PREFEITURA DE MONTE CASTELO
O futuro é agora

Fone: (47) 3654-0166 – e-mail: engenharia@montecastelo.sc.gov.br

RELATÓRIO DO PROJETO

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E DRENAGEM PLUVIAL

DA RUA PERIMETRAL LAURO GREIN

Largura da rua: 9,00 m

Extensão: 776,50 m

Área de pavimentação: 7.469,23 m²

Monte Castelo

2026

SUMÁRIO

1.0 - APRESENTAÇÃO 6
2.0 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO 7
3.0 - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO 8
4.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO 9
4.1 - Introdução 9
4.2 - Coleta de Dados 9
4.2.1 - Características da Região 9
4.2.2 - Tipos Climáticos 10
4.2.3 - Dados Pluviométricos 11
4.2.4 - Precipitações Mensais 12
4.2.5 - Precipitações Diárias e Anuais 14
4.3 - Cálculo da Vazão 15
4.3.1 - Cálculo da Vazão Pelo Método Racional 15
4.3.2 - Tempo de Concentração (tc) 15
4.3.3 - Período de Recorrência ou Retorno (T) 16
4.3.4 - Coeficiente de Escoamento (C) 16
4.4 - Dimensionamento da Tubulação 19
5.0 - ESTUDO GEOTÉCNICO 22
5.1 - Introdução 22
5.2 - Ensaios geotécnicos 22
5.3.1 - Amostra 01 26
5.3.2 - Amostra 02 30
5.3.3 - Amostra 03 34
5.3.4 - Amostra 04 38
6.0 - ESTUDO DE TRÁFEGO 42
6.1 - Caracterização do Tráfego 42
6.2 Número “N” 44
6.3 Componentes do Tráfego 44
6.3.1 Taxas de Crescimento 44
6.3.2 Período de Análise 44
6.3.3 Fatores 45

6.3.3.1 Fatores de Correção 45
6.3.3.2 Fator de Equivalência de Carga 45
6.3.3.3 - Fator de Veículo 46
6.3.3.4 Fator de Pista 46
6.3.3.5 Fator Climático Regional 46
6.4 VMDa - Volume Médio Diário Anual 46
6.5 - Cálculo 47
7.0 - PROJETO GEOMÉTRICO 48
7.1 - Introdução 48
7.2 - Parâmetros de Projeto 48
7.2.1 Veículo de Projeto 48
7.3 - Velocidade de Projeto 48
7.4 - Seção Transversal 49
7.5 - Definição do Perfil Longitudinal 49
8.0 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 49
8.1 - Introdução 49
8.2 - CONSIDERAÇÕES 51
8.2.1 - Tráfego 51
8.2.2 - Subleito 51
8.2.3 Dimensionamento 51
8.2.3.1 Considerações gerais 51
8.2.4 Pavimento Flexível - DNIT 2006 52
8.2.4.1 Coeficiente de Equivalência Estrutural 52
8.2.4.2 Materiais das camadas de pavimentação 52
8.3 - METODOLOGIA DO CÁLCULO 53
8.4 - RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO 54
8.5 - Solução de Projeto 54
9.0 - MEMORIAL DESCRITIVO OPERACIONAL 55
9.1 - INSTALAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DA OBRA 56
9.1 - SERVIÇOS PRELIMINARES 56
9.1.1 - Placa de Obra 56

9.1.2 - Remoção de Cercas e Mourões 56
9.1.3 - Demolição de Alvenaria de Muro Existente 57
9.1.4 - Realocação de Postes 57
9.2 - TERRAPLANAGEM 57
9.2.1 - Regularização e Compactação de Subleito 57
9.2.2 - Escavação Carga e Transporte de Material de 1ª Categoria 58
9.2.3 - Recomposição Mecanizada de Aterro e Compactação de Solo 58
9.3 - DRENAGEM PLUVIAL 58
9.3.1 - Escavação Mecanizada de Vala 58
9.3.2 - Preparo de Fundo de Vala 59
9.3.3 - Tubo de Concreto para Redes Coletoras de Águas Pluviais 59
9.3.4 - Caixa para Boca de Lobo Simples Retangular 60
9.3.5 - Caixa de Ligação e Passagem 60
9.3.6 - Assentamento (meio-fio) Confeccionado em Concreto Pré-Fabricado 61
9.3.7 - Bocas de Bueiro de Concreto - BSTC 61
9.3.8 - Boca para Bueiro Duplo 61
9.4 - PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA 62
9.4.1 - Execução e Compactação de Base e ou Sub-Base com Macadame Seco 62
9.4.2 - Base para Pavimentação com Brita Graduada, Inclusive Compactação 63
4.9.3 - Execução da Imprimação 63
9.4.4 - Pintura de Ligação 64
9.4.5 - Construção de Pavimento com Aplicação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), Camada de Rolamento 65
9.5 - MURO DE CONTENÇÃO 66
9.6 - ILUMINAÇÃO 67
9.6.1 Normas e Determinações 67
9.6.2 - Cabos e Eletrodutos 67
9.6.2.1 - Circuitos 67
9.6.2.2 - Eletrodutos 67
9.6.2.3 - Escavação de Vala para Eletrodutos 68
6.3.1 – Blocos de fundação para fixação de poste metálico. 68
9.7 - PASSEIOS 68
9.7.1 - Compactação de Aterro dos passeios 68
9.7.2 - Execução de Meio Fio para Travamento do Passeio 69

9.7.3 - Execução de Passeio em Piso Intertravado com Bloco Retangular Cor Natural de 20x10 cm, Espessura 6,0 cm 69
9.7.4 - Piso Podotátil Intertravado..... 71
9.8 - CICLOVIA..... 71
9.9 - SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO 72
9.9.1 - Sinalização Horizontal..... 72
9.9.2 - Sinalização Vertical..... 73
9.10 - EXECUÇÃO E CONTROLE..... 73
9.10.1 - Responsabilidades 73
9.11 - ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO 74
9.12 - RECEBIMENTO DOS SERVIÇOS..... 75

1.0 - APRESENTAÇÃO

A Prefeitura de Monte Castelo/SC apresenta nesta oportunidade o Projeto Executivo de Engenharia Viária referente ao projeto de pavimentação e urbanização da Rua Perimetral Lauro Grein, no município de Monte Castelo/SC, contendo uma extensão de 776,50 metros e com área total de 7.469,23 m².

A elaboração do projeto executivo conta com o seguinte escopo, contratado pelo cliente:

- Levantamento planialtimétrico cadastral;
- Estudo hidrológico;
- Estudo geotécnico;
- Estudo de tráfego;
- Projeto geométrico;
- Projeto de terraplenagem;
- Projeto de drenagem pluvial;
- Projeto de pavimentação;
- Projeto de sinalização viária;
- Projeto de obras complementares;
- Quadro de quantidades e orçamento da obra;
- Cronograma Físico-Financeiro e Cronograma Físico;

2.0 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Imagem 2.1: Perimetral Lauro Grein



Fonte: Google Earth

3.0 - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Conforme visita realizada pela equipe técnica da Prefeitura Municipal ao local do projeto, foi realizado um levantamento fotográfico, bem como vistoria do local quanto a alguns aspectos que possam vir a interferir no projeto. Desta forma, na sequência é apresentada a caracterização fotográfica do local.

Imagem 3.1: Perimetral Lauro Grein



Fonte: O Autor

Imagem 3.2: Perimetral Lauro Grein



Fonte: O Autor

Imagem 3.3: Perimetral Lauro Grein



Fonte: O Autor

4.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1 - Introdução

O objetivo é estabelecer metodologia, procedimentos e forma de apresentação de estudos hidrológicos, de modo a fornecer subsídios para o planejamento da obra e determinação das vazões de dimensionamento das estruturas hidráulicas e dos dispositivos de drenagem para o projeto da via.

4.2 - Coleta de Dados

A seguir será apresentado as características da região, como clima, e pluviometria do município de Monte Castelo, localizado no estado de Santa Catarina.

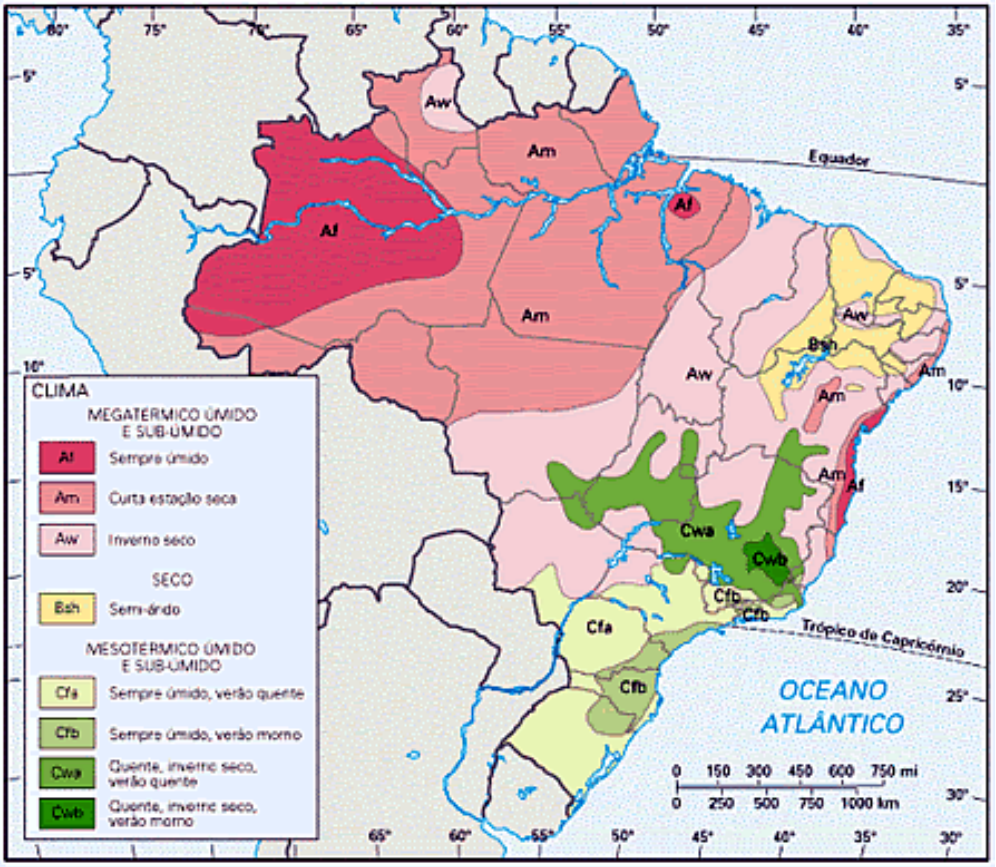
4.2.1 - Características da Região

A região objeto deste estudo localiza-se no município de Monte Castelo. Localizado a uma latitude 26º27'44" S e a uma longitude 50º13'52" W, estando a uma altitude de 820 metros do nível do mar. Sua população era de 8.346 habitantes (IBGE 2010). Possui uma área de 573,585 km².

4.2.2 - Tipos Climáticos

Pelo sistema de classificação climática de Köeppen, que preconiza a utilização de médias e índices numéricos dos elementos de temperatura e precipitação Monte Castelo apresenta um clima quente e temperado. Existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano. Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade. De acordo com a Köppen e Geiger a classificação do clima é Cfb. Monte Castelo tem uma temperatura média de 16.8 °C. Pluviosidade média anual de 1429 mm conforme Figura 1.1

Figura 4.1 – Classificação climática do Brasil



Dentro da classificação “Cf” é possível distinguir, dois subtipos:

- Subtipo A - de verão quente: característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22º C;
- Subtipo B - de verão fresco: característico de zonas mais elevadas.

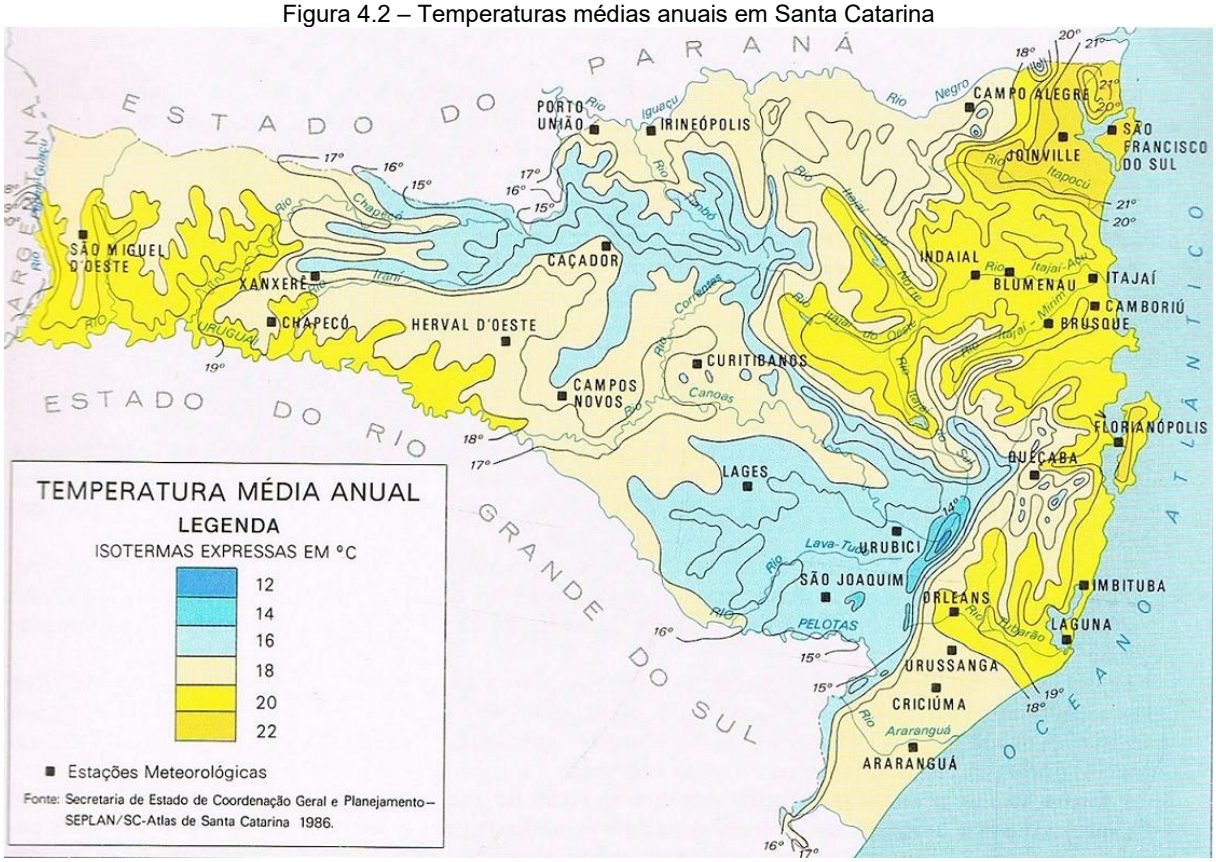
Conforme a classificação climática do estado de Santa Catarina, o local do projeto fica localizado na área “Cfb”. Sendo:

- “C” caracteriza-se por clima Úmido Mesotérmico, com latitudes médias;
- “f” chuvas bem distribuídas durante o ano;

- “b” verão morno.

Portanto, na região do projeto o clima é mesotérmico úmido com temperatura média anual entre 18ºC e 20ºC. A Figura 1.2 ilustra as temperaturas médias anuais em Santa Catarina.

Figura 4.2 – Temperaturas médias anuais em Santa Catarina



Fonte: GEO Conceição, 2012.

4.2.3 - Dados Pluviométricos

Para a caracterização do regime pluviométrico da região foram coletados os dados da estação que fica localizada no Distrito de Residência Fuck, cidade de Monte Castelo. A seguir segue os dados da estação:

- Código: 02650015
- Bacia do Rio Paraná
- Latitude: 26º42’37” S – Longitude: 50º17’27” W
- Altitude: 790 metros

4.2.4 - Precipitações Mensais

A partir das tabelas a seguir, observa-se que a chuva ao longo do ano é bem distribuída, com a média de precipitação mensal variando entre 97,85mm no mês de abril a186,77mm no mês de outubro.

Tabela 4.1 – Precipitações mensais

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1977	205,10	103,20	217,90	81,60	19,00	75,60	82,00	118,60	42,80	257,40	172,40	112,40	1488,00
1978	117,80	104,00	173,40	0,00	52,40	58,40	140,00	77,60	114,80	142,60	96,80	184,80	1262,60
1979	30,80	108,60	53,00	114,80	233,40	33,30	93,60	60,80	186,60	296,60	137,40	224,20	1573,10
1980	174,80	154,40	143,80	91,00	86,40	67,40	233,20	184,80	141,20	168,40	80,20	317,80	1843,40
1981	173,20	150,40	75,60	53,20	20,00	38,00	51,00	83,60	85,60	121,40	182,90	239,40	1274,30
1982	70,70	194,20	153,90	7,90	138,00	165,00	125,80	116,00	8,60	224,80	358,20	201,20	1764,30
1983	190,40	203,80	148,30	160,60	325,60	203,10	642,90	73,50	210,50	85,70	166,70	246,00	2657,10
1984	97,00	54,00	235,00	94,20	79,40	161,80	83,80	303,20	123,40	63,20	167,80	121,70	1584,50
1985	107,70	272,70	92,30	148,40	33,20	28,60	91,00	22,80	120,00	114,00	78,20	49,40	1158,30
1986	253,20	168,50	80,00	115,80	106,30	15,90	43,30	71,50	70,10	86,70	182,90	198,10	1392,30
1987	212,50	153,80	30,90	74,10	259,40	105,40	66,00	119,10	51,10	182,60	47,40	139,60	1441,90
1988	224,20	146,90	82,10	142,60	332,20	96,50	4,20	19,00	143,90	219,20	48,40	183,20	1642,40
1989	262,40	233,90	188,30	107,90	126,30	65,30	136,20	57,90	242,80	141,40	70,40	60,00	1692,80
1990	282,30	171,00	172,40	117,30	162,60	177,90	166,40	118,60	155,80	209,40	108,80	96,40	1938,90
1991	145,40	31,40	113,80	51,60	49,20	215,70	78,90	139,80	31,40	204,70	99,30	211,20	1372,40
1992	110,90	167,00	294,60	49,10	461,00	155,40	123,30	124,90	105,30	28,30	88,30	55,80	1763,90
1993	143,00	165,60	149,20	26,10	179,00	47,30	120,90	11,20	350,40	146,00	89,30	96,20	1524,20
1994	44,30	320,40	75,20	131,10	155,40	160,80	173,90	40,90	63,10	139,10	225,60	153,90	1683,70
1995	180,80	180,80	58,90	32,50	0,70	30,20	114,20	148,80	66,00	231,00	129,20	94,90	1268,00
1996	54,00	98,40	239,50	30,00	95,00	216,00	127,50	33,10	209,20	156,70	51,10	199,30	1509,80
1997	257,50	176,00	74,90	37,40	82,00	155,60	54,30	186,30	130,50	294,40	318,20	152,10	1919,20
1998	183,60	182,50	301,40	321,90	72,20	85,70	185,40	270,60	296,10	198,90	40,70	96,60	2235,60
1999	103,10	237,80	135,90	108,50	63,40	110,50	203,50	12,20	107,40	220,00	67,50	116,70	1486,50
2000	175,10	171,40	156,90	69,40	69,60	114,30	111,80	110,50	249,40	199,50	79,90	206,00	1713,80
2001	187,00	228,10	123,00	165,60	168,80	92,40	111,00	61,60	155,30	206,40	165,40	150,60	1815,20
2002	149,00	129,70	160,90	105,40	94,60	51,30	91,40	81,90	161,80	262,80	213,10	99,50	1601,40
2003	74,10	220,90	141,20	58,30	49,90	105,40	59,30	21,60	64,10	141,60	88,20	170,20	1194,80
2004	93,90	133,20	95,20	69,40	149,50	83,50	167,80	47,50	95,20	294,60	80,40	86,90	1397,10
2005	157,60	74,60	94,90	156,80	220,20	75,80	63,50	134,30	237,90	249,00	59,90	21,90	1546,40
2006	224,60	76,80	142,50	18,30	15,70	21,90	49,60	72,80	135,20	81,00	203,30	114,60	1156,30
2007	143,10	153,20	125,40	164,50	214,30	16,90	163,30	51,40	104,90	228,30	126,10	164,70	1656,10
2008	161,90	132,10	164,20	112,10	35,80	98,40	19,00	63,30	127,90	305,20	182,70	55,90	1458,50
2009	152,20	200,30	34,20	51,60	82,60	54,30	163,00	146,90	339,60	174,90	231,10	124,50	1755,20
2010	235,50	76,70	149,90	308,70	177,80	145,10	117,70	221,20	65,20	171,50	142,10	220,90	2032,30
2011	368,70	365,20	131,80	71,10	48,80	127,30	233,50	295,40	223,60	227,10	116,80	64,00	2273,30
2012	265,90	253,40	38,10	156,50	58,80	152,90	183,40	19,40	86,30	235,60	72,30	256,40	1779,00
2013	119,60	155,10	137,90	62,90	73,90	247,60	117,90	127,90	306,90	115,50	72,10	111,60	1648,90
2014	255,30	163,30	214,70	89,20	82,50	485,30	61,90	81,40	214,20	76,30	154,30	145,10	2023,50
2015	185,60	164,50	170,20	58,60	127,10	135,20	201,80	104,70	212,70	382,30	208,80	219,20	2170,70
Mínima	**30,80**	**31,40**	**30,90**	**0,00**	**0,70**	**15,90**	**4,20**	**11,20**	**8,60**	**28,30**	**40,70**	**21,90**	**1156,30**
Máxima	**368,70**	**365,20**	**301,40**	**321,90**	**461,00**	**485,30**	**642,90**	**303,20**	**350,40**	**382,30**	**358,20**	**317,80**	**2657,10**
Média	**168,56**	**166,10**	**137,73**	**97,85**	**123,13**	**114,79**	**129,67**	**103,50**	**149,66**	**186,77**	**133,44**	**147,77**	**1658,97**

