LAUDO DE SONDAGEM

PROJETO AMPLIAÇÃO MÓDULO INFANTIL EM ESCOLAS

PROJETO FNDE – AMPLIAÇÃO DE 2 SALAS

EMEI DALTRO FILHO

PREFEITURA MUNICIPAL DE VALE DO SOL/RS

LOCAL: ESTRADA VICINAL DE FAXINAL DE DENTRO, s/nº, ÁREA RURAL, VALE DO SOL - RS.

PROGRAMA: AMPLIAÇÃO MÓDULO INFANTIL EM ESCOLAS - FNDE

TIPO DE OBRA: Empreendimento Público

1 – OBJETIVO

Os ensaios de solo foram executados para conhecimento do tipo de solo presente no terreno onde será construída a ampliação. Os estudos feitos possibilitam verificar o desempenho das fundações dimensionadas no projeto padrão de ampliação, para garantir a segurança e economia na construção.

De acordo com o Memorial Descritivo do "PROJETO PROINFÂNCIA – MÓDULO DE EDUCAÇÃO INFANTIL", especificamente no item 4.1.2.1 sobre "Fundações" e seu subitem "4.1.2.1.1. Fundações Superficiais ou diretamente apoiadas", os projetos disponibilizados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) adotam uma abordagem que contempla o uso de sapatas como tipo de fundação. No entanto, no memorial descritivo, não são fornecidas informações específicas sobre a taxa de

resistência do solo ou a tensão admissível de solo utilizada para o dimensionamento. A única indicação presente é que o FNDE fornece um projeto de fundações básico, fundamentado em previsões de cargas e dimensionamento.

Comparativamente, ao analisar outros modelos disponibilizados pelo FNDE, como o "PROJETO PROINFÂNCIA - TIPO 01" e o "Creche Pré-Escola – Tipo 1", encontramos uma abordagem mais detalhada. Nesses casos, é especificado que o projeto contempla uma fundação do tipo sapata, calculada considerando uma taxa de resistência do solo de **2kgf/cm²**, presumindo um solo homogêneo.

Em relação aos esforços atuantes, podemos pegar como base a fundação com maiores solicitações e consequentemente maiores dimensões, a fundação denominada em projeto como **Sapata S9,** com Momento em y na ordem de 790 kgf.m.

Com base na carga apresentada e dimensões da sapata, juntamente com o histórico de projetos similares elaborados pela FNDE é evidente na elaboração do projeto em questão a adoção por parte dos projetistas de uma tensão admissível do solo de 2,00 kgf/cm^2, desta forma devemos atestar que o solo no local da implantação possuiu, capacidade de suporte de carga, igual ou maior ao valor adotado em projeto.

Para esta afirmação forma executados ensaios a partir da coleta de amostras deformadas do local. E também comparação com ensaios SPT e ISC realizados no município.

Com o ISC foram utilizadas correlações para o Coeficiente de Recalque também denominado Módulo de Reação ou Módulo de Westergard. O Coeficiente de Recalque (k) é determinado por meio de uma prova de carga estática, conforme a norma DNIT 055/2004-ME, ou pode ser estimado por meio de relação com o CBR do subleito.

A partir do coeficiente de recalque Kv, pode-se traçar de a correlação empírica com a tensão admissível. A partir dos valores de Kv é possível obter os valores da tensão média admissível do solo da Região.

Para os ensaios de SPT do banco de dados a tensão admissível do solo foi estimada através da seguinte correlação empírica:

$$\sigma_a = \frac{N_{spt}}{5}$$

σa é a tensão admissível do solo em kgf/cm² e N é o SPT médio no bulbo de tensões (duas vezes a largura da sapata). A média da largura das sapatas é de 1,20 metro o bulbo de tensões deve ir de 1,10 metro até 4,00 metros de profundidade.

