δt (seg)	K (cm/seg)
E1	24,416	15/05/96	150,0	34,0	116,0	0,0	266,0	232,0	600	5,4x10 ⁻⁵
E2	24,416	15/05/96	200,0	17,0	110,0	50,0	335,0	318,0	600	2,0x10 ⁻⁵



ENSAIO DE PERMEABILIDADE 'in situ'

COM CARGA CONSTANTE



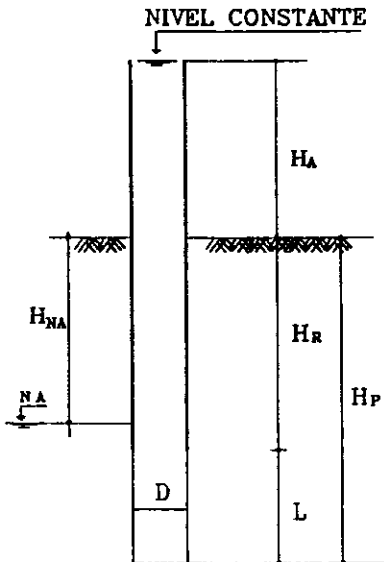
Geonorte
T-140/98

CLIENTE ENGESOFT

OBRA Barragem Gangorra - Granja/Ce

LOCAL SM-05

$$K = \frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot H_c} \ln \frac{2L}{D}$$



K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE EM cm/seg

Q - DESCARGA DE AGUA EM cm³/seg.

L - COMPRESSO ENSAIADO EM cm.

D - DIAMETRO DO FURO = 7,3cm

H_c - CARGA PIEZOMETRICA EM cm

Ⓐ ACIMA DO NIVEL D'AGUA.

$$H_c = H_c + H_R + \frac{L}{2}$$

Ⓑ ABAXO DO NIVEL D'AGUA.

$$H_c = H_A + H_{NA}$$

H_A - ALTURA DO NIVEL CONSTANTE EM cm

H_R - PROFUNDIDADE REVESTIDA EM cm

H_{NA} - PROFUNDIDADE DO NIVEL D'AGUA EM cm.

H_P - PROFUNDIDADE DO FURO EM cm.

ENSAIO DE INFILTRACAO

000054

ESTACA	FURO	Q (cm ³ /seg)	L (cm)	H _A (cm)	H _{NA} (cm)	H _c (cm)	H _P (cm)	H _R (cm)	K (cm/seg)
E3	SM-05	22,55	50,0	15,0	272,0	287,0	350,0	300,0	6,5x10 ⁻⁴
E4	SM-05	20,50	50,0	15,0	272,0	287,0	450,0	400,0	6,0x10 ⁻⁴
E5	SM-05	12,30	50,0	15,0	272,0	287,0	550,0	500,0	3,6x10 ⁻⁴



ENSAIO DE PERMEABILIDADE 'in situ' COM CARGA VARIEAVEL



Geonorte
T-140/96

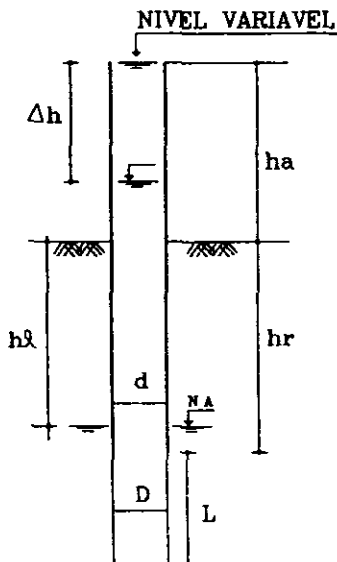
CLIENTE ENGESOFT

OBRA Barragem Gangorra - Granja/Ce

LOCAL SM-06

$$\text{Se } L \neq 0 \rightarrow K = \frac{d^2}{8L} \times \ln\left(\frac{2L}{D}\right) \times \frac{\ln(H1/H2)}{\Delta t}$$

$$\text{Se } L = 0 \rightarrow K = \frac{\pi d}{11D} \times \frac{1}{\Delta t} \times \ln \frac{H1}{H2}$$

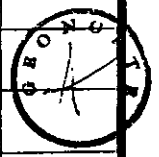


- K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE EM cm/seg
- L - TRECHO ENSAIADO
- D - DIAMETRO EXTERNO DO REVESTIMENTO - 7,30cm
- d - DIAMETRO INTERNO DO REVESTIMENTO - 6,00cm
- Δt - INTERVALO DE TEMPO (s)
- H1 - CARGA PIEZOMETRICA INICIAL
- H2 - CARGA PIEZOMETRICA FINAL
- hr - PROFUNDIDADE REVESTIDA
- ha - ALTURA DA COLUNA D'AGUA INICIAL
- Δh - VARIACAO DA COLUNA D'AGUA
- hλ - PROFUNDIDADE DO NIVEL D'AGUA SECO
- H1 = ha + hr + L/2 } ACIMA DO LENÇOL FREATICO
- H2 = ha + hr + L/2 - Δh } ACIMA DO LENÇOL FREATICO
- H1 = ha + hλ } ABAIXO DO LENÇOL FREATICO
- H2 = ha + hλ - Δh } ABAIXO DO LENÇOL FREATICO

ENSAIO DE INFILTRACAO

000053

ENSAIO	COTA DA BOCA DO FURO (m)	DATA	hr (cm)	Δh (cm)	ha (cm)	L (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Δt (seg)	K (cm/seg)
E1	23,596	09/05/96	100	9,0	117	50	242	233	600	1,5x10 ⁻⁶



ENSAIO DE PERMEABILIDADE 'in situ'

COM CARGA VARIÁVEL

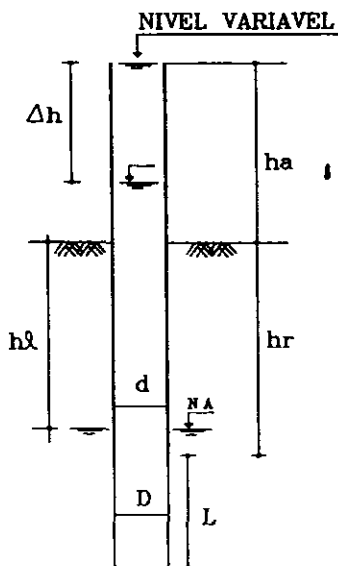


Geonorte
T-140/96

CLIENTE ENGESOFT
 OBRA Barragem Gangorra - Granja/Ce
 LOCAL SM-07

$$\text{Se } L \neq 0 \rightarrow K = \frac{d^2}{8L} \times \ln\left(\frac{2L}{D}\right) \times \frac{\ln(H1/H2)}{\Delta t}$$

$$\text{Se } L = 0 \rightarrow K = \frac{\pi d}{11D} \times \frac{1}{\Delta t} \times \ln \frac{H1}{H2}$$



K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE EM cm/seg

L - TRECHO ENSAIADO

D - DIAMETRO EXTERNO DO REVESTIMENTO - 7,30cm

d - DIAMETRO INTERNO DO REVESTIMENTO - 6,00cm

Δt - INTERVALO DE TEMPO (s)

H1 - CARGA PIEZOMETRICA INICIAL

H2 - CARGA PIEZOMETRICA FINAL

hr - PROFUNDIDADE REVESTIDA

ha - ALTURA DA COLUNA D'AGUA INICIAL

hλ - VARIACAO DA COLUNA D'AGUA

hλ - PROFUNDIDADE DO NIVEL D'AGUA = 250cm

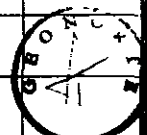
H1 = ha + hr + L/2
 H2 = ha + hr + L/2 - Δh } ACIMA DO LENÇOL FREATICO

H1 = ha + hλ
 H2 = ha + hλ - Δh } ABAIXO DO LENÇOL FREATICO

ENSAIO DE INFILTRACAO

000056

ENSAIO	COTA DA BOCA DO FURO (m)	DATA	hr (cm)	Δh (cm)	ha (cm)	L (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Δt (seg)	K (cm/seg)
E1	25,194	27/04/96	100	25	109	50	234	209	600	4,4x10 ⁻⁵
E2	25,194	27/04/96	300	32	119	50	375	343	600	3,5x10 ⁻⁵



ENSAIO DE PERMEABILIDADE "in situ"

COM CARGA VARIEAVEL

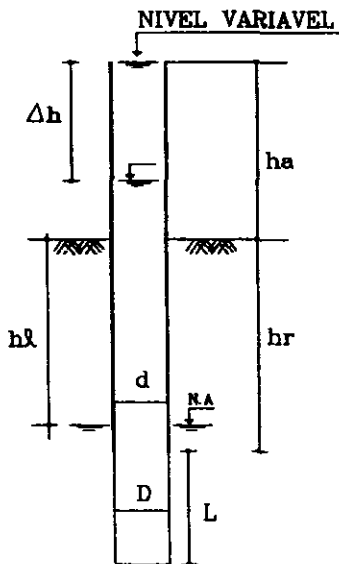


Geonorte
T-140/96

CLIENTE. ENGESOFT
 OBRA. Barragem Gangorra - Granja/Ce
 LOCAL. SM-08

$$\text{Se } L \neq 0 \rightarrow K = \frac{d^2}{8L} \times \ln\left(\frac{2L}{D}\right) \times \frac{\ln(H1/H2)}{\Delta t}$$

$$\text{Se } L = 0 \rightarrow K = \frac{\pi d}{11D} \times \frac{1}{\Delta t} \times \ln \frac{H1}{H2}$$



- K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE EM cm/seg
- L - TRECHO ENSAIADO
- D - DIAMETRO EXTERNO DO REVESTIMENTO - 7,30cm
- d - DIAMETRO INTERNO DO REVESTIMENTO - 6,00cm
- Δt - INTERVALO DE TEMPO (s)
- H1 - CARGA PIEZOMETRICA INICIAL
- H2 - CARGA PIEZOMETRICA FINAL
- hr - PROFUNDIDADE REVESTIDA
- ha - ALTURA DA COLUNA D'AGUA INICIAL
- Δh - VARIACAO DA COLUNA D'AGUA
- hλ - PROFUNDIDADE DO NIVEL D'AGUA SECO
- H1=ha + hr + L/2 } ACIMA DO LENÇOL FREATICO
- H2=ha + hr + L/2 - Δh }
- H1=ha + hλ } ABAIXO DO LENÇOL FREATICO
- H2=ha + hλ - Δh }

ENSAIO DE INFILTRACAO

000057

ENSAIO	COTA DA BOCA DO FURO (m)	DATA	hr (cm)	Δh (cm)	ha (cm)	L (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Δt (seg.)	K (cm/seg)
E1	30,396	21/04/96	100	5,0	117	50	242	237	600	8,2x10 ⁻⁶
E2	30,396	21/04/96	300	5,0	110	50	435	430	600	4,5x10 ⁻⁶
E3	30,396	21/04/96	400	7,0	110	50	535	528	600	5,2x10 ⁻⁶



3 1.4 - Ensaio de Perda d'Água

Nos trechos perfurados sem rocha foram realizados ensaios de perda d'água "LUGEON" Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos recomendados pela ABGE (Boletim 02 - 1975)

Os ensaios foram realizados em cinco estágios de pressões, que são abaixo mostrados:

Primeiro estágio:	0,10 Kg/cm ²
Segundo estágio	Pressão Intermediária $\frac{P_{max}}{2}$
Terceiro estágio	Pressão Máxima
Quarto estágio	Igual ao segundo estágio
Quinto estágio	0,10 Kg/cm ²

A pressão máxima foi calculada a partir da profundidade do obturado do trecho ensaios pela seguinte expressão

$$P_{max} = 0,25 \frac{Kg}{cm^2 m} \times \text{profundidade do obturado em metros}$$

A execução dos ensaios foi feita de forma ascendente, via de regra a cada 3,00 metros, sendo o primeiro trecho efetuado com obturação simples e os demais com obturação dupla

Os furos ensaiados foram SM-04, SM-05, SM-06, SM-07 e SM-08



1

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

- DESENHOS Nº 24 A 40 -



I-140/96

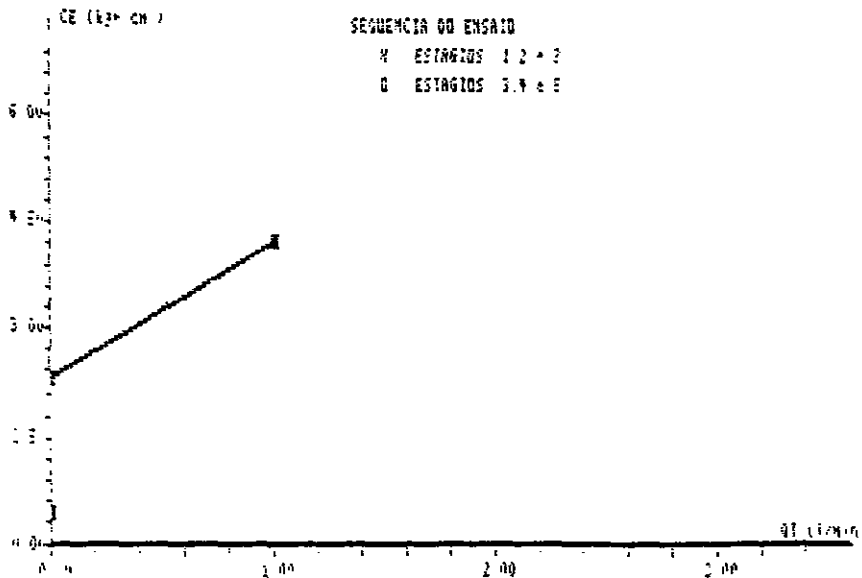
CLIENTE: ENRESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 38
FURO : SM-04

TRECHO ENSAIADO DE 15.60 A 18.60 M	TRECHO(m) 3.00	DIAM(m) 0.08	CANALIZACAO(m) 17.10	NIVEL D'AGUA(m) 2.80		
ALTURA MANOM.(m) 0.89	ENSAIO REALIZADO ABAIXO DO N.A.	COLUMNA D'AGUA 0.369 kg/cm2	FATOR F 1.0309x10E-4			
PRESSAO MANOM. kg/cm2	ABSORCAO A CADA 2 MIN litro	VAZAO PERDA DE CARGA l/min	CARGA EFETIVA kg/cm2	VAZAO ESPECIFICA l/min/m	PERDA D'AGUA ESPECIFICA l/min/m/kg/cm2	COEFICIENTE PERMEABILIDADE 10E-4 cm/s
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.47	0.00	0.000
1.95	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	2.32	0.00	0.000
3.90	2.0 2.0 2.0 2.0 2.0	1.0	0.00	4.27	0.33	0.078
1.95	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	2.32	0.00	0.000
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.47	0.00	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 24

000060





T-140/96

CLIENTE: ENGESOFT ENG. E CONSULTORIA LTDA.
OBRA: BARRAGEM GAMBORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

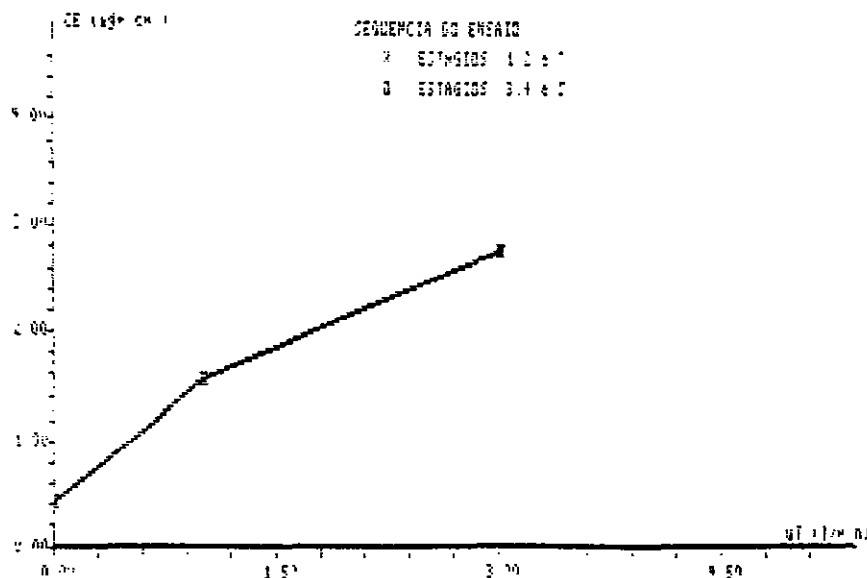
ESTACA : 38
FURO : SN-04

TRECHO ENSAIADO DE 9.60 A 12.60 M	TRECHO (m) 3.00	DIAM (m) 0.08	CANALIZACAO (m) 11.10	NIVEL D'AGUA (m) 2.80
--------------------------------------	--------------------	------------------	--------------------------	--------------------------

ALTURA MANOM. (m) 0.92	ENSAIO REALIZADO ABAIXO DO N. A	COLUNA D'AGUA 0.372 kg/cm2	FATOR F 1.0309x10E-4
---------------------------	------------------------------------	-------------------------------	-------------------------

PRESSAO MANOM	ABSORCAO A CADA 2 NIX.					VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm2	litro					l/min	kg/cm2	kg/cm2	l/min/m	l/min/m/kg/cm2	10E-4 cm/s
0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.47	0.00	0.000	0.000
1.20	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.00	1.57	0.33	0.212	0.219
2.40	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	0.00	2.77	1.00	0.361	0.372
1.20	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.00	1.57	0.33	0.212	0.219
0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.47	0.00	0.000	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 26