Tabela 4.2 – Dias de chuva

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1977	17,0	9,0	16,0	7,0	6,0	7,0	6,0	10,0	5,0	11,0	12,0	9,0
1978	12,0	9,0	8,0	0,0	3,0	4,0	6,0	4,0	4,0	6,0	10,0	8,0
1979	1,0	8,0	5,0	5,0	10,0	4,0	8,0	3,0	8,0	13,0	6,0	12,0
1980	9,0	7,0	8,0	2,0	6,0	5,0	10,0	10,0	10,0	16,0	7,0	18,0
1981	17,0	9,0	7,0	5,0	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0	11,0	11,0	10,0
1982	6,0	14,0	13,0	4,0	5,0	13,0	10,0	11,0	2,0	12,0	13,0	13,0
1983	12,0	13,0	7,0	11,0	17,0	13,0	20,0	8,0	13,0	9,0	11,0	19,0
1984	11,0	4,0	14,0	9,0	8,0	12,0	6,0	17,0	9,0	10,0	15,0	17,0
1985	12,0	24,0	16,0	16,0	8,0	7,0	9,0	9,0	11,0	14,0	11,0	11,0
1986	18,0	16,0	10,0	13,0	12,0	5,0	11,0	7,0	10,0	6,0	12,0	15,0
1987	9,0	12,0	3,0	10,0	16,0	10,0	9,0	9,0	11,0	14,0	11,0	12,0
1988	15,0	16,0	7,0	14,0	21,0	10,0	2,0	3,0	9,0	12,0	5,0	14,0
1989	18,0	13,0	14,0	10,0	9,0	10,0	9,0	7,0	11,0	7,0	7,0	8,0
1990	22,0	10,0	12,0	9,0	6,0	7,0	13,0	6,0	12,0	18,0	12,0	8,0
1991	8,0	6,0	12,0	8,0	6,0	8,0	5,0	11,0	3,0	11,0	11,0	9,0
1992	6,0	14,0	19,0	4,0	15,0	11,0	11,0	13,0	6,0	8,0	13,0	10,0
1993	15,0	18,0	15,0	7,0	7,0	7,0	12,0	4,0	19,0	17,0	7,0	13,0
1994	10,0	23,0	9,0	10,0	11,0	9,0	11,0	1,0	11,0	20,0	14,0	13,0
1995	13,0	13,0	11,0	5,0	1,0	11,0	8,0	3,0	10,0	17,0	10,0	13,0
1996	7,0	4,0	8,0	1,0	7,0	12,0	8,0	4,0	9,0	13,0	6,0	13,0
1997	18,0	14,0	5,0	5,0	9,0	9,0	8,0	11,0	11,0	19,0	26,0	13,0
1998	18,0	23,0	20,0	16,0	13,0	17,0	23,0	16,0	20,0	17,0	10,0	6,0
1999	14,0	17,0	11,0	16,0	9,0	11,0	14,0	7,0	9,0	13,0	15,0	14,0
2000	20,0	19,0	16,0	7,0	14,0	18,0	12,0	11,0	19,0	22,0	18,0	21,0
2001	21,0	20,0	20,0	14,0	10,0	13,0	14,0	14,0	20,0	11,0	19,0	17,0
2002	20,0	15,0	18,0	15,0	18,0	16,0	14,0	15,0	14,0	21,0	17,0	20,0
2003	14,0	16,0	16,0	7,0	9,0	14,0	12,0	9,0	14,0	19,0	11,0	16,0
2004	15,0	12,0	14,0	17,0	15,0	7,0	16,0	2,0	10,0	11,0	9,0	14,0
2005	16,0	10,0	9,0	18,0	11,0	12,0	7,0	8,0	20,0	21,0	12,0	10,0
2006	14,0	14,0	9,0	3,0	7,0	4,0	9,0	4,0	11,0	16,0	13,0	12,0
2007	14,0	13,0	12,0	9,0	13,0	4,0	10,0	7,0	10,0	17,0	8,0	14,0
2008	22,0	14,0	15,0	12,0	2,0	11,0	2,0	12,0	11,0	18,0	20,0	7,0
2009	14,0	18,0	7,0	7,0	7,0	8,0	17,0	7,0	17,0	17,0	16,0	9,0
2010	19,0	8,0	12,0	8,0	12,0	7,0	8,0	10,0	6,0	13,0	16,0	19,0
2011	22,0	21,0	18,0	9,0	7,0	8,0	14,0	13,0	6,0	10,0	9,0	8,0
2012	13,0	10,0	6,0	11,0	6,0	11,0	11,0	4,0	8,0	13,0	10,0	14,0
2013	9,0	13,0	12,0	2,0	11,0	13,0	8,0	5,0	13,0	12,0	8,0	7,0
2014	14,0	10,0	13,0	9,0	9,0	14,0	6,0	5,0	12,0	5,0	10,0	14,0
2015	23,0	18,0	12,0	7,0	9,0	10,0	14,0	5,0	15,0	18,0	19,0	20,0
Mínima	**1,0**	**4,0**	**3,0**	**0,0**	**1,0**	**4,0**	**2,0**	**1,0**	**2,0**	**5,0**	**5,0**	**6,0**
Máxima	**23,0**	**24,0**	**20,0**	**18,0**	**21,0**	**18,0**	**23,0**	**17,0**	**20,0**	**22,0**	**26,0**	**21,0**
Média	**14,3**	**13,5**	**11,8**	**8,8**	**9,4**	**9,6**	**10,2**	**8,0**	**10,9**	**13,8**	**12,1**	**12,8**

4.2.5 - Precipitações Diárias e Anuais

Com base na Tabela abaixo e seu respectivo período de observação, constata-se que a precipitação anual tem uma média de aproximadamente 1.659,0 mm.

Tabela 4.3 – Precipitações anuais

Ano	Máxima Precipitação Diária	Dias de chuva	Precipitação Total Anual
1977	63,2	115,0	1.488,0
1978	77,2	74,0	1.262,6
1979	78,4	83,0	1.573,1
1980	76,4	108,0	1.843,4
1981	87,6	97,0	1.274,3
1982	63,6	116,0	1.764,3
1983	93,6	153,0	2.657,1
1984	90,2	132,0	1.584,5
1985	94,6	148,0	1.158,3
1986	83,6	135,0	1.392,3
1987	75,6	126,0	1.441,9
1988	55,4	128,0	1.642,4
1989	82,3	123,0	1.692,8
1990	80,5	135,0	1.938,9
1991	118,6	98,0	1.372,4
1992	112,6	130,0	1.763,9
1993	81,1	141,0	1.524,2
1994	49,8	142,0	1.683,7
1995	47,0	114,0	1.268,0
1996	86,0	92,0	1.509,8
1997	84,3	148,0	1.919,2
1998	64,9	199,0	2.235,6
1999	114,8	150,0	1.486,5
2000	61,5	197,0	1.713,8
2001	80,4	193,0	1.815,2
2002	67,9	203,0	1.601,4
2003	56,1	157,0	1.194,8
2004	83,1	142,0	1.397,1
2005	91,3	154,0	1.546,4
2006	67,9	116,0	1.156,3
2007	73,0	131,0	1.656,1
2008	48,7	146,0	1.458,5
2009	78,0	144,0	1.755,2
2010	102,6	138,0	2.032,3
2011	76,1	145,0	2.273,3
2012	125,6	117,0	1.779,0
2013	105,1	113,0	1.648,9
2014	119,2	121,0	2.023,5
2015	93,3	170,0	2.170,7
Média	-	-	**1.659,0**

4.3 - Cálculo da Vazão

Para a determinação das vazões de projeto foi utilizado o Método Racional para bacias até 10 km².

4.3.1 - Cálculo da Vazão Pelo Método Racional

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A determinação do tempo de concentração é de fundamental importância no Método Racional, ao lado do coeficiente de escoamento superficial. O cálculo das vazões é dado pela expressão:

$$Q = \frac{CIA}{360}(m^3/s)$$

Onde:
Q – Pico de vazão em m³/s;
C – Coeficiente de deflúvio superficial;
I – Intensidade da chuva, em mm/h para o tempo de concentração e o período de recorrência considerado;
A – Área da bacia em ha.

4.3.2 - Tempo de Concentração (tc)

O método racional se baseia no princípio que a vazão máxima, provocada por uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando todas as partes da bacia passam a contribuir para seção de drenagem.

O tempo necessário para que isto aconteça, medido a partir da chuva, é o que se denomina tempo de concentração (tc).

De maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer é função dos seguintes parâmetros:

- Área da bacia;
- Comprimento e declividade do canal mais longo (principal);
- Comprimento ao longo do curso principal, desde o centro da bacia até a seção de saída considerada;
- Forma da bacia;
- Declividade média do terreno;
- Declividade e comprimento dos afluentes;

- Rugosidade do canal;
- Tipo de recobrimento vegetal;
- Distância entre o fim do canal e o espigão.

O tempo de concentração não é constante para uma dada área, mas varia com o estado de recobrimento vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia. Mas, para períodos de recorrência superiores a 10 anos, a influência da vegetação parece ser desprezível.

Existem fórmulas empíricas e ábacos que fornecem o valor desse tempo em função das características físicas da bacia.

Segue a fórmula adotada, sendo que as características mais frequentemente utilizadas são o comprimento e a declividade do curso principal.

Fórmula do *California Culverts Practice, California Highways and Public Works* ou KIRPICH:

$$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

tc - o tempo de concentração, em minutos;

L - a extensão do talvegue, em quilômetros;

H - a diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado, em metros.

Quando o tc calculado for menor do que 10 minutos, adota-se tc de projeto = 10 minutos.

4.3.3 - Período de Recorrência ou Retorno (T)

Para o projeto em questão serão adotados os seguintes períodos de retorno:

- Obras de drenagem superficial ..... 10 anos
- Tubulações trecho urbano ..... 10 anos
- Bueiros ..... 15 anos
-Pontes ..... 100 anos

4.3.4 - Coeficiente de Escoamento (C)

Do volume precipitado sobre a bacia, apenas uma parcela atinge a seção de vazão, sob a forma de escoamento superficial, pois parte é interceptada ou umedece o solo ou preenche as depressões ou se infiltra rumo aos depósitos subterrâneos.

O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina coeficiente de deflúvio ou de escoamento.

As perdas podem oscilar sensivelmente de uma para outra precipitação, variando consequentemente o coeficiente de deflúvio. Em particular, a porcentagem da chuva que aparece como escoamento superficial aumenta com a intensidade e a duração de precipitação.

No método racional utiliza-se um coeficiente C, que, multiplicado pela intensidade da precipitação do projeto, fornece o pico da cheia considerada por unidade de área. Portanto, não se trata de uma relação de volumes escoado e precipitado, mas o coeficiente de deflúvio, nesse caso, está indicando a relação entre a vazão máxima escoada e a intensidade da precipitação.

O coeficiente de deflúvio depende da distribuição da chuva na bacia, da direção do deslocamento da tempestade em relação ao sistema de drenagem, da precipitação, do tipo do solo, da utilização que se faz da terra, da rede de drenagem existente, da duração e intensidade da chuva.

O valor de C, por se tratar de uma relação de vazões, além de levar em conta todos esses fatores, deve considerar, ainda, o efeito do armazenamento e da retenção superficial sobre a descarga.

O coeficiente de deflúvio C não traduz simplesmente o resultado da ação do terreno sobre a precipitação, da qual resulta a descarga superficial, mas é mais completamente definido como a relação entre a vazão de enchente de certa frequência e a intensidade média da precipitação de igual frequência.

A escolha deste coeficiente depende muito do julgamento pessoal do engenheiro. Em geral, as superfícies não são homogêneas, não sendo, por isso conveniente adotar um único valor tirado de tabelas para toda a área de drenagem. O mais conveniente é adotar um coeficiente composto, cujo cálculo é executado em planilha. Este cálculo é a determinação da média ponderada para toda a área da bacia de drenagem, de todos os valores de C para as parcelas que o compõe.

Obviamente, na escolha do valor de C para o projeto, deverá ser considerado o efeito da urbanização crescente, da possibilidade de realização de planos urbanísticos municipais e de legislação local referente ao zoneamento e ocupação do solo. Deve-se escolher para valor de C, um valor que o mesmo teria em T anos. As tabelas na sequência fornecem opções para o valor de C.

Tabela 4.4 – Coeficiente de escoamento “C” em áreas urbanas

CARACTERÍSTICAS	C (%)
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOSO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades	80 a 90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO - Material poroso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em relevo ondulado e com declividades moderadas.	60 a 80
TERRENO ESTÉRIL PLANO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades	50 a 70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO - Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não poroso.	40 a 65
MATAS DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA - Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	35 a 60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANENTE - Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terrenos de declividades variadas.	25 a 50
POMARES - Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramados.	15 a 40
TERRENOS CULTIVADOS, ZONAS ALTAS - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	15 a 40
FAZENDAS, VALES - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	10 a 40

Tabela 4.5 – Coeficiente de escoamento “C” em árias suburbanas e rurais

CARACTERÍSTICAS	C (%)
Pavimento de concreto de cimento ou concreto asfáltico	75 a 95
Pavimentos de macadame betuminoso	65 a 80
Acostamento ou revestimento primário	40 a 60
Solo não revestido	20 a 90
Taludes gramados (2:1)	50 a 70
Prados gramados	10 a 40
Áreas florestais	10 a 30
Campos cultivados	20 a 40
Áreas comerciais, zonas de centro de cidade	70 a 95
Zonas em inclinações moderadas com aproximadamente 50% de área impermeável	60 a 70
Zonas planas com aproximadamente 60% de área impermeável	50 a 60
Zonas planas com aproximadamente 30% de área impermeável	35 a 45

O C adotado no projeto é de 0,70.

4.4 - Dimensionamento da Tubulação

Os cálculos foram desenvolvidos com a utilização da fórmula de Manning, empregada para o dimensionamento em regimes uniformes e definida pela expressão:

$$Q = \frac{1}{n} . Rh^{2/3} . I^{1/2} . A$$

Onde:

- Q = descarga em m³/s;
- A = área da seção molhada em m²;
- n = coeficiente de rugosidade, n = 0,017 para o concreto;
- R = raio hidráulico da seção em m;
- I = declividade do fundo da galeria em m/m.

a) Raio Hidráulico (Rh)
Relação entre a área da seção e o respectivo perímetro molhado *Rh = A/P*

b) Determinação da Seção do Canal Adotado (A)
É calculada conforme configuração geométrica da seção adotada, lembrando que 85% da altura que corresponde à altura da superfície livre.
Seção Retangular $\rightarrow$ A = b x H
Seção circular $\rightarrow$ $A = \pi$ x r^2

c) Perímetro Molhado (P)
Perímetro da seção em contato com a parede, com exclusão da superfície livre.
Seção Retangular $\rightarrow$ $P = b + H + H$, deduzir 0,20m da altura *H*.
Seção circular $\rightarrow$ $P = 2 \times \pi \times r$

O projeto de galerias de águas pluviais pelo método racional, do mesmo modo que por qualquer outro método, adota os seguintes princípios:

- Numa galeria de águas pluviais temos as condições de escoamento como conduto livre, em regime permanente e uniforme;
- Quando a seção da galeria tem a forma circular, ela funciona à plena seção. No caso de seção retangular deve-se garantir a condição de conduto livre, admitindo uma lâmina d'água de 82% do diâmetro;
- O diâmetro ou a dimensão mínima é de 40 cm, para evitar entupimentos;
- A velocidade mínima à plena seção é de 0,70 m/s;

- A velocidade máxima permissível será de 5,50 m/s para evitar erosão excessiva;
- As dimensões da galeria não devem decrescer na direção de jusante, mesmo que, com o aumento da declividade, um conduto de menores dimensões tenha capacidade adequada.

A declividade da galeria, tanto quanto possível, deve ser igual à do terreno para reduzir-se o volume de escavação. Muitas vezes é conveniente usar galeria de menor dimensão empregando declividade maior que a do terreno, por ser mais econômico a despeito do aumento da escavação;

- Na junção das galerias, as geratrizes superiores terão a mesma cota.

Método Racional

$$Q = \frac{CIA}{360}(m^3/s)$$

Q = Vazão

I = Intensidade de chuva em mm/h

A = Área da bacia de contribuição em Km²

C = Coeficiente de Run-off ou deflúvio em %, o valor escolhido foi de acordo com a tabela 1.6 com valor de 0,30.

$$i = \frac{99{,}154.T^{0{,}217}}{(tc + 26)^{1{,}15}}$$

Equação de chuva Curitiba (Prof. P. V. Parigot de Souza)
i = intensidade de chuva em mm/min
T = Tempo de retorno (anos)
tc = Tempo de concentração em minutos

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

Planilha de Cálculo Para Dimensionamento de Galerias Pluviais
Obra: Pavimentação Asfáltica e Drenagem Pluvial
Local: Perimetral Lauro Grein - Bairro Centro - Monte Castelo/SC

PREFEITURA DE MONTE CASTELO
O futuro é agora

TRECHO	COTA INFERIOR TUBO			(L)	Decliv.	ÁREA (ha)		tc	T	i	C	Q (m³/s)	D (m)	Decliv.	Q	V	Cota do Terreno		Escavação		Recobrimento	
01	M	J	Diferença	(m)	(%)	(trecho)	(acumulada)	(minutos)	(anos)	(mm/min)	(run off)	(prevista)	(diâmetro)	m/m	m³/s	m/s	M	J	M	J	M	J
A1	792,885	791,256	1,629	35,00	4,65	1,926	1,926	10,00	10	2,65	0,7	0,596	0,40	0,047	0,273	2,18	793,750	792,256	0,865	1,000	0,385	0,520
A2	791,256	791,042	0,214	35,00	0,61	0,630	2,556	15,89	10	2,23	0,7	0,664	0,40	0,006	0,099	0,79	792,256	792,222	1,000	1,180	0,520	0,700
A3	791,042	790,895	0,147	27,00	0,54	0,555	3,111	20,70	10	1,97	0,7	0,714	0,40	0,005	0,094	0,74	792,222	792,332	1,180	1,437	0,700	0,957
TRECHO	COTA INFERIOR TUBO			(L)	Decliv.	ÁREA (ha)		tc	T	i	C	Q (m³/s)	D (m)	Decliv.	Q	V	Cota do Terreno		Escavação		Recobrimento	
02	M	J	Diferença	(m)	(%)	(trecho)	(acumulada)	(minutos)	(anos)	(mm/min)	(run off)	(prevista)	(diâmetro)	m/m	m³/s	m/s	M	J	M	J	M	J
A1	813,804	812,417	1,387	30,00	4,62	0,233	0,233	10,00	10	2,65	0,7	0,072	0,40	0,046	0,272	2,17	814,904	813,931	1,100	1,514	0,620	1,034
A2	812,417	811,063	1,354	30,00	4,51	0,106	0,339	11,86	10	2,50	0,7	0,099	0,40	0,045	0,269	2,14	813,931	812,563	1,514	1,500	1,034	1,020
A3	811,063	808,795	2,268	35,00	6,48	0,106	0,445	13,67	10	2,37	0,7	0,123	0,40	0,065	0,323	2,57	812,563	810,295	1,500	1,500	1,020	1,020
A4	808,795	806,081	2,714	35,00	7,75	0,091	0,536	15,32	10	2,26	0,7	0,142	0,40	0,078	0,353	2,81	810,295	807,580	1,500	1,499	1,020	1,019
A5	806,081	803,004	3,077	35,00	8,79	0,098	0,634	16,87	10	2,17	0,7	0,160	0,40	0,088	0,376	2,99	807,580	804,504	1,499	1,500	1,019	1,020
A6	803,004	799,951	3,053	35,00	8,72	0,108	0,742	18,43	10	2,08	0,7	0,180	0,40	0,087	0,374	2,98	804,504	801,451	1,500	1,500	1,020	1,020
A7	799,951	798,809	1,142	36,00	3,17	0,119	0,861	21,09	10	1,95	0,7	0,196	0,40	0,032	0,226	1,80	801,451	800,309	1,500	1,500	0,900	0,900
A8	798,809	798,360	0,449	30,00	1,50	0,113	0,974	24,31	10	1,80	0,7	0,205	0,40	0,015	0,155	1,23	800,309	799,860	1,500	1,500	0,900	0,900
A9	798,360	796,232	2,128	35,00	6,08	0,157	1,131	25,74	10	1,75	0,7	0,231	0,60	0,061	0,409	1,45	799,860	797,732	1,500	1,500	0,900	0,900
A10	796,232	793,047	3,185	35,00	9,10	0,135	1,266	26,90	10	1,70	0,7	0,252	0,60	0,091	0,501	1,77	797,732	794,547	1,500	1,500	0,900	0,900
A11	793,047	790,984	2,063	33,00	6,25	0,073	1,339	28,23	10	1,66	0,7	0,259	0,60	0,063	0,415	1,47	794,547	792,484	1,500	1,500	0,900	0,900
TRECHO	COTA INFERIOR TUBO			(L)	Decliv.	ÁREA (ha)		tc	T	i	C	Q (m³/s)	D (m)	Decliv.	Q	V	Cota do Terreno		Escavação		Recobrimento	
03	M	J	Diferença	(m)	(%)	(trecho)	(acumulada)	(minutos)	(anos)	(mm/min)	(run off)	(prevista)	(diâmetro)	m/m	m³/s	m/s	M	J	M	J	M	J
A1	813,000	811,556	1,444	30,00	4,81	2,411	2,411	10,00	10	2,65	0,7	0,746	0,40	0,048	0,278	2,21	814,495	813,024	1,495	1,468	1,015	0,988
A2	811,556	810,220	1,336	30,00	4,45	0,132	2,543	11,87	10	2,50	0,7	0,742	0,40	0,045	0,267	2,13	813,024	811,720	1,468	1,500	0,988	1,020
A3	810,220	809,300	0,920	35,00	2,63	0,117	2,660	14,71	10	2,30	0,7	0,714	0,40	0,026	0,205	1,64	811,720	810,830	1,500	1,530	1,020	1,050
A4	809,300	808,548	0,752	35,00	2,15	0,117	2,777	17,85	10	2,11	0,7	0,685	0,40	0,021	0,186	1,48	810,830	810,108	1,530	1,560	1,050	1,080

Observação:

5.0 - ESTUDO GEOTÉCNICO

5.1 - Introdução

O estudo geotécnico tem por objetivo o conhecimento das condições do subleito existente ao longo do eixo de projeto e seu entorno e a definição de locais adequados para fornecimento de materiais para empréstimo.

O referido plano abrangeu os seguintes itens:

- Coleta de 4 amostras completas de solo para execução dos ensaios de granulometria por peneiramento, limites de liquidez e plasticidade, compactação, determinação da expansão e do Índice de Suporte Califórnia (ISC ou *CBR*).

Tabela 5.1 – Investigações geotécnicas utilizadas

INVESTIGACOES	FINALIDADE
ST (Sondagem a Trado)	Caracterização do subsolo através da identificação visual da estratigrafia
Ensaios de caracterização	Determinação de Índices físicos e granulometria
Ensaios de compactação	Determinação das características do solo na compactação para emprego no controle de compactação
Ensaios de CBR e Expansão	Ensaios de CBR e Expansão

Fonte: Autor

5.2 - Ensaios geotécnicos

Foram coletadas amostras para caracterização do subleito existente no trecho e elaboração de ensaios de laboratório, sendo: curva de compactação, umidade ótima, curva granulométrica, CBR, Expansão, LL, LP e IP. Aas imagens a seguir mostram os pontos de coletas das amostras e a Tabela 5.2 um resumo das investigações realizadas.