Logo:

Utilizando a média dos ensaios do banco de dados temos:

SP01

$$N_{SPT} = \frac{N_{SPT\,(1m)} + N_{SPT\,(2m)} + N_{SPT\,(3m)} + N_{SPT\,(4m)}}{4}$$

$$N_{SPT} = \frac{21 + 7 + 6 + 25}{4}$$

$$N_{SPT} = 14{,}75$$

$$\boldsymbol{\sigma_a = 2{,}95\ kgf/cm^2}$$

SP02

$$N_{SPT} = \frac{N_{SPT\,(1m)} + N_{SPT\,(2m)}}{2}$$

$$N_{SPT} = \frac{7 + 30}{2}$$

$$N_{SPT} = 18{,}50$$

$$\sigma_a = 3,7\ kgf/cm^2$$

SP03

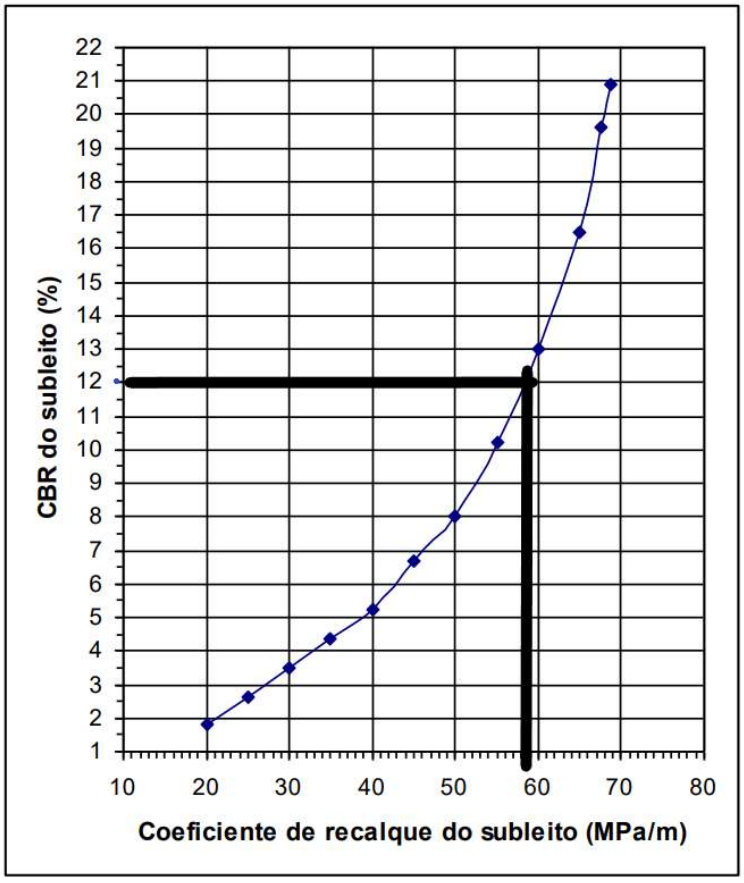
$$N_{SPT} = \frac{N_{SPT\,(1m)} + N_{SPT\,(2m)} + N_{SPT\,(3m)} + N_{SPT\,(4m)}}{4}$$