000061



T-140/96

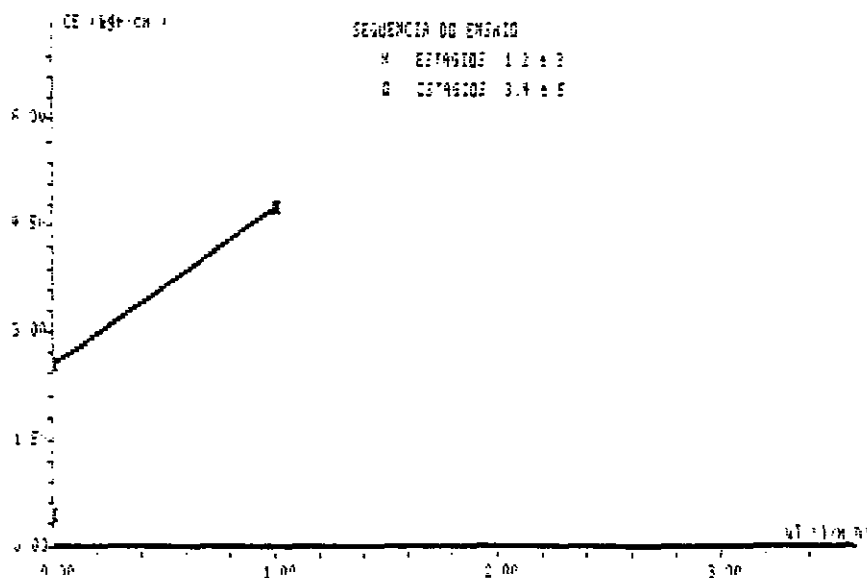
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA.
OBRA: BARRAGEM BANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA . 28
FURO : SN-05

TRECHO ENSAIADO DE 17.70 A 20.70 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZACAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)			
	3.00	0.08	19.20	2.72			
ALTURA MANOM.(m)	ENSAYO REALIZADO	COLUNA D'AGUA	FATOR F				
1.13	ABAIXO DO N. A.	0.385 kg/cm ²	1.0309x10E-4				
PRESSAO MANOM.	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm ²	litro	l/min	kg/cm ²	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	10E-4 cm/s
0.10	0.0	0.0	0.0	0.48	0.00	0.000	0.000
2.21	0.0	0.0	0.0	2.59	0.00	0.000	0.000
4.42	2.0	2.0	2.0	4.80	0.33	0.069	0.072
2.21	0.0	0.0	0.0	2.59	0.00	0.000	0.000
0.10	0.0	0.0	0.0	0.48	0.00	0.000	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 27



000062



T-140/96

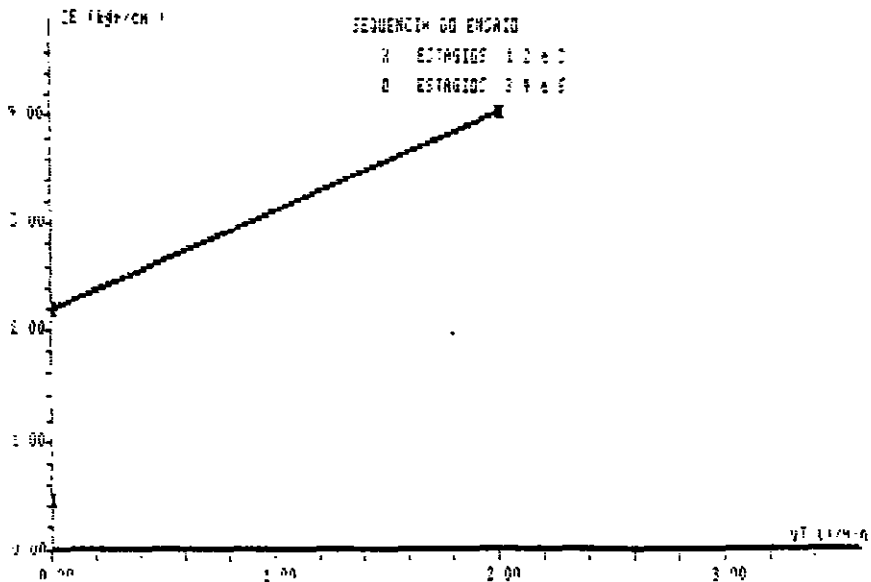
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GAMBORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA - 28
FURO - SM-05

TRECHO ENSAIADO DE 14.70 A 17.70 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZACAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)		
	3.00	0.08	16.20	2.72		
ALTURA N'AVON.(m)	ENSAIO REALIZADO	COLUMNA D'AGUA		FATOR F		
1.15	ABAIXO DO N.A.	0.387 kg/cm ²		1.0309x10E-4		
PRESSAO N'AVON	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm ²	litro	l/min	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	10E-4 cm/s
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.49	0.00	0.000
1.83	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	2.22	0.00	0.000
3.67	4.0 4.0 4.0 4.0 4.0 4.0	2.0	0.00	4.05	0.67	0.170
1.83	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	2.22	0.00	0.000
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.49	0.00	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 28



000063



I-140/96

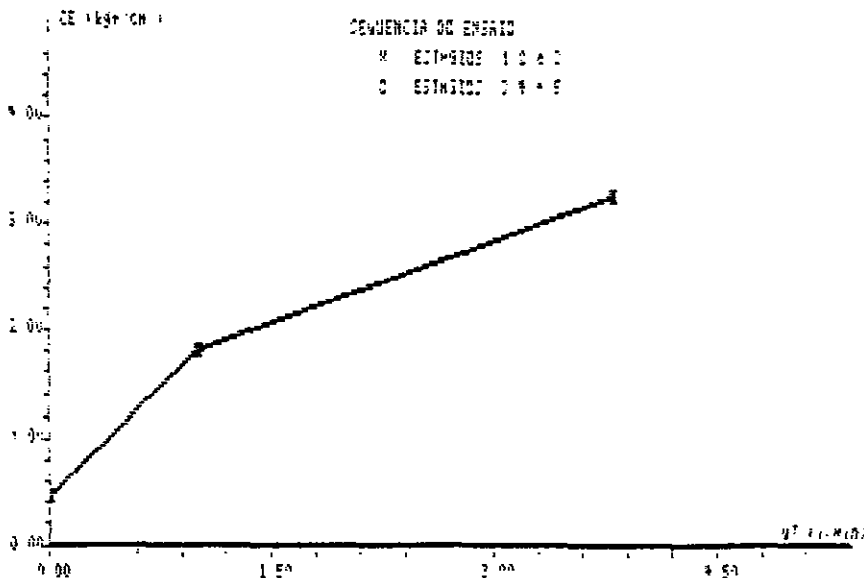
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM SANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

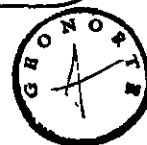
ESTACA : 28
FURO : SM-05

TRECHO ENSAIADO DE 11.70 A 14.70 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZACAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)			
	3.00	0.08	13.20	2.72			
ALTURA MANOM.(m)	ENSAIO REALIZADO	COLUMNA D'AGUA	FATOR F				
1.10	ABAIXO DO N.A.	0.382 kg/cm2	1.0309x10E-4				
PRESSAO MANOM.	ABSORCAO A CADA 2 MIN	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm2	litro	l/min	kg/cm2	kg/cm2	l/min/m	l/min/m/kg/cm2	10E-4 cm/s
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.48	0.00	0.000	0.000
1.46	2.0 2.0 2.0 2.0 2.0	1.0	0.00	1.84	0.33	0.181	0.187
2.92	8.0 8.0 7.0 7.0 8.0	3.8	0.01	3.30	1.27	0.384	0.396
1.46	2.0 2.0 2.0 2.0 2.0	1.0	0.00	1.84	0.33	0.181	0.187
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.48	0.00	0.000	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 29



000064-



T-140/96

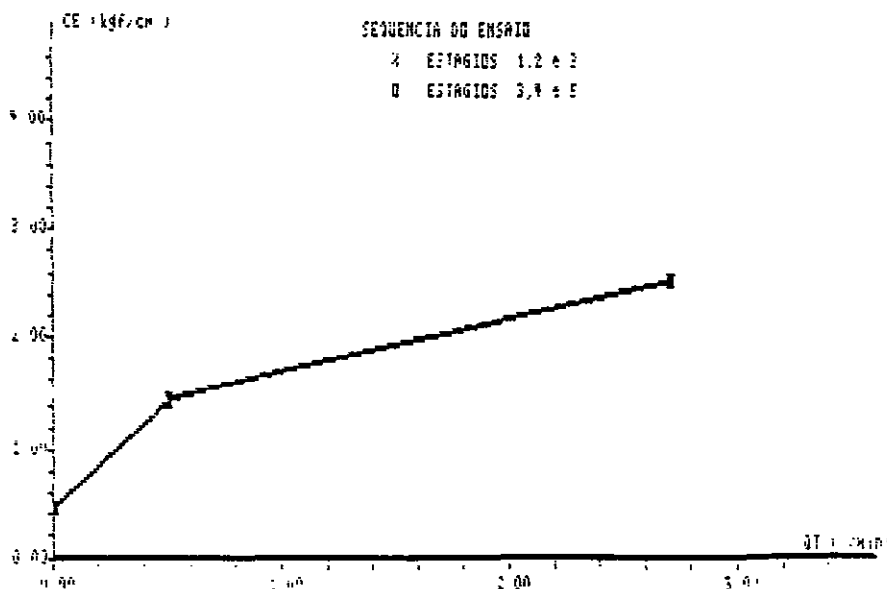
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA.
OBRA: BARRAGEM BANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 28
FURO : SN-05

TRECHO ENSAIADO DE 8.70 A 11.70 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZACAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)		
	3.00	0.08	10.20	2.72		
ALTURA MANOM (m)	ENSAIO REALIZADO	COLUMNA D'AGUA	FATOR F			
1.13	ABAIXO DO N.A.	0.385 kg/cm ²	1.0309x10E-4			
PRESSAO MANOM.	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm ²	litro	l/min	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	10E-4 ca/s
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.48	0.00	0.000
1.08	1.0 1.0 1.0 1.0 1.0	0.5	0.00	1.46	0.17	0.114
2.17	6.0 5.0 6.0 5.0 5.0	2.7	0.00	2.55	0.90	0.364
1.08	1.0 1.0 1.0 1.0 1.0	0.5	0.00	1.46	0.17	0.114
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.48	0.00	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 30





T-140/96

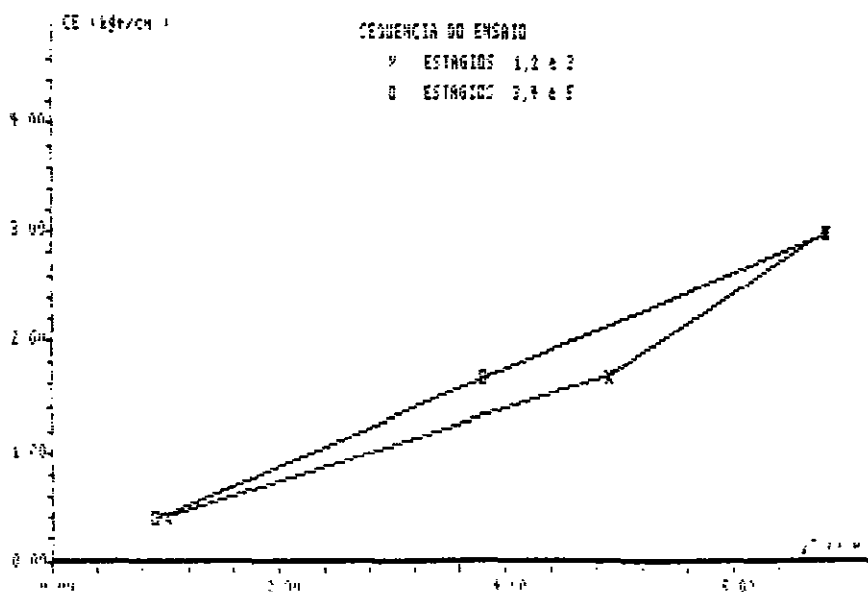
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 22
FURO : SK-06

TRECHO ENSAIADO DE 11.12 A 14.12 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZACAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)			
	3.00	0.08	12.62	2.40			
ALTURA MANOM.(m)	ENSAIO REALIZADO	COLUNA D'AGUA	FATOR F				
0.80	ABAIXO DO N.A	0.320 kg/cm ²	1.0309x10E-4				
PRESSAO MANOM.	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm ²	litro	l/min	kg/cm ²	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	10E-4 cm/s
0.10	2.0 2.0 2.0 2.0 2.0	1.0	0.00	0.42	0.33	0.795	0.819
1.39	10.0 10.0 9.0 10.0 10.0	4.9	0.01	1.70	1.63	0.961	0.991
2.70	14.0 14.0 13.0 14.0 13.0	6.8	0.02	3.00	2.27	0.755	0.779
1.39	8.0 8.0 7.0 8.0 7.0	3.8	0.01	1.70	1.27	0.744	0.767
0.10	1.0 2.0 2.0 2.0 2.0	0.9	0.00	0.42	0.30	0.715	0.737

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 31



000066



T-140/96

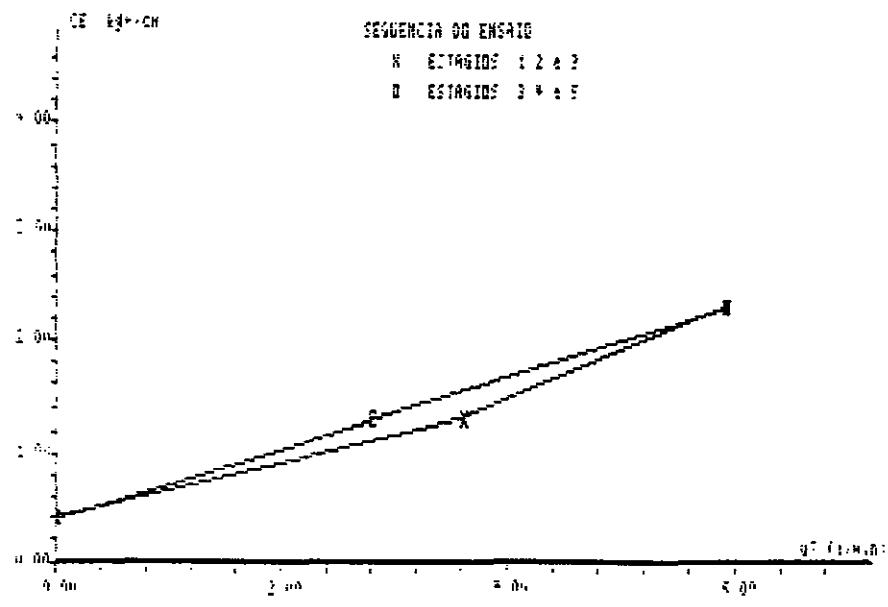
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA.
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 22
FURO : SN-06

TRECHO ENSAIADO DE 8.12 A 11.12 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZACAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)			
	3.00	0.08	9.62	2.40			
ALTURA MANOM.(m)	ENSAIO REALIZADO	COLUNA D'AGUA		FATOR F			
0.85	ABAIXO DO N.A.	0.325 kg/cm ²		1.0309x10 ⁻⁴			
PRESSAO MANOM.	ABSORCAO A CADA 2 MIN	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm ²	litro	l/min	kg/cm ²	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	10 ⁻⁴ cm/s
0.10	0.0	0.0	0.0	0.42	0.00	0.000	0.000
1.01	8.0	3.6	0.00	1.33	1.20	0.902	0.930
2.03	12.0	5.9	0.01	2.34	1.97	0.839	0.865
1.01	6.0	2.8	0.00	1.33	0.93	0.701	0.722
0.10	0.0	0.0	0.00	0.42	0.00	0.000	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 32

000067





T-140796

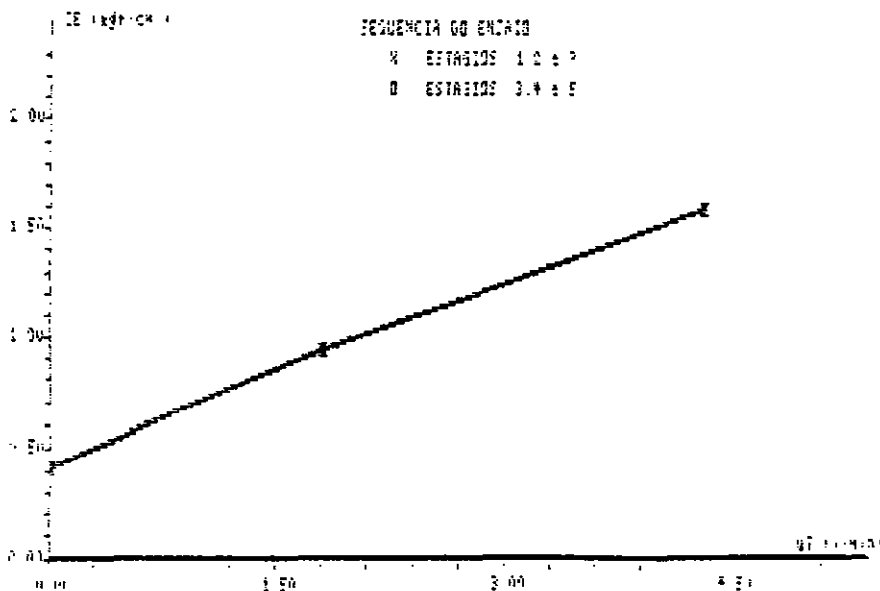
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-C^E