Imagem 5.1: Furo 01



Fonte: O Autor

Imagem 5.2: Furo 02



Fonte: O Autor

Imagem 5.3: Furo 04



Fonte: O Autor

Imagem 5.4: Furo 03



Fonte: O Autor

Tabela 5.2 – Resumo do resultado dos

	Amostra		AM-01	AM-02	AM-03	AM-04
	Granulometria		A-7-6	A-7-5	A-7-6	A-7-6
	nº	mm				
Granulometria por peneiramento	2"	50,8	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	1"	25,4	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	3/8"	9,5	97,04%	97,18%	96,93%	97,08%
	Nº 4	4,8	92,74%	93,04%	92,50%	92,78%
	Nº 10	2,0	86,62%	87,11%	86,23%	86,72%
	Nº 40	0,42	81,34%	79,75%	80,50%	80,28%
	Nº 200	0,07	79,13%	77,42%	78,29%	78,11%
Proctor Normal	MEAS (g/cm³)		1,488	1,503	1,513	1,476
	H ótima		20,68%	19,77%	20,63%	22,89%
	CBR		5,82%	5,27%	5,0%	5,68%
	Expansão		2,37%	2,40%	2,17%	1,89%

Para a execução das sondagens e ensaios de campo e de laboratório foram adotadas as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a saber:

- Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94) e sedimentação (DNER-ME 051/94)
- Teor de umidade - (DNER-ME 213/94);
- Compactação na energia do Proctor Normal e do Proctor Intermediário (DNER-ME 129/94);
- Expansão (DNER-ME 029/94);
- Índice de Suporte Califórnia - ISC (DNER-ME 049/94);

Para o projeto executivo foram programados, 4 furos para caracterização do subleito, totalizando 4 investigações, pouco mais à direita do eixo da via. As investigações confirmam a indicação preliminar de que o trecho em que a Perimetral Lauro Grein está inserida, trata-se de região com características geotécnicas homogêneas, no que tange a granulometria, em que prevalece quase que em toda a extensão, material argiloso e arenoso.

O estudo estatístico dos resultados dos ensaios de laboratório e dos ensaios de campo (**Tabela abaixo**) corrobora a conclusão acima, pois apresenta pequenos desvios-padrão, indicando que numa distribuição normal de frequências, teríamos uma curva de pequena amplitude. Uma curva como esta reflete a homogeneidade das amostras.

Tabela 5.3 – Resumo do resultado dos ensaios finalizados até a presente data.

Estaca	Lado	Furo	Amostra	Material	CBR	Exp.
1+0,0	Direito	1	1	Argila Arenosa Marrom /Vermelha	5,82	2,37
3+20,0	Esquerdo	1	1	Argila Arenosa	5,27	2,4
5+20,0	Direito	1	1	Argila Arenosa/Vermelha	5,0	2,17
8+20,0	Esquerdo	1	1	Argila Arenosa/Siltosa	5,68	1,85

Fonte: Autor

Os resultados acima evidenciam, portanto, que na área em estudo predomina material argiloso e arenoso. Com umidade natural bastante alta nas épocas secas, durante as quais as investigações foram levadas a cabo, não foi identificado nível d'água nos furos de sondagens executados.

5.3 - Boletins dos Ensaios

Os boletins dos ensaios, bem como seus resultados são apresentados a seguir:

5.3.1 - Amostra 01

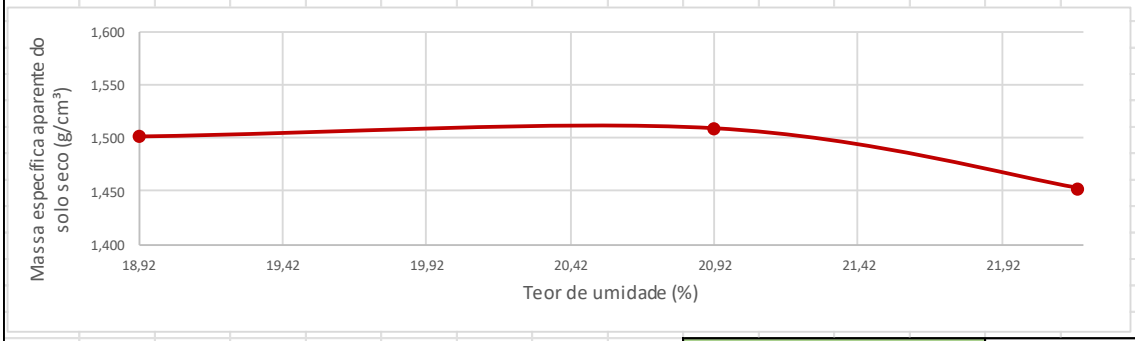
Compactação, ISC, Expansão

Serviço	Materiais de sondagem	**Furo:** 01-LD	**Prof.:** 0,0 a 2,0	**Material:**	Argila Arenosa Marron/Vermelha
Local:	Perimetral Lauro Grein				
Data:	20/10/2025				

Resumo

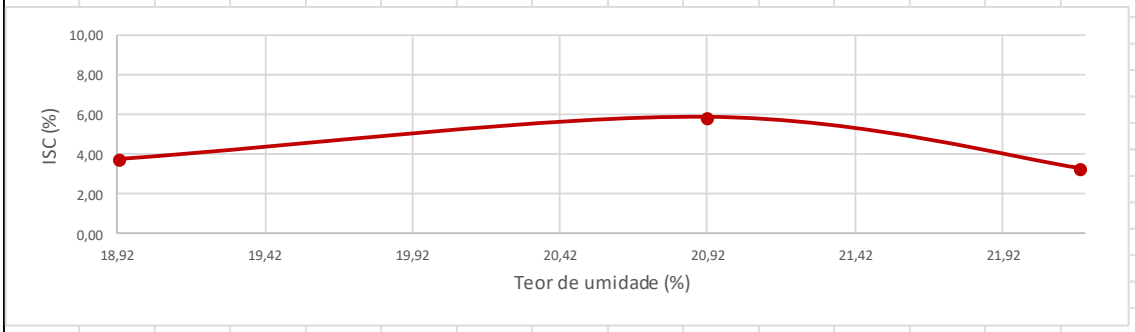
Ponto	1	2	3
ISC (%)	3,70	5,82	3,25
Umidade (%)	18,92	20,92	22,18
Massa esp. aparente seca (g/cm³)	1,501	1,509	1,453
Expansão (%)	3,83	2,16	1,12

Compactação



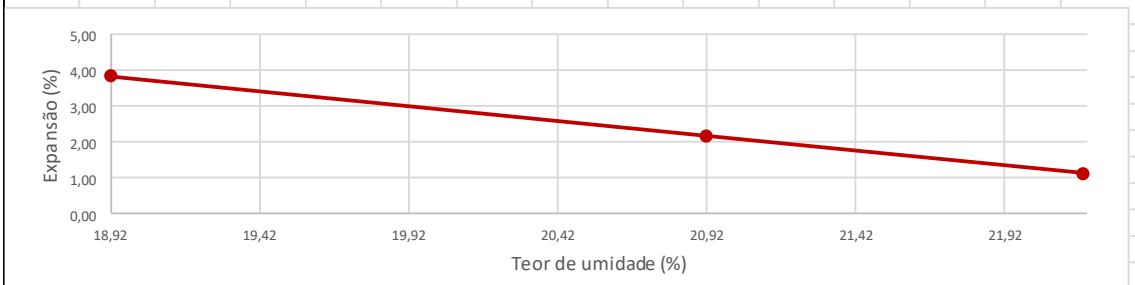
Massa específica aparente seca	1,488
Umidade ótima (%)	20,68

ISC - Índice de Suporte Califórnia



ISC (%)	5,82

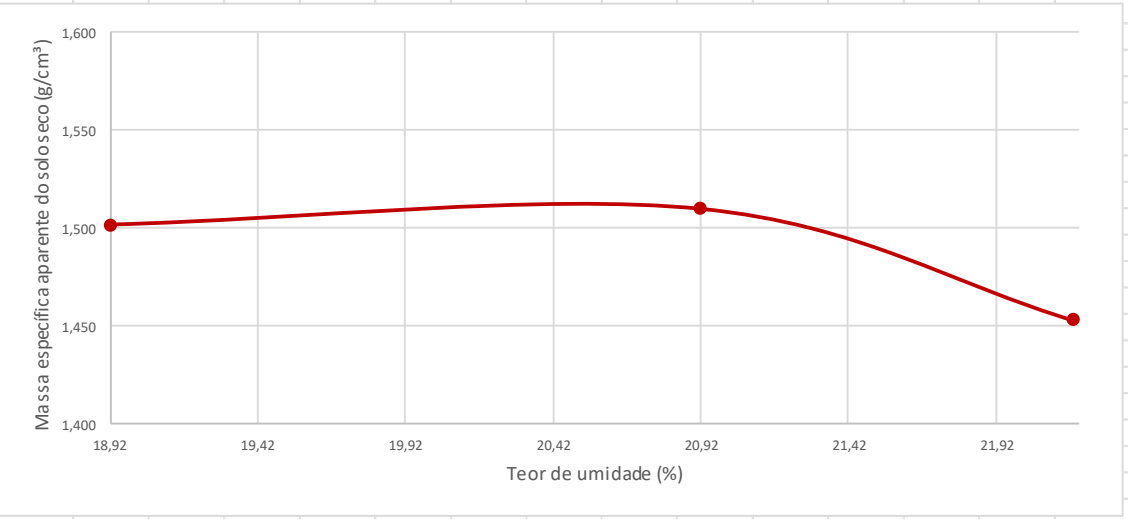
Expansão



Expansão (%)	2,37

Ensaio de Compactação										
Compactação					Energia de Compactação: **Normal**					
Número do cilindro	25		31		19		14		8	
Peso do cilindro (g)	5038,0		5017,0		4995,0		4911,0		5107,0	
Volume do cilindro (cm³)	2098,1		2024,1		2017,4		2182,5		2097,0	
Peso do cilindro +solo úmido (g)	8701,0		8765,0		8845,0		8985,0		9042,0	
Peso do solo úmido (g)	**3663,0**		**3748,0**		**3850,0**		**4074,0**		**3935,0**	
Massa esp. do solo úmido (g/cm³)	**1,746**		**1,852**		**1,908**		**1,867**		**1,876**	
Teor de Umidade										
Cápsula nº	48	38	27	55	10	31	16	5	43	21
Peso da cápsula +solo úmido (g)	100,20	99,50	100,70	95,70	91,70	88,70	98,70	92,40	97,50	98,10
Peso da cápsula +solo seco (g)	88,20	87,40	87,90	82,80	83,90	72,20	81,40	81,40	85,90	79,70
Peso da cápsula (g)	17,70	18,90	17,50	17,20	17,10	17,50	17,30	18,10	18,30	17,90
Peso da água (g)	**12,00**	**12,10**	**12,80**	**12,90**	**7,80**	**16,50**	**17,30**	**11,00**	**11,60**	**18,40**
Peso do solo úmido (g)	**82,50**	**80,60**	**83,20**	**78,50**	**74,60**	**71,20**	**81,40**	**74,30**	**79,20**	**80,20**
Peso do solo seco (g)	**70,50**	**68,50**	**70,40**	**65,60**	**66,80**	**54,70**	**64,10**	**63,30**	**67,60**	**61,80**
Umidade (%)	**17,02**	**17,66**	**18,18**	**19,66**	**11,68**	**30,16**	**26,99**	**17,38**	**17,16**	**29,77**
Umidade média (%)	**17,34**		**18,92**		**20,92**		**22,18**		**23,47**	
Massa esp. do solo seco (g/cm³)	**1,443**		**1,501**		**1,509**		**1,453**		**1,436**	

Curva de Compactação

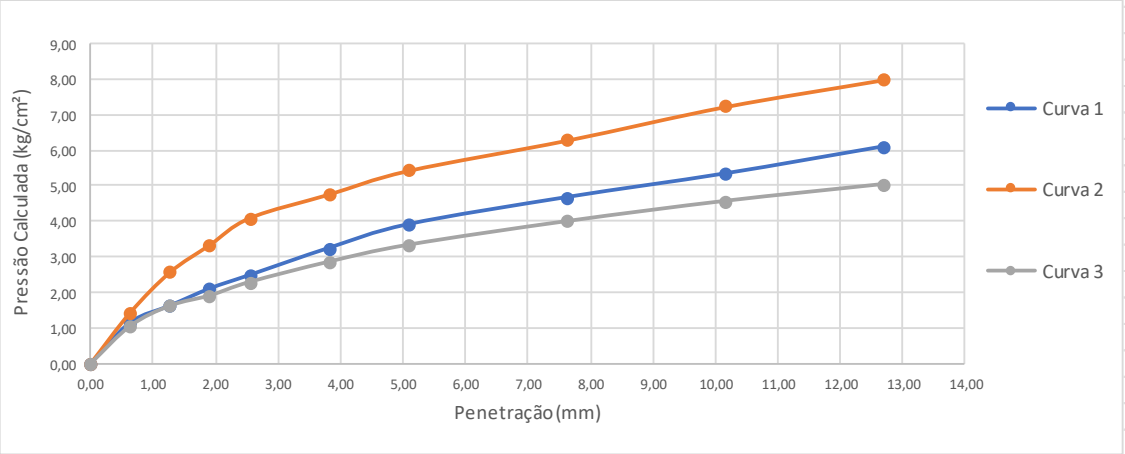


Massa específica aparente seca	**1,488**
Umidade ótima (%)	**20,68**

Ensaio de ISC													
Compactação									Energia de Compactação:			**Normal**	
Constantes													
Número	1	Área do pistão			19,32						Constante do anel		0,18370
Expansão													
Ponto		1				2				3			
Número do Cilindro		33	Altura inicial (mm)		112,30	8	Altura inicial (mm)		111,10	27	Altura inicial (mm)		111,80
Data	Hora	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão
		(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)
24/10/25	00h00		100,00	-			100,00	-			100,00	-	
28/10/25	96h00		530,00	**430,00**	**3,83**		340,00	**240,00**	**2,16**		225,00	**125,00**	**1,12**

Penetração

Ponto			1				2				3			
Penetração	Tempo	Pressão Padrão	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC
(mm)	(mim)	(kg/cm²)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,63	0,50		12,00	1,14			15,00	1,43			11,00	1,05		
1,27	1,00		17,00	1,62			27,00	2,57			17,00	1,62		
1,90	1,50		22,00	2,09			35,00	3,33			20,00	1,90		
2,54	2,00	70,30	26,00	2,47	2,47	**3,52**	43,00	4,09	4,09	**5,82**	24,00	2,28	2,28	**3,25**
3,81	3,00		34,00	3,23			50,00	4,75			30,00	2,85		
5,08	4,00	105,40	41,00	3,90	3,90	**3,70**	57,00	5,42	5,42	**5,14**	35,00	3,33	3,33	**3,16**
7,62	6,00		49,00	4,66			66,00	6,28			42,00	3,99		
10,16	8,00		56,00	5,32			76,00	7,23			48,00	4,56		
12,70	10,00		64,00	6,09			84,00	7,99			53,00	5,04		



Resumo			
Ponto	1	2	3
ISC (%)	**3,70**	**5,82**	**3,25**
Umidade (%)	**18,92**	**20,92**	**22,18**
Expansão (%)	**3,83**	**2,16**	**1,12**

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Serviço:	Materiais de sondagem	**Furo:** 01-LD	**Prof.:** 0,0 a 2,0	**Material:**	Argila Arenosa Marron/ Vermelha
Local:	Perimetral Lauro Grein				
Data:	21/10/2025				

Massa total da amostra seca	
Massa total da amostra seca	1.000,00
Massa da amostra seca ao ar [Mt] (g)	115,80
Massa do material seco retido #10 [Mg] (g)	884,20

Teor de umidade			
Número da cápsula	51,00	52,00	53,00
Solo úmido + tara (g)	98,20	96,10	97,30
Solo seco + tara (g)	87,70	85,60	86,70
Tara da cápsula (g)	17,50	7,40	17,60
Água (g)	10,50	10,50	10,60
Solo seco (g)	70,20	78,20	69,10
Teor de umidade (%)	14,96	13,43	15,34
Umidade média (%)	14,57		

Resumo	
Material	%
Pedregulho > 4,8 mm	7,27
Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm	6,11
Areia Média 2,0 a 0,425 mm	6,24
Areia Fina 0,425 a 0,075 mm	8,83
Passando na #200	79,13

Peneiramento Grosso

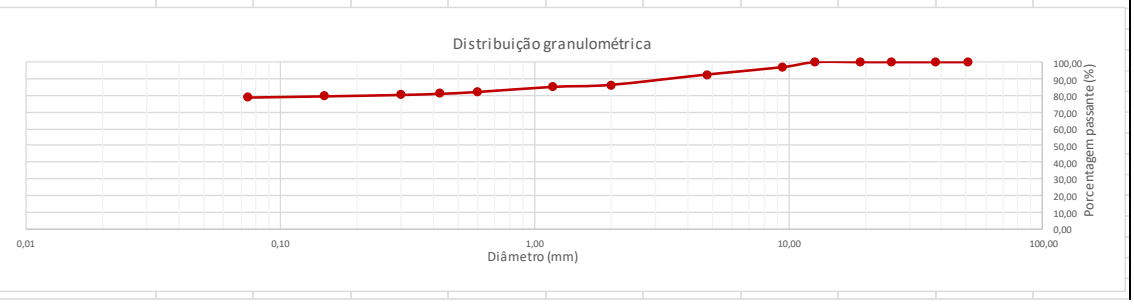
Peneira		Peso da amostra seca (g)		% que passa
n°	mm	Retido	Pasando	
2"	50,8	0,00	884,20	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	884,20	100,00
1"	25,4	0,00	884,20	100,00
3/4"	19,1	0,00	884,20	100,00
1/2"	12,7	0,00	884,20	100,00
3/8"	9,5	26,20	858,00	97,04
4	4,8	38,10	819,90	92,73
10	2,0	54,00	765,90	86,62

Peneiramento Fino

Número do recipiente:	1,00	Peso da amostra úmida [Mw] (g):	120,00
		Peso da amostra seca (g)	102,51

Peneira		(g) retido / passando		% que passa	
n°	mm	Retido	Pasando	Parcial	Total
16	1,180	1,50	102,51	100,00	85,43
30	0,600	3,60	98,91	96,49	82,43
40	0,425	1,30	97,61	95,22	81,34
50	0,300	0,80	96,81	94,44	80,68
100	0,150	1,00	95,81	93,46	79,84
200	0,075	0,85	94,96	92,63	79,13

Classificação	
Classificação HRB	A-7-6

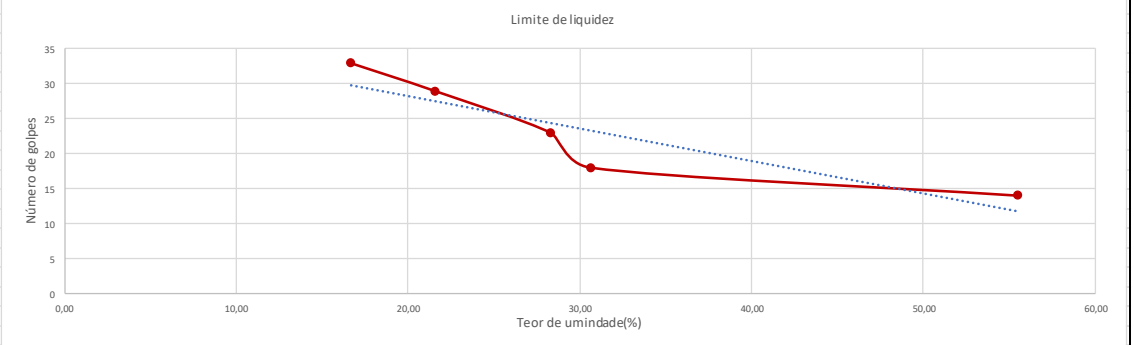


ENSAIOS FÍSICOS - LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

Serviço:	Materiais de sondagem	**Furo:** 01-LD	**Prof.:** 0,0 a 2,0	**Material:**	Argila Arenosa Marron/ Vermelha
Local:	Perimetral Lauro Grein				
Data:	21/10/2025				

Dados do Ensaio	Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade				
N° da Cápsula	201	202	203	204	205	156	157	158	159	160
Solo + Cápsula + Água (g)	20,10	20,60	21,10	20,90	25,00	6,60	6,40	6,00	6,80	5,90
Solo + Cápsula (g)	18,30	18,40	18,10	17,50	18,90	6,50	6,10	5,80	6,30	5,70
Cápsula (g)	7,50	8,20	7,50	6,40	7,90	5,20	4,80	4,60	4,90	5,10
Água (g)	1,80	2,20	3,00	3,40	6,10	0,10	0,30	0,20	0,50	0,20
Solo + Água (g)	12,60	12,40	13,60	14,50	17,10	1,40	1,60	1,40	1,90	0,80
Solo (g)	10,80	10,20	10,60	11,10	11,00	1,30	1,30	1,20	1,40	0,60
Umidade (%)	16,67	21,57	28,30	30,63	55,45	7,69	23,08	16,67	35,71	33,33
Número de Golpes	33	29	23	18	14					

Média (%)	23,30
Limite Inferior (95%)	7,31
Limite superior (105%)	24,46
Limite de plasticidade	23,30



Limite de Liquidez (LL) - (%)	30,52
Limite de Plasticidade (LP) - (%)	23,30
Índice de Plasticidade (IP) - (%)	35,71

5.3.2 - Amostra 02

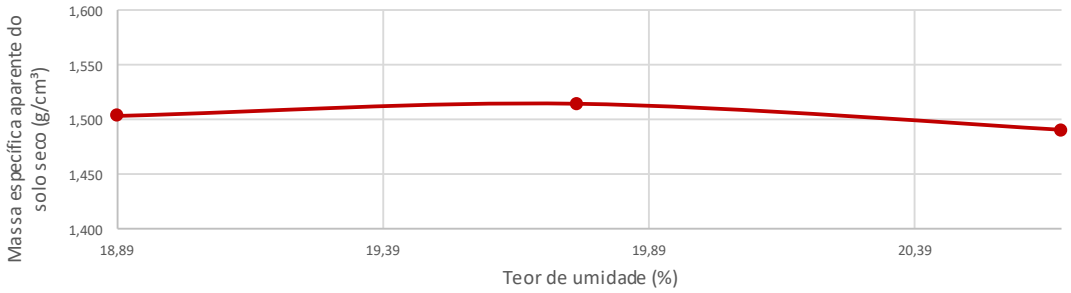
Compactação, ISC, Expansão

Serviço	Materiais de sondagem	**Furo:**	02-LE	**Prof.:**	0,0 a 2,0	**Material:**	Argila Arenosa
Local:	Perimetral Lauro Grein						
Data:	20/10/2025						