$$N_{SPT} = \frac{8 + 10 + 9 + 25}{4}$$

$$N_{SPT} = 13$$

$$\sigma_a = 2,6\ kgf/cm^2$$

ISC01



Kv = 57 Mpa/m

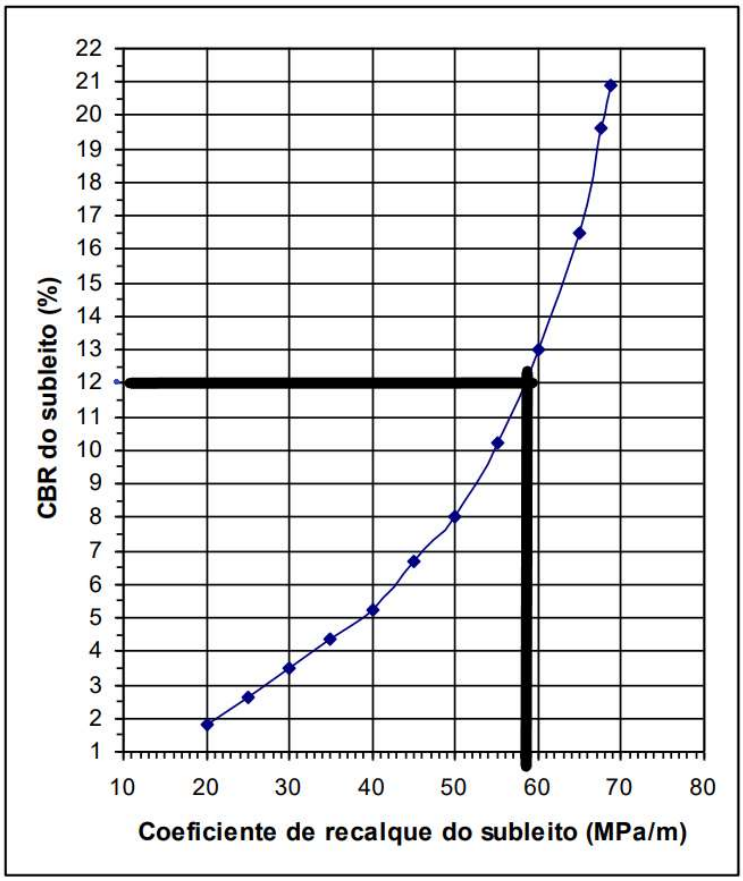
Adotado para a análise que 10 MPa/m aproximadamente 1 kgf/cm³, logo Kv = 5,7Kgf/cm³, analisando a tabela de correlação empírica.

Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)	Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Temos o seguinte valor para tensão admissível do solo

$$\sigma_a = 2,85\ kgf/cm^2$$

ISC02



Kv = 57 Mpa/m

Adotado para a análise que 10 MPa/m aproximadamente 1 kgf/cm³, logo Kv = 5,7Kgf/cm³, analisando a tabela de correlação empírica.

Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)	Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Temos o seguinte valor para tensão admissível do solo

$$\sigma_a = 2,85\ kgf/cm^2$$

2 – CONCLUSÃO

A tensão admissível do solo estabelecida no projeto, de 2,00 Kgf/cm², quando contrastada com os resultados dos ensaios apresentados nos relatórios, determina o seguinte:

Os valores de tensão admissível do solo in situ, conforme indicados em cada sondagem analisada, realizada na região onde o prédio será construído, como documentado nos relatórios de sondagem, são consistentes com o projeto de fundação apresentado, visto que a tensão admissível testificada na região compreende resultados entre 2,6 kgf/cm² e 3,7 kgf/cm². Isso garante a compatibilidade necessária para manter as dimensões viáveis dos elementos de fundação, assegurando, assim, o adequado desempenho do empreendimento em termos de segurança.

JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038

Assinado de forma digital por JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038
Dados: 2024.04.15 09:12:14 -03'00'

Eng.º Civil João Katczinski

CREA: RS213510

PREFEITURA MUNICIPAL DE VALE DO SOL – RS

CNPJ: 94.577.574/0001-70

4 – ANEXOS – BOLETINS DE SONDAGEM

KATCZINSKI engenharia

RESULTADO DE SONDAGEM

CLIENTE: ENG. JOÃO KATCZINSKI
PROJETO: ESCOLA AGRÍCOLA — MUNICÍPIO: VALE DO SOL/ RS

PERFIL DE SONDAGEM Nº SPT- 01 — **COTA (m): -** — **DATA** INÍCIO: 21/07/2021 TÉRMINO: 21/07/2021

NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR

⊗ AMOSTRA SPT
☐ AMOSTRA SHELBY

PESO = 65 Kg
ALT. DE QUEDA=75 cm

AMOSTRADOR Ø INT. 1 3/8" (34,8 mm)
Ø EXT. 2" (50,8 mm)
REVESTIMENTO Ø INT. 2 5/8" (67 mm)