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 22
FURO : SN-06

TRECHO ENSAIADO DE 5 12 A 8 12 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZADAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)		
	3.00	0 08	6 62	2 40		
ALTURA MANOM (m)	ENSAIO REALIZADO	COLUNA D'AGUA	FATOR F			
0 80	ABAIXO DO N.A.	0 320 kg/cm2	1 0309x10E-4			
PRESSAO MANOM	ABSORCAO A CADA 2 MIN	VAZAO PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm2	litro	l/min	kg/cm2	l/min/m	l/min/m/kg/cm2	10E-4 cm/s
0 10	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 00	0 00	0 000	0 000
0 64	4 0 3 0 4 0 3 0 4 0	1 8	0 00	0 96	0 626	0 645
1 28	10 0 9 0 8 0 8 0 8 0	4 3	0 00	1 60	0 898	0 926
0 64	5 0 3 0 3 0 4 0 3 0	1 8	0 00	0 96	0 626	0 645
0 10	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 00	0 42	0 000	0 000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 33



000068



T-140/96

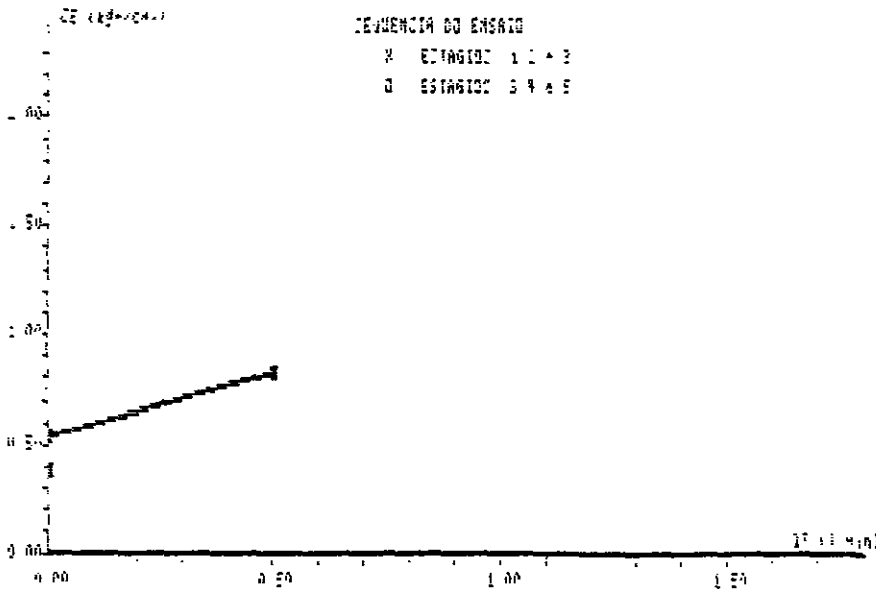
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJE-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 22
FURO : SN-06

TRECHO ENSAIADO DE 2.12 A 5.12 M	TRECHO(m) 3.00	DIAM(m) 0.08	CANALIZACAO(m) 3.62	NIVEL D'AGUA(m) 2.40			
ALTURA MANOM.(m) 0.70	ENSAIO REALIZADO P081 < N A.< P082	COLUNA D'AGUA 0.296 kg/cm2		FATOR F 1.0309x10E-4			
PRESSAO MANOM	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm2	litro	l/min	kg/cm2	kg/cm2	l/min/m	l/min/m/kg/cm2	10E-4 cm/s
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.40	0.00	0.000	0.000
0.26	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.56	0.00	0.000	0.000
0.53	1.0 1.0 1.0 1.0 1.0	0.5	0.00	0.83	0.17	0.202	0.208
0.26	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.56	0.00	0.000	0.000
0.10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0	0.00	0.40	0.00	0.000	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA





T-140/96

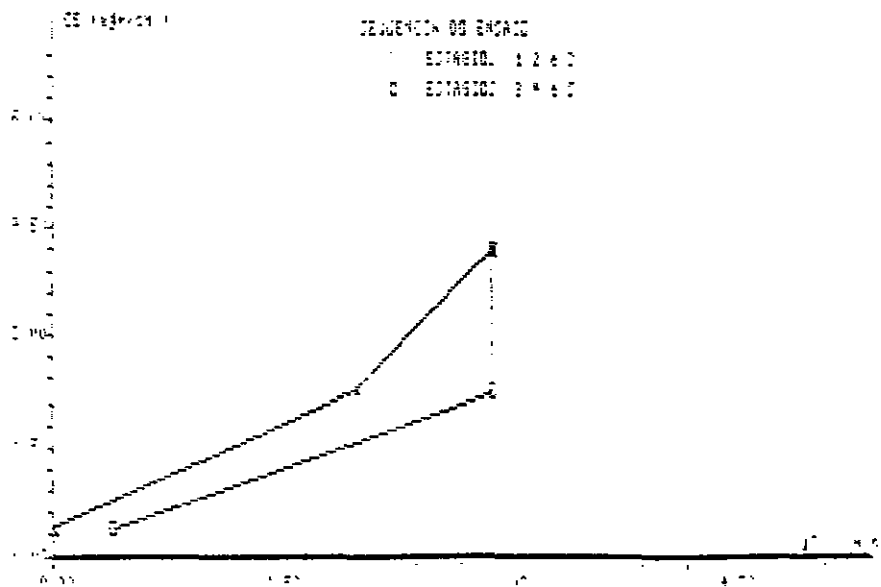
CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GAMBORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 16
FURO : SN-07

TRECHO ENSAIADO DE 15.66 A 18.66 M		TRECHO(m) 3.00	DIAM(m) 0.08	CANALIZACAO(m) 17.16	NIVEL D'AGUA(m) 2.56						
ALTURA MANOM (m) 0.80		ENSAIO REALIZADO ABAIXO DO N.A.		COLUMNA D'AGUA 0.336 kg/cm2		FATOR F 1.0309x10E-4					
PRESSAO MANOM kg/cm2	ABSORCAO A CADA 2 MIN. litro					VAZAO l/min	PERDA DE CARGA kg/cm2	CARGA EFETIVA kg/cm2	VAZAO ESPECIFICA l/min/m	PERDA D'AGUA ESPECIFICA l/min/m/kg/cm2	COEFICIENTE PERMEABILIDADE 10E-4 cm/s
0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.44	0.00	0.000	0.000
1.95	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	0.00	2.28	0.67	0.292	0.301
3.91	6.0	6.0	5.0	6.0	6.0	2.9	0.01	4.24	0.97	0.228	0.235
1.95	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	2.9	0.01	2.28	0.97	0.424	0.437
0.10	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.4	0.00	0.44	0.13	0.306	0.315

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 35



000070



T-140/96

CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

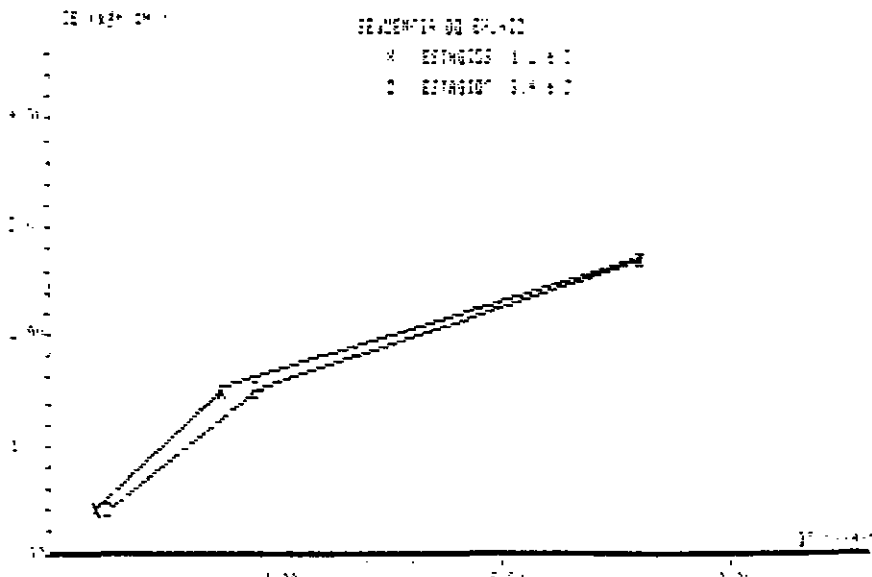
ESTACA - 16
FURO : SM-07

TRECHO ENSAIADO DE 9.66 A 12.66 M	TRECHO(m) 3.00	DIAM(m) 0.08	CANALIZACAO(m) 11.16	NIVEL D'AGUA(m) 2.56
--------------------------------------	-------------------	-----------------	-------------------------	-------------------------

ALTURA MANOM.(m) 0.85	ENSAIO REALIZADO ABAIXO DO N A	COLUMNA D'AGUA 0.341 kg/cm2	FATOR F 1.0309x10E-4
--------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-------------------------

PRESSAO MANOM.	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm2	litro	l/min	kg/cm2	kg/cm2	l/min/m	l/min/m/kg/cm2	10E-4 cm/s
0.10	5.0 5.0 5.0 5.0 4.0	2.4	0.00	0.44	0.80	1.824	1.881
1.20	7.0 6.0 8.0 7.0 7.0	3.5	0.00	1.54	1.17	0.760	0.783
2.41	14.0 15.0 14.0 15.0 14.0	7.2	0.02	2.73	2.40	0.879	0.906
1.20	8.0 7.0 7.0 8.0 8.0	3.8	0.01	1.54	1.27	0.825	0.851
0.10	6.0 4.0 5.0 5.0 5.0	2.5	0.00	0.44	0.83	1.901	1.960

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 37

000071





T-140/96

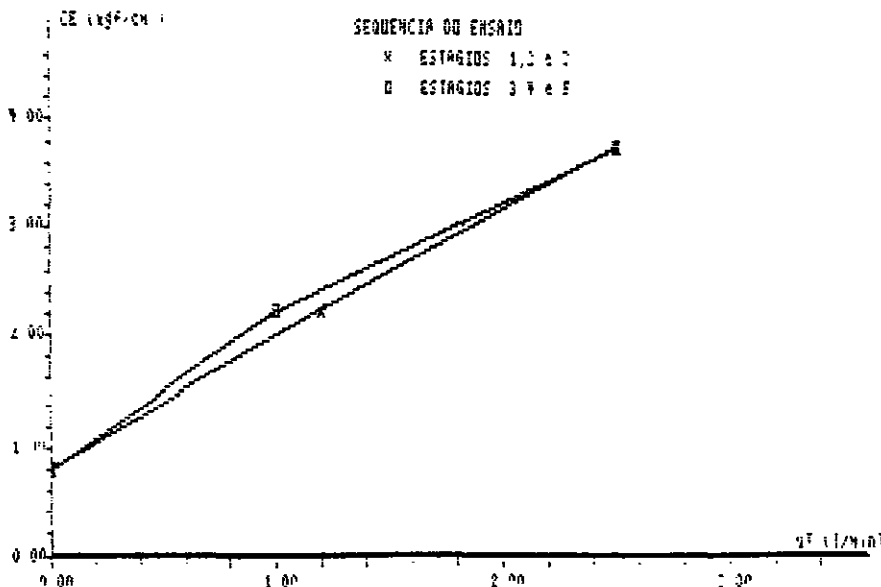
CLIENTE: ENGEOFT ENG E CONSULTORIA LTDA.
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 06 (EIXO)
FUDD : SN-08

TRECHO ENSAIADO DE 12 18 A 15 18 M	TRECHO(m)	DIAM(m)	CANALIZACAO(m)	NIVEL D'AGUA(m)			
	3.00	0.06	13.68	6.35			
ALTURA MANOM (m)	ENSAIO REALIZADO	COLUNA D'AGUA	FATOR F				
0.92	ABAIXO DO N.A.	0.727 kg/cm ²	1.1069x10E-4				
PRESSAO MANOM.	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm ²	litro	l/min	kg/cm ²	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	10E-4 cm/s
0.10	0 0 0 0 0 0	0 0	0.00	0.83	0.00	0.000	0.000
1.52	3 0 3.0 2 0 2.0 2.0	1.2	0.00	2.25	0.40	0.178	0.197
3.04	5 0 5.0 6.0 5 0 4.0 2.5	2.5	0.00	3.76	0.83	0.221	0.245
1.52	2 0 2.0 2.0 2.0 2.0	1.0	0.00	2.25	0.33	0.148	0.164
0.10	0 0 0.0 0.0 0 0 0.0	0.0	0.00	0.83	0.00	0.000	0.000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 38

000072

A



T-140/96

CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-CE

ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

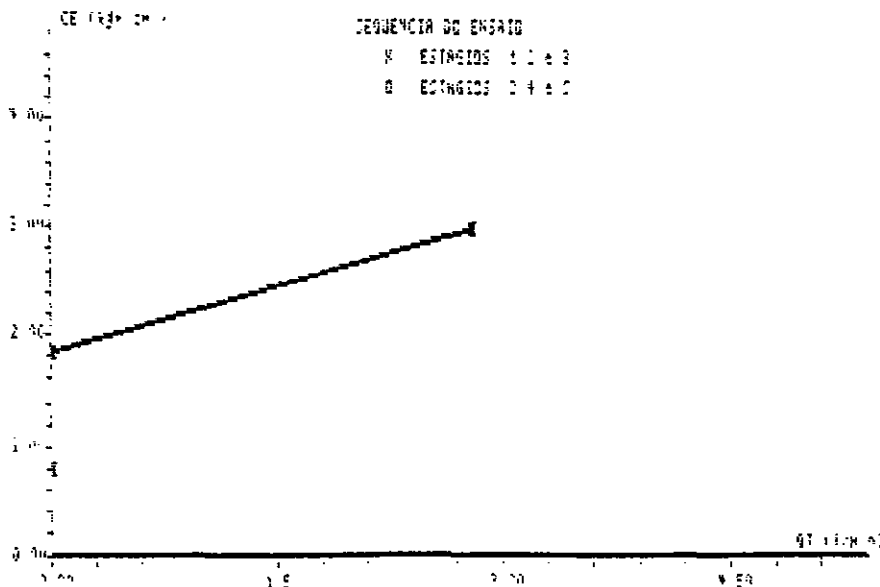
ESTACA - 06 (EIXO)
FURO - SN-08

TRECHO ENSAIADO DE 9 18 A 12.18 H	TRECHO(m) 3 00	DIAM(m) 0.06	CANALIZACAO(m) 10.68	NIVEL D'AGUA(m) 6 35
--------------------------------------	-------------------	-----------------	-------------------------	-------------------------

ALTURA MANOM.(m) 0 90	ENSATO REALIZADO ABAIXO DO N.A.	COLUMA D'AGUA 0.725 kg/cm2	FATOR F 1.1069x10E-4
--------------------------	------------------------------------	-------------------------------	-------------------------

PRESSAO MANOM	ABSORCAO A CADA 2 MIN.	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERMEABILIDADE
kg/cm2	litro	l/min	kg/cm2	kg/cm2	l/min/m	l/min/m/kg/cm2	10E-4 cm/s
0 10	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 00	0 82	0 00	0 000	0 000
1 14	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 00	1 86	0 00	0 000	0 000
2 29	6 0 5 0 6 0 5 0 6 0	2 8	0 00	3 01	0 93	0 310	0 343
1 14	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 00	1 86	0 00	0 000	0 000
0 10	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 00	0 82	0 00	0 000	0 000

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA





T-140/96

CLIENTE: ENGESOFT ENG E CONSULTORIA LTDA.
OBRA: BARRAGEM GANGORRA - GRANJA-CE

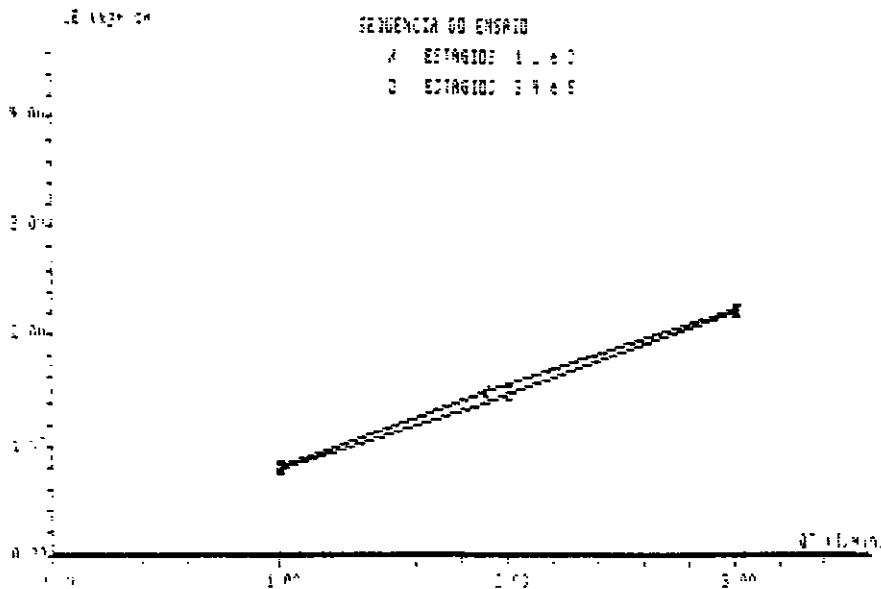
ENSAIO DE PERDA D'AGUA SOB PRESSAO

ESTACA : 06 (EIXO I)
FURO : SM-08

TRECHO ENSAIADO DE 6.18 A 9.18 M	TRECHO(m) 3.00	DIAM(m) 0.06	CANALIZACAO(m) 7.68	NIVEL D'AGUA(m) 6.35
ALTURA MANOM (m) 0.98	ENSAIO REALIZADO POB1 < N.A. < POB2		COLUMNA D'AGUA 0.724 kg/cm2	FATOR F 1.1069x10E-4

