

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

MUNICÍPIO DE FORQUILHINHA



**Projeto: PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE CICLOFAIXAS E PASSEIOS
COMPARTILHADOS NA RODOVIA VANTE ROVARIS - TRECHO 01 - SC 108 (Santa Líbera,
Forquilha – SC).**

Trecho.: Estaca 49+0,00 m até Estaca 132+5,507m.

Extensão: 1.665,51 m lineares.

Volume 1:

**RELATÓRIO DE PROJETO FINAL DE ENGENHARIA
PARA IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO.**

Elaborado por:

IDEALIZE Documentos e Projetos Ltda.

Junho de 2.024.

Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	5
1.1 Apresentação	6
2. MAPA DE SITUAÇÃO	7
3. ESTUDO TOPOGRÁFICO	9
3.1 ESTUDO TOPOGRÁFICO	10
3.1.1 Rede de marcos de coordenadas básicas.....	10
3.1.2 Poligonais.....	14
3.1.3 Seções transversais.....	14
3.1.4 Levantamento cadastral.....	15
3.1.5 Restituição topográfica.....	15
4. ESTUDO HIDROLÓGICO	16
4.1 Apresentação	17
4.2 Metodologia.....	17
4.2.1 Coleta de dados	17
4.2.2 Estação Meteorológica de Forquilha.....	17
4.3 Dados relativos à região	18
4.3.1 Dados regionais	18
4.3.2 Pluviometria e o Clima	18
4.3.3 Estudo da Chuva de Projeto	19
4.3.4 CURVA IDF	24
5. PROJETOS ELABORADOS.....	25
6. PROJETO GEOMÉTRICO	26
6.1 Projeto Geométrico.....	27

6.1.1	Projeto Planialtimétrico	27
6.1.2	Seção Transversal	27
6.1.3	Acessos Tipo	29
7.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	30
7.1	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	31
7.1.1	Seção transversal tipo	31
7.1.2	Serviços de terraplenagem	31
7.1.3	Determinação dos volumes	33
7.1.4	Distribuição dos volumes	33
7.1.5	TABELAS DE ELEMENTOS DE LOCAÇÃO	33
8.	PROJETO DE DRENAGEM	34
8.1	PROJETO DE DRENAGEM	35
8.1.1	Drenagem Pluvial superficial	35
8.1.2	Vazão Hidrológica	35
8.1.3	Dimensionamento Hidráulico	36
8.1.4	Dimensionamento das sarjetas	36
8.1.5	Drenagem do pavimento	38
8.1.6	Obras de Arte Correntes	38
8.1.7	Resumo Escavação e Reaterro	40
8.2	CONSTRUÇÃO DE CALÇADAS	40
8.2.1	MEDIDAS DE SEGURANÇA	40
8.2.2	CALÇADAS	40
9.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	42
9.1	Projeto de Pavimentação	43
9.2	Dimensionamento do pavimento flexível	43
9.3	Número N	43

9.4 Resistência do subleito.....	43
9.5 Cálculo do Pavimento	43
9.5.1 Cálculo da Base	43
9.5.2 Cálculo da Sub Base.....	44
9.5.3 Cálculo das Camadas do Pavimento.....	44
9.6 Revestimento em Asfalto	48
9.6.1 Regularização do Subleito e Reforço do Subleito	48
9.6.2 Sub Base Material de Jazida	48
9.6.3 Base de Brita Graduada.....	49
9.6.4 Imprimação.....	49
9.6.5 Pintura de Ligação	49
9.6.6 Revestimento Asfáltico.....	50
9.6.7 Origem dos materiais a serem utilizados na pavimentação	51
10. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	55
10.1 Projeto de Obras Complementares	56
10.2 Sinalização viária	56
10.2.1 Sinalização de regulamentação	57
10.2.2 Sinalização de advertência	57
10.2.3 Sinalização de indicação.....	57
10.3 Remoção e relocação de postes e outras redes de serviço público.....	59
11. Estudo de Meio Ambiente.....	60
11.1 Meio Ambiente.....	61
11.1.1 Estudo de Impacto Ambiental	61
12. DISPOSIÇÕES FINAIS	63
13. ORÇAMENTO ADEQUADO	65

1. APRESENTAÇÃO

1.1 Apresentação

O presente volume intitulado “PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE CICLOFAIXAS E PASSEIOS COMPARTILHADOS NA RODOVIA VANTE ROVARIS - TRECHO 01 - SC 108 (Santa Líbera, Forquilha – SC), contém os estudos e projetos adequados do Trecho.: Estaca 49+0,00 m até Estaca 132+5,507m. com extensão de: 1.665,51 m lineares.