1º e 2º
2º e 3º

1ª e 2ª	2ª e 3ª	PROF. (m)	NÍVEL D'ÁGUA	COTA EM REL. RN	PERFIL LITOLÓGICO	PROF. CAMADA (m)	Classificação do Material (sondagem a percussão)
		0				0,00	
9	21	1				0,10	Camada solo vegetal.
						1,10	Argila arenosa. Cor marrom.
6	7	2				1,60	Argila com caliça e pedregulhos. Cor Variegada. Média a Dura.
5	6	3					Argila arenosa. Cor marrom. Mole à Dura.
15	25	4				4,80	
		5					Impenetrável ao Trépano de Lavagem a Este Tipo de Sondagem. Matacão ou Rocha.
		6					
		7					
		8					
		9					
		10					
		11					
		12					
		13					
		14					
		15					
		16					
		17					
		18					
		19					
		20					

OPERADOR: INACIO	PROF. (m)	N.A	COTA RN	PERFIL LITOLÓG.	PROF. CAMADA	Classificação do Material
RESPONSÁVEL: JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038 Assinado de forma digital por JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038 Dados: 2021.08.04 14:14:06 -03'00'	NA(m)	INICIAL: - FINAL (24h): SECO				OBSERVAÇÕES:

KATCZINSKI engenharia

RESULTADO DE SONDAGEM

CLIENTE: ENG. JOÃO KATCZINSKI
PROJETO: ESCOLA AGRÍCOLA — MUNICÍPIO: VALE DO SOL/ RS

PERFIL DE SONDAGEM Nº SPT- 02 | **COTA (m): -** | **DATA** INÍCIO: 21/07/2021 TÉRMINO: 21/07/2021

NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR

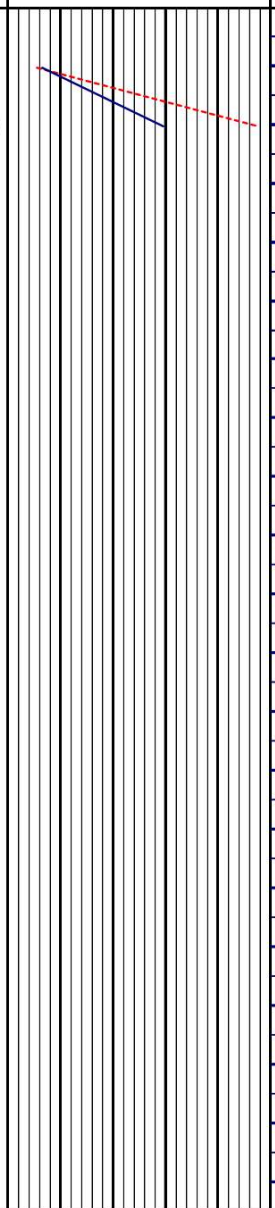
⊗ AMOSTRA SPT
☐ AMOSTRA SHELBY

PESO = 65 Kg
ALT. DE QUEDA=75 cm

AMOSTRADOR Ø INT. 1 3/8" (34,8 mm)
Ø EXT. 2" (50,8 mm)
REVESTIMENTO Ø INT. 2 5/8" (67 mm)

1º e 2º
2º e 3º

1ª e 2ª	2ª e 3ª
6	7
48	30/5



PROF. (m)	NÍVEL D'ÁGUA	COTA EM REL. RN	PERFIL LITOLÓGICO	PROF. CAMADA (m)	Classificação do Material (sondagem a percussão)
0				0,00	Camada solo vegetal.
				0,10	Argila arenosa. Cor cinza. Média.
1				1,80	Alteração pouco argilosa. Cor Variegada. Dura.
2				2,20	Impenetrável ao Trépano de Lavagem a Este Tipo de Sondagem. Matacão ou Rocha.
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

PROF. (m)	N.A	COTA RN	PERFIL LITOLÓG.	PROF. CAMADA	Classificação do Material

OPERADOR: INACIO

RESPONSÁVEL: JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038 — Assinado de forma digital por JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038 Dados: 2021.08.04 14:14:39 -03'00'

NA(m) INICIAL: -
FINAL (24h): SECO

OBSERVAÇÕES:

KATCZINSKI engenharia

RESULTADO DE SONDAGEM

CLIENTE: ENG. JOÃO KATCZINSKI
PROJETO: ESCOLA AGRÍCOLA — MUNICÍPIO: VALE DO SOL/ RS

PERFIL DE SONDAGEM Nº SPT- 03 | **COTA (m): -** | **DATA** INÍCIO: 21/07/2021 TÉRMINO: 21/07/2021

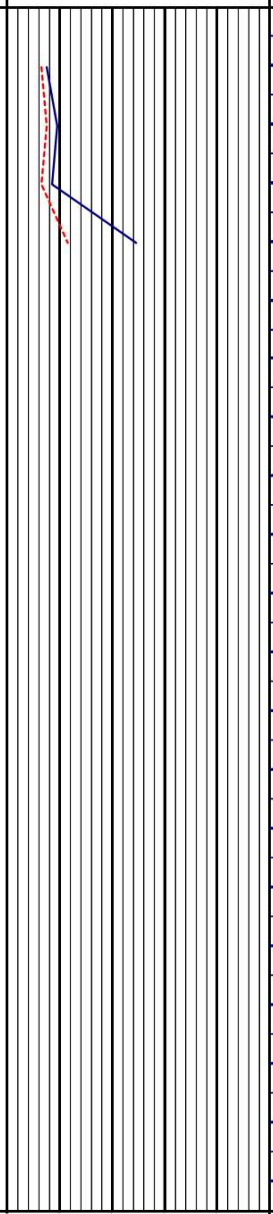
NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR

⊗ AMOSTRA SPT
☐ AMOSTRA SHELBY

PESO = 65 Kg
ALT. DE QUEDA=75 cm

AMOSTRADOR Ø INT. 1 3/8" (34,8 mm)
Ø EXT. 2" (50,8 mm)
REVESTIMENTO Ø INT. 2 5/8" (67 mm)

1º e 2º
2º e 3º



1ª e 2ª	2ª e 3ª	PROF. (m)	PROF. CAMADA (m)	Classificação do Material (sondagem a percussão)
		0	0,00	Camada solo vegetal.
7	8	1	0,10	Argila arenosa. Cor marrom.
			1,00	Argila com pedregulhos. Cor marrom. Média.
8	10	2	1,90	Argila arenosa. Cor variegada. Média a Dura.
7	9	3		
12	25	4		
		5	4,90	Impenetrável ao Trépano de Lavagem a Este Tipo de Sondagem. Matacão ou rocha.
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
		15		
		16		
		17		
		18		
		19		
		20		

NÍVEL D'ÁGUA | COTA EM REL. RN | PERFIL LITOLÓGICO

OPERADOR: INACIO

PROF. (m) | N.A | COTA RN | PERFIL LITOLÓG. | PROF. CAMADA | Classificação do Material

RESPONSÁVEL: JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038 Assinado de forma digital por JOAO LUIZ DOS SANTOS KATCZINSKI:00311836038 Dados: 2021.08.04 14:15:11 -03'00'

NA(m) INICIAL: -
FINAL (24h): SECO

OBSERVAÇÕES:

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA

DATA:	08/11/2021	ESTACA: +05	
OBRA:	Faxinal de Dentro	AMOSTRA N	004
MATERIAL :	Argila Arenosa Marrom	PROF:	

Molde nº	14	Ponto nº		Energia de Compactação	N

DETERMINAÇÃO DE TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA

CAPSULA Nº	48	28
PESO ÚMIDO + TARA	127.10	128.10
PESO SECO + TARA	126.50	127.70
TARA	28.50	25.00
PESO DA ÁGUA	0.60	0.40
PESO DO SOLO SECO	98.00	102.70
TEOR DE UMIDADE	0.61	0.39
TEOR DE UMIDADE MEDIA	0.50	