PRESSAO MANOM	ABSORCAO A CADA 2 MIN	VAZAO	PERDA DE CARGA	CARGA EFETIVA	VAZAO ESPECIFICA	PERDA D'AGUA ESPECIFICA	COEFICIENTE PERNEABILIDADE
kg/cm2	litro	l/min	kg/cm2	kg/cm2	l/min/m	l/min/m/kg/cm2	10E-4 cm/s
0.10	2.0 2.0 2.0 2.0 2.0	1.0	0.00	0.82	0.33	0.404	0.448
0.77	4.0 4.0 4.0 3.0 4.0	1.9	0.00	1.49	0.63	0.424	0.469
1.54	6.0 6.0 6.0 6.0 6.0	3.0	0.00	2.26	1.00	0.442	0.489
0.77	4.0 4.0 4.0 4.0 4.0	2.0	0.00	1.49	0.57	0.446	0.494
0.10	2.0 2.0 2.0 2.0 2.0	1.0	0.00	0.82	0.33	0.404	0.448

VAZAO TOTAL x CARGA EFETIVA



DES 40

000074



3 2 - COMENTÁRIOS DAS SONDAGENS

O depósito aluvionar está restrito ao fundo do vale e, segundo as investigações realizadas ao longo do eixo topográfico, apresenta profundidade máxima na estaca 28 de 5,00 m (SM-5), sendo constituído em toda sua extensão essencialmente por sedimentos inconsolidados, variando entre areias finas e médias a siltes e argilas compactas com pedregulhos de seixos

Os valores de SPT obtidos nos ensaios realizados no aluvião, variam entre 2 e 47 golpes (SM-4 e SM-5), onde os valores baixos são observados em superfície e crescentes com o aumento de profundidade

Os valores encontrados nos ensaios de infiltração no aluvião variam entre $K = 2,0 \times 10^{-5}$ (SM-4/Est 38) a $K = 6,5 \times 10^{-4}$ cm/seg (SM-5/Est 28)

Abaixo do aluvião e acima do topo rochoso, existe um solo residual de composição predominante argilo-siltoso com pedregulho e muito compacto, proveniente da decomposição e alteração da rocha de fundação (gnaisse) Neste intervalo os valores do SPT são mais elevados

O solo residual possui espessura considerável, no entanto, a resistência nesta camada é elevada e crescente com o aumento da profundidade Os valores do SPT variam do topo para a base de 27 a 45/5 golpes no trecho central (SM-4 a SM-7), 22 a 45/4 golpes na ombreira esquerda (SM-8) e de 4 a 45/14 golpes na ombreira direita (SM-1 a SM-3)

A infiltração na camada de solo residual possui valores considerados baixos, sendo o menor valor de $K = 4,5 \times 10^{-6}$ cm/seg (SM-8) e o maior valor $K = 3,6 \times 10^{-4}$ cm/seg (SM-5) e a média em torno de 5×10^{-5} cm/seg

A rocha de fundação é caracterizada como um gnaisse, onde o percentual de recuperação para os três primeiros metros perfurados (topo rochoso) nas ombreiras, variando entre 5 e 28% e perda d'água específica variando entre 0,404 a 1,901 l/min/m/kg/cm² (sm-3, sm-7 e sm-8)

A recuperação abaixo dos três primeiros metros perfurados em rocha no trecho das ombreiras é mais elevada variando entre 43 a 100%, e perda d'água específica entre 0,148 a

0,424 l/min/m/kg/cm², como pode ser observado nas sondagens (Sm-3/Est.47), (SM-7/Est 16) e (SM-8/Est 6)

O trecho compreendido entre 9,18 a 13,68 m (SM-3/Est 47) na ombreira direita, apresentou perda d'água total, onde o mesmo, é composto por um veio de pegmatito muito alterado e extremamente fraturado, passando a um gnaisse medianamente alterado e muito fraturado com recuperação variando entre 16 a 44%.

No trecho central a recuperação da rocha nos três primeiros metros perfurados é elevado atingindo 69 a 98% e perda d'água específica entre 0,114 e 0,353 l/min/m/kg/cm². Abaixo dos três metros iniciais em rocha, a recuperação varia de 94 a 100% e a perda d'água específica entre 0,019 e 0,961 l/min/m/kg/cm², ver sondagens (SM-4/Est.38), (SM-5/Est 28) e (SM-6/Est 22)

As sondagens realizadas no local do sangradouro (ombreira esquerda), mostram o topo rochoso na cota 40,32, com recuperação elevada entre 63 e 87% (SM-II / Est - 7) e (SM-9 / Est -4) Esta última apresentando perda d'água total durante a perfuração na profundidade de 11,30 m

O perfil da rocha no sentido longitudinal do sangradouro considerando um afastamento do eixo transversal para montante e jusante de 60,00 m, mostra o topo rochoso oscilando entre as cotas 35,68 a 40,32, ver sondagens SP-1 a SP-5 e SM-11 e o Desenho N° 03 - Seção Geológica/Geotécnica no Sangradouro

A tomada d'água deve ser posicionada na ombreira direita mais precisamente entre as estacas 48 e 50, onde a rocha se encontra a aproximadamente 6,00 m de profundidade

As características da fundação da barragem podem ser visualizados, nos boletins de sondagens, nos ensaios de infiltração e perda d'água realizados, bem como no Desenho N° 02 (Seção Geológica Geotécnica no boqueirão) apresentados em anexo.

3.3 - MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

O estudo dos materiais para a construção da barragem, constaram inicialmente de reconhecimento dos empréstimos existentes nas proximidades do local da obra, cujas características permitissem a utilização na construção do maciço e nas obras de concreto

Foram estudadas três áreas de empréstimos terrosos, duas jazidas de areia e uma pedreira. As áreas destes materiais podem ser visualizado no Desenho N^o 04 - Mapa de Localização dos materiais de construção, em anexo

3.3.1 - Materiais Terrosos - Áreas de Empréstimos

Dentro de um afastamento econômico do local da obra em estudo, foi identificado e caracterizado os materiais de três áreas de empréstimos

Nas áreas selecionadas, foram executados poços de inspeção com escavação manual, identificando a espessura e as características tátil-visual da camada de material aproveitável, onde pode ser observado nos boletins de campo no final deste capítulo

Em cada poço de inspeção foi feita uma descrição dos materiais, identificando suas características e quantificando suas potencialidades e distância média de transporte

Para cada área estudada foram coletadas amostras representativas dos materiais, sobre os quais foram submetidos aos seguintes ensaios de caracterização

- Granulometria (com e sem sedimentação)
- Limites de "Atterberg"
- Ensaios de compactação (proctor normal sem reuso do material)
- Umidade Natural
- Peso Específico Real
- Permeabilidade com carga variável
- Cisalhamento direto lento

A área de empréstimo-01, situada na ombreira direita é constituída essencialmente por uma delgada camada de seixos na superfície e um espesso manto de solo argiloso classificado como CL (USC)

As áreas de empréstimo 02 e 03, situadas respectivamente na ombreira esquerda e a montante do eixo topográfico na margem esquerda. São compostos de cascalho argiloso (seixos) na superfície e solo argilo-arenoso com cascalho na parte inferior das áreas selecionadas, classificado como CL-(USC).

Em áreas localizadas dos empréstimos 02 e 03 a porcentagem de cascalho é tão elevada que pode ser classificado táctil-visualmente como pedregulho argilo-arenoso

No quadro apresentado a seguir é mostrado um resumo das principais características dos empréstimos terrosos estudados. Após o quadro é apresentado os resumos dos ensaios de caracterização e no final deste relatório é mostrado os boletins dos ensaios de Granulometria, compactação, limites de "Atterberg efetuados em laboratório e os boletins de campo

QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DOS EMPRÉSTIMOS

	VALOR	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (USC)	VOLUME DISPONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉDIA TRANSPORTE (Km)
	LIMITE	LL	LP	IP	δ sm (g/cm ³)	hot (%)			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 01	MÁX	39	25	17	1,800	14,2	SC	110 000	0,70
	MÍN	30	16	09	1,625	11,6			
	MÉD	34	22	13	1,727	13,0			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02	MÁX	42	26	16	1,950	16,5	SC - CL	270 000	0,95
	MÍN	28	20	08	1,700	09,5			
	MÉD	34	22	12	1,785	13,9			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 03	MÁX	54	43	19	1,850	18,8	SC - CL	320 00	1,40
	MÍN	28	12	09	1,630	14,0			
	MÉD	38	24	13	1,722	15,8			

000073

RESUMO DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

13/06/96

FURO (Nº)	ESTACA (Nº)	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)								PLASTICIDADE (%)			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (USC)	OBSERVAÇÕES
		2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	LL	LP	IP	SM (g/cm ³)	hot (%)		
01	-				90	87	84	62	42	42	26	16	1,700	15,6	SC	
05	-		86		50	44	41	32	13	NL	NP	-	1,950	9,5	GM	
09	-				80	69	61	22	16	30	21	8	1,800	13,5	SC	
12	-				-	99	94	67	50	39	25	14	1,710	16,5	SC - CL	
18	-			99	74	58	53	43	24	36	22	14	1,775	13,4	SC	
19	-				99	96	92	61	38	30	20	11	1,700	13,8	SC	
23	-				66	50	41	32	25	38	25	12	1,755	14,1	GC	
33	-				78	67	63	50	36	34	22	12	1,750	12,8	SC	
37	-				98	93	87	59	38	37	23	14	1,810	14,2	SC	
39	-			61	46	39	34	25	16	34	24	10	1,770	16,2	SC	
42	-				79	74	72	56	34	33	22	11	1,820	14,4	SC	
48	-			85	61	47	39	26	16	28	20	8	1,820	14,4	SC	
51	-			87	52	47	38	30	23	33	22	12	1,820	12,9	SC	
53	-			98	70	60	52	42	32	31	21	10	1,785	13,6	SC	
54	-				99	97	89	57	37	34	21	13	1,815	14,0	SC	
EMPRESTIMO - 02 / 15 AMOSTRAS																
máx					99	99	94	67	50	42	26	16	1,950	16,5	SC	
méd					74	68	63	44	29	34	22	12	1,785	13,9	SC	
mín.					46	44	34	22	13	28	20	8	1,700	9,5	SC	

RESUMO DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

13/06/96

FURO (Nº)	ESTACA (Nº)	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)								PLASTICIDADE (%)			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (USC)	OBSERVAÇÕES
		2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	LL	LP	IP	SM (g/cm ³)	hot (%)		
01	1" 94				85	80	73	50	32	34	21	13	1 707	16,7	SC	
02	95				67	53	43	30	20	28	12	15	1 808	14,1	SC	
05	-				99	98	93	64	47	48	35	12	1 750	17,2	SC	
07	-				99	94	89	67	48	36	22	14	1 750	14,2	SC	
12	-				93	89	83	58	37	35	22	13	1 660	17,1	SC	
17	88				74	66	59	39	24	29	21	9	1 647	18,8	SC	
21	-				98	95	90	67	44	36	24	12	1 703	16,7	SC	
24	-				95	90	85	65	46	42	25	16	1 773	14,0	SC	
27	95				91	88	86	72	59	45	27	18	1 670	15,2	CL	
30					99	97	87	54	33	36	16	19	1 782	15,3	SC	
34	90				62	49	39	26	15	36	26	10	1 715	17,9	SC	
41	-				98	95	90	61	40	45	31	14	1 750	16,6	SC	
43	-				98	97	93	78	65	54	43	11	1 690	17,7	CL	
45	79				78	73	71	49	32	38	25	13	1 725	15,5	SC	
47	-				98	95	91	62	40	37	23	14	1 630	17,4	SC	
50	98				89	82	76	55	39	34	17	17	1 695	16,2	SC	
57	-				98	95	90	69	49	38	22	16	1 730	18,8	SC	
58	-				99	97	93	66	41	40	25	16	1 670	18,0	SC	
60	-				98	96	94	81	66	40	26	14	1 710	12,9	CL	
63	1" 99				80	60	57	47	35	36	21	15	1 680	17,4	SC	
66	90				63	52	42	28	17	41	32	9	1 750	15,0	SC	
72	93				73	55	43	32	20	32	21	11	1 850	13,6	SC	
77	-				99	97	90	59	38	44	35	9	1 770	11,2	SC	
81	88				65	50	40	29	20	29	16	13	1 783	16,0	SC	
101	98				94	91	86	70	54	40	26	13	1 760	14,9	CL	
103	-				-	99	97	69	49	38	24	14	1 670	13,0	SC	
104	-				90	86	84	61	39	37	26	11	1 678	18,8	SC	
107	-				99	97	89	66	41	37	20	17	1 700	17,0	SC	
112	-				97	93	83	57	33	29	15	14	1 720	14,3	SC	
114	-				95	90	84	57	36	47	35	12	1 648	16,1	SC	
116	-				77	63	53	52	41	28	14	14	1 830	14,5	SC	
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 03 / 31 AMOSTRAS																
máx					99	99	97	81	66	54	43	19	1 850	18,8	SC	
méd					88	83	77	56	39	34	24	13	1 723	15,9	SC	
mín					62	49	39	26	15	28	12	9	1 630	11,2	SC	

3.3 2 - Ensaio Especial de Laboratório

Para a realização dos ensaios geotécnicos de laboratório, foram coletadas pela ENGESOFT e encaminhadas ao laboratório central da GEONORTE, amostras de solo dos empréstimos E-01 e E-02, conforme discriminado na tabela seguinte

LOCAL	FURO N°
Empréstimo E-01	(amostra representativa)
Empréstimo E-02	F-20
Empréstimo E-02	F-22
Empréstimo E-02	F-33

As amostras coletadas foram submetidas a seguinte campanha de ensaios

- Granulometria por Sedimentação (DNER-ME 51-64),
- Limite de Liquidez (DNER-ME 44-71),
- Limite de Plasticidade (DNER-ME 82-63),
- Compactação Proctor Normal (DNER-ME 47-64 e DNER-ME 48-64),
- Densidade Real do Solos (DNER-ME 93-64),
- Permeabilidade com Carga Variável,
- Cisalhamento Direto Lento

Os ensaios acima citados foram realizados conforme as recomendações dos métodos e instruções de ensaios do DNER-Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, como indicado. Os procedimentos para a realização dos ensaios de permeabilidade com carga variável e cisalhamento direto lento são discriminados a seguir.

a) Permeabilidade com Carga Variável

As moldagens dos corpos de prova foram realizadas no próprio cilindro onde foram, executados os ensaios, na umidade ótima e massa específica seca máxima de laboratório, obtida no ensaio de compactação na energia do proctor normal.

O conjunto de permeabilidade foi drenado de forma que foram retiradas todas as bolhas de ar. Os corpos de prova permaneceram no mínimo 24 horas sob a água, e com o fluxo de água constante é que se deu início ao ensaio.

Foi medido o tempo para a água descer uma determinada altura. O nível da água foi repostado ao nível inicial e a operação repetida no mínimo mais uma vez. O coeficiente de permeabilidade foi calculado através da média dos coeficientes obtidos em cada uma das vezes.

b) Cisalhamento Direto Lento

O corpo de prova foi colocado na caixa de cisalhamento (lado = 5,08 cm e altura = 2,00 cm) e foi saturado sob uma tensão normal de 0,5 Kgf/cm².

Em seguida foi completada a carga variável de tal modo que se obteve a tensão normal de ruptura (1,2 e 4 Kgf/cm²) esperando o tempo necessário para que ocorra o adensamento primário.

Posteriormente foi iniciada a fase de ruptura com uma velocidade de 0,005796 mm/min, sendo realizadas leituras das deformações vertical, horizontal e do dinamômetro a cada 15 minutos, até que a tensão cisalhante permanecesse constante (resistência residual).

Os resultados dos ensaios especiais de laboratório são apresentados como discriminados a seguir.