Resumo

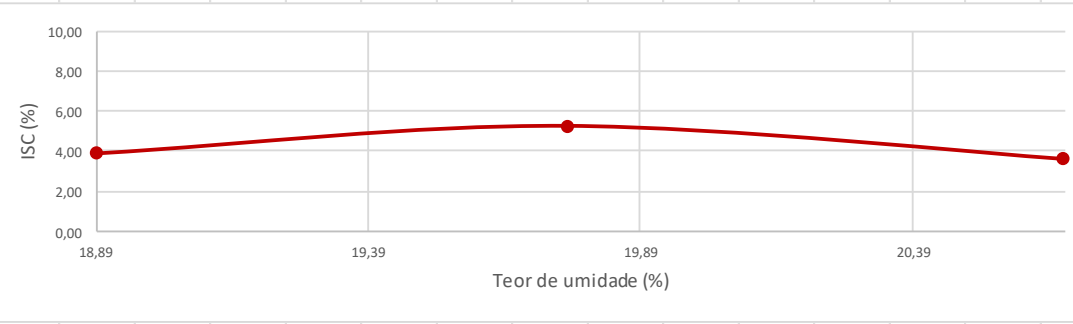
Ponto	1	2	3
ISC (%)	3,92	5,27	3,65
Umidade (%)	18,89	19,76	20,67
Massa esp. aparente seca (g/cm³)	1,504	1,515	1,491
Expansão (%)	3,43	2,31	1,45

Compactação



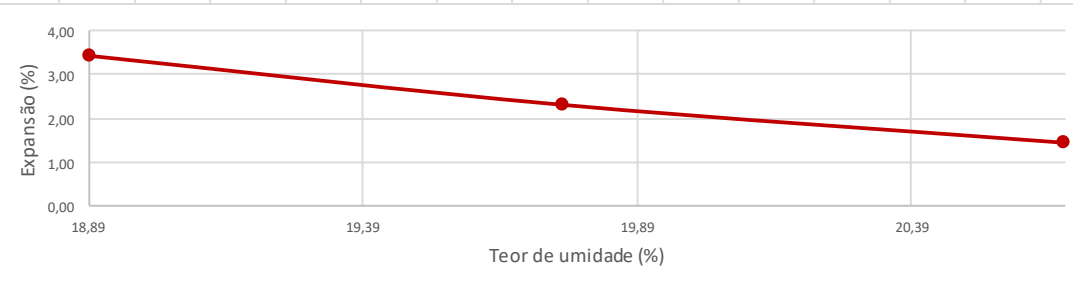
Massa específica aparente seca	1,503
Umidade ótima (%)	19,77

ISC - Índice de Suporte Califórnia



ISC (%)	5,27

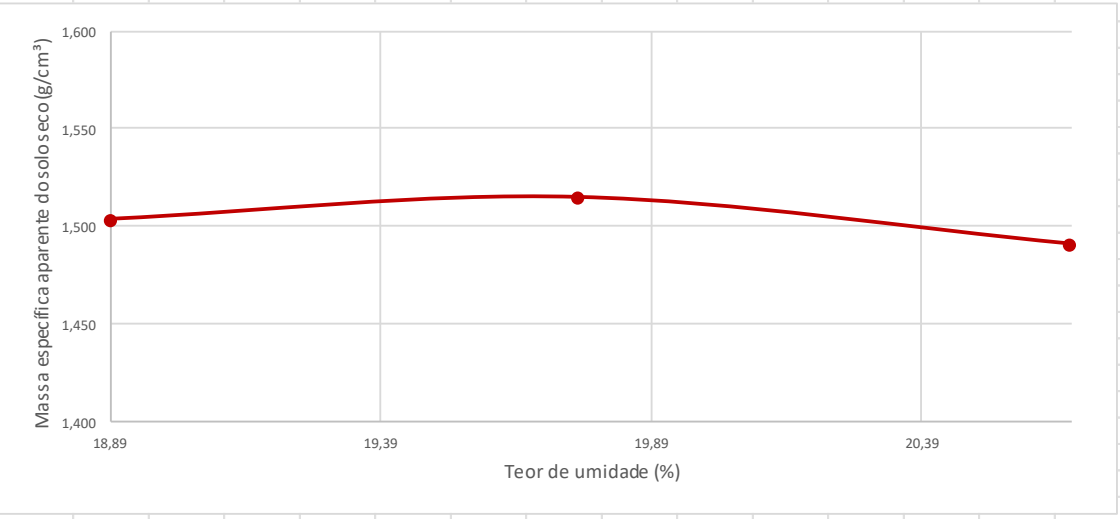
Expansão



Expansão (%)	2,40

Ensaio de Compactação										
Compactação						Energia de Compactação:		**Normal**		
Número do cilindro	26		15		9		10		11	
Peso do cilindro (g)	5024,0		5018,0		5020,0		4890,0		5005,0	
Volume do cilindro (cm³)	2077,4		2122,7		2056,2		2152,3		2042,0	
Peso do cilindro +solo úmido (g)	8804,0		8953,0		8901,0		8935,0		8904,0	
Peso do solo úmido (g)	**3780,0**		**3935,0**		**3881,0**		**4045,0**		**3899,0**	
Massa esp. do solo úmido (g/cm³)	**1,820**		**1,854**		**1,887**		**1,879**		**1,909**	
Teor de Umidade										
Cápsula nº	30	8	50	18	33	41	24	12	53	20
Peso da cápsula +solo úmido (g)	99,40	101,70	98,70	99,80	92,70	99,20	99,50	94,70	96,20	97,70
Peso da cápsula +solo seco (g)	86,70	88,30	89,90	82,80	84,70	81,30	84,70	82,20	84,20	81,20
Peso da cápsula (g)	17,50	17,90	16,50	16,90	17,40	16,50	17,10	17,90	17,10	17,30
Peso da água (g)	**12,70**	**13,40**	**8,80**	**17,00**	**8,00**	**17,90**	**14,80**	**12,50**	**12,00**	**16,50**
Peso do solo úmido (g)	**81,90**	**83,80**	**82,20**	**82,90**	**75,30**	**82,70**	**82,40**	**76,80**	**79,10**	**80,40**
Peso do solo seco (g)	**69,20**	**70,40**	**73,40**	**65,90**	**67,30**	**64,80**	**67,60**	**64,30**	**67,10**	**63,90**
Umidade (%)	**18,35**	**19,03**	**11,99**	**25,80**	**11,89**	**27,62**	**21,89**	**19,44**	**17,88**	**25,82**
Umidade média (%)	**18,69**		**18,89**		**19,76**		**20,67**		**21,85**	
Massa esp. do solo seco (g/cm³)	**1,479**		**1,504**		**1,515**		**1,491**		**1,492**	

Curva de Compactação

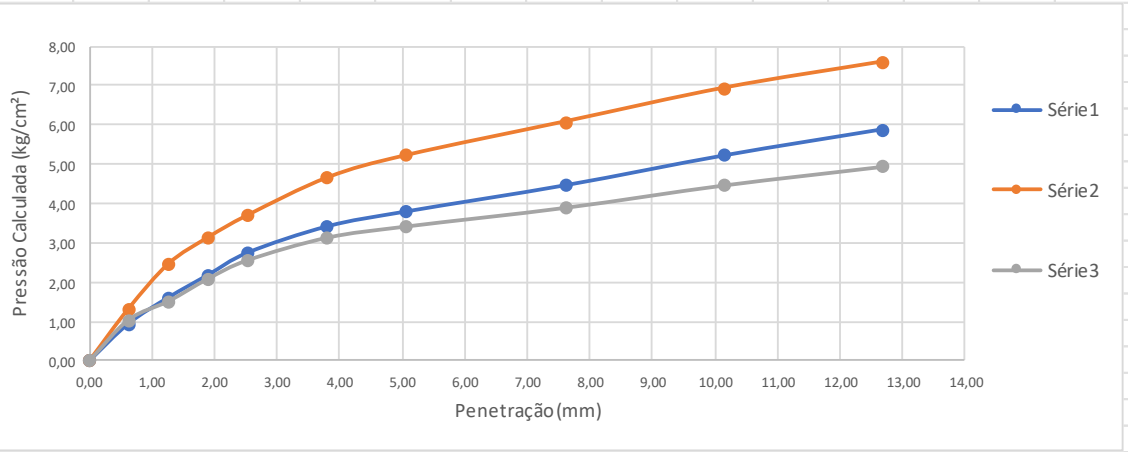


Massa específica aparente seca	**1,503**
Umidade ótima (%)	**19,77**

Ensaio de ISC													
Compactação									Energia de Compactação:		**Normal**		
Constantes													
Número	1	Área do pistão			19,32					Constante do anel		0,18370	
Expansão													
Ponto		1				2				3			
Número do Cilindro		6	Altura inicial (mm)		109,30	24	Altura inicial (mm)		112,40	38	Altura inicial (mm)		110,20
Data	Hora	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão
		(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)
24/10/25	00h00		100,00	-			100,00	-			100,00	-	
28/10/25	96h00		475,00	**375,00**	**3,43**		360,00	**260,00**	**2,31**		260,00	**160,00**	**1,45**

Penetração

Ponto			1				2				3			
Penetração	Tempo	Pressão Padrão	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC
(mm)	(mim)	(kg/cm²)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,63	0,50		10,00	0,95			14,00	1,33			11,00	1,05		
1,27	1,00		17,00	1,62			26,00	2,47			16,00	1,52		
1,90	1,50		23,00	2,19			33,00	3,14			22,00	2,09		
2,54	2,00	70,30	29,00	2,76	2,76	**3,92**	39,00	3,71	3,71	**5,27**	27,00	2,57	2,57	**3,65**
3,81	3,00		36,00	3,42			49,00	4,66			33,00	3,14		
5,08	4,00	105,40	40,00	3,80	3,80	**3,61**	55,00	5,23	5,23	**4,96**	36,00	3,42	3,42	**3,25**
7,62	6,00		47,00	4,47			64,00	6,09			41,00	3,90		
10,16	8,00		55,00	5,23			73,00	6,94			47,00	4,47		
12,70	10,00		62,00	5,90			80,00	7,61			52,00	4,94		



Resumo			
Ponto	1	2	3
ISC (%)	**3,92**	**5,27**	**3,65**
Umidade (%)	**18,89**	**19,76**	**20,67**
Expansão (%)	**3,43**	**2,31**	**1,45**

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Serviço:	Materiais de sondagem	Furo: 02-LE	Prof.: 0,0 a 2,0	Material: Argila Arenosa
Local:	Perimetral Lauro Grein			
Data:	21/10/2025			

Massa total da amostra seca	
Massa total da amostra seca	1.000,00
Massa da amostra seca ao ar [Mt] (g)	118,25
Massa do material seco retido #10 [Mg] (g)	881,75

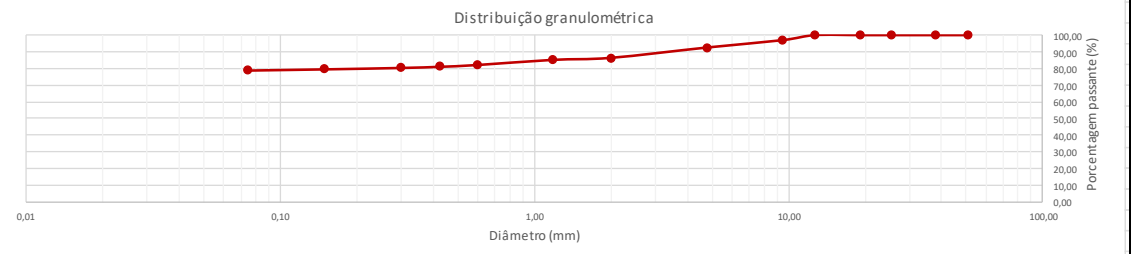
Teor de umidade			
Número da cápsula	54,00	55,00	56,00
Solo úmido + tara (g)	99,10	97,00	96,30
Solo seco + tara (g)	88,10	86,20	85,60
Tara da cápsula (g)	17,60	17,50	17,30
Água (g)	11,00	10,80	10,70
Solo seco (g)	70,50	68,70	68,30
Teor de umidade (%)	15,60	15,72	15,67
Umidade média (%)	15,66		

Resumo	
Material	%
Pedregulho > 4,8 mm	6,94
Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm	5,91
Areia Média 2,0 a 0,425 mm	7,02
Areia Fina 0,425 a 0,075 mm	9,76
Passando na #200	77,42

Peneiramento Grosso				
Peneira		Peso da amostra seca (g)		% que passa
n°	mm	Retido	Pasando	
2"	50,8	0,00	881,75	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	881,75	100,00
1"	25,4	0,00	881,75	100,00
3/4"	19,1	0,00	881,75	100,00
1/2"	12,7	0,00	881,75	100,00
3/8"	9,5	24,90	856,85	97,18
4	4,8	36,50	820,35	93,04
10	2,0	52,30	768,05	87,11

Peneiramento Fino					
Número do recipiente:	2,00	Peso da amostra úmida [Mw] (g):	120,00		
		Peso da amostra seca (g)	101,20		
Peneira		(g) retido / passando		% que passa	
n°	mm	Retido	Pasando	Parcial	Total
16	1,180	1,70	101,20	98,73	84,34
30	0,600	3,90	97,30	94,92	81,09
40	0,425	1,60	95,70	93,36	79,75
50	0,300	0,70	95,00	92,68	79,17
100	0,150	1,20	93,80	91,51	78,17
200	0,075	0,90	92,90	90,63	77,42

Classificação	
Classificação HRB	A-7-5

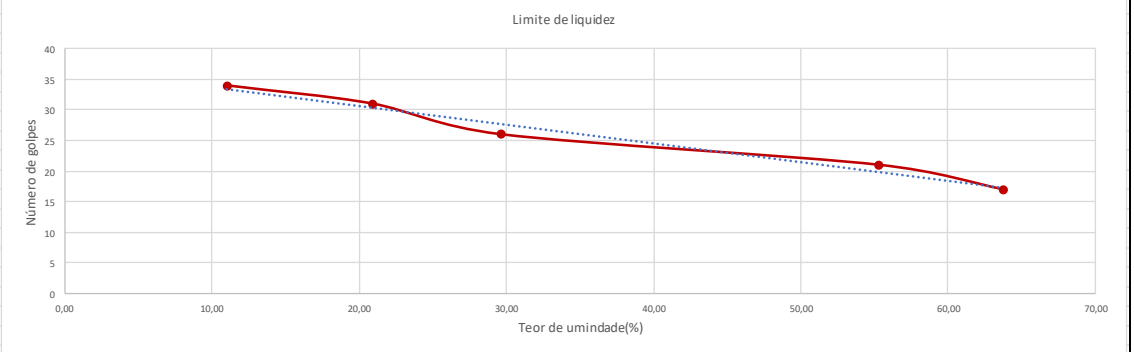


ENSAIOS FÍSICOS - LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

Serviço:	Materiais de sondagem	Furo: 02-LE	Prof.: 0,0 a 2,0	Material: Argila Arenosa
Local:	Perimetral Lauro Grein			
Data:	21/10/2025			

Dados do Ensaio	Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade				
N° da Cápsula	206	207	208	209	210	161	162	163	164	165
Solo + Cápsula + Água (g)	19,90	20,30	21,10	20,90	21,80	6,40	6,60	6,20	6,90	7,20
Solo + Cápsula (g)	18,80	18,10	17,90	16,20	16,00	6,00	6,30	5,90	6,30	6,50
Cápsula (g)	8,80	7,60	7,10	7,70	6,90	4,50	5,10	4,90	4,10	4,10
Água (g)	1,10	2,20	3,20	4,70	5,80	0,40	0,30	0,30	0,60	0,70
Solo + Água (g)	11,10	12,70	14,00	13,20	14,90	1,90	1,50	1,30	2,80	3,10
Solo (g)	10,00	10,50	10,80	8,50	9,10	1,50	1,20	1,00	2,20	2,40
Umidade (%)	11,00	20,95	29,63	55,29	63,74	26,67	25,00	30,00	27,27	29,17
Número de Golpes	34	31	26	21	17					

Média (%)	27,62
Limite Inferior (95%)	23,75
Limite superior (105%)	29,00
Limite de plasticidade	27,62



Limite de Liquidez (LL) - (%)	36,12
Limite de Plasticidade (LP) - (%)	27,62
Índice de Plasticidade (IP) - (%)	30,00

5.3.3 - Amostra 03

Compactação, ISC, Expansão

Serviço	Materiais de sondagem	Furo: 03-LD	Prof.: 0,0 A 2,0	Material:	Argila Arenosa/Vermelh
Local:	Perimetral Lauro Grein				
Data:	20/10/2025				

Resumo

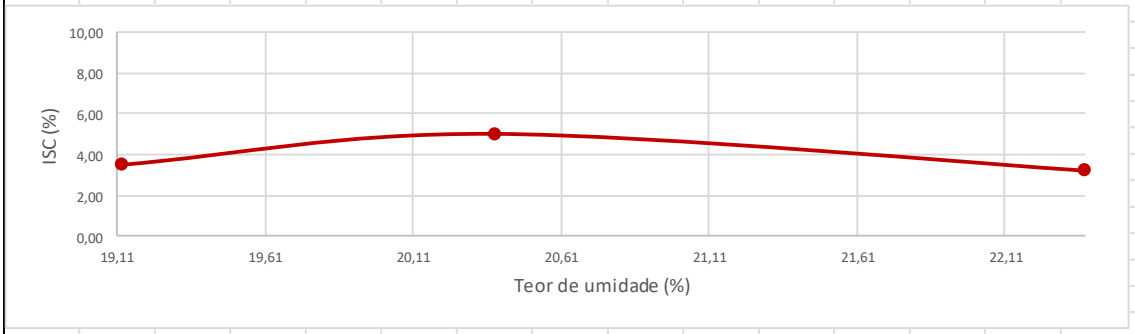
Ponto	1	2	3
ISC (%)	3,52	5,00	3,25
Umidade (%)	19,12	20,38	22,38
Massa esp. aparente seca (g/cm³)	1,509	1,554	1,475
Expansão (%)	2,53	2,38	1,60

Compactação



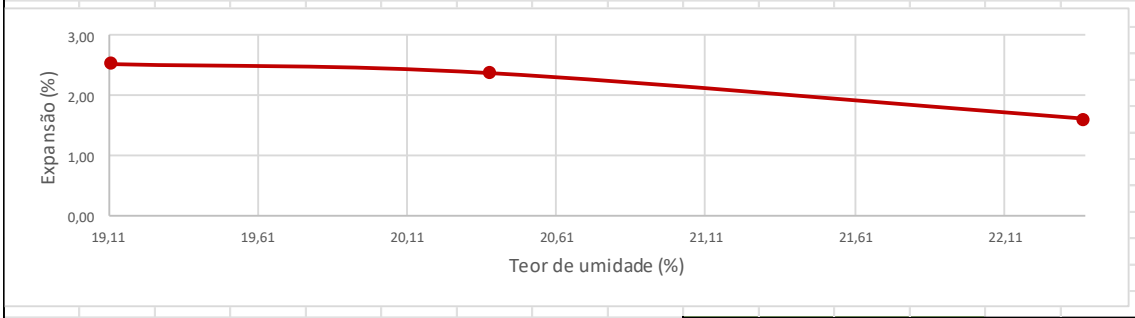
Massa específica aparente seca	1,513
Umidade ótima (%)	20,63

ISC - Índice de Suporte Califórnia



ISC (%)	5,00

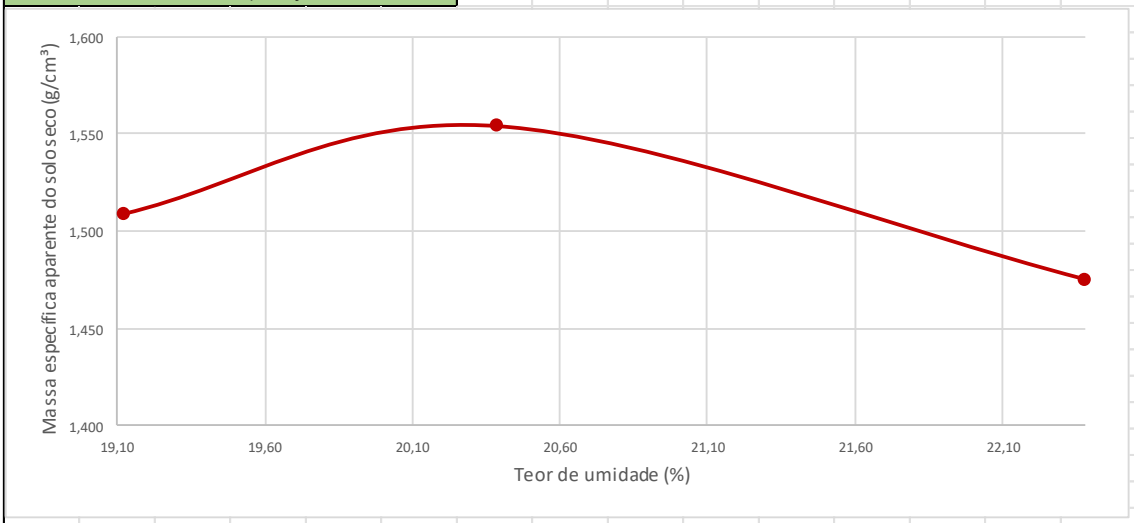
Expansão



Expansão (%)	2,17

Ensaio de Compactação										
Compactação						Energia de Compactação:		**Normal**		
Número do cilindro	32		13		17		7		24	
Peso do cilindro (g)	5007,0		5022,0		5018,0		4901,0		4905,0	
Volume do cilindro (cm³)	2067,8		2104,1		2015,1		2113,1		2101,4	
Peso do cilindro +solo úmido (g)	8901,0		8947,0		8951,0		8917,0		8927,0	
Peso do solo úmido (g)	**3894,0**		**3925,0**		**3933,0**		**4016,0**		**4022,0**	
Massa esp. do solo úmido (g/cm³)	**1,883**		**1,865**		**1,952**		**1,901**		**1,914**	
Teor de Umidade										
Cápsula nº	15	42	9	19	6	23	17	32	37	28
Peso da cápsula +solo úmido (g)	98,70	100,20	99,20	100,80	93,10	100,20	98,50	96,30	98,40	96,70
Peso da cápsula +solo seco (g)	85,70	87,10	89,90	83,85	84,30	82,30	83,70	81,70	85,20	87,20
Peso da cápsula (g)	18,10	18,90	17,50	17,10	18,00	17,20	17,20	16,80	18,10	17,80
Peso da água (g)	**13,00**	**13,10**	**9,30**	**16,95**	**8,80**	**17,90**	**14,80**	**14,60**	**13,20**	**9,50**
Peso do solo úmido (g)	**80,60**	**81,30**	**81,70**	**83,70**	**75,10**	**83,00**	**81,30**	**79,50**	**80,30**	**78,90**
Peso do solo seco (g)	**67,60**	**68,20**	**72,40**	**66,75**	**66,30**	**65,10**	**66,50**	**64,90**	**67,10**	**69,40**
Umidade (%)	**19,23**	**19,21**	**12,85**	**25,39**	**13,27**	**27,50**	**22,26**	**22,50**	**19,67**	**13,69**
Umidade média (%)	**19,22**		**19,12**		**20,38**		**22,38**		**16,68**	
Massa esp. do solo seco (g/cm³)	**1,521**		**1,509**		**1,554**		**1,475**		**1,595**	