MOLDAGEM

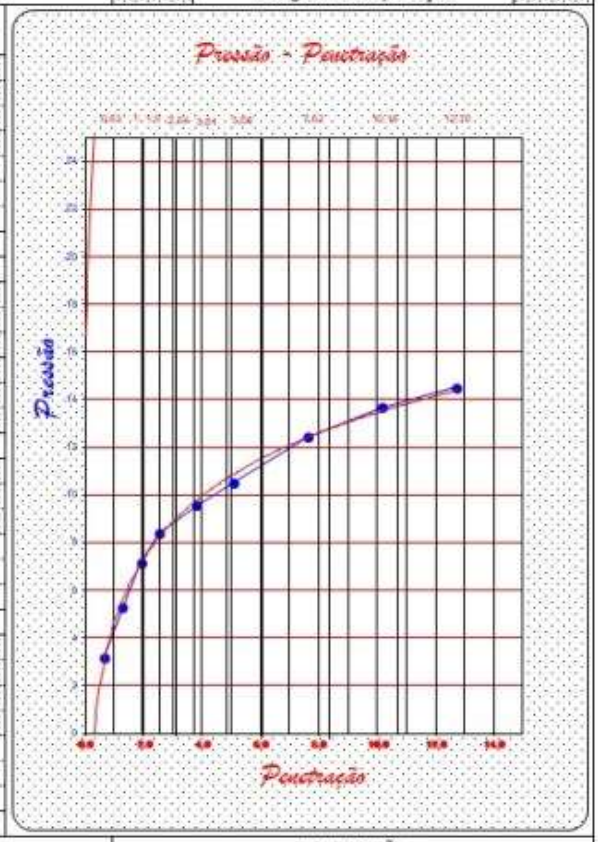
PESO AMOSTRA SECA	5.970
PESO AMOSTRA UMIDADE ÓTIMA	7.427
PESO AMOSTRA UMIDADE HIGROSCÓPICA	6.000
ADIÇÃO TEÓRICA	1.427
ADIÇÃO EVAPORAÇÃO	0.043
ADIÇÃO TOTAL	1.470

DENSIDADE APARENTE SECA

VOLUME CILINDRO	2.069
PESO MOLDE + SOLO + ÁGUA	10.178
PESO DO MOLDE	5.684
PESO DO SOLO + ÁGUA	4.494
DENSIDADE SOLO ÚMIDO	2.172
DENSIDADE SOLO SECO	1.746

DETERMINAÇÃO TEOR UMIDADE DE MOLDAGEM

CAPSULA Nº	3	56
PESO ÚMIDO + TARA	129.45	131.00
PESO SECO + TARA	109.45	111.23
TARA	28.60	29.10
PESO DA ÁGUA	20.00	19.77
PESO SOLO SECO	80.85	82.13
TEOR DE UMIDADE	24.74	24.07
TEOR UMIDADE MEDIA	24.4	



EXPANSÃO

DATA	HORA	LEITURA	Diferença	Expansão
08/11/2021	09:00	0.10		
13/11/2021	09:00	1.56	1.46	1.28%

PENETRAÇÃO

TEMPO EM MIN.	PENETR. EM MIN.	LEITURA DEFLECT.	CARGA Calculada	CARGA Corrigida	I.S.C. %
0.0	0.00				
0.5	0.63	30.00	3.156		
1.0	1.27	50.00	5.261		
1.5	1.90	68.00	7.155		
2.0	***2.54***	80.00	8.417		12.02
3.0	3.81	91.00	9.575		
4.0	***5.08***	100.00	10.522		10.02
6.0	7.62	118.00	12.415		
8.0	10.16	130.00	13.678		
10.0	12.70	138.00	14.520		

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

DENSIDADE MÁXIMA:	1.758	Const. Prensa
UMIDADE ÓTIMA	24.80	

RESULTADOS

DENS. AP. SECA kg/m³	1.746
I.S.C. (%)	12.0
EXPANSÃO (%)	1.28%

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA

DATA:	08/11/2021	ESTACA: +01	
OBRA:	Linha Alto Castelhano	AMOSTRA N	001
MATERIAL :	Argila Arenosa Marrom	PROF:	

Molde nº	14	Ponto nº		Energia de Compactação	N

DETERMINAÇÃO DE TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA

CAPSULA Nº	48	28
PESO ÚMIDO + TARA	127.10	128.10
PESO SECO + TARA	126.50	127.70
TARA	28.50	25.00
PESO DA ÁGUA	0.60	0.40
PESO DO SOLO SECO	98.00	102.70
TEOR DE UMIDADE	0.61	0.39
TEOR DE UMIDADE MEDIA	0.50	