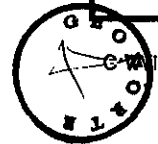
- Tabela N^o 01. Quadro Resumo dos Ensaios;
- Desenhos N^{os} 01 a 04: Análise Granulométrica;
- Desenhos N^{os} 05 e 08 Ensaios de Permeabilidade com Carga Variável,
- Tabela N^{os} 02 a 09 e Desenhos N^{os} 09 a 12; Cisalhamento Direto Lento

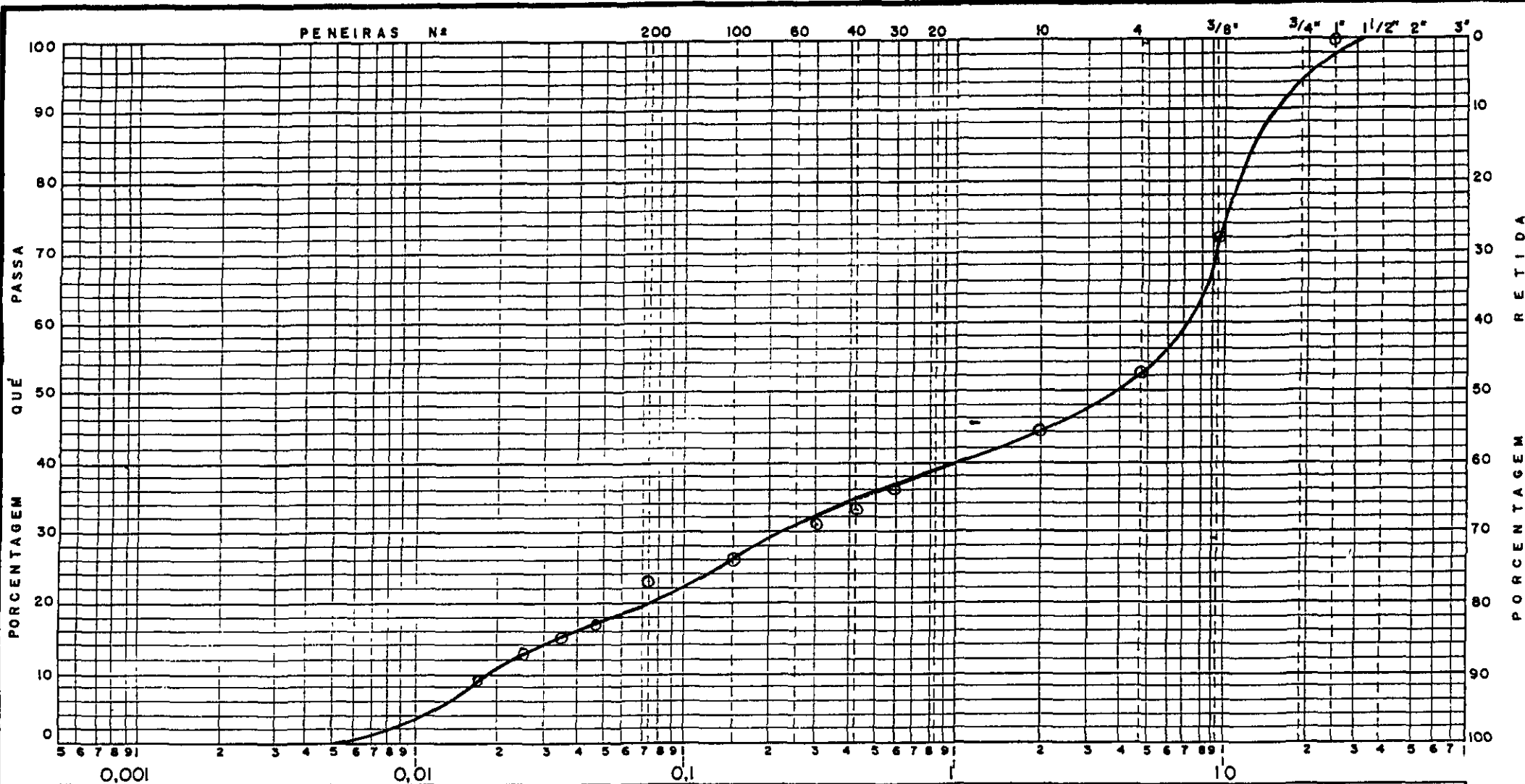
CLIENTE: ENGESOFT
 OBRA Barragem Gangorra
 LOCAL Granja-CE

Geonorte
 T-140/96

EMPRÉSTIMO N°	FURO N°	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)					PLASTICIDADE (%)		γ_g	MASSA ESPECÍFICA		CLASSIFI- CAÇÃO (USC)
		3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	LL	IP		hót (%)	$\gamma_{m\acute{a}x}(g/cm^3)$	
01	S/N	71	52	44	33	23	27	11	2,831	12,2	1,940	SC
02	20	93	90	86	79	67	38	14	2,581	19,9	1,680	CL
02	22	67	53	43	37	28	30	10	2,664	15,4	1,850	SC
02	33	91	83	73	62	51	38	15	2,683	17,6	1,750	CL

000084



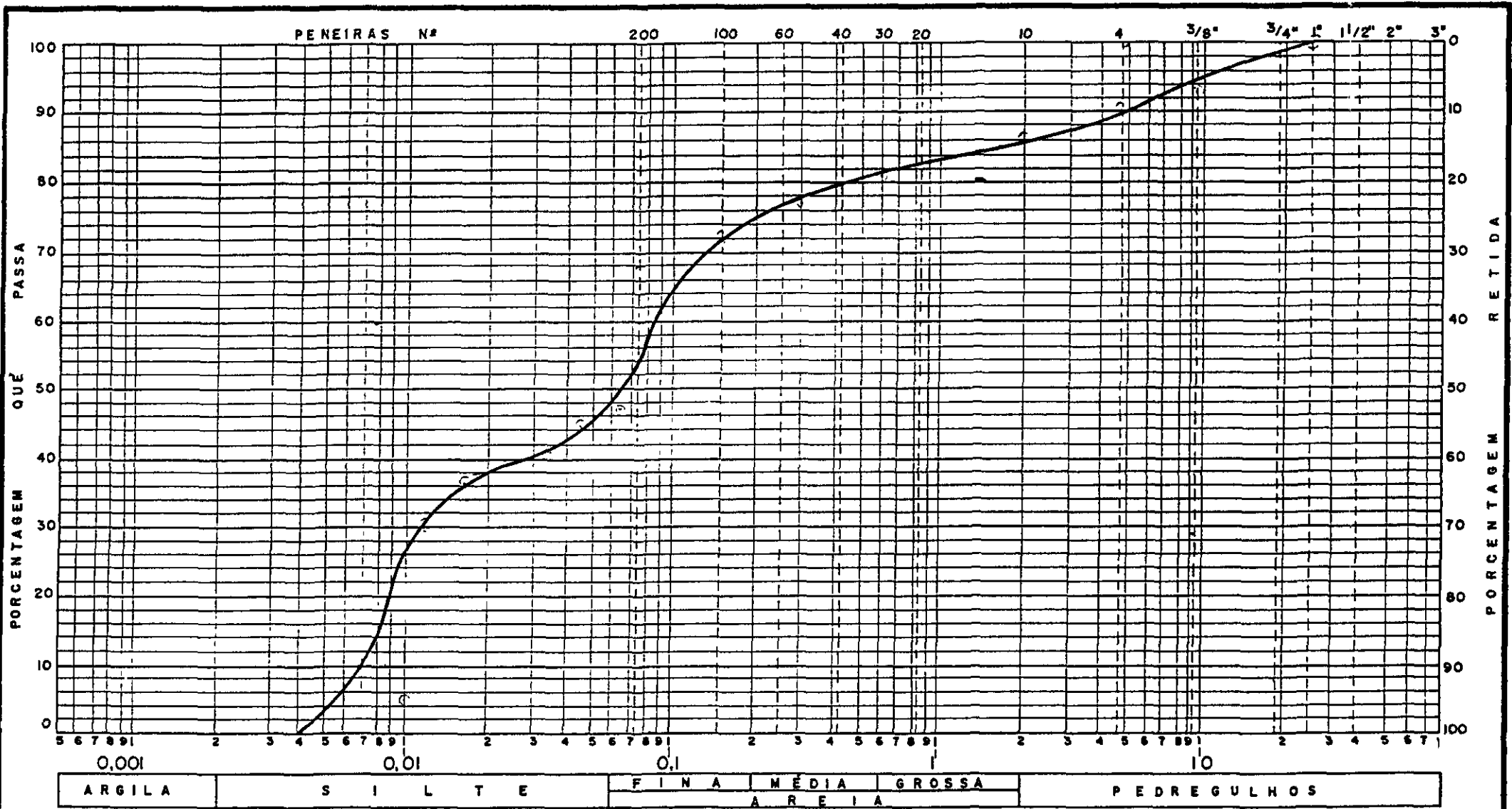


ARGILA | S I L T E | F I N A | M E D I A | G R O S S A | P E D R E G U L H O S

DIAMETRO DAS PARTICULAS EM mm

000085

ENGESOFT ENGENHARIA LTDA.			
DATA. Jun/96	DES.	VISTO	Geonorte
ESC	APROV		
BARRAGEM GANGORRA		T-140/96.	
Emprest. E-01 Furo: S/N		DES. 01	



000086

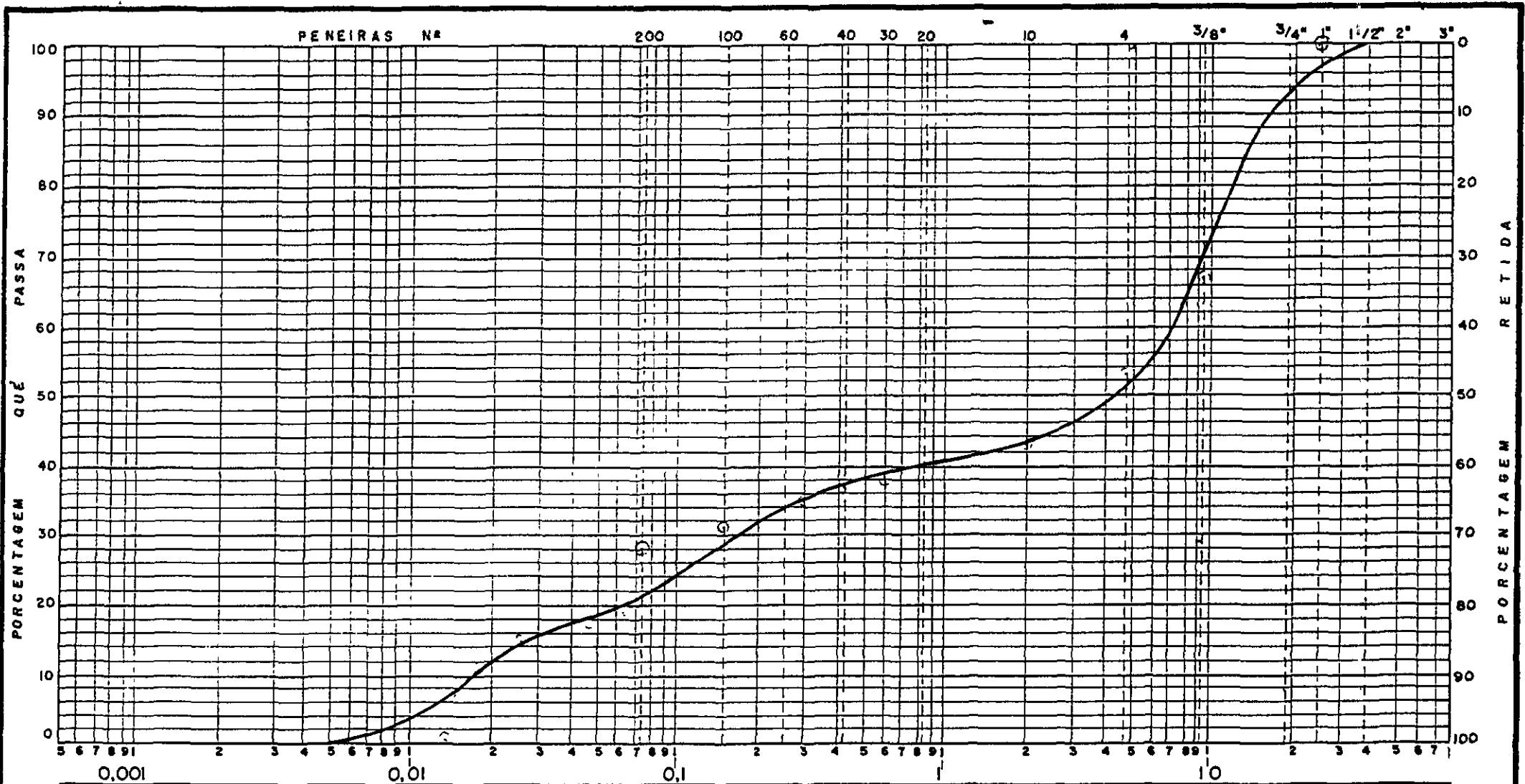
ENGESOFT ENGENHARIA LTDA.

DATA	Jun/96	DES.	VISTO <i>[Signature]</i>
ESC.		APROV.	<i>[Signature]</i>

Geonorte

BARRAGEM GANGORRA
Emprest. E-02 Furo: F-20

T-140/96.
DES. 02

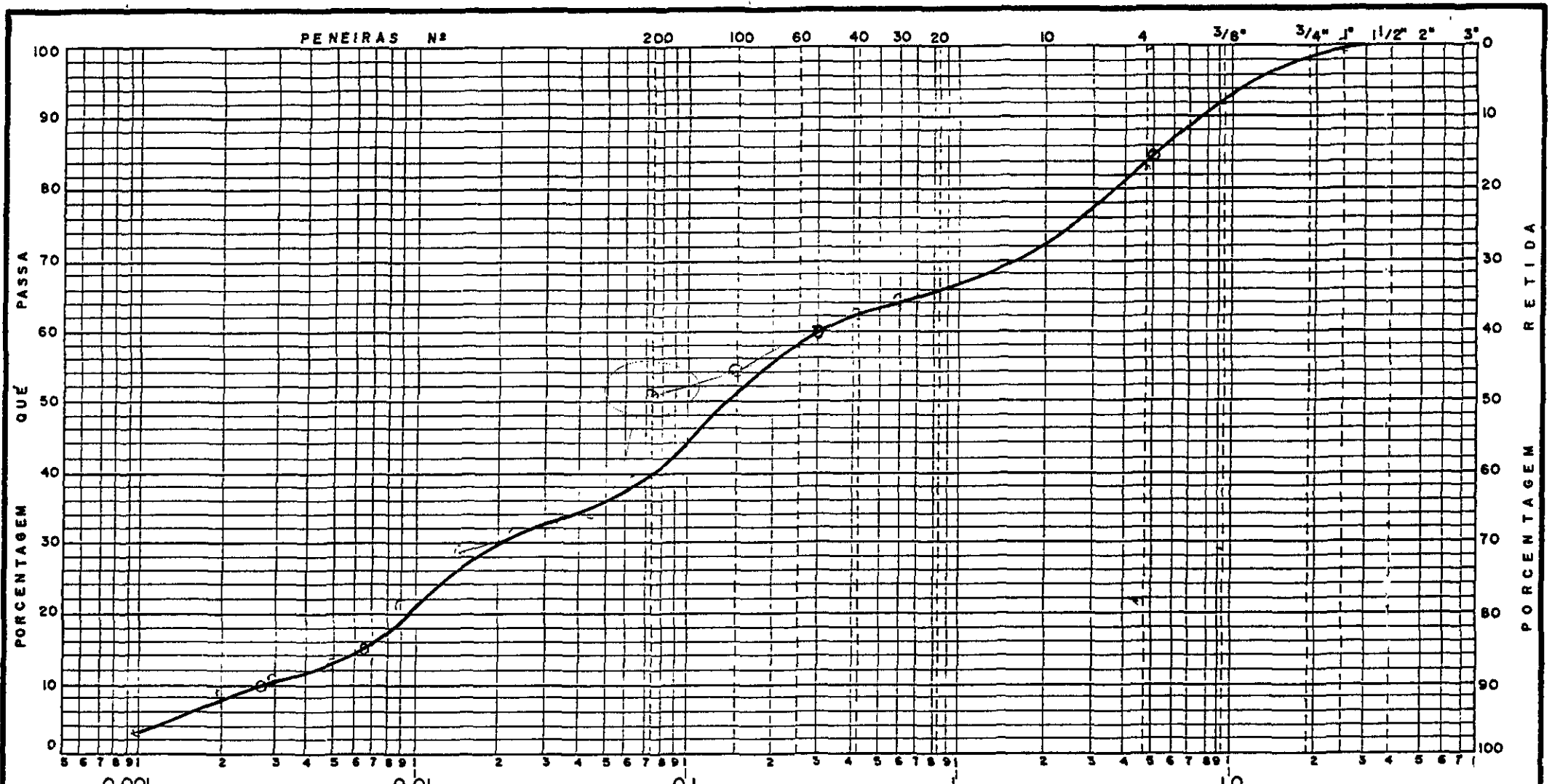


ARGILA S I L T E F I N A M É D I A G R O S S A P E D R E G U L H O S

DIAMETRO DAS PARTICULAS EM mm

000087

ENGESOFT ENGENHARIA LTDA.		
DATA. Jun/96	DES.	VISTO <i>[Signature]</i>
ESC.	APROV	Geonorte
BARRAGEM GANGORRA Emprest. E-02 Furo: F-22		T-140/96. DES. 03



ARGILA S I L T E F I N A M É D I A G R O S S A P E D R E G U L H O S
DIAMETRO DAS PARTICULAS EM mm

000088

ENGESOFT ENGENHARIA LTDA.			
DATA	Jun/96	DES.	VISTO <i>[Signature]</i>
ESC.		APROV.	<i>[Signature]</i>
BARRAGEM GANGORRA Emprest. E-02 Furo: F-33			T-140/96. DES. 04

Geonorte



ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

Geonorte

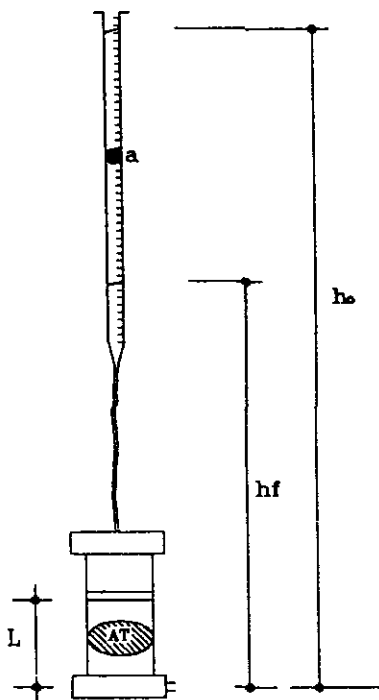
T-140/96

CLIENTE: ENGESOFT

OBRA: BARRAGEM GANGORRA

LOCAL: GRANJA - CEARÁ

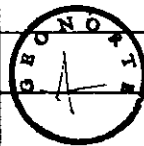
EMPRESTIMO E-01 FURO S/N



PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO = γ_s
 UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO = h
 ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA = h_0
 ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA = h_f
 TEMPO DECORRIDO NO ENSAIO = t
 COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE = K
 ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA - $a = 0,950 \text{ cm}^2$
 ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA $A = 77,8 \text{ cm}^2$
 ESPESURA DO CORPO DE PROVA - $L = 8,00 \text{ cm}$

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_f}$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA $\gamma_{SM} = 1,940 \text{ g/cm}^3$
 UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA $h_{ot} = 12,2\%$

DATA	ENSAIO N°	AMOSTRA	$\gamma_s (\text{g/cm}^3)$	h (%)	h_0 (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K (10^{-6} cm/s)
11/06/96	1	04	1,931	11,8	220,7	216,7	53 269	$3,3 \times 10^{-6}$
11/06/96	2	04	1,931	11,8	216,7	214,9	35 784	$2,2 \times 10^{-6}$
12/06/96	3	04	1,931	11,8	214,9	213,5	56 619	$1,1 \times 10^{-6}$
COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE MÉDIA $K = 2,2 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$								
<div style="text-align: right;">  DES 05 </div>								



ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

Geonorte

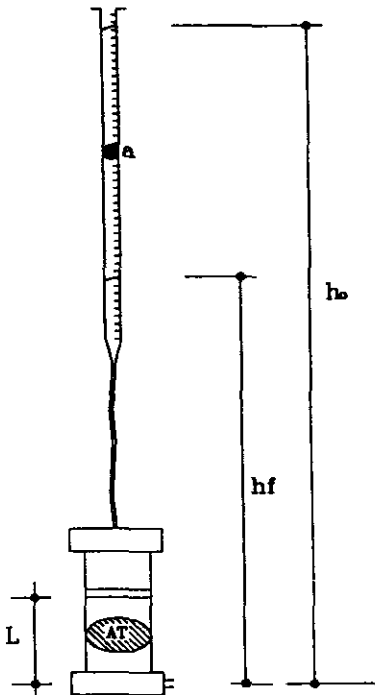
T-140/96

CLIENTE ENGESOFT

OBRA BARRAGEM GANGORRA

LOCAL : GRANJA - CEARA

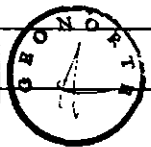
EMPRESTIMO E-02 FURO: F-22



PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO = γ_s
 UMIDADE NA OCASIAO DO ENSAIO = h
 ALTURA INICIAL DO NIVEL D'AGUA = h_0
 ALTURA FINAL DO NIVEL D'AGUA = h_f
 TEMPO DECORRIDO NO ENSAIO = t
 COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE = K
 AREA DA SECAO TRANSVERSAL DA BURETA - $a = 0,950 \text{ cm}^2$
 AREA DA SECAO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA $A = \underline{100,29 \text{ cm}^2}$
 ESPESURA DO CORPO DE PROVA - $L = \underline{8,00 \text{ cm}}$

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_f}$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA $\gamma_{SM} = \underline{1,850 \text{ g/cm}^3}$
 UMIDADE OTIMA DA AMOSTRA $w_{ot} = \underline{15,4\%}$

DATA	ENSAIO N°	AMOSTRA	$\gamma_s (\text{g/cm}^3)$	h (%)	h_0 (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K (10^{-8} cm/s)
05/08/96	1	03	1,846	16,1	222,7	219,3	62 902	$1,8 \times 10^{-8}$
05/08/96	2	03	1,846	16,1	222,7	220,0	33 349	$2,7 \times 10^{-8}$
07/08/96	3	03	1,846	16,1	222,7	210,8	138 388	$3,0 \times 10^{-8}$
COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE MEDIA K = $2,5 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$								
								 DES. 07

000091



ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

Geonorte

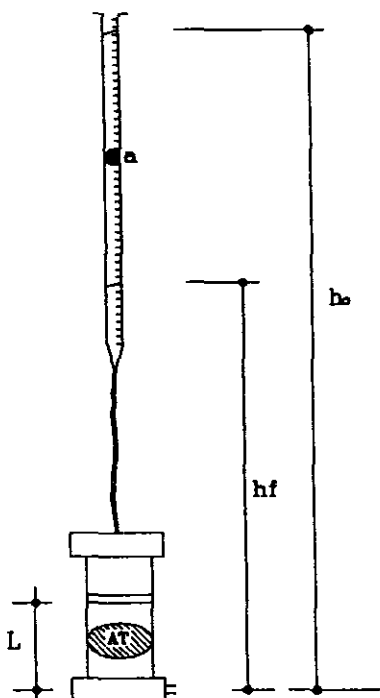
T-140/96

CLIENTE ENGESOFT

OBRA: BARRAGEM GANGORRA

LOCAL GRANJA - CEARA

EMPRESTIMO E-02 FURO F-33



PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO = γ_s

UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO = h

ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA = h_0

ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA = h_f

TEMPO DECORRIDO NO ENSAIO = t

COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE = K

ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA - $a = 0,950 \text{ cm}^2$

ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA - $A = 100,29 \text{ cm}^2$

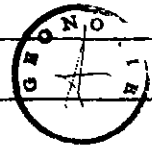
ESPESSURA DO CORPO DE PROVA - $L = 8,00 \text{ cm}$

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_f}$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA $\gamma_{SM} = 1,750 \text{ g/cm}^3$

UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA $h_{ot} = 17,6\%$

DATA	ENSAIO N°	AMOSTRA	$\gamma_s (\text{g/cm}^3)$	h (%)	$h_0 (\text{cm})$	$h_f (\text{cm})$	t (seg)	K (10^{-8} cm/s)
10/06/96	1	01	1,776	17,2	222,7	212,6	153 267	$2,2 \times 10^{-8}$
11/06/96	2	01	1,776	17,2	212,6	209,8	33.135	$3,0 \times 10^{-8}$
11/06/96	3	01	1,776	17,2	209,8	207,0	50.653	$2,0 \times 10^{-8}$
COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE MÉDIA $K = 2,4 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$								



DES 08

000092



T-140/96

ENSAIO DE CISALHAMENTO LENTO

CLIENTE . ENGSOFT ENG LTDA
LOCAL . BARRAGEM GARGORRA
JAEIDA E-01
FURO F-S/N

TABELA N° 02

DIMENSOES DO CORPO DE PROVA .

LADO = 5 08 cm ALTURA = 2 00 cm
VELOCIDADE DE CISALHAMENTO = 0 006 mm/min
COESAO = -0 04 kg/cm2
ANGULO DE ATRITO INTERNO = 32 0

AMOSTRA (NUMERO)	MASSA ESPECIFICA (t/m3)	UMIDADE INICIAL %	INDICE DE VAZIOS	GRAU DE SATURACAO INICIAL (%)	TENSAO NORMAL (kgf/cm2)
1	2 13	19 5	0 39	72	1 00
2	2 17	11 6	0 37	83	2 00
3	2 16	11 3	0 37	81	4 00

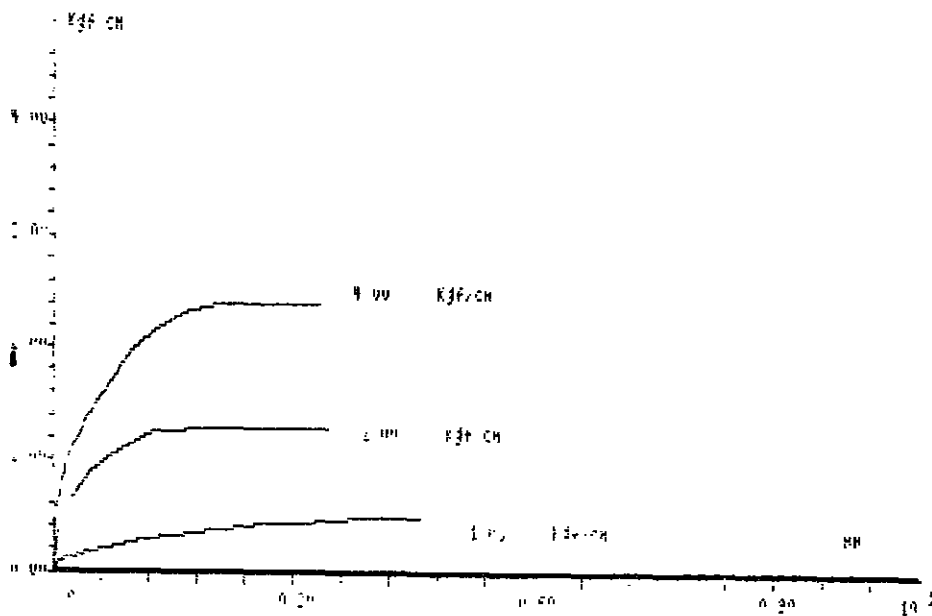
AMOSTRA (NUMERO)	TENSAO CISALHANTE MAXIMA (kgf/cm2)	DEFORNACAO DO C P NA TENSAO CIS. MAXIMA (mm)	TENSAO CISALHANTE RESIDUAL (kgf/cm2)	DEFORNACAO DO C P NA TENSAO CIS RESIDUAL (mm)
1	0 52	4 51	0 51	4 50
2	1 30	3 33	1 29	3 12
3	2 42	3 17	2 42	3 25



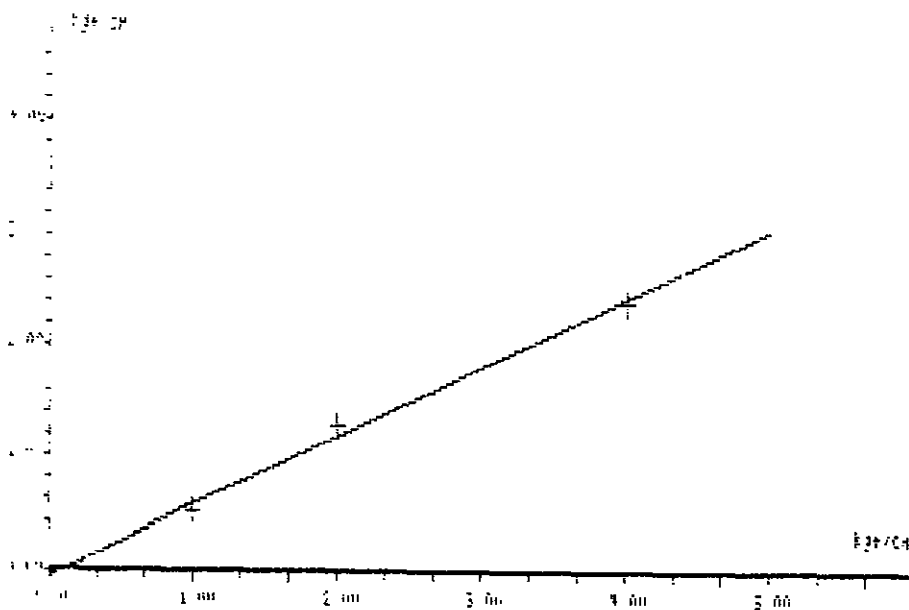


ENSAIO DE CISALHAMENTO LENTO

DESLOCAMENTO CISALHANTE x TENSAO CISALHANTE



TENSAO NORMAL x TENSAO CISALHANTE



DES. 09





T-140/96

ENSAIO DE CISALHAMENTO LENTO

CLIENTE ENGESOFT ENG LTDA
LOCAL BARRAGEM GANGORRA
JAZIDA E-02
FURO F-20

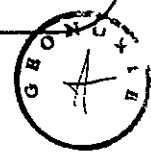
TABELA Nº 03

DIMENSOES DO CORPO DE PROVA

LADO = 5 08 cm ALTURA = 2 00 cm
VELOCIDADE DE CISALHAMENTO = 0 006 mm/min
COESAO = -0 15 kg/cm²
ANGULO DE ATRITO INTERNO = 28 5

AMOSTRA (NUMERO)	MASSA ESPECIFICA (t/m ³)	UMIDADE INICIAL (%)	INDICE DE VAZIOS	GRAU DE SATURACAO INICIAL (%)	TENSAO NORMAL (kgf/cm ²)
1	1 99	19 6	0 60	87	1 00
2	2 01	26 2	0 60	90	2 00
3	2 01	19 8	0 53	89	4 00

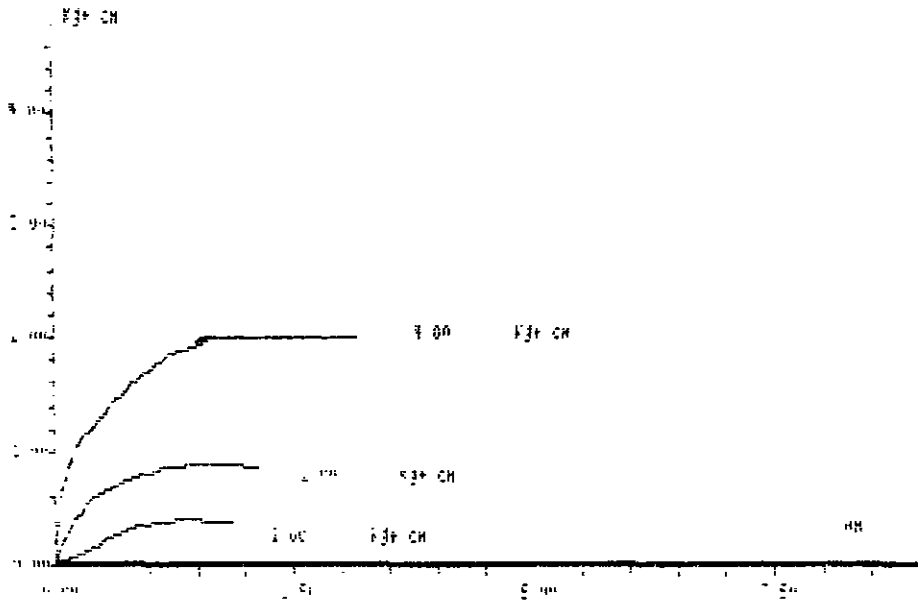
AMOSTRA (NUMERO)	TENSAO CISALHANTE MAXIMA (kgf/cm ²)	DEFORMACAO DO C P NA TENSAO CIS MAXIMA (mm)	TENSAO CISALHANTE RESIDUAL (kgf/cm ²)	DEFORMACAO DO C P NA TENSAO CIS RESIDUAL (mm)
1	0 42	1 41	0 42	1 51
2	0 90	1 79	0 89	1 88
3	2 04	2 81	2 04	2 90



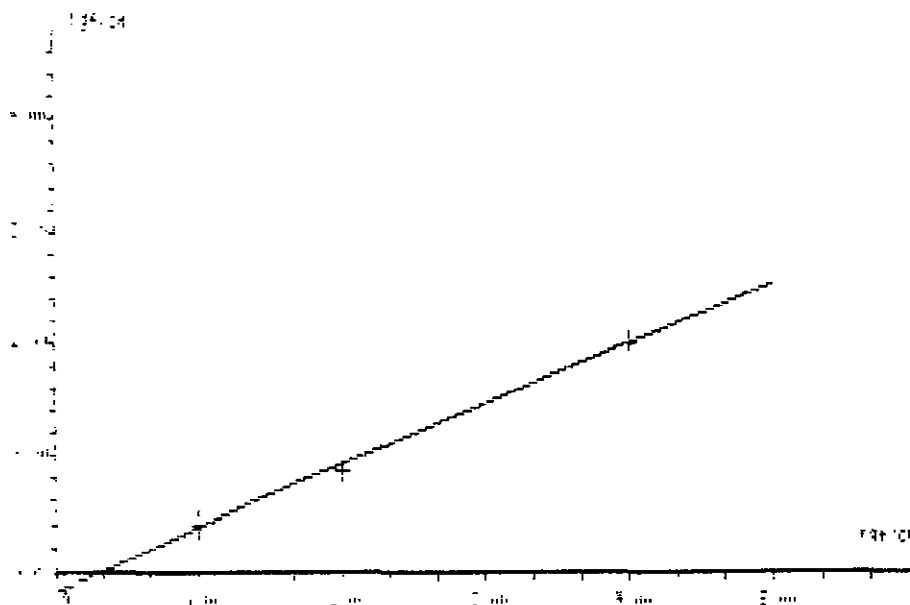


ENSAIO DE CISALHAMENTO LENTO

DESLOCAMENTO CISALHANTE x TENSAO CISALHANTE

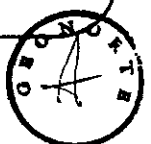


TENSAO NORMAL x TENSAO CISALHANTE



DES. 10

000096





T-140/96

ENSAIO DE CISALHAMENTO LENTO

CLIENTE ENGESOF
LOCAL BARRAGEM GANGORRA
FAZENDA E-02
FURO F-22

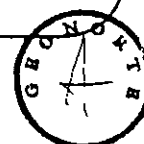
TABELA Nº 04

DIMENSÕES DO CORPO DE PROVA

LADO = 5,08 cm ALTURA = 2,00 cm
VELOCIDADE DE CISALHAMENTO = 0,006 mm/min
COESÃO = 0,13 kg/cm²
ÂNGULO DE ATRITO INTERNO = 31,1

AMOSTRA (NÚMERO)	MASSA ESPECÍFICA (t/m ³)	UMIDADE INICIAL (%)	ÍNDICE DE VAZIOS	GRAU DE SATURAÇÃO INICIAL (%)	TENSÃO NORMAL (kgf/cm ²)
1	2,13	14,5	0,43	89	1,00
2	2,13	14,6	0,44	89	2,00
3	2,13	14,2	0,43	88	4,00