Curva de Compactação



Massa específica aparente seca	**1,513**
Umidade ótima (%)	**20,63**

Ensaio de ISC

Compactação									Energia de Compactação:	**Normal**

Constantes

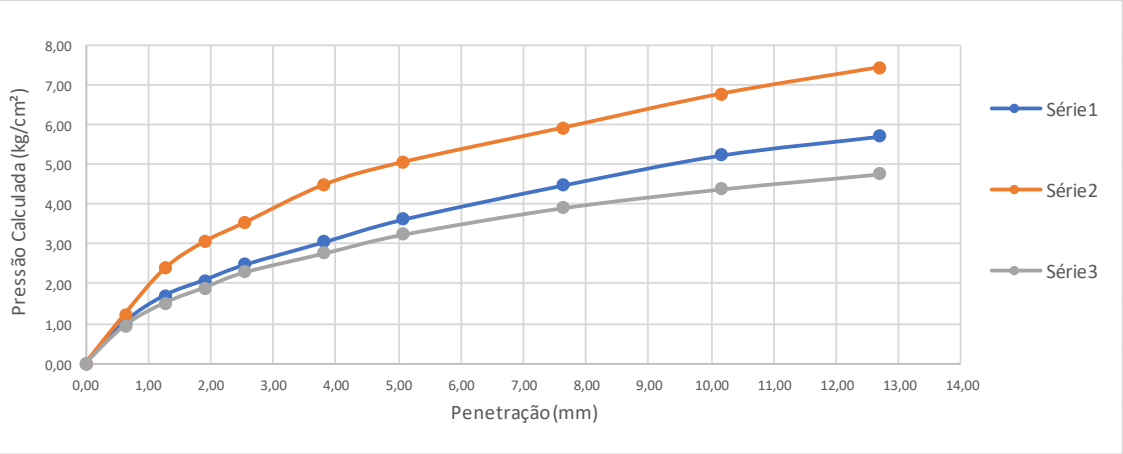
Número	1	Área do pistão	19,32				Constante do anel	0,18370

Expansão

Ponto		1				2				3			
Número do Cilindro		19	Altura inicial (mm)		114,50	22	Altura inicial (mm)		113,50	14	Altura inicial (mm)		112,70
Data	Hora	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão
		(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)
24/10/25	00h00		100,00	-			100,00	-			100,00	-	
28/10/25	96h00		390,00	**290,00**	**2,53**		370,00	**270,00**	**2,38**		280,00	**180,00**	**1,60**

Penetração

Ponto			1				2				3			
Penetração	Tempo	Pressão Padrão	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC
(mm)	(mim)	(kg/cm²)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,63	0,50		11,00	1,05			13,00	1,24			10,00	0,95		
1,27	1,00		18,00	1,71			25,00	2,38			16,00	1,52		
1,90	1,50		22,00	2,09			32,00	3,04			20,00	1,90		
2,54	2,00	70,30	26,00	2,47	2,47	**3,52**	37,00	3,52	3,52	**5,00**	24,00	2,28	2,28	**3,25**
3,81	3,00		32,00	3,04			47,00	4,47			29,00	2,76		
5,08	4,00	105,40	38,00	3,61	3,61	**3,43**	53,00	5,04	5,04	**4,78**	34,00	3,23	3,23	**3,07**
7,62	6,00		47,00	4,47			62,00	5,90			41,00	3,90		
10,16	8,00		55,00	5,23			71,00	6,75			46,00	4,37		
12,70	10,00		60,00	5,70			78,00	7,42			50,00	4,75		



Resumo

Ponto	1	2	3
ISC (%)	**3,52**	**5,00**	**3,25**
Umidade (%)	**19,12**	**20,38**	**22,38**
Expansão (%)	**2,53**	**2,38**	**1,60**

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Serviço:	**Materiais de sondagem**	**Furo:**	**03-LD**	**Material:**	**Argila Arenosa/Vermelha**
Local:	**Perimetral Lauro Grein**	**Prof.:**	**0,0 a 2,0**		
Data:	**21/10/2025**				

Massa total da amostra seca	
Massa total da amostra seca	1.000,00
Massa da amostra seca ao ar [Mt] (g)	120,10
Massa do material seco retido #10 [Mg] (g)	879,90

Teor de umidade			
Número da cápsula	57,00	58,00	59,00
Solo úmido + tara (g)	97,80	96,40	98,00
Solo seco + tara (g)	87,40	85,90	87,00
Tara da cápsula (g)	17,40	17,30	17,50
Água (g)	10,40	10,50	11,00
Solo seco (g)	70,00	68,60	69,50
Teor de umidade (%)	14,86	15,31	15,83
Umidade média (%)	15,33		

Resumo	
Material	%
Pedregulho > 4,8 mm	7,46
Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm	6,24
Areia Média 2,0 a 0,425 mm	6,24
Areia Fina 0,425 a 0,075 mm	8,83
Passando na #200	78,29

Peneiramento Grosso

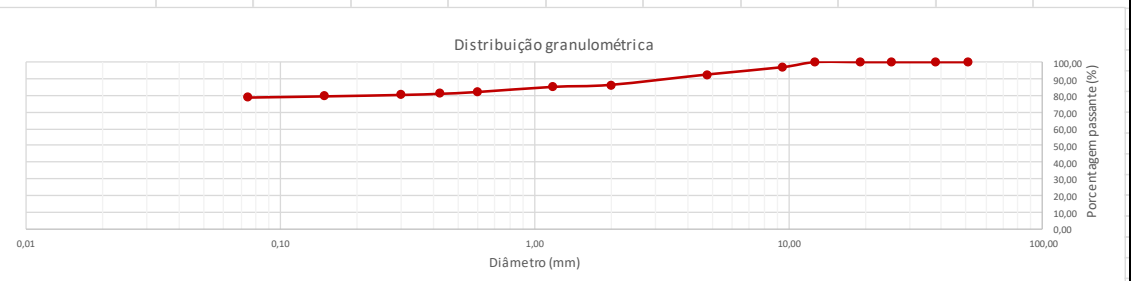
Peneira		Peso da amostra seca (g)		% que passa
n°	mm	Retido	Pasando	
2"	50,8	0,00	879,90	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	879,90	100,00
1"	25,4	0,00	879,90	100,00
3/4"	19,1	0,00	879,90	100,00
1/2"	12,7	0,00	879,90	100,00
3/8"	9,5	27,00	852,90	96,93
4	4,8	39,00	813,90	92,50
10	2,0	55,20	758,70	86,23

Peneiramento Fino

Número do recipiente:	3,00	Peso da amostra úmida [Mw] (g):	120,00
		Peso da amostra seca (g)	101,60

Peneira		(g) retido / passando		% que passa	
n°	mm	Retido	Pasando	Parcial	Total
16	1,180	1,40	101,60	99,12	84,67
30	0,600	3,50	98,10	95,70	81,75
40	0,425	1,50	96,60	94,24	80,50
50	0,300	0,90	95,70	93,36	79,75
100	0,150	1,00	94,70	92,38	78,92
200	0,075	0,75	93,95	91,65	78,29

Classificação	
Classificação HRB	A-7-6

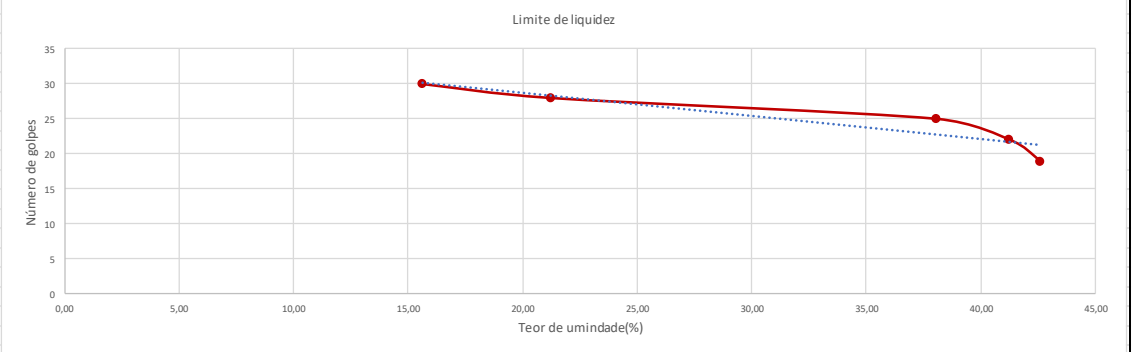


ENSAIOS FÍSICOS - LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

Serviço:	**Materiais de sondagem**	**Furo:**	**03-LD**	**Material:**	**Argila Arenosa/Vermelha**
Local:	**Perimetral Lauro Grein**	**Prof.:**	**0,0 a 2,0**		
Data:	**21/10/2025**				

Dados do Ensaio	Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade				
N° da Cápsula	211	212	213	214	215	166	167	168	169	170
Solo + Cápsula + Água (g)	18,90	19,30	20,70	21,80	22,30	6,50	6,70	5,80	6,50	5,70
Solo + Cápsula (g)	17,40	17,20	17,20	17,80	18,00	6,10	6,50	5,50	6,00	5,40
Cápsula (g)	7,80	7,30	8,00	8,10	7,90	4,80	5,10	4,70	4,30	4,60
Água (g)	1,50	2,10	3,50	4,00	4,30	0,40	0,20	0,30	0,50	0,30
Solo + Água (g)	11,10	12,00	12,70	13,70	14,40	1,70	1,60	1,10	2,20	1,10
Solo (g)	9,60	9,90	9,20	9,70	10,10	1,30	1,40	0,80	1,70	0,80
Umidade (%)	15,63	21,21	38,04	41,24	42,57	30,77	14,29	37,50	29,41	37,50
Número de Golpes	30	28	25	22	19					

Média (%)	29,89
Limite Inferior (95%)	13,57
Limite superior (105%)	31,39
Limite de plasticidade	29,89



Limite de Liquidez (LL) - (%)	31,74
Limite de Plasticidade (LP) - (%)	29,89
Índice de Plasticidade (IP) - (%)	37,50

5.3.4 - Amostra 04

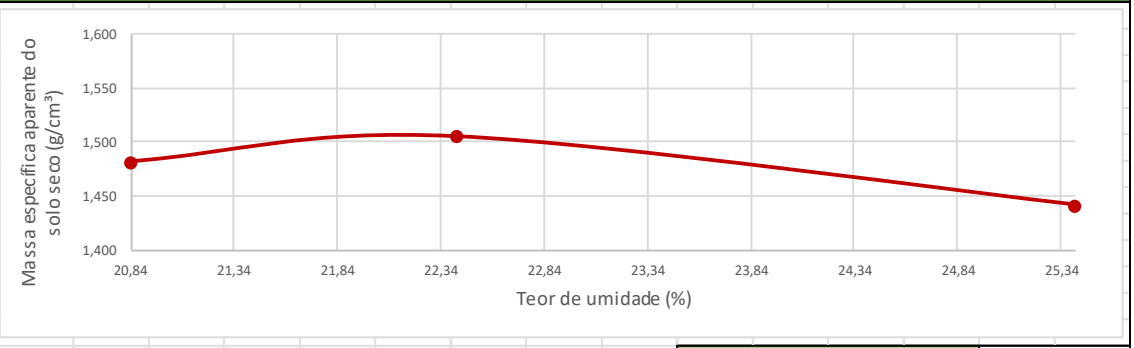
Compactação, ISC, Expansão

Serviço	Materiais de sondagem	Furo: 04-LE	Prof.: 0,0 a 2,0	Material:	Argila Arenosa/Siltosa
Local:	Perimetral Lauro Grein				
Data:	20/10/2025				

Resumo

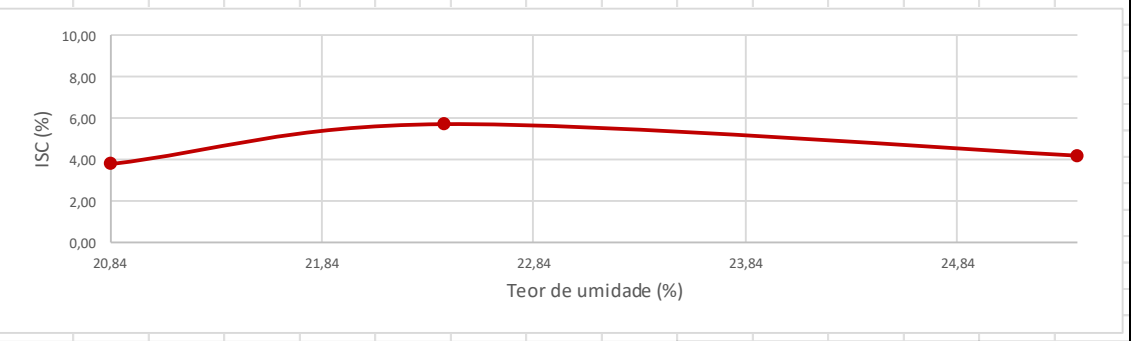
Ponto	1	2	3
ISC (%)	3,79	5,68	4,19
Umidade (%)	20,84	22,42	25,41
Massa esp. aparente seca (g/cm³)	1,482	1,506	1,441
Expansão (%)	1,90	2,51	1,27

Compactação



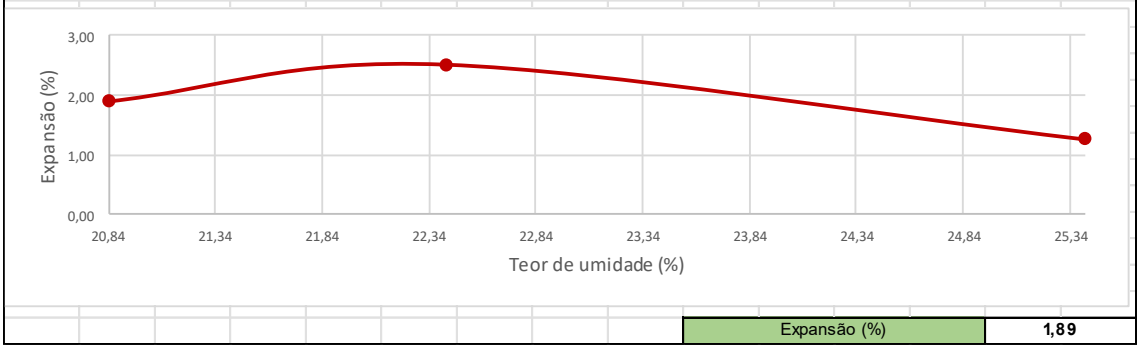
Massa específica aparente seca	1,476
Umidade ótima (%)	22,89

ISC - Índice de Suporte Califórnia



ISC (%)	5,68

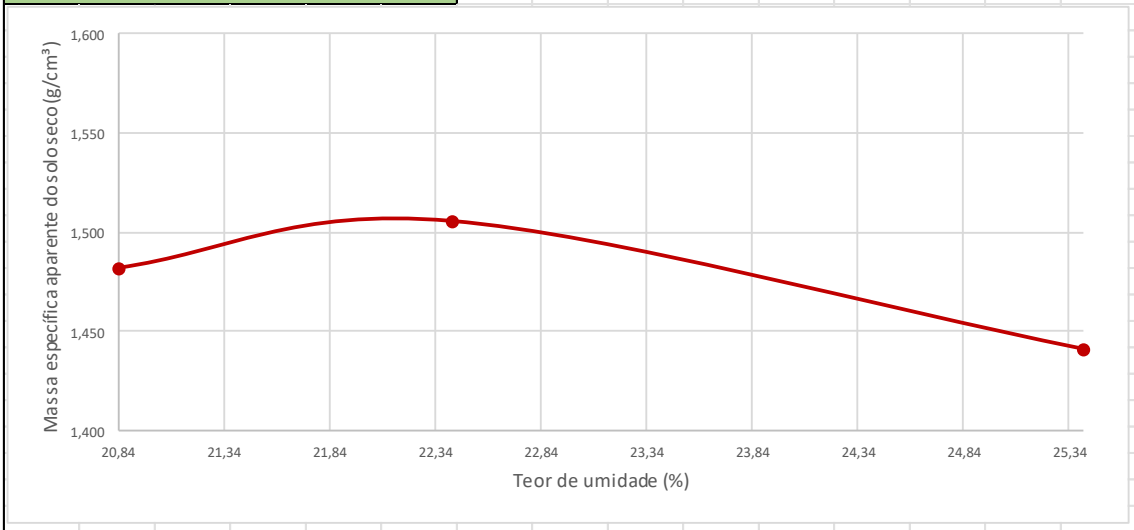
Expansão



Expansão (%)	1,89

Ensaio de Compactação										
Compactação					Energia de Compactação: **Normal**					
Número do cilindro	37		30		16		18		12	
Peso do cilindro (g)	5028,4		5045,7		4980,4		4987,4		5050,7	
Volume do cilindro (cm³)	2025,7		2111,1		2055,1		2070,1		2087,4	
Peso do cilindro +solo úmido (g)	9101,0		8998,0		8969,0		8987,0		9014,0	
Peso do solo úmido (g)	**4072,6**		**3952,3**		**3988,6**		**3999,6**		**3963,3**	
Massa esp. do solo úmido (g/cm³)	**2,010**		**1,872**		**1,941**		**1,932**		**1,899**	
Teor de Umidade										
Cápsula nº	11	35	22	7	40	29	54	13	25	46
Peso da cápsula +solo úmido (g)	102,10	99,60	101,70	100,80	101,20	99,80	102,50	98,70	97,40	98,10
Peso da cápsula +solo seco (g)	89,70	89,50	90,20	83,80	88,70	82,30	84,30	83,10	85,70	85,20
Peso da cápsula (g)	18,10	17,80	18,50	17,50	18,10	17,80	16,80	17,70	18,10	17,60
Peso da água (g)	**12,40**	**10,10**	**11,50**	**17,00**	**12,50**	**17,50**	**18,20**	**15,60**	**11,70**	**12,90**
Peso do solo úmido (g)	**84,00**	**81,80**	**83,20**	**83,30**	**83,10**	**82,00**	**85,70**	**81,00**	**79,30**	**80,50**
Peso do solo seco (g)	**71,60**	**71,70**	**71,70**	**66,30**	**70,60**	**64,50**	**67,50**	**65,40**	**67,60**	**67,60**
Umidade (%)	**17,32**	**14,09**	**16,04**	**25,64**	**17,71**	**27,13**	**26,96**	**23,85**	**17,31**	**19,08**
Umidade média (%)	**15,70**		**20,84**		**22,42**		**25,41**		**18,20**	
Massa esp. do solo seco (g/cm³)	**1,695**		**1,482**		**1,506**		**1,441**		**1,553**	

Curva de Compactação

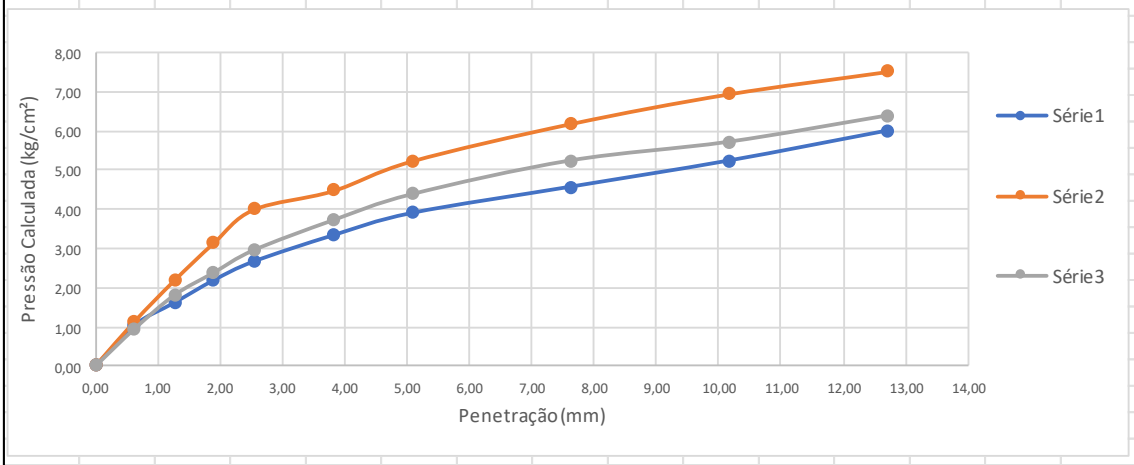


Massa específica aparente seca	**1,476**
Umidade ótima (%)	**22,89**

Ensaio de ISC													
Compactação									Energia de Compactação:			**Normal**	
Constantes													
Número	1	Área do pistão			19,32						Constante do anel		0,18370
Expansão													
Ponto		1				2				3			
Número do Cilindro		17	Altura inicial (mm)		110,80	35	Altura inicial (mm)		111,70	16	Altura inicial (mm)		110,60
Data	Hora	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão
		(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)
24/10/25	00h00		100,00	-			100,00	-			100,00	-	
28/10/25	96h00		310,00	**210,00**	**1,90**		380,00	**280,00**	**2,51**		240,00	**140,00**	**1,27**

Penetração

Ponto			1				2				3			
Penetração	Tempo	Pressão Padrão	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC
(mm)	(mim)	(kg/cm²)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10-³)	Calculada	Corrigida	(%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,63	0,50		11,00	1,05			12,00	1,14			10,00	0,95		
1,27	1,00		17,00	1,62			23,00	2,19			19,00	1,81		
1,90	1,50		23,00	2,19			33,00	3,14			25,00	2,38		
2,54	2,00	70,30	28,00	2,66	2,66	**3,79**	42,00	3,99	3,99	**5,68**	31,00	2,95	2,95	**4,19**
3,81	3,00		35,00	3,33			47,00	4,47			39,00	3,71		
5,08	4,00	105,40	41,00	3,90	3,90	**3,70**	55,00	5,23	5,23	**4,96**	46,00	4,37	4,37	**4,15**
7,62	6,00		48,00	4,56			65,00	6,18			55,00	5,23		
10,16	8,00		55,00	5,23			73,00	6,94			60,00	5,70		
12,70	10,00		63,00	5,99			79,00	7,51			67,00	6,37		



Resumo			
Ponto	1	2	3
ISC (%)	**3,79**	**5,68**	**4,19**
Umidade (%)	**20,84**	**22,42**	**25,41**
Expansão (%)	**1,90**	**2,51**	**1,27**

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Serviço:	Materiais de sondagem	Furo: 04-LD	Prof.: 0,0 a 2,0	Material: Argila Arenosa/Siltosa
Local:	Perimetral Lauro Grein			
Data:	21/10/2025			

Massa total da amostra seca	
Massa total da amostra seca	1.000,00
Massa da amostra seca ao ar [Mt] (g)	116,65
Massa do material seco retido #10 [Mg] (g)	883,35

Teor de umidade			
Número da cápsula	60,00	62,00	62,00
Solo úmido + tara (g)	98,50	96,80	97,90
Solo seco + tara (g)	87,80	86,10	86,90
Tara da cápsula (g)	17,60	17,50	17,40
Água (g)	10,70	10,70	11,00
Solo seco (g)	70,20	68,60	69,50
Teor de umidade (%)	15,24	15,60	15,83
Umidade média (%)	15,56		