MOLDAGEM

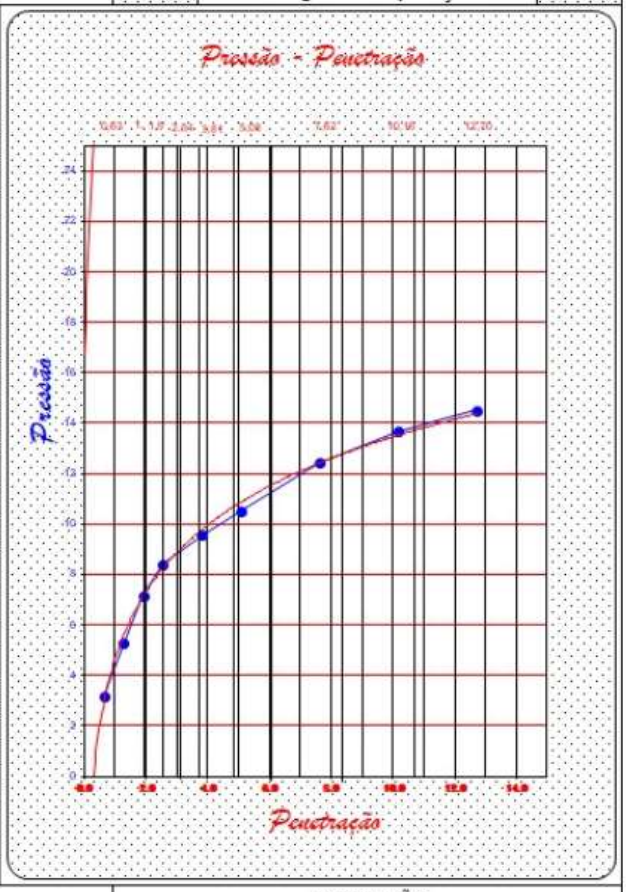
PESO AMOSTRA SECA	5.970
PESO AMOSTRA UMIDADE ÓTIMA	7.427
PESO AMOSTRA UMIDADE HIGROSCÓPICA	6.000
ÁGUA TEÓRICA	1.427
ÁGUA EVAPORAÇÃO	0.043
ÁGUA TOTAL	1.470

DENSIDADE APARENTE SECA

VOLUME CILINDRO	2.069
PESO MOLDE + SOLO + ÁGUA	10.178
PESO DO MOLDE	5.684
PESO DO SOLO + ÁGUA	4.494
DENSIDADE SOLO ÚMIDO	2.172
DENSIDADE SOLO SECO	1.746

DETERMINAÇÃO TEOR UMIDADE DE MOLDAGEM

CAPSULA Nº	3	50
PESO ÚMIDO + TARA	129.45	131.00
PESO SECO + TARA	109.45	111.23
TARA	28.60	29.10
PESO DA ÁGUA	20.00	19.77
PESO SOLO SECO	80.85	82.13
TEOR DE UMIDADE	24.74	24.07
TEOR UMIDADE MEDIA	24.4	



EXPANSÃO

DATA	HORA	LEITURA	Diferença	Expansão
08/11/2021	09:00	0.10		
13/11/2021	09:00	1.56	1.46	1.28%

PENETRAÇÃO

TEMPO EM MIN.	PENETR. EM MIN.	LEITURA DEFLECT.	CARGA Calculada	CARGA Corrigida	I.S.C. %
0.0	0.00				
0.5	0.63	30.00	3.156		
1.0	1.27	50.00	5.261		
1.5	1.90	68.00	7.155		
2.0	***2.54***	80.00	8.417		12.02
3.0	3.81	91.00	9.575		
4.0	***5.08***	100.00	10.522		10.02
6.0	7.62	118.00	12.415		
8.0	10.16	130.00	13.678		
10.0	12.70	138.00	14.520		

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

DENSIDADE MÁXIMA:	1.758	Const. Prensa
UMIDADE ÓTIMA	24.80	

RESULTADOS

DENS. AP. SECA kg/m³	1.746
I.S.C. (%)	12.0
EXPANSÃO (%)	1.28%