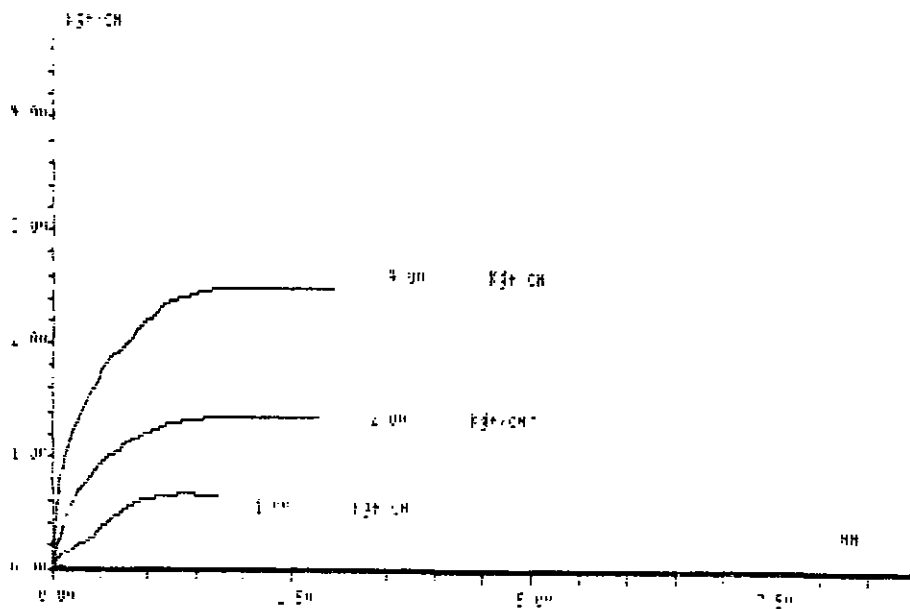
AMOSTRA (NÚMERO)	TENSÃO CISALHANTE MÁXIMA (kgf/cm ²)	DEFORMAÇÃO DO C.P. NA TENSÃO CIS. MÁXIMA (mm)	TENSÃO CISALHANTE RESIDUAL (kgf/cm ²)	DEFORMAÇÃO DO C.P. NA TENSÃO CIS. RESIDUAL (mm)
1	0,70	1,38	0,70	1,47
2	1,39	2,62	1,39	2,71
3	2,53	2,60	2,53	2,57



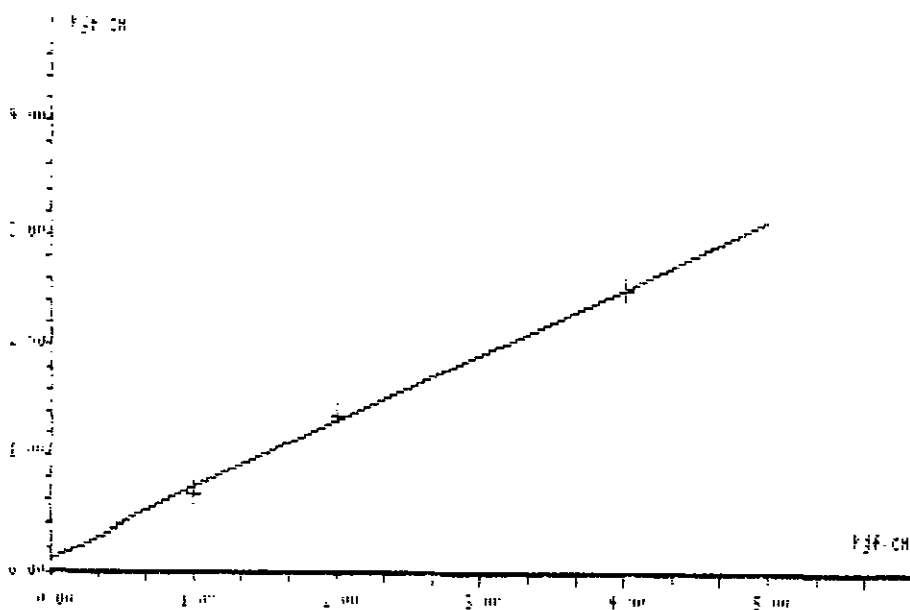


ENSaIO DE CIsALHAMENTO LENTO

DESLOCAMENTO CIsALHANTE x TENSaO CIsALHANTE



TENSaO NORMAL x TENSaO CIsALHANTE



DES. 11



000098



T-140/96

ENSAIO DE CISALHAMENTO LENTO

CLIENTE ENGESOFT
LOCAL BARRAGEM GANGORRA
JAZIDA E-02
FURO F-33

TABELA Nº 05

DIMENSOES DO CORPO DE PROVA

LARGO = 5,08 cm ALTURA = 2,00 cm

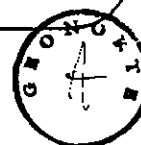
VELOCIDADE DE CISALHAMENTO = 0,006 mm/min

POESAO = 0,02 kg/cm2

ANGULO DE AFASTAMENTO INTERNO = 50,1

AMOSTRA (NUMERO)	MASSA ESPECIFICA (t/m3)	UMIDADE INICIAL (%)	INDICE DE VAZIOS	GRAU DE SATURACAO INICIAL (%)	TENSAO NORMAL (kgf/cm2)
1	2,05	17,1	0,53	87	1,00
2	2,05	17,8	0,53	89	2,00
3	2,05	17,3	0,53	88	4,00

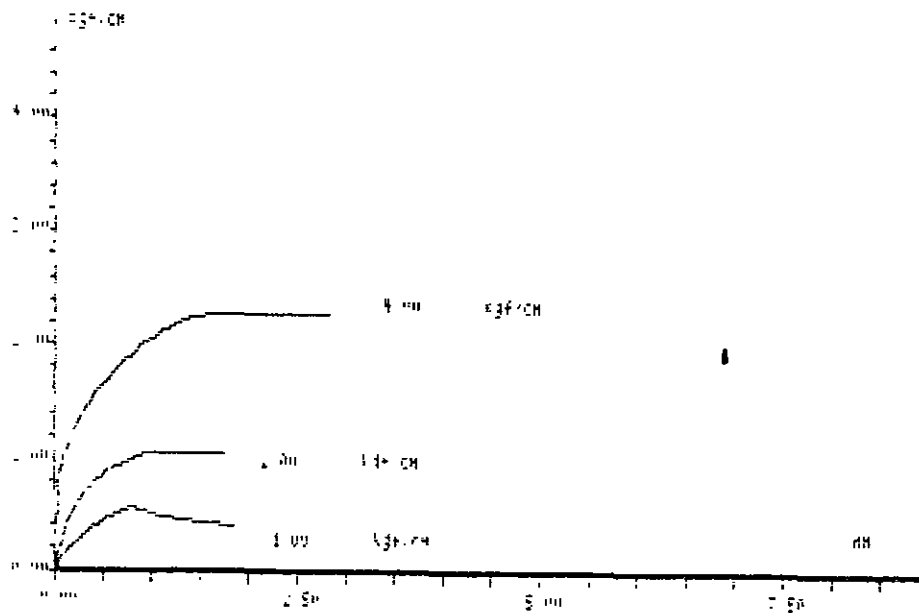
AMOSTRA (NUMERO)	TENSAO CISALHANTE MAXIMA (kgf/cm2)	DEFORMACAO DO C P NA TENSAO CIS MAXIMA (mm)	TENSAO CISALHANTE RESIDUAL (kgf/cm2)	DEFORMACAO DO C P NA TENSAO CIS RESIDUAL (mm)
1	0,59	0,33	0,58	0,92
2	1,05	1,30	1,08	1,39
3	2,31	2,56	2,31	2,65



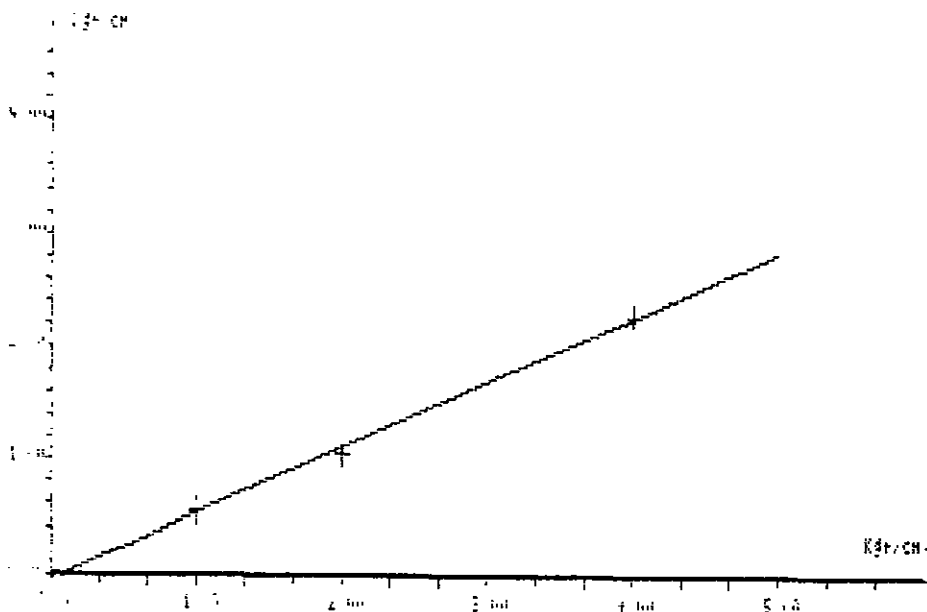


ENSAIO DE CISLHAMENTO LENTO

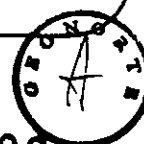
DESLOCAMENTO CISLHANTE x TENSAO CISLHANTE



TENSAO NORMAL x TENSAO CISLHANTE



DES. 12



000100

3.3.3 - Materiais Arenosos

Foram identificadas duas jazidas de areia ao longo do Rio Gangorra, em forma de bancos de areia a jusante do eixo topográfico

Os estudos destas jazidas constaram da abertura de poços, e da coleta de amostras para a realização de ensaios de permeabilidade e Granulometria em laboratório

As areias são classificadas como quartzo-feldspáticas de granulação média a grossa

Os resultados dos ensaios de laboratório são apresentados a seguir

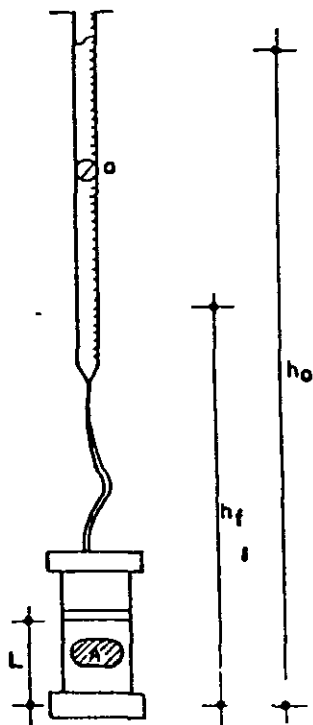
A localização das jazidas de areia podem ser visualizadas no Desenho N° 04 Mapa de localização dos materiais de construção, em anexo

3.3.4 - Materiais Rochosos

Os *materiais rochosos a serem utilizados na construção das obras da barragem, tais como enrocamentos e agregados* deverão ser provenientes a princípio da escavação obrigatória do canal do sangradouro e, após a escassez desta, da pedreira identificada 160 metros a jusante do eixo topográfico

A pedreira é um afloramento de gnaiss com características elevadas de resistência ao desgaste e abrasão e bancada acima da superfície, portanto de fácil exploração

ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU" CARGA VARIÁVEL



γ_s = PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO

" = UNIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO

h_0 = ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA

h_f = ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA

t = TEMPO DECORRIDO NO ENSAIO

L = ALTURA DO CORPO DE PROVA

K = COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

a = ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA

A = ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA

$$K = \frac{2,3a}{At} L \cdot \log \frac{h_0}{h_f}$$

γ_{sm} = PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA JAZIDA

h_{ot} = UNIDADE ÓTIMA DA JAZIDA

DATA	JAZIDA	FURO	γ (g/cm ³)	h (%)	h_0 (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K (10 ³ cm/s)
15/05/96	1	1			197	143	35	$3,2 \times 10^{-3}$
15/05/96	1	2			197	143	35	$3,4 \times 10^{-3}$
15/05/96	1	3			197	143	15	$7,8 \times 10^{-4}$

000102

BARRAGEM GANGORRA
JAZIDA DE AREIA - 01
ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

JAZIDA Nº	AMOSTRA Nº	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)										hol (%)	$\gamma_{Smin}(g/cm^3)$	$\gamma_{Smax}(g/cm^3)$	
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200				
1	1			100	81	77	73	68	59	16	1		1,68	1,96	
1	2			100	85	81	77	71	63	19	3		1,62	2,04	
1	3			100	89	85	83	78	69	23	4		1,68	2,01	

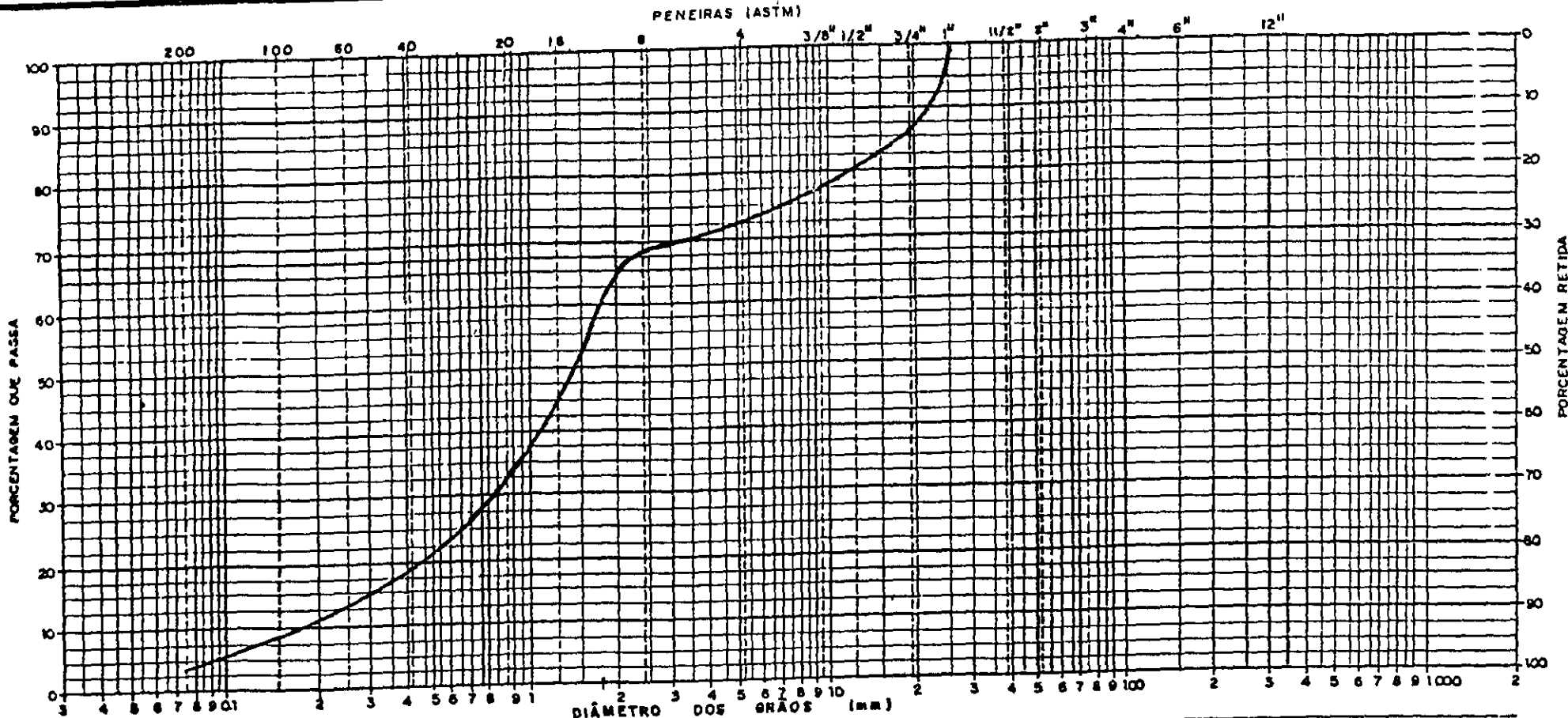
000103

BARRAGEM GANGORRA

JAZIDA DE AREIA - 01

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

PENEIRAS (ASTM)



A.B.N.T	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho	Enrocamento
MIT	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho	Enrocamento
USCS	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho	Enrocamento

000104

BARRAGEM GANGORRA
 JAZIDA DE AREIA - 01
 CURVA GRANULOMÉTRICA

4 - CONCLUSÕES E ACONSELHAMENTOS

000105

4 - CONCLUSÕES E ACONSELHAMENTOS

- O Eixo da Barragem

O estudo geológico/Geotécnico, sugere a execução de uma barragem de terra com fundação direta sobre o solo residual do gnaiss.

A linha de fundação deverá atingir a profundidade mínima de 1,00 m a partir do coroamento da barragem e deverá se aprofundar no trecho central até a base do aluvião ou topo do solo residual do gnaiss.

O Desenho nº 2 seção Geológica/Geotécnica do Boqueirão em anexo, mostra a linha de fundação sugerida.

Com a caracterização dos materiais dos empréstimos, aconselha-se o emprego dos materiais da área de empréstimo AE-1, por ser mais argiloso e possuir menos cascalho na parte de montante da barragem e os materiais das áreas de empréstimos AE-2 e AE-3 na parte jusante da barragem, por serem mais pedregulhosos.

Devido a existência de uma grande quantidade de pedregulho argilo-arenoso na parte superficial dos três empréstimos estudados, propõe-se que este material seja empregado na extremidade do talude de jusante e em toda sua extensão para proteção contra erosão.

- O Tratamento da Fundação

Injeções de calda de cimento são recomendadas para o tratamento da rocha de fundação da barragem em sua parte central.

Os furos para injeção deverão ser alinhados ao longo do eixo do "cut-off", ser verticais e ter 15 metros perfurados na rocha. O espaçamento entre os furos deverá ser iniciado com 6 metros e caso seja necessários furos intermediários, o espaçamento deverá ser a metade dos furos iniciais.

A zona de fundação a ser injetado cimento corresponde ao trecho compreendido entre as estacas 15 e 42 do eixo da barragem estudada.

A princípio recomenda-se o tratamento da fundação no trecho indicado acima, por precaução de segurança contra possíveis percolações nas fissuras da rocha, no entanto, este tratamento poderá ser modificado ou até ser desnecessário, após inspeção por geotecnista quando da abertura da trincheira de fundação

- O Sangradouro

O sangradouro fixado na cota 38,00 com largura de 40,00 m, deverá ser posicionado na ombreira esquerda entre as estacas -4 a -7 do eixo topográfico. O topo rochoso neste trecho atinge a a cota 40,00, podendo ser escavado um canal em rocha resistente.