Resumo	
Material	%
Pedregulho > 4,8 mm	7,22
Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm	6,05
Areia Média 2,0 a 0,425 mm	6,44
Areia Fina 0,425 a 0,075 mm	8,97
Passando na #200	78,11

Peneiramento Grosso

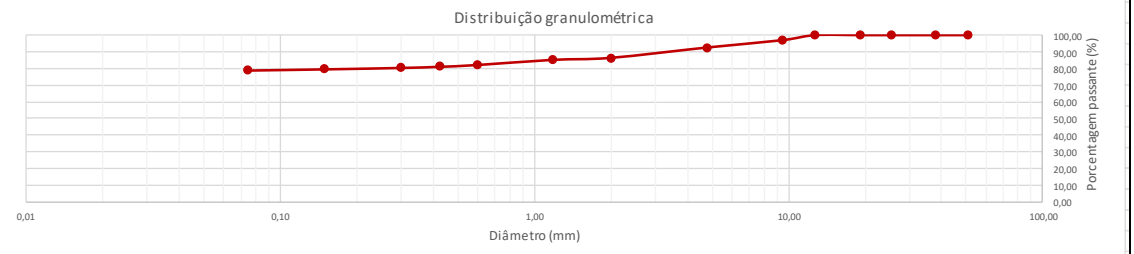
Peneira		Peso da amostra seca (g)		% que passa
n°	mm	Retido	Pasando	
2"	50,8	0,00	883,35	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	883,35	100,00
1"	25,4	0,00	883,35	100,00
3/4"	19,1	0,00	883,35	100,00
1/2"	12,7	0,00	883,35	100,00
3/8"	9,5	25,80	857,55	97,08
4	4,8	38,00	819,55	92,78
10	2,0	53,50	766,05	86,72

Peneiramento Fino

Número do recipiente:	4,00	Peso da amostra úmida [Mw] (g):	120,00
		Peso da amostra seca (g)	101,33

Peneira		(g) retido / passando		% que passa	
n°	mm	Retido	Pasando	Parcial	Total
16	1,180	1,60	101,33	98,85	84,44
30	0,600	3,80	97,53	95,14	81,28
40	0,425	1,20	96,33	93,97	80,28
50	0,300	0,70	95,63	93,29	79,69
100	0,150	1,10	94,53	92,22	78,78
200	0,075	0,80	93,73	91,44	78,11

Classificação	
Classificação HRB	A-7-6

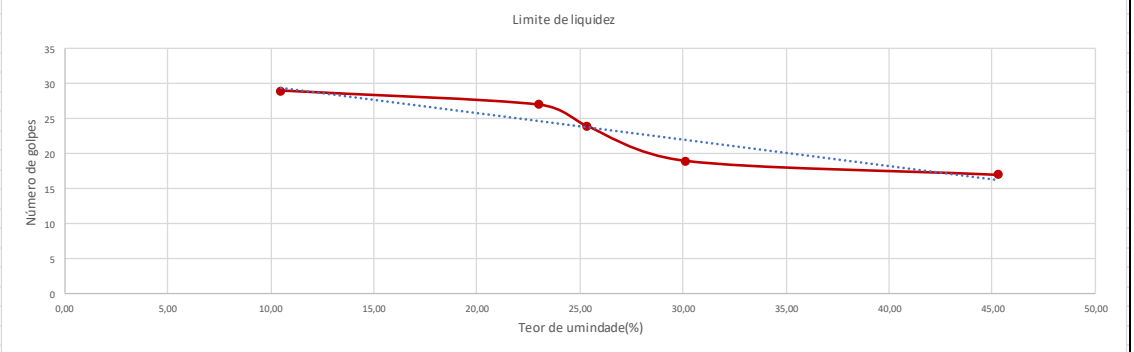


ENSAIOS FÍSICOS - LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

Serviço:	Materiais de sondagem	Furo: 04-LD	Prof.: 0,0 a 2,0	Material: Argila Arenosa/Siltosa
Local:	Perimetral Lauro Grein			
Data:	21/10/2025			

Dados do Ensaio	Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade				
N° da Cápsula	216	217	218	219	220	171	172	173	174	175
Solo + Cápsula + Água (g)	18,70	19,20	19,10	21,00	22,70	6,30	7,20	6,20	6,80	5,80
Solo + Cápsula (g)	17,60	16,90	17,00	17,90	18,40	6,00	6,80	5,80	6,20	5,60
Cápsula (g)	7,10	6,90	8,70	7,60	8,90	5,10	4,90	3,70	4,50	4,70
Água (g)	1,10	2,30	2,10	3,10	4,30	0,30	0,40	0,40	0,60	0,20
Solo + Água (g)	11,60	12,30	10,40	13,40	13,80	1,20	2,30	2,50	2,30	1,10
Solo (g)	10,50	10,00	8,30	10,30	9,50	0,90	1,90	2,10	1,70	0,90
Umidade (%)	10,48	23,00	25,30	30,10	45,26	33,33	21,05	19,05	35,29	22,22
Número de Golpes	29	27	24	19	17					

Média (%)	26,19
Limite Inferior (95%)	18,10
Limite superior (105%)	27,50
Limite de plasticidade	26,19



Limite de Liquidez (LL) - (%)	26,83
Limite de Plasticidade (LP) - (%)	26,19
Índice de Plasticidade (IP) - (%)	35,29

6.0 - ESTUDO DE TRÁFEGO

A apresentação do Estudo de Tráfego seguiu as recomendações, onde aplicável, da Instrução de Serviço IS-201 (Estudos de Tráfego) constante nas Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT.

Um dos principais elementos que determinam as suas características futuras é o tráfego que a mesma suportará. O projeto geométrico de uma via é condicionado, principalmente, pelo tráfego previsto para nela circular. O tráfego permite o adequado dimensionamento de todos os seus elementos ao longo do horizonte estabelecido para o projeto.

6.1 - Caracterização do Tráfego

Para caracterização do tráfego da estrada projetada, foram realizadas visitas aos trechos e durante os trabalhos no local foram observadas as movimentações, a configuração de movimentação diária média anual no local de projeto, pode ser caracterizada pela Tabela 5.4 Foi considerado um acréscimo também em se tratando de tráfego gerado em função dos melhoramentos aplicados.

Tabela 5.4 – VMDa (Volume médio diário anual) considerado no trecho de projeto.

Tráfego	Veículos	Ônibus	Caminhão			
		2CB	2C	3C	4C	2S2
Normal	500	8	16	18	6	8
Gerado	150	2	4	4	-	-

Fonte: Autor

As Imagens 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4 mostram segmentos do trecho de projeto.

Imagem 6.1 – Trecho de projeto



Fonte: Autor

Imagem 6.2 – Trecho de projeto



Fonte: Autor

Imagem 6.3 – Trecho de projeto



Fonte: Autor

Imagem 6.4 – Trecho de projeto.



Fonte: Autor

6.2 Número “N”

O número “N” é um parâmetro para o dimensionamento do pavimento flexível e é definido pelo número de repetições de um eixo-padrão de 8,2 tf, durante o período de projeto.

6.3 Componentes do Tráfego

O tráfego futuro é constituído pelas componentes normal, desviado e gerado. O **tráfego normal** é o tráfego que circula atualmente na região e continuará existindo mesmo que as obras pretendidas não venham a ser realizadas. O **tráfego desviado** é o existente em outras vias e que passa a utilizar a via e interseções projetadas no momento em que são concluídos os melhoramentos. O **tráfego gerado** é o que não existia e que passa a existir pelo efeito da implantação do novo empreendimento, com consequente desenvolvimento da região.

6.3.1 Taxas de Crescimento

Para realizar a projeção do tráfego são utilizadas taxas de crescimento que expressam a expectativa de crescimento anual do tráfego no trecho estudado. Em função do porte do empreendimento foi adotada a taxa de crescimento mínima sugerida pela DNIT. Sendo então a taxa de **3,0%** ao ano.

6.3.2 Período de Análise

- Ano de abertura do tráfego: **2026**;
- Horizonte de projeto: **2035** décimo ano a partir do ano de operação.

6.3.3 Fatores

6.3.3.1 Fatores de Correção

No intuito de transformar os resultados da contagem em VMD (Volume médio diário), são utilizados fatores de correção. Estes fatores constituem-se da expansão horária, correção diária e sazonalidade mensal. Em função de o projeto tomar partida de valores médios diários anuais, se adotam fatores iguais a 1,0, ou seja:

- FH (Fator de Expansão Horária) = 1,00;
- FD (Fator de Correção Diária) = 1,00;
- FM (Fator de Sazonalidade Mensal) = 1,00.

6.3.3.2 Fator de Equivalência de Carga

O método de projeto do DNIT adota um eixo-padrão de 8,2t, sendo os fatores de equivalência de carga aqueles desenvolvidos pelo Corpo de Engenheiros do Exército Norte-americano (USACE).

As expressões para cálculo dos fatores de equivalência de carga são apresentadas na Tabela a seguir.

Tabela 6.1 – Fatores de equivalência de carga do USACE.

Tipo de eixo	Faixa de cargas (tf)	Equações (P em tf)
Eixo Simples	0 – 8	$FEC = 2{,}0782 \times 10^{-3} \times P^{4{,}0175}$
	≥ 8	$FEC = 1{,}8320 \times 10^{-6} \times P^{6{,}2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FEC = 1{,}5920 \times 10^{-4} \times P^{3{,}4720}$
	≥ 11	$FEC = 1{,}5280 \times 10^{-4} \times P^{5{,}4840}$
Tandem triplo	0 – 18	$FEC = 8{,}0359 \times 10^{-5} \times P^{3{,}3549}$
	≥ 18	$FEC = 1{,}3229 \times 10^{-7} \times P^{5{,}5789}$

Obs: FEC = Fator de Equivalência para a carga “P” em relação ao eixo padrão de 8,2 tf.

6.3.3.3 - Fator de Veículo

É o coeficiente que, multiplicado pelo volume total de tráfego comercial que solicita o pavimento durante o período de projeto, fornece o número equivalente de operações do eixo simples padrão no mesmo período, dado pela fórmula abaixo:

$$FV = \sum FEC$$

6.3.3.4 Fator de Pista

Este fator varia conforme o número de pistas disponíveis. Da mesma forma, o fluxo de veículos varia conforme o local. Neste caso o tráfego total é composto por 2 faixas convencionais em sentidos opostos. Obtendo-se o fator de pista = 2,0.

6.3.3.5 Fator Climático Regional

Coeficiente utilizado para considerar as variações de umidade às quais os materiais constituintes do pavimento estão sujeitos durante as estações do ano, e que influenciam diretamente na capacidade de suporte dos mesmos. É sugerido para o Brasil o valor Fr=1,0.

6.4 VMDa - Volume Médio Diário Anual

É o volume médio de veículos que solicita uma determinada seção do projeto durante o período de um ano. Como não se dispõem de dados completos de um ano, foram utilizados fatores de correções a fim de melhor caracterizar o volume. Obtendo-se assim o VMDac (Volume médio diário anual corrigido). O volume é devidamente corrigido com os fatores de expansão horária, diária e mensal através da seguinte equação:

VMDAC = VMDA x FH x FD x FM

Onde:

- VMDAC = Volume médio diário anual corrigido;
- VMDA = Volume médio diário anual;
- FH = Fator de expansão horária;

- FD = Fator de correção diária;
- FM = Fator de sazonalidade mensal.

6.5 - Cálculo

Para determinar o número N é necessário se conhecer o tráfego dos veículos, volume médio diário de tráfego, período de vida útil, fatores de veículo e climáticos. Sendo assim o número de operações do eixo-padrão (N) é calculado pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{365\ x\ P\ x\ V_m\ x\ FV\ x\ F_R}{F_p}$$

Onde:

- 365 = número de dias de um ano;
- Vm = volume médio diário anual corrigido (VMDac);
- P = período de projeto, adotado como sendo de 10 anos;
- FV = fator de veículo;
- FR = fator climático regional (FR=1,0);
- FP = fator de pista.

Resultado:

- N = **8,23 x 10^5** (10 anos) fatores USACE.

Na sequência é apresentada a memória de cálculo do Número “N”.

Cálculo do Número "N" - Método: DNIT (Fatores USACE)																
Local:	Perimetral Lauro Grein															
Data:	13/10/2025															
Composição do Tráfego:																
Tráfego	Veículos	Onibus	Caminhão			Semi-reboque				Reboque		Outros		Fatores de Correção		
		2CB	2C	3C	4C	2S2	3S2	3I3	3S3	2C3	3C3	3D4	3T6	Fh	Fd	Fm
Normal	500	8	16	16	8	8	0	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
Gerado	150	2	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
														Fh = Fator horário para expansão referido à 24horas		
														Fd = Fator diário para ajuste de oscilações diárias durante a semana		
														Fm = Fator mensal para ajuste das oscilações durante o ano		

Tráfego Corrigido:													
	Veículos	2CB	2C	3C	4C	2S2	3S2	3I3	3S3	2C3	3C3	3D4	3T6
Normal 2026	500	8	16	16	8	8	0	0	0	0	0	0	0
Gerado 2026	150	2	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
VMDa	650	10	20	20	10	8	0	0	0	0	0	0	0

Determinação do "FV" (Fator de Veículo):													
	Veículos	2CB	2C	3C	4C	2S2	3S2	3I3	3S3	2C3	3C3	3D4	3T6
Peso por conjunto de eixo (tf)	CE1	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
	CE2	10,00	10,00	17,00	25,50	10,00	17,00	17,00	17,00	10,00	17,00	17,00	17,00
	CE3					17,00	17,00	10,00	25,50	10,00	10,00	17,00	17,00
	CE4							10,00		17,00	17,00	17,00	17,00
	CE5							10,00					17,00
	CE6												
FEC	CE1	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
	CE2	3,29	3,29	8,55	9,30	3,29	8,55	8,55	8,55	3,29	8,55	8,55	8,55
	CE3					8,55	8,55	3,29	9,30	3,29	3,29	8,55	8,55
	CE4							3,29		8,55	8,55	8,55	8,55
	CE5							3,29					8,55
	CE6												
FV por classe		**3,57**	**3,57**	**8,83**	**9,58**	**12,12**	**17,38**	**18,70**	**18,13**	**15,41**	**20,66**	**25,92**	**34,47**

Tráfego previsto para o ano de abertura, fator de veículo e taxas de crescimento:																
	Veículos	2CB	2C	3C	4C	2S2	3S2	3I3	3S3	2C3	3C3	3D4	3T6			
2026	**650**	**10**	**20**	**20**	**10**	**8**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**			
Fvi	0,00	3,57	3,57	8,83	9,58	12,12	17,38	18,70	18,13	15,41	20,66	25,92	34,47	Fator climático:	1,0	
Tx	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	Fator de pista:	2,00	

Cálculo do número N:																
	Veículos	Onibus	Caminhão			Semi-reboque			Reboque			Outros				
		2CB	2C	3C	4C	2S2	3S2	3I3	3S3	2C3	3C3	3D4	3T6	Total	Anual	Acumulado
2026	650	10	20	20	10,00	8	0	0	0	0	0	0	0	**718,00**	71.800	71.800
2027	670	10	21	21	10,30	8	0	0	0	0	0	0	0	**739,54**	73.954	145.754
2028	690	11	21	21	10,61	8	0	0	0	0	0	0	0	**761,73**	76.173	221.927
2029	710	11	22	22	10,93	9	0	0	0	0	0	0	0	**784,58**	78.458	300.384
2030	732	11	23	23	11,26	9	0	0	0	0	0	0	0	**808,12**	80.812	381.196
2031	754	12	23	23	11,59	9	0	0	0	0	0	0	0	**832,36**	83.236	464.432
2032	776	12	24	24	11,94	10	0	0	0	0	0	0	0	**857,33**	85.733	550.165
2033	799	12	25	25	12,30	10	0	0	0	0	0	0	0	**883,05**	88.305	638.470
2034	823	13	25	25	12,67	10	0	0	0	0	0	0	0	**909,54**	90.954	729.424
2035	848	13	26	26	13,05	10	0	0	0	0	0	0	0	**936,83**	93.683	823.107
															Para 10 anos N =	**8,23E+05**
2036	874	13	27	27	13,44	11	0	0	0	0	0	0	0	**965**	96.493	919.600
2037	900	14	28	28	13,84	11	0	0	0	0	0	0	0	**994**	99.388	1.018.988
2038	927	14	29	29	14,26	11	0	0	0	0	0	0	0	**1024**	102.370	1.121.357
2039	955	15	29	29	14,69	12	0	0	0	0	0	0	0	**1054**	105.441	1.226.798
2040	983	15	30	30	15,13	12	0	0	0	0	0	0	0	**1086**	108.604	1.335.402
2041	1013	16	31	31	15,58	12	0	0	0	0	0	0	0	**1119**	111.862	1.447.264
2042	1043	16	32	32	16,05	13	0	0	0	0	0	0	0	**1152**	115.218	1.562.482
2043	1074	17	33	33	16,53	13	0	0	0	0	0	0	0	**1187**	118.674	1.681.156
2044	1107	17	34	34	17,02	14	0	0	0	0	0	0	0	**1222**	122.235	1.803.391
2045	1140	18	35	35	17,54	14	0	0	0	0	0	0	0	**1259**	125.902	1.929.293
															Para 20 anos N =	**1,9E+06**

7.0 - PROJETO GEOMÉTRICO

7.1 - Introdução

Foi desenvolvido um eixo geométrico para definição do traçado principal da Rua Perimetral Lauro Grein, com início no cruzamento com a Avenida XV de novembro, passando pelo Parque de Exposição Ivo Moreira, sendo o final no entroncamento com a marginal da BR 116, totalizando uma extensão de 828,0 metros.

7.2 - Parâmetros de Projeto

7.2.1 Veículo de Projeto

Os veículos utilizados para o dimensionamento geométrico da estrada segam conforme padrão de veículos que circulam no município, ou seja, caminhões simples e veículos de passeio.

7.3 - Velocidade de Projeto

Foi adotada velocidade diretriz de 40 km/h para toda a extensão da rua, com previsão de redutores de velocidades, como lombadas enfaixas elevadas.

7.4 - Seção Transversal

A seção transversal adotada consiste em 2 faixas de rolamento de 4,5m de largura cada, da estaca 1+80,0, onde inicia um trecho com 2 faixas de rolamento com largura de 3,25m, e um estacionamento paralelo ao sentido da via, com largura de 2,5m. A declividade transversal padrão da pista adotada no projeto é de 3,0% com caimento para os bordos, possuindo em curvas mais acentuadas superelevação máxima de 3,0% para o bordo interno da curva, de forma a aumentar a segurança de quem na via trafega, sendo a velocidade referencial de projeto de 40 Km/h.

7.5 - Definição do Perfil Longitudinal

Com os dados obtidos no levantamento topográfico e com o emprego do software AutoCad foram geradas as plantas planimétricas, que definiram o traçado da via com a determinação do eixo de locação e a implantação do estaqueamento a cada 20m. A extensão total do eixo do projeto é de 828,26m.

Com o perfil do terreno gerado, dispondo-se das limitações dos níveis existentes, definiram-se as rampas e concordâncias verticais do greide de terraplenagem e acabado de pavimentação. Este greide forneceu subsídios ao desenvolvimento do projeto de terraplenagem.

8.0 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

8.1 - Introdução

O projeto de pavimentação aqui apresentado se refere à pavimentação da Rua Perimetral Lauro Grein, localizada na região urbana da cidade, as imagens a seguir mostram o local de implantação da via.

Imagem 8.1 – Trecho de projeto.



Fonte: Autor

Imagem 8.2 – Trecho de projeto.



Fonte: Autor

O projeto foi desenvolvido com base nas orientações das metodologias do DNIT e bibliografias consolidadas.

O pavimento é uma estrutura com uma ou mais camadas, com características para receber as cargas aplicadas na superfície e distribuí-las de maneira que as tensões resultantes fiquem abaixo das tensões admissíveis dos materiais que constituem a estrutura.

Todas as camadas têm a função de resistir e distribuir os esforços verticais, com a exceção do subleito que deve absorver definitivamente esses esforços. Quanto mais superior estiver a camada, maiores serão as suas características tecnológicas na medida em que maiores serão as solicitações incidentes. Subleitos de boa qualidade exigem pavimentos menos espessos e poderão dispensar a construção de camada de reforço.

8.2 - CONSIDERAÇÕES

8.2.1 - Tráfego

Conforme considerações feitas no capítulo relacionado ao estudo de tráfego, para um horizonte de projeto de 10 anos foi calculado o seguinte valor:

- Número **N = 8,23 x 10^5** (fatores USACE);

8.2.2 - Subleito

Conforme exposto no capítulo relacionado ao estudo geotécnico, foi adotado:

- CBR projeto = **5,44%.**

8.2.3 Dimensionamento

8.2.3.1 Considerações gerais

Para o dimensionamento do pavimento flexível foi utilizado primeiramente o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNER apresentado no Manual de Pavimentação 2006 do DNIT. O método baseia-se na capacidade de suporte (ISC ou CBR) do subleito e dos materiais integrantes do pavimento. Fundamenta-se também no número de repetições do eixo padrão (númeroN) determinado no estudo de tráfego e nos coeficientes de equivalência estrutural dos diferentes tipos de materiais adotados coerentemente com os resultados da pista experimental da AASHTO.

Após este dimensionamento foi utilizada análise numérica para calibração dos valores, método que utiliza como parâmetros de entrada os valores de módulo de rigidez das camadas, espessuras, tráfego previsto e condições de suporte. Utiliza o software Elsym5 que faz o cálculo das tensões e deformações pelo método de elementos finitos.

8.2.4 Pavimento Flexível - DNIT 2006

8.2.4.1 Coeficiente de Equivalência Estrutural

Este coeficiente é a razão da espessura granular para uma unidade de espessura do material considerado, como fornecido na tabela a seguir.

Tabela 8.1 – Coeficientes de equivalência estrutural.

Componentes	Materiais	K
Revestimentos e bases betuminosas	Concreto betuminoso usinado a quente	2,0
	Pré-misturado a quente	1,7
	Pré-misturado a frio	1,4
	Macadame betuminoso de penetração	1,2
Camadas granulares (não cimentadas, não betuminosas)	Macadame betuminoso de penetração	1,0
	Base estabilizada granulometricamente	1,0
	Base de solo melhorado com cimento	1,0
	Sub-base estabilizada granulometricamente	1,0
	Sub-base de solo melhorado com cimento	1,0
	Reforço de subleito	1,0

8.2.4.2 Materiais das camadas de pavimentação

O dimensionamento também foi baseado nas características dos materiais das camadas de pavimentação, apresentadas na Tabela 8.2

Tabela 8.2 – Características das camadas de um pavimento.

Camada do Pavimento	Material	Características
Revestimentos	Concreto Asfáltico	Faixa C
Base	Brita Graduada	CBR ≥ 80% (PM)
		Expansão ≤ 0,50%
		LL ≤ 25%; IP ≤ 6%
		EA ≥ 50%
Sub-base	Macadame Seco	CBR ≥ 20% (PI)
		IG = 0 (índice de grupo)
		Expansão ≤ 0,5%
Subleito	Solo natural ou camada final de terraplenagem	CBR ≥ 6,5% (PN)
		Expansão ≤ 2,0%

Onde:

- PN: Proctor Normal
- PI: Proctor Intermediário
- PM: Proctor Modificado.

As características dos materiais das camadas em conjunto com os valores de CBR de projeto e de Tráfego N, configuram as espessuras das referidas camadas.

8.3 - METODOLOGIA DO CÁLCULO

A estrutura do pavimento flexível a que se refere este projeto decorre das seguintes equações:

$$H_{20} = 77{,}67\ x\ N^{0{,}0482}\ x\ CBR^{-0{,}598}$$

$$(R\ x\ Kr) + (B\ x\ Kb) \geq H_{20}$$

$$(R\ x\ Kr) + (B\ x\ Kb) + (h_{20}\ x\ Ks) \geq H_n$$

Onde:

- R = espessura real da camada de rolamento;

- B = espessura real da camada de base;
- h_{20} = espessura real da camada de sub-base;
- Kr = coeficiente estrutural da camada de rolamento;
- Kb = coeficiente estrutural da camada de base;
- Ks = coeficiente estrutural da camada de sub-base;
- H_{20} = espessura estrutural do pavimento necessária acima da sub-base;
- Hn = espessura estrutural do pavimento necessária acima do subleito.

8.4 - RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO

Na sequência é apresentada a memória de cálculo do dimensionamento do pavimento pela metodologia preconizada pelo DNIT.

Dimensionamento do pavimento

Dimensionamento do revestimento

Dados:			Cálculo:					
N=	8,23E+05							
Kr=	2,00		Espessuras adotadas				Espesura equivalente a concreto	
			5,00	cm	K= 2,00	CAUQ - faixa C	5,00	cm
			0,00	cm	K= 2,00	CAUQ - faixa B	0,00	cm
Resultado:	**5,00**	cm	0,00	cm	K= 2,00	CAUQ - faixa B	0,00	cm
							Total 5,00	cm

Dimensionamento da base

Dados:			Cálculo:
Kb=	1,00		**H20 - espessura equivalente (revestimento +base)**
CBR=	20,00	% sub -base	$H_{20} = 77{,}67\ x\ N^{0{,}0482}\ x\ CBR^{-0{,}598}$
			B - espessura real da base
Resultado:			$(R\ x\ Kr) + (B\ x\ Kb) \geq H_{20}$
H20=	**24,97**	cm	***Por norma adotado - CBR 20% (sub base)**
B≥	**14,97**	cm	$B \geq \frac{H_{20} - (R\ x\ Kr)}{Kb}$
Adotado:	15,00	cm	

Dimensionamento da Sub-base

Dados:			Cálculo:
Ks=	1,00		**Hn - espessura equivalente (revestimento +base+sub-base)**
CBR=	5,44	% subleito	$H_n = 77{,}67\ x\ N^{0{,}0482}\ x\ CBR^{-0{,}598}$
			H20 - espessura real da sub-base
Resultado:			$(R\ x\ Kr) + (B\ x\ Kb) + (H_{20}\ x\ Ks) \geq H_n$
Hn=	**54,38**	cm	
H20≥	**29,40**	cm	$H_{20} \geq \frac{H_n - (R\ x\ Kr) - (B\ x\ Kb)}{Ks}$
Adotado:	30,00	cm	

8.5 - Solução de Projeto

Para o revestimento em CAUQ foi adotado a espessura mínima 5,0cm, como pode ser observado na tabela8.3., extraída do Método de projeto de pavimentos flexíveis 667/22 DNER-1981, mesmo que no estudo de trafego não se tenha obtido valores de “N” superior

$1x10^6$, a espessura adotada visa suprir o aumento do volume de trafego na via projetada, visto que a mesma será utilizada como um dos acessos principais da cidade, tendo assim uma demanda reprimida.

Tabela 8.3 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamento superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 \leq N < 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

As tabelas apresentadas na sequência detalham as estruturas de pavimentação.

Tabela 8.4 – Estrutura– Pista pavimentada.

Camada	Material / Serviço	Espessura	Especificação
Revestimento	CAUQ - Faixa C	5,0 cm	DNIT-031/2006
Pintura de Ligação	Emulsão asfáltica RR-2C	-	DNIT-145/2012
Imprimação	Asfalto diluído CM-30	-	DNIT-144/2014
Base	Brita graduada simples	15,0 cm	DNIT-141/2010
Sub-base	Macadame seco	30,0 cm	DNIT-139/2010
Subleito	Terreno existente ou camada final de terraplenagem	-	DNIT-137/2010

9.0 - MEMORIAL DESCRITIVO OPERACIONAL

A execução de todos os serviços obedecerá rigorosamente às indicações constantes neste memorial descritivo e em consonância a planilha orçamentária quantitativa físico-financeira e projeto arquitetônico.

É de responsabilidade da CONTRATADA/EMPRESA, o fornecimento de todos os materiais, ferramentas, equipamentos e mão de obra de primeira linha necessária ao cumprimento integral do objeto da licitação, baseando-se no projeto básico fornecido bem como no respectivo memorial descritivo, responsabilizando-se pelo atendimento a todos os dispositivos legais vigentes, bem como pelo cumprimento de normas técnicas da ABNT,

CREA e demais pertinentes, normas de segurança, pagamento de encargos, taxas, emolumentos, etc., e por todos os danos causados às obras e ou serviços, bem como a terceiros, reparando, consertando, substituindo, ressarcindo, etc., os seus respectivos proprietários as suas plenas expensas.

Nenhuma alteração nas especificações poderá ser feita sem autorização por parte da Fiscalização responsável, que poderá impugnar qualquer trabalho feito em desacordo com os itens que compõe o projeto básico.

9.1 - INSTALAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

Periodicamente a obra deverá ser limpa, sendo procedida a remoção de todos os entulhos e detritos acumulados no decorrer dos trabalhos.

9.1 - SERVIÇOS PRELIMINARES

9.1.1 - Placa de Obra

As placas deverão ser confeccionadas de acordo com cores, medidas, proporções e demais orientações contidas no manual sobre Placas de Obras do Governo do Estado de Santa Catarina. Elas deverão ser confeccionadas em chapas planas, metálicas, galvanizadas fixadas em estrutura de madeira e, material resistente às intempéries. Tamanho de (3,0x1,0 m).

As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando isso não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras.

9.1.2 - Remoção de Cercas e Mourões

A remoção de uma cerca de mourão envolve a retirada de estruturas de madeira e arame farpado. O motivo para remoção das cercas se deve pelas mesmas estarem avançadas em relação ao gabarito estabelecido pelo município na qual prevê a largura mínima de 20 metros

para a Perimetral Lauro Grein. Sem a remoção das cercas não há possibilidade de implementação da obra de pavimentação.

9.1.3 - Demolição de Alvenaria de Muro Existente

Conforme mencionado no item anterior existe no local a construção de muro em alvenaria avançando o gabarito da rua, na qual necessita ser demolido para execução da obra.

9.1.4 - Realocação de Postes

A realocação de postes é o processo de deslocamento de postes de energia elétrica, telefonia e iluminação pública. Os principais motivos para a realocação dos postes são pelo alargamento da via, nas quais, serão executados canteiros, passeios e ciclovia. Este processo envolve a solicitação junto a CELESC, no qual haverá o desligamento temporário de energia elétrica, remoção e instalação em novo ponto, este o qual será determinado após a locação do gabarito de pavimentação juntamente com a fiscalização da obra, e por fim a reconexão de cabos e equipamentos.

9.2 - TERRAPLANAGEM

9.2.1 - Regularização e Compactação de Subleito

A concepção do projeto de terraplenagem tem como objetivo orientar os serviços de terraplenagem e distribuição dos materiais, bem como visa à formulação de uma estrutura que possua condições suficientes de suporte para o pavimento projetado.

Regularização é o serviço destinado a conformar o subleito e acordo com o Projeto Geométrico. O grau de compactação deverá ser no mínimo, 80% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida na energia do Proctor Intermediário. São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização: motoniveladora com escarificador; rolos compactadores tipo pé-de-carneiro ou liso vibratório. Os equipamentos de compactação e mistura, serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e poderão ser utilizados outros, que não os especificados acima, desde que aceitos pela Fiscalização.

9.2.2 - Escavação Carga e Transporte de Material de 1ª Categoria

Será executada a escavação dos materiais constituintes do terreno natural para atender a plataforma de terraplenagem. Sempre que houver necessidade de escavação, será precedida da execução dos serviços preliminares.

Estes materiais deverão ser transportados para locais previamente indicados pela fiscalização, de forma a não causar transtornos, provisórios ou definitivos, à obra. Serão empregados equipamentos como escavadeira hidráulica e motoniveladoras. A escavação deverá ser feita no leito carroçável da pista de rolamento. Os rebaixamentos deverão seguir as especificações de projeto quanto a sua altura. Os materiais de cortes serão empregados na confecção dos aterros, desde que apresentem as qualidades geotécnicas previstas: CBR >= 6,5% no proctor normal para camada final de terraplenagem e expansibilidade deverá ser menor ou igual a 2%. Em caso contrário, o material de corte deverá ser depositado em áreas de bota-fora.

9.2.3 - Recomposição Mecanizada de Aterro e Compactação de Solo

O material a ser utilizado será o mesmo escavado em todo o projeto. O aterro será feito para a execução do bueiro duplo considerando o alargamento da pista de rolamento neste local. Deverá ser feito o aterro com o mesmo material junto ao muro de contenção entre as estacas 7+40 e 8+0.00. A compactação deverá seguir como descrito no item 4.1

9.3 - DRENAGEM PLUVIAL

9.3.1 - Escavação Mecanizada de Vala

A abertura da vala é realizada com a ajuda de uma retroescavadeira, cujas características devem ser adaptadas ao diâmetro do tubo, ao meio e à profundidade do assentamento. A largura da vala é em função do DN e da natureza do terreno, ou seja, será igual ao diâmetro externo do tubo acrescido de 15cm para todos os diâmetros.

As escavações deverão propiciar depois de concluídas, condições para montagem das tubulações em planta e perfil e caixas em geral.

Todas as drenagens previstas deverão seguir rigorosamente o projeto quanto aos diâmetros especificados em projeto.

Os locais escavados deverão ficar livres de água, qualquer que seja a sua origem (chuva, vazamento de lençol freático.), devendo para isso ser providenciada a sua drenagem através

de esgotamento, para não prejudicar os serviços, ou causar danos à obra. O esgotamento se necessário poderá ser utilizado ponteiras filtrantes.

As escavações acima de 1,25m deverão ser escoradas a fim de preservar a vida e a qualidade da obra. A execução das escavações implicará responsabilidade integral da CONTRATADA pela sua resistência e estabilidade. O material utilizado para o escoramento poderá ser em madeira ou outro equipamento previamente aprovado pela fiscalização. O recobrimento mínimo dos tubos em concreto simples e em concreto armado será de no mínimo 80 cm.

O reaterro das valas será processado até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais ou de forma designada pelos projetos, e deverá ser executado de modo a oferecer condições de segurança às tubulações e bom acabamento da superfície, não permitindo seu posterior abatimento. Os aterros e ou reaterros em geral, serão executados com material de primeira categoria, devidamente umedecidas até atingir a umidade ótima, até a compactação ideal, de 80% do Proctor Normal, até a cota final do reaterro.

9.3.2 - Preparo de Fundo de Vala

O fundo das valas deverá ser preparado de forma a manter uma declividade constante em conformidade com a indicada no projeto, proporcionando apoio uniforme e contínuo ao longo da tubulação. O terreno do fundo das valas deverá estar seco, sendo feita se necessário, uma drenagem prévia. O fundo das valas deverá ser regularizado e possuir lastro de brita com espessura mínima de 10,0cm para o perfeito assentamento dos tubos que serão do tipo macho e fêmea.

9.3.3 - Tubo de Concreto para Redes Coletoras de Águas Pluviais

A rede coletora que ficará sob a pista será constituída por tubos de concreto com seção circular simples com Ø 400 classe PS1; seção circular armada de Ø 600 e 1500mm, classe PA1, tipo macho-fêmea.

A operação de colocação dos tubos se dará pela seguinte forma:

a) Instalação de tubos, conectando-se às bocas de lobo;

b) Rejuntamento dos tubos com argamassa cimento-areia, traço 1:3 com aditivo que evite a retração, conforme orienta a NBR 1564:2008.

c) Execução do reaterro com o próprio material escavado da vala;

d) O reaterro deve ser compactado com compactador mecânico ou com a própria retroescavadeira;

9.3.4 - Caixa para Boca de Lobo Simples Retangular

As caixas coletoras são do tipo boca de lobo, cujas dimensões constam no projeto, as profundidades são variáveis dependendo da profundidade da tubulação e de seu diâmetro. As obras abrangidas por esta especificação tratam basicamente de dispositivo construído em blocos de concreto preenchidos de concreto.

Escavação para a instalação das caixas ou bocas deverá ser feita de modo a permitir a sua execução com espaços laterais suficientes. O fundo da cava, deverá ser regularizado e compactado mecanicamente de modo a garantir boa qualidade da fundação. Após a compactação será lançado uma camada de concreto magro, na espessura de 5,0 cm de modo a regularizar a superfície e melhorar as condições da distribuição do carregamento do solo. Sobre o lastro serão erguidas as paredes da caixa ou boca de lobo. Os tubos que convergem nas caixas deverão estar assentados e fixados antes da execução das paredes das caixas de passagem ou das bocas de lobo que os envolvem. Depois da execução e o respectivo tempo de cura dos mesmos serão feitos os reaterros laterais das paredes. Após a complementação do reaterro será feita a limpeza da caixa para remover todo o entulho caído no interior e que possa vir a comprometer o escoamento, depois então serão assentadas as tampas de concreto indicadas no projeto.

9.3.5 - Caixa de Ligação e Passagem

As caixas de ligação e passagem, cujas dimensões constam no projeto, têm suas profundidades variáveis dependendo da profundidade da tubulação e de seu diâmetro. As obras abrangidas por esta especificação tratam basicamente de dispositivo construído com blocos de concreto, preenchidos com concreto.

A escavação para a instalação das caixas deverá ser feita de modo a permitir a sua execução com espaços laterais suficientes para o assentamento da alvenaria com blocos de concreto. O fundo da cava, antes do lançamento do lastro de concreto magro, deverá ser regularizado e compactado mecanicamente de modo a garantir boa qualidade da fundação. Após a compactação será lançado uma camada de concreto magro, na espessura de 5,0 cm de modo a regularizar a superfície e melhorar as condições da distribuição do carregamento do solo. Sobre o lastro serão erguidas as paredes da caixa. Os tubos que convergem nas caixas deverão estar assentados e fixados antes da execução das paredes das caixas de passagem. Depois da execução e o respectivo tempo de cura dos mesmos serão feitos os reaterros laterais das paredes com o lançamento do material em camadas na espessura de 20,0cm, compactando-se energicamente cada camada. Após a complementação do reaterro

será feita a limpeza da caixa para remover todo o entulho, caído no interior e que possa vir a comprometer o escoamento.

9.3.6 - Assentamento (meio-fio) Confeccionado em Concreto Pré-Fabricado

Deverá ser executada a escavação da porção anexa ao bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicado no projeto. Posteriormente a instalação e assentamento dos meios-fios pré-moldados, de forma compatível com o projeto-tipo considerado e finalmente o rejuntamento com argamassa cimento areia, traço 1:4, em massa.

Os meios-fios ou guias deverão ser pré-moldados em fôrmas metálicas ou de madeira revestida que conduza a igual acabamento, sendo submetidos a adensamento por vibração, e estes devem apresentar fck ≥ a 20 Mpa.

Os meios fios terão as seguintes dimensões, altura de 0,30 m, espessura de 0,15 m na base e 0,12 m no topo, espelho de 0,12 m e comprimento de 1,00 m.

Deverá ser observada pela empresa CONTRATADA ao longo do percurso de pavimentação as entradas de garagens, entradas de pedestres e rampas de acessibilidade, no qual deverá ser feito o rebaixamento dos meio fios, conforme especificado em projeto.

9.3.7 - Bocas de Bueiro de Concreto - BSTC

São dispositivos a serem executados nos limites dos tubos, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las à rede condutora, bem como proteger as laterais de jusante e montante dos mesmos e serão construídas em concreto, e compreenderão as seguintes etapas:

- Escavação e remoção do material existente e excedente, de forma a comportar e conformar o local de execução da boca.
- As bocas serão construídas nos bueiros BSTC com seção circular de Ø 600mm, conforme necessidade e característica do local. Serão constituídos em concreto fck ≥ a 20 Mpa, moldados “in loco”, conforme Projeto de Drenagem Pluvial.

9.3.8 - Boca para Bueiro Duplo

São dispositivos a serem executados nos limites dos bueiros transversais, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las à rede condutora, bem como proteger as laterais de

jusante e montante dos mesmos e serão construídas em concreto armado, e compreenderá as seguintes etapas:

- Escavação e remoção do material existente e excedente, de forma a comportar e conformar o local de execução da boca.
- As bocas serão construídas nos bueiros transversais com seção dupla circular Ø 1500mm, conforme necessidade e característica do local. Deverão seguir o Projeto de Drenagem Pluvial.

9.4 - PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

9.4.1 - Execução e Compactação de Base e ou Sub-Base com Macadame Seco

A sub-base ou base de macadame seco é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

Os serviços somente poderão ser iniciados, após a conclusão do serviço de regularização do subleito.

Compreenderá as seguintes operações: fornecimento, transporte, execução da camada de macadame seco, execução do enchimento e compactação, conforme especificado no projeto. A camada de macadame deverá ser executada em toda a largura da plataforma da pista de rolamento.

O material deverá ser espalhado em uma camada de espessura uniforme. Deverão ser utilizados, no espalhamento, meios mecânicos como motoniveladoras, tratores de esteira ou espalhadores de agregados. Depois do espalhamento o acerto do material, será feita a verificação de greide longitudinal e seção transversal, sendo então corrigidos os pontos com excesso ou deficiência de material. Todo o acerto final de desempenamento, nessa fase, será realizado com a motoniveladora ou com trator de esteira.

O material de enchimento, deverá ser a seguir espalhado por meios manuais ou mecânicos, em quantidades suficientes para preencher os vazios do agregado graúdo. O material deve ser compactado (com ou sem vibração) e irrigado. A aplicação do material de enchimento deverá ser feita em uma ou duas camadas sucessivas, devendo-se iniciar a compactação e forçar a sua penetração nos vazios do agregado graúdo por meios manuais ou mecânicos.

A compactação inicial da camada será realizada com um rolo do tipo vibratório, aprovado pela Fiscalização. Nos trechos em tangente, a compactação deve partir sempre das bordas para o eixo e, nas curvas, da borda interna para a borda externa. Em cada deslocamento do

rolo compressor, a faixa anteriormente compactada deve ser recoberta de, pelo menos, 1/3 da largura do rolo. Após obter-se a cobertura completa da área a ser comprimida, deverá ser feita uma nova verificação do greide longitudinal e seção transversal, efetuando-se as correções necessárias. A compactação deverá prosseguir até que se consiga um bom entrosamento dos agregados da camada. Uma vez constatados os problemas, usualmente deficiência de finos, haverá a necessidade de correções. Nesses locais, a correção será realizada com material de enchimento. Antes da colocação da camada superior, a superfície do macadame seco usado como sub-base ou base deverá ser molhada e rolada novamente com rolo liso vibratório.

A camada de macadame seco compactada deverá ser executada com a espessura de 30,0 cm em todo o projeto.

9.4.2 - Base para Pavimentação com Brita Graduada, Inclusive Compactação

Esta especificação se aplica à execução de base de brita granular constituída de brita graduada. Os serviços somente poderão ser iniciados, após a conclusão dos serviços de execução do macadame seco, e deverão ser executados isoladamente da construção das outras camadas. Será executado em conformidade com as seções transversais tipo do projeto e compreenderá as seguintes operações: fornecimento, transporte, espalhamento, compactação e acabamento, a camada terá espessura de 15,0 cm, conforme especificado no projeto. Os serviços de construção da camada de base deverão ser executados mecanicamente, constando o equipamento mínimo necessário: moto niveladora com escarificador, carro tanque distribuidor de água, rolo compactador vibratório liso, caminhões basculantes para o transporte do material e carregadeira. Além destes, poderão ser utilizados outros equipamentos aceitos pela Fiscalização.

O agregado para a base deverá estar isento de matéria vegetal e outras substâncias nocivas. O agregado para a base deverá possuir no mínimo 90% de partículas em peso, tendo pelo menos duas faces britadas.

O grau de compactação mínimo a ser requerido para cada camada de base será de 80% da energia AASHTO Modificado.

4.9.3 - Execução da Imprimação

Consiste na aplicação de camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando: aumentar a coesão da superfície da base, promover condições de aderência entre a base e o revestimento, impermeabilizar a base.

O material asfáltico a empregar, será asfalto diluído tipo CM-30.

A distribuição do ligante deverá ser feita por carros equipados com bombas de distribuição e reguladores de pressão, além do equipamento de aquecimento, permitindo uma distribuição uniforme do material asfáltico em larguras variáveis.

A distribuição do ligante na temperatura adequada será feita em velocidade constante controlada por tacômetros adaptados nos veículos para tal fim.

A taxa escolhida será aquela que permita a absorção do ligante em vinte e quatro (24) horas, determinado por experiência nas quais serão feitas aplicações com taxas compreendidas entre 0,8 e 1,6 litros de CM-30 por metro quadrado, adotado 1,2 l/m².

Antes de ser executada a imprimação, deverá ser removido todo o material solto existente sobre a camada a ser imprimada.

Caso a superfície se encontre demasiadamente seca ou pulverulenta deverá ser ligeiramente umedecida, mas o ligante não poderá ser aplicado enquanto toda a água não tiver sido absorvida. O teor de umidade da camada a ser imprimada não poderá ser superior à umidade ótima mais de 30% do seu valor.

O ligante asfáltico deverá ser aquecido a uma temperatura, tal que, no espalhamento, se enquadre nos limites de viscosidade especificados.

A imprimação será medida através da área efetivamente executada em metros quadrados, de acordo com projeto, incluídas todas as operações e encargos necessários a execução da imprimação, abrangendo armazenamento, perdas e transporte do ligante asfáltico.

9.4.4 - Pintura de Ligação

Consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso, antes da execução de um revestimento betuminoso, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

O material betuminoso a empregar será emulsão asfáltica tipo RR - 1C.

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço são:

Veículos especiais para a distribuição do ligante, caminhões pipa, tanque móvel de aquecimento e distribuição, compressores de ar (quando necessário).

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros de pequenas superfícies e correções localizadas.

A taxa escolhida será aquela que permita a ruptura em no máximo uma (1) hora, dependendo da temperatura ambiente, determinado por experiência nas quais serão feitas

aplicações com taxas compreendidas entre 0,4 e 0,8clitros de RR – 1C por metro quadrado, adotado 0,6 l/m².