O estabelecimento do sangradouro neste local, está condicionado as características topográficas e geotécnicas do sítio barrável

O fluxo d'água de sangria a jusante do local do sangradouro está direcionado para o pé do talude de jusante da barragem. Devido a esta situação deverá ser construído um dique de terra e enrocamento para proteção do pé do talude

O desenhos nº 01 e 03 em anexo, mostram as características do local proposto para o sangradouro.

- Local da Tomada D'Água

A tomada d'água poderá ser localizada na ombreira direita e posicionada na estaca 49,00. Neste local o topo rochoso se encontra na cota 38,00, ou seja, com 6,00 m de profundidade a partir do terreno natural

A Implantação da tomada d'água neste local, implica numa escavação de 6,00 m de profundidade para apoiá-la em rocha, no entanto, a extensão da estrutura tornar-se-á bastante reduzida, em torno de 40,00 metros de comprimento, ver seção Geológica/Geotécnica desenho nº 02 em anexo

A bacia de armazenamento estará localizada sobre rochas do embasamento cristalino e nenhuma falha ou fratura geológica na área de influência do lago oferecerá oportunidade de fugas expressiva d'água por percolação

000107

ANEXO

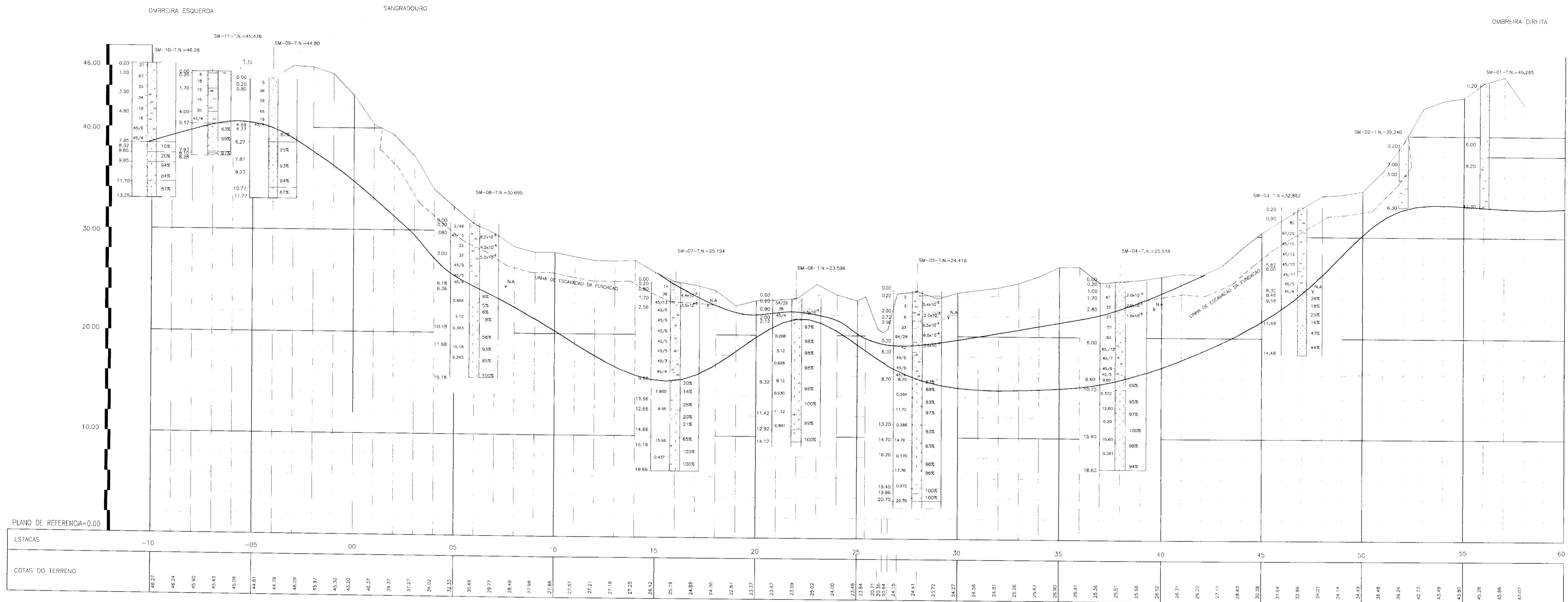
- DESENHOS

01 - PLANTAS BAIXA DO BOQUEIRÃO E LOCALIZAÇÃO DAS INVESTIGAÇÕES

02 - SEÇÃO GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DO BOQUEIRÃO

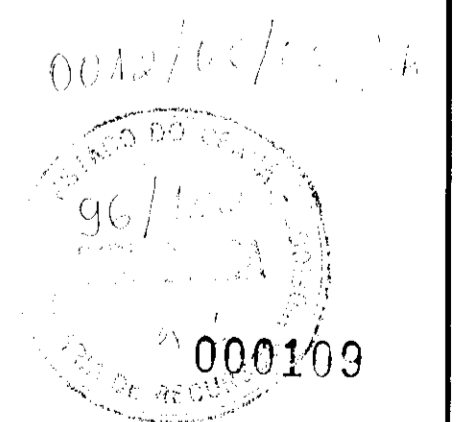
03 - SEÇÃO GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DO LOCAL DO SANGRADOURO

04 - LOCALIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (empréstimos)

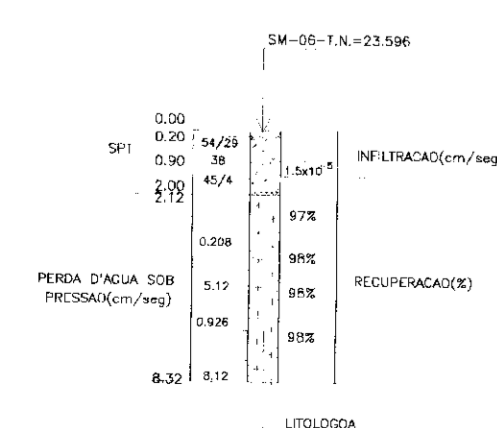


SECAO GEOLOGICO/GEOTECNICO

FSCALAS H=1/2.000 V=1/200



LEGENDA :



NOTAS :

DESENHOS DE REFERENCIA :

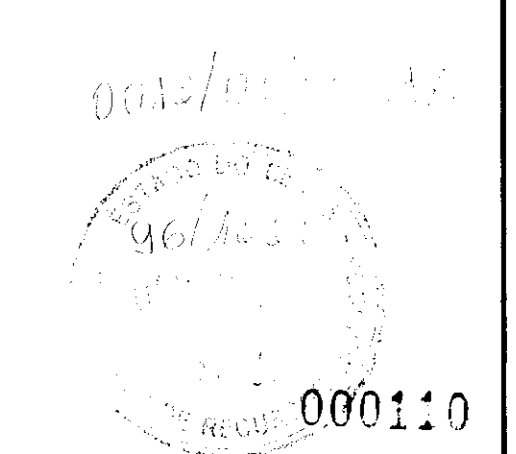
REVISÕES			
Nº	NATUREZA DA REVISAO	DATA	APROVO

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

Projeto :
Visto :
Verificado :
Aprovado :
SECAO GEOLOGICO/GEOTECNICO DO BOQUEIRAO
INDICADA
ENGENSOFT - Engenharia e Consultoria Ltda.
Data de Emissao : MAIO / 96
Escala :
Rev. :
Nº do Desenho : 02



PLANTA BAIXA DO BOQUEIRAO E LOCALIZACAO DAS INVESTIGACOES
 ESCALA 1/2000



LEGENDA :

NOTAS :

DESENHOS DE REFERENCIA :

REVISOES		
N°	NATUREZA DA REVISAO	DATA

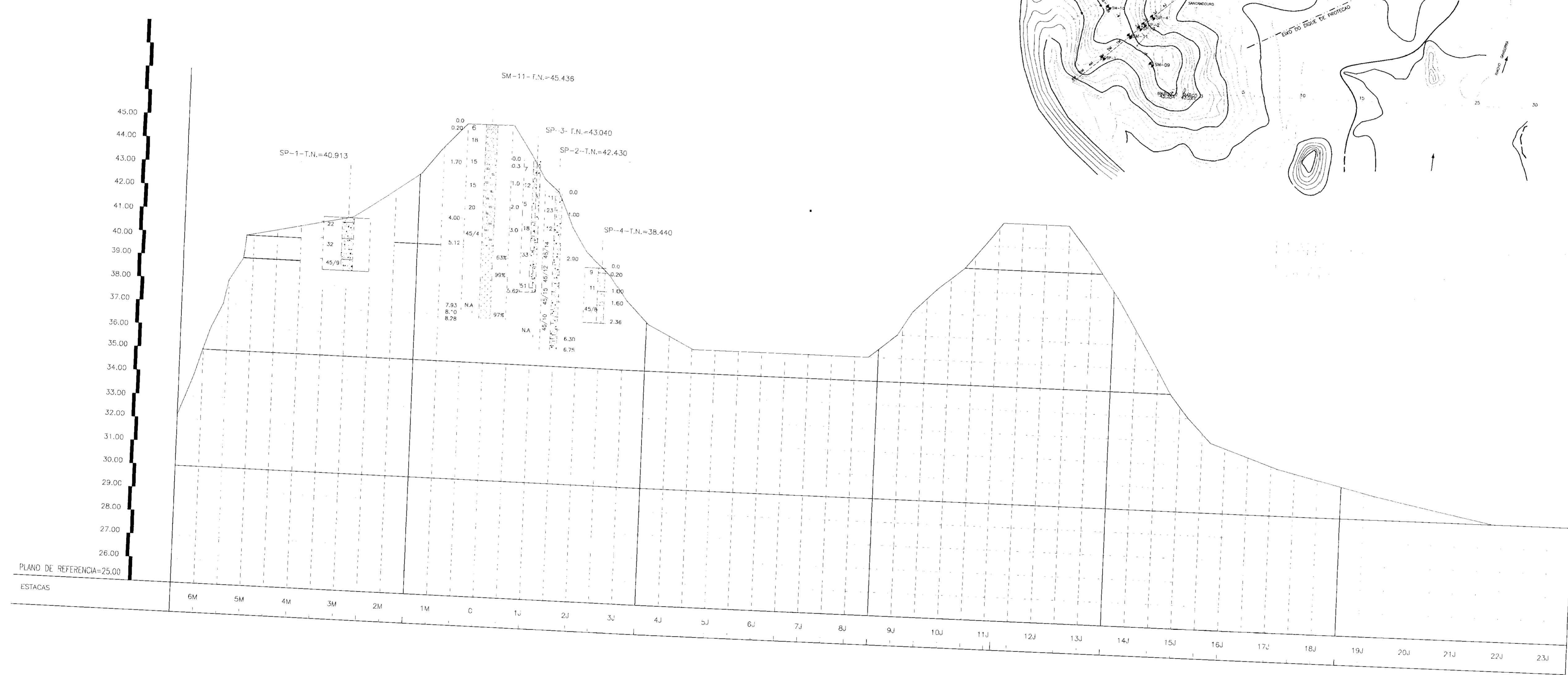
APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARA
 SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS - SRH
 COMPANHIA DE GESTAO OS RECURSOS HIDRICOS - COGERH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTAO DOS RECURSOS HIDRICOS DO ESTADO DO CEARA - PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANÇORRA

Projeto :
 Desenho : SANG1.DWG
 Visto :
 Data de Emissao : JUL/96
 Verificado :
 Escala : 1/2000
 Aprove :
 Nº do Desenho : 01
 Rev. :



SECAO LONGITUDINAL GEOLOGICO/GEOTECNICO DO SANGRADOURO
 ESCALAS H=1/1.000 V=1/100

001021/17



900111

LEGENDA :

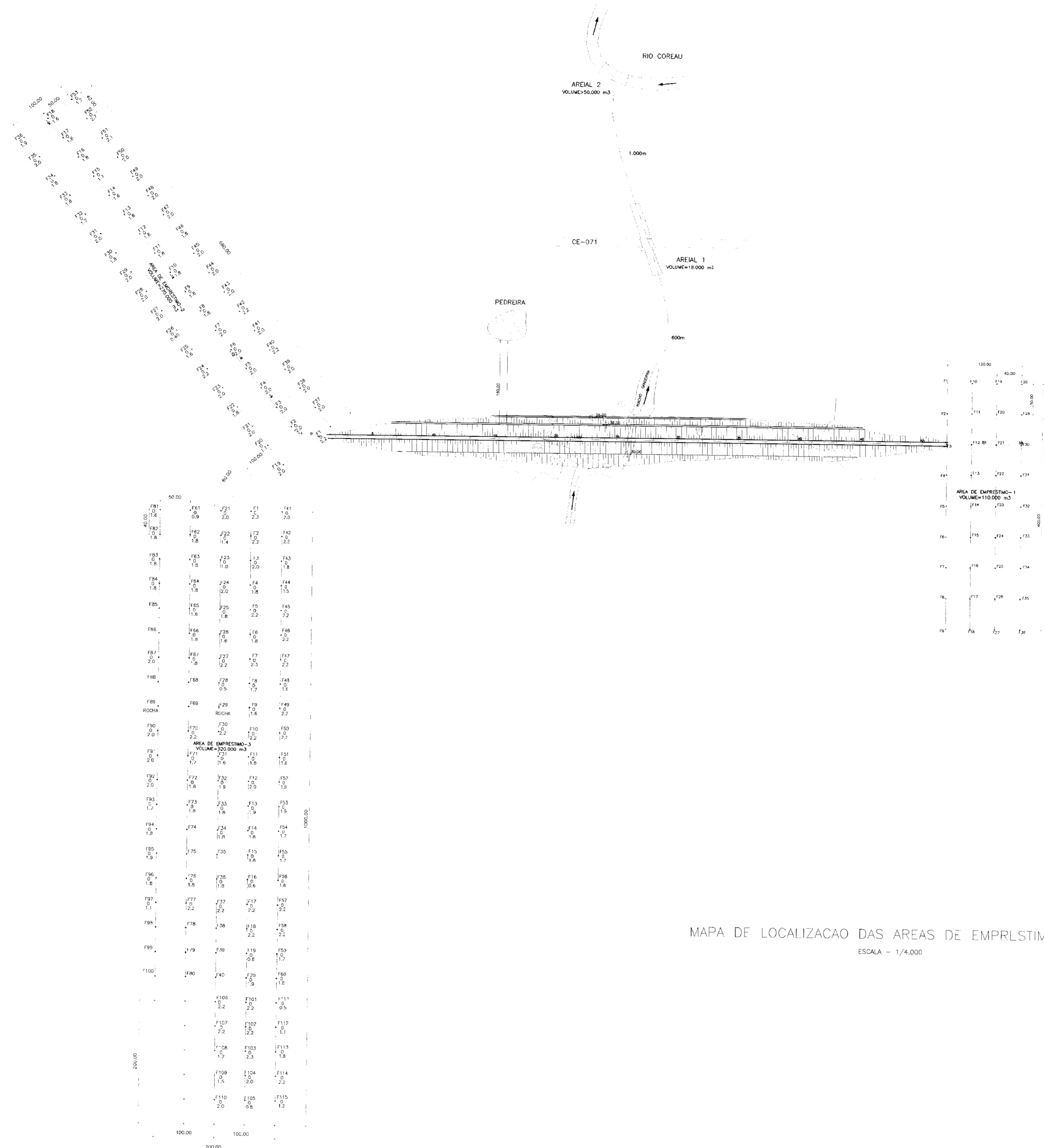
NOTAS :
 A SONDAEM SP-5 ENCONTRA-SE A 200.00m A JUSANTE
 E A 40.00m A ESQUERDA DO EIXO TOPOGRAFICO
 DO SANGRADOURO

DESENHOS DE REFERENCIA :

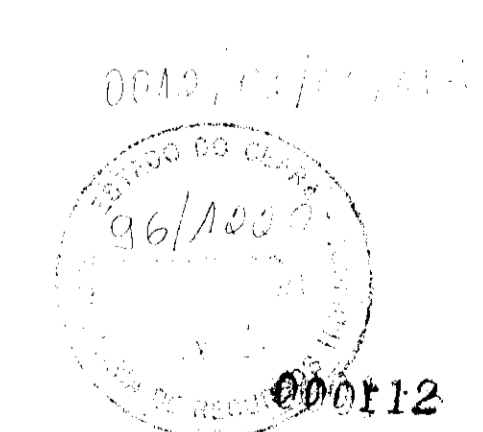
REVISOES		
Nº	NATUREZA DA REVISAO	DATA APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARA
 SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS - SRH
 COMPANHIA DE GESTAO DOS RECURSOS HIDRICOS - COGERH
 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTAO DOS
 RECURSOS HIDRICOS DO ESTADO DO CEARA - PROURB/CE
 PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA

Projeto :
 Desenho : SANGGEOLOG.DWG
 Data de Emissao : JUL/96
 Verificado :
 Escala :
 Rev :



MAPA DE LOCALIZACAO DAS AREAS DE EMPRLSTIMO
 ESCALA - 1/4.000



LEGENDA :	NOTAS :	DESENHOS DE REFERENCIA :	REVISOES				GOVERNO DO ESTADO DO CEARA SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS - SRH COMPANHIA DE GESTAO DOS RECURSOS HIDRICOS - COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTAO DOS RECURSOS HIDRICOS DO ESTADO DO CEARA - PROURB/CE PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA
			N°	NATUREZA DA REVISAO	DATA	APROVO	
			Desenho : MAPLOGJZ.DWG Data de Emissao : JULHO/96 Escala : 1/4000 N° do Desenho : 04				