A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser fixada para cada tipo, em função da relação temperatura – viscosidade. Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

A pintura de ligação será medida através da área efetivamente executada em metros quadrados de acordo com projeto, incluídas todas as operações e encargos necessários a execução da pintura de ligação, abrangendo, perdas e transporte do ligante betuminoso.

9.4.5 - Construção de Pavimento com Aplicação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), Camada de Rolamento

O concreto asfáltico consistirá de uma camada de mistura compreendendo agregado, asfalto e filler devidamente dosada, misturada e homogeneizada em usina, espalhada e comprimida a quente.

Para execução, considerar as faixas de trabalho sugeridas, para não haver perda do I. S.C dos materiais. (-1,0 a +1,0% da umidade ótima).

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10ºC a 15ºC, acima da temperatura do ligante asfáltico.

A temperatura de aplicação do CBUQ será aquela na qual a viscosidade Engler situe-se em uma faixa de 25 + ou - 3. A mistura, neste caso, não deve deixar a usina com temperatura superior a 106ºC.

As misturas de CBUQ devem ser distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10ºC, e com o tempo não chuvoso.

Deverão ser respeitadas as espessuras do projeto. Os ensaios Marshall são indispensáveis ao controle de qualidade desta capa, bem como o teor de betume para se evitarem exudações / desagregações, e granulometria para que se possa ter a certeza de que o material utilizado esteja na faixa especificada.

Durante a execução, poderá ser feito diariamente o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 metros e outra de 0,90 metros, colocadas em ângulo reto paralelamente ao eixo da rua, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas. Quando da aplicação, deverá estar seco e isento de grumos.

Os equipamentos convencionais utilizados, neste tipo de serviço são: caminhões basculantes, vibro - acabadora auto propelida; rolo vibratório liso e rolo auto propulsor de Pneus.

O CBUQ será medido através da massa da mistura aplicada, em toneladas, conseguida pela diferença de pesagem dos caminhões antes e depois de carregados. Deverá ter espessura acabada de 6,0 cm.

O trecho que compreende a usina até a obra, possui em média 24,0 km de distância compreendendo vias não pavimentadas, vias com pavimento asfáltico – Rodovia SC-477 – BR-116 e ruas urbanas.

9.5 - MURO DE CONTENÇÃO

Para a execução da ciclovia entre as estacas 7+40 e 8 será necessário a execução de um muro de contenção com altura de 1,50 metros e largura de 40cm em concreto armado conforme projeto arquitetônico e estrutural.

Ele foi projetado para conter ou sustentar o solo, impedindo que ele se desloque ou desmorone, pois o local possui terreno com desnível acentuado, e está sujeito à escorregamentos ou deslizamentos.

Inicialmente deverá ser feita a escavação das valas para o nivelamento e alinhamento do muro junto ao solo. Após será executado a perfuração do solo com a utilização de perfuratriz, com acabamento manual, pois os furos precisam ficar no formato quadrado conforme projeto arquitetônico e estrutural. Nos furos serão lançadas as armaduras e posteriormente concretadas. Estes furos funcionarão com alavanca evitando assim o deslizamento do solo.

Na fabricação das fôrmas deve-se conferir as medidas e realizar o corte das tábuas e peças de madeira não aparelhada, mantendo obediência ao projeto.

Para as armaduras deve ser executada seguindo cuidados na disposição das barras. Já cortadas e dobradas, executar a montagem da armadura, fixando as diversas partes com arame recozido, respeitando o projeto estrutural; dispor os espaçadores plásticos com afastamento de no máximo 50cm e amarrá-los à armadura de forma a garantir o cobrimento mínimo indicado em projeto; posicionar a armadura na fôrma e fixá-la de modo que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.

Para o lançamento do concreto deve ser precedido por averiguação de que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural. Verificar se a resistência característica e/ou o traço declarado corresponde ao pedido de compra, se o concreto está com a trabalhabilidade especificada e se não foi ultrapassado o tempo de início de pega do concreto. O Adensamento do concreto deverá ser feito de forma homogênea, conforme NBR 14931:2004, a fim de não se formarem ninhos, evitando-se vibrações em excesso que venham a causar exsudação da pasta / segregação do material. Nunca vibrar camadas superiores a 30 cm.

9.6 - ILUMINAÇÃO

9.6.1 Normas e Determinações

As seguintes normas nortearam este projeto e devem ser seguidas durante a execução da obra:

- NBR 5410 - Instalação Elétricas de Baixa Tensão
- NR 10 - Segurança em instalações e Serviços em eletricidade.
- NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público.

O projeto contempla a iluminação da Praça dos Expedicionários, com os seguintes itens:

- Poste de aço cônico contínuo curvo duplo, flangeado, com visita, com alturas de h=5,0 e 9,0 metros de altura, conforme projeto arquitetônico.
- Luminária de LED para iluminação pública com potências de 100 e 200 W, involucro em alumínio.

A alimentação dos circuitos contemplada no projeto será feita através de derivações na rede de baixa tensão existente e cada um destes será atendido por uma derivação na rede de baixa tensão existente, com a finalidade de otimizar a distribuição dos circuitos e a utilização de cabos em relação aos critérios de queda de tensão.

9.6.2 - Cabos e Eletrodutos

9.6.2.1 - Circuitos

Os circuitos tronco de iluminação serão trifásicos, compostos por cabos de cobre com isolamento termoplástico de PVC 0,6/1KV-90ºC de 10mm², próprios para instalação subterrânea e com proteção contra umidade. As conexões entre cabos deverão ser feitas somente nas caixas de passagem, com isolamento através de fita isolante autofusão e fita isolante. A seção dos cabos foi definida com base no dimensionamento dos circuitos levando em conta sua carga e a queda de tensão admissível.

9.6.2.2 - Eletrodutos

A instalação dos condutores (interligação entre os postes) será subterrânea, com eletroduto flexível corrugado reforçado, PVC, DN 50 mm (2"), na cor preta. Estes devem ser enterrados a 60,0 cm do solo e a vala que onde serão instalados deverá ter largura de 30,0 cm em toda sua extensão. Os mesmos deverão atender aos ensaios da ABNT NBR13897 e

13898. O eletroduto deverá ser sinalizado com fita de alerta assim com especificado em projeto.

9.6.2.3 - Escavação de Vala para Eletrodutos

Foi previsto no projeto em questão, a escavação de valas com profundidade de 60,0 cm e largura de 30 cm para assentamento dos eletrodutos, bem como a execução de serviços de reaterro.

Recomenda-se que antes do início da obra a empresa executora solicite aos órgãos responsáveis os cadastros da rede de água, esgoto, energia, telecomunicações e demais, a fim de que sejam compatibilizadas possíveis interferências identificadas, visando evitar danos as instalações.

O aterro da vala deverá ser feito em camadas sucessivas de 20 e 15cm, sendo cada camada bem compactada antes que a próxima seja lançada. O material utilizado para o reaterro deverá ser isento de pedras de grande porte, pedaços de concreto e materiais estranhos, tal como entulho, etc. Após a execução da escavação, e posterior reaterro para instalação dos eletrodutos o acabamento superficial das pistas de rolamento que sofrerem interferência deverá ser de tal forma que combine e se ajuste as áreas adjacentes. As escavações, construções, reaterros e reparos em superfícies afetadas deverão ser realizadas de forma contínua, com cada fase sendo completada o mais rápido possível.

6.3.1 – Blocos de fundação para fixação de poste metálico.

Para a fixação dos postes metálico executado uma estrutura de concreto, de acordo com as especificações do projeto, com as dimensões de 35x35cm e profundidade de 70cm onde o mesmo deverá ser executado em concreto armado com 4 barras de 10,0mm na armadura longitudinal e, na armadura transversal com estribos espaçados a cada 15cm com aço 5,0mm e concreto Fck de 25 Mpa.

9.7 - PASSEIOS

9.7.1 - Compactação de Aterro dos passeios

Esta especificação aplica-se à regularização do subleito do passeio a ser pavimentado. Nestes locais é necessário ter uma base compacta, devem-se realizar os cortes e

posteriormente a isso efetuar o espalhamento manualmente e a compactação de material de 1ª categoria em camadas com no máximo 10 cm de espessura. O material deverá ser extraído de empréstimos e ou jazidas.

Uma nova camada somente é colocada quanto a anterior tiver sido completamente compactada, até atingir a cota 11 cm abaixo do topo do meio-fio instalado no caso do uso de blocos intertravados. A sua superfície deverá estar com declividade transversal entre 1% e 2% em direção ao meio-fio junto a pista de rolamento.

A execução do pavimento dos passeios deverá respeitar a recomendação específica das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT referentes aos respectivos materiais e sistemas construtivos, inclusive os seus instrumentos de controle de qualidade e garantia como a ABNT NBR 12255. As rampas para acesso de veículos ou demais nivelamentos entre a calçada e as edificações deverão ser acomodadas na parte interna do terreno (após o muro). É proibido construir rampas para veículos na faixa de circulação da calçada, pois dificultam ou impedem a circulação segura dos pedestres e das pessoas com mobilidade reduzida. Diante destas considerações iniciais, a CONTRATADA deverá verificar a necessidade de rebaixamento e/ou adequação das guias e tomar as providências cabíveis perante aos órgãos públicos para sua execução consultando-os sempre em caso de quaisquer dúvidas.

9.7.2 - Execução de Meio Fio para Travamento do Passeio

Deverá ser executada a escavação da porção anexa ao bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicado no projeto. Posteriormente a execução dos meio fios de concreto pré-moldado, de forma compatível com o projeto-tipo considerado.

Os meio fios deverão ter bom acabamento submetidos a adensamento por vibração, e estes devem apresentar fck ≥ a 20 Mpa. Estes deverão dimensões de 80x8x8x25cm.

Deverá ser observada pela empresa CONTRATADA ao longo do percurso de pavimentação as entradas de garagens, entradas de pedestres e rampas de acessibilidade, no qual deverá ser feito o rebaixamento dos meio fios, conforme especificado em projeto.

Portanto, deverá ser previsto o desnível para o rebaixamento dos passeios e o leito carroçável.

9.7.3 - Execução de Passeio em Piso Intertravado com Bloco Retangular Cor Natural de 20x10 cm, Espessura 6,0 cm

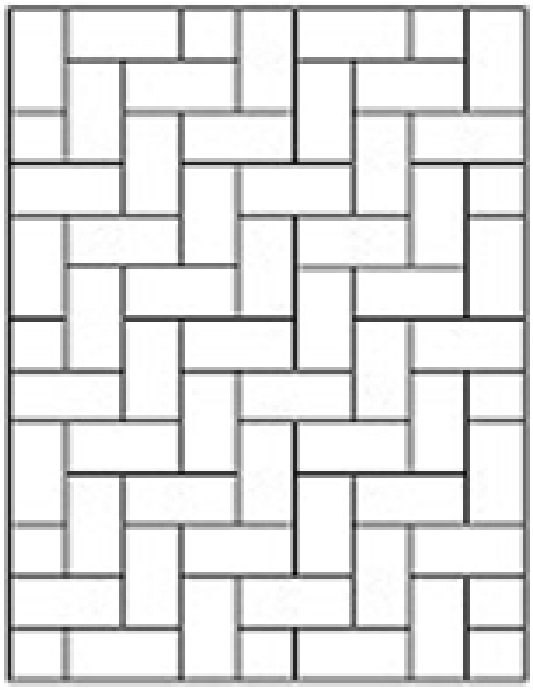
Todas as calçadas devem apresentar inclinação entre 1% e 2% no sentido transversal em direção ao meio-fio, para escoamento de águas pluviais, de acordo com a norma técnica ABNT NBR 9050:2020 e às normas e leis pertinentes.

A colocação dos blocos é uma das atividades mais importantes de toda a construção do pavimento, pois é responsável, em grande parte, por sua qualidade final. Dela dependerão níveis, alinhamentos, o padrão de assentamento, regularidade da superfície, largura das juntas, que são fundamentais para o bom acabamento e a durabilidade do pavimento. Como é uma atividade manual, da qual participam muitas pessoas, é importante ter dela um controle rigoroso. O alinhamento correto dos blocos é um indicativo de sua boa qualidade e da atenção que se teve durante a construção do pavimento.

Fios-guia devem acompanhara frente de serviço indicando o alinhamento dos blocos tanto na largura quanto no comprimento da área. As juntas entre os blocos devem ter 3 mm em média, variando entre 2,5mm e 4mm. Assentar a primeira fiada de acordo com o padrão de posicionamento para cada local segundo orientações da FISCALIZAÇÃO.

O padrão de posicionamento adotado será o intertravado paralelo ao meio fio, ver (Figura 2).

Figura 9.1



Piso intertravado

As compactações serão realizadas manualmente ou com auxílio de um vibrocompactador comum com baixa potência, evitando a quebra dos blocos. No uso da compactação por vibrocompactadora deve-se passar pelo menos duas vezes e em direções opostas, primeiro totalmente num sentido e logo depois no sentido contrário. Deve haver uma sobre posição

dos percursos em 20 cm para evitar a formação de degraus. A compactação deve prosseguir até um metro e meio antes de alcançar a extremidade final do trecho interrompido, exceto se este estiver confinado com meio-fio ou guia concretada. Esta faixa final de um metro e meio sem confinamento deve ser compactada com o trecho seguinte. Após a compactação, retirar com auxílio de duas colheres de pedreiro os blocos quebrados e substituí-los por novos.

9.7.4 - Piso Podotátil Intertravado

O piso podotátil deve ser utilizado em calçadas onde haja ausência ou interrupção da guia de balizamento e está tenha altura inferior a 5,0 cm (cinco centímetros), indicando o caminho a ser percorrido. Portanto, o piso podotátil deve ser colocado conforme projeto ou determinação da FISCALIZAÇÃO. A sua instalação deve atender também à norma ABNT NBR 9050:2020.

O assentamento dos pisos podotáteis deverão ocorrer, à semelhança do bloco intertravado, sobre uma camada de pó de pedra. Neste caso, visando nivelar os pisos podotáteis com a superfície da calçada, a camada de pó de pedra deverá ter espessura ajustada para que isto ocorra. O pó de pedra será o mesmo utilizado para o assentamento do pavimento intertravado. O piso podotátil de alerta deve ser instalado no início e fim das rampas de acesso as calçadas. A função principal do piso tátil de alerta é de orientar e alertar sobre situações no percurso.

9.8 - CICLOVIA

Para execução da ciclovia deverá ser seguido o especificado no item 7.1 relacionado a compactação do solo. O mesmo se aplica para a execução dos meio fios de travamento da ciclovia na qual deverá ser seguido ao especificado no item 7.2.

Para a base da ciclovia está previsto a execução com brita granular constituída de brita graduada. Os serviços somente poderão ser iniciados, após a conclusão dos serviços de compactação do solo e execução dos meio fios. Será executado em conformidade com as seções transversais tipo do projeto e compreenderá as seguintes operações: fornecimento, transporte, espalhamento, compactação e acabamento, a camada terá espessura de 15,0 cm, conforme especificado no projeto. Os serviços de construção da camada de base deverão ser executados mecanicamente, constando o equipamento mínimo necessário: carro tanque distribuidor de água, rolo compactador vibratório liso, caminhões basculantes para o transporte do material e mini carregadeira. Além destes, poderão ser utilizados outros equipamentos aceitos pela Fiscalização.

A ciclovia será com revestimento asfáltico com espessura de 4,0 cm. Para a perfeita execução deverá ser seguido os itens previstos na pavimentação asfáltica descritos nos itens 4.3, 4.4 e 4.5. Relacionados a imprimação e pintura de ligação e aplicação de concreto asfáltico.

A pintura da pista deverá ser feita com 2 demãos de tinta epóxi na cor vermelha, na qual a tonalidade exata deverá ser discutida juntamente com a fiscalização.

A escolha por esse tipo de pintura se deve pela busca de durabilidade, resistência química e mecânica, além de um acabamento bonito e fácil de limpar. Antes da aplicação o piso deverá estar limpo e seco.

As vantagens da utilização da tinta epóxi são alta resistência ao desgaste (tráfego de pessoas e veículos), impermeabilidade e longa durabilidade.

9.9 - SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO

Processo de sinalização constituído por dispositivos montados sobre suportes, no plano vertical, fixos ou móveis, por meio dos quais são fornecidas mensagens de caráter permanente e, eventualmente variáveis, através de legendas ou símbolos, com propósito de regulamentar, advertir ou indicar, uso das vias pelos veículos e pedestres da forma mais segura e eficiente, visando o conforto e segurança do usuário e melhor fluxo do tráfego.

9.9.1 - Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é o conjunto de sinais constituído de linhas, marcações, sinais, símbolos e legendas colocados sobre o pavimento, com a função de regulamentar, advertir ou indicar o modo seguro de transitar na via. O projeto deve compreender linha geral e interseções.

O projeto de sinalização definiu os dispositivos empregados na sinalização horizontal, dimensão de largura e extensões de faixas e legendas.

A Pintura das faixas serão com tinta retrorrefletiva a base de resina acrílica com microesferas de vidro. As demarcações compreendem faixa de divisão de pista de sentidos opostos, faixa de retenção, faixa de travessia de pedestres e legendas. A largura das linhas de eixo e de bordo deverão ter 12,0 cm de largura.

9.9.2 - Sinalização Vertical

A sinalização vertical tem por finalidade controlar o trânsito através da comunicação visual pela aplicação de placas e painéis, sobre as faixas de trânsito ou em pontos laterais à rodovia.

A função da sinalização vertical é de informar sobre as obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o uso da via. Advertir sobre os riscos ou mudanças de condições da via, presença de escolas, passagem de pedestres ou travessias urbanas.

O material de confecção das placas e do tipo de película a ser implantado, de acordo com parâmetros estabelecidos pelas normas NBR-11904, NBR-16179, NBR-14891 e NBR-14644. Sendo composta de placas de regulamentação, de advertência, e de indicação. Incluem ainda suporte de aço galvanizado Ø2", placas em chapas de aço nº 16 com película totalmente refletiva tipo III. Letras, Tarjas, Orlas e setas também com película totalmente refletiva tipo III. Alta intensidade prismática e o verso da placa deverá ser pintado com tinta fosca ou semifosca, na cor preta.

9.10 - EXECUÇÃO E CONTROLE

9.10.1 - Responsabilidades

a) Fica reservado ao CONTRATANTE/MUNICÍPIO, neste ato representado pela Secretaria de Obras e Serviços, o direito e a autoridade, para resolver todo e qualquer caso singular e porventura omisso neste memorial, e nos demais e que não seja definido em outros documentos contratuais, como o próprio contrato ou outros elementos fornecidos.

b) Na existência de serviços não descritos, a CONTRATADA/EMPRESA somente poderá executá-los após aprovação da FISCALIZAÇÃO. A omissão de qualquer procedimento ou norma neste memorial, no projeto básico, ou em outros documentos contratuais, não exime a CONTRATADA/EMPRESA da obrigatoriedade da utilização das melhores técnicas preconizadas para os trabalhos, respeitando os objetivos básicos de funcionalidade e adequação dos resultados, bem como todas as normas da ABNT vigentes, e demais pertinentes.

c) Não se poderá alegar, em hipótese alguma, como justificativa ou defesa, pela CONTRATADA/EMPRESA, desconhecimento, incompreensão, dúvidas ou esquecimento das cláusulas e condições, do contrato, do projeto básico, das especificações técnicas, do memorial, bem como de tudo o que estiver contido nas normas, especificações e métodos da ABNT, e outras normas pertinentes citadas ou não neste memorial.

d) Caso haja discrepâncias, as condições especiais do contrato, especificações técnicas gerais e memoriais predominam sobre o projeto básico e detalhes específicos, devendo o fato, de qualquer forma, ser comunicado com a devida antecedência à FISCALIZAÇÃO, para as providências e compatibilizações necessárias.

e) As especificações do projeto e memorial descritivo destinam-se a descrição e a execução dos serviços completamente acabados nos termos deste memorial e objeto da contratação, e com todos elementos em perfeito funcionamento, de primeira qualidade e bom acabamento. Portanto, estes elementos devem ser considerados complementares entre si, e o que constar de um dos documentos é tão obrigatório como se constasse em todos os demais.

f) O responsável técnico da CONTRATADA/EMPRESA deverá efetuar todas as correções, interpretações e compatibilizações que forem julgadas necessárias, para o término dos serviços de maneira satisfatória, sempre em conjunto com a FISCALIZAÇÃO.

g) A CONTRATADA deverá visitar o local dos serviços e inspecionar as condições gerais do terreno, as alimentações das instalações/redes, passagens, redes existentes, taludes, árvores existentes, passeios existentes, cercas existentes, etc., bem como verificar as demais especificações do projeto, comparando-as com as medidas e níveis "In Loco", pois deverá constar da proposta todos os itens necessários à execução total dos serviços, não cabendo, após assinatura do contrato nenhum termo aditivo visando acrescentar itens ou quantitativos previstos inicialmente.

h) Deverá ser apresentado pela empresa CONTRATADA um relatório semanal “Plano de Trabalho”, com a descrição dos serviços executados, bem como a comprovação dos mesmos através de fotos datadas anexadas ao relatório.

Sempre que solicitados deverão ser apresentados ensaios fornecidos pelo fabricante e/ou fornecidos pela contratada para comprovar atendimento as normas técnicas vigentes, com a obrigação de ser acompanhados de Parecer Técnico, com a respectiva RRT/ART.

i) A empresa contratada terá a obrigação de apresentar um Laudo Técnico de Controle Tecnológico do pavimento asfáltico. Este Laudo deverá conter ART e parecer conclusivo e os resultados dos ensaios realizados em cada etapa dos serviços conforme exigências normativas do DNIT.

9.11 - ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO

a) Os serviços serão fiscalizados por pessoal credenciado e designado pela Administração Municipal de Monte Castelo/SC, através de sua Secretaria de Obras e Serviços e ainda através do setor de engenharia da AMPLANORTE e ou sucessoras, o qual será doravante, aqui designado FISCALIZAÇÃO.

b) A supervisão dos trabalhos, tanto da FISCALIZAÇÃO como da CONTRATADA, deverá estar sempre a cargo de um profissional, devidamente habilitado e registrado no CREA, com visto no Estado de Santa Catarina, que no caso da CONTRATADA deverá ser o responsável técnico mediante emissão de **ART** (anotação de responsabilidade técnica).

9.12 - RECEBIMENTO DOS SERVIÇOS

Concluídos todos os serviços, objetos de certame licitatório, se estiverem em perfeitas condições atestados pela FISCALIZAÇÃO, e depois de efetuada a inspeção geral, bem como recebida toda a documentação exigida nos termos contratuais, será recebida através de Termo de Recebimento, emitido juntamente com a última medição.

Monte Castelo, 20 de fevereiro de 2025.

DAIR KACZMAREK:03553897970

Assinado de forma digital por DAIR KACZMAREK:03553897970
Dados: 2026.02.20 08:15:05 -03'00'

Dair Kaczmarek
Engº Civil - Responsável Técnico
CREA/SC: 122404-8