O projeto foi elaborado pela empresa IDEALIZE DOCUMENTOS E PROJETOS LTDA (CREA/SC 169.873-0), atendendo a iniciativa da Prefeitura Municipal de Forquilha/SC, que contrataram a execução do projeto.

O projeto é composto de 2 volumes, sendo eles, **Volume 1** - RELATÓRIO DE PROJETO FINAL DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO, e **Volume 2** – Projeto Executivo, relacionados abaixo:

- Volume 1: Relatório do Projeto, em formato A4, 1 (uma) via;
- Volume 2: Projeto de Execução, em formato A3, 1 (uma) via;

Os volumes foram encadernados em espiral, todos com capa translúcida plastificada.

Este volume, denominado relatório de RELATÓRIO DE PROJETO FINAL DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO, apresenta todo o descritivo e condicionantes para a execução do pavimento asfáltico e construção de meio-fio e calçadas e rede de drenagem do referido trecho.

Forquilha/SC, junho de 2.024.

2. MAPA DE SITUAÇÃO



3. ESTUDO TOPOGRÁFICO

3.1 ESTUDO TOPOGRÁFICO

O presente Estudo Topográfico da CICLOFAIXA RODOVIA VANTE ROVARIS - TRECHO 01 - SC 108 (Santa Líbera, Forquilha - SC), com Extensão total de: 1.665,51 m lineares, trecho Estaca 49+0,00 m até Estaca 132+5,507m, refere-se ao Levantamento Topográfico Planialtimétrico Cadastral, para fins de elaboração de projeto para pavimentação do referido trecho.

O estudo foi realizado dias 07 a 10 de maio de 2024, desenvolvido de acordo com a Instrução de Serviço IS-03/98, do DEINFRA e abrangeu os seguintes serviços:

- .. Implantação de rede de marcos de coordenadas básicas;
- .. Transporte das coordenadas e cota referencial do IBGE, com sistema GNSS;
- .. Elaboração de poligonais fechadas nos marcos;
- .. Nivelamento Trigonométrico dos marcos;
- .. Cadastro de propriedades e benfeitorias;
- .. Cadastro de cursos d'água e valas, cercas, muros, postes, meios fios, estrada existente, pontes, etc.;
- .. Levantamento de bueiros existentes e dispositivos de drenagem;
- .. Restituição do plano cotado para obtenção da Modelagem Digital do Terreno.

3.1.1 Rede de marcos de coordenadas básicas

Os marcos de coordenadas de apoio foram posicionados com o emprego de um par de GNSS Geodésico de dupla frequência, apoiados na estação da RBMC de Imbituba – IMBT – 94024 (Estação de monitoramento contínuo – IBGE).

As coordenadas geodésicas desta estação (latitude, longitude e altitude) foram adquiridas junto ao IBGE, empregando-se a técnica estática para o rastreamento. Neste processo utilizaram-se dois receptores GNSS geodésicos (L1-L2-RTK) da marca TopconGR3.

Ao longo do trecho foi implantado vários pontos de apoio a aproximadamente 100 m, em média, constituídos de piquetes de madeira ou chapas de alumínio coladas com massa cola plástica que garante sua durabilidade, onde constam nome e número do mesmo identificando cada um dos piquetes ou chapas por uma estaca testemunha, conforme tabela resumida de coordenadas abaixo.

Os dados coletados foram processados utilizando-se o programa comercial Topcon Tools fornecido pela Santiago e Cintra. Antes do processamento foi elaborado um banco de dados contendo a identificação (ID) de todas as estações, o tipo e a altura das antenas GPS utilizadas durante os levantamentos (BASE e MÓVEL).

A estação de partida 94024 da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC, denominada IMBT, está localizada no nas dependências da Companhia Docas de Imbituba (CDI). As monografias disponibilizadas pelo IBGE apresentam-se no Datum SIRGAS 2000 (ANEXO 1), mesmo DATUM utilizado para a confecção do projeto, e as mesmas encontram-se abaixo relatadas.:



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
IMBT - Imbituba

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
 Data: 05/09/2007
 Atualização: 21/11/2017 - Troca de equipamento

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: IMBITUBA
 Ident. da Estação: IMBT
 Código SAT: [94024](#)
 Código Internacional: 41638M001

2. Informação sobre a localização

Cidade: Imbituba
 Estado: Santa Catarina

Informações Adicionais: Prisma quadrangular medindo 0,30 m x 0,30 m x 1,00 m de altura, sobre uma laje, contado a partir de uma base de concreto com dimensões aproximadas de 0,70 m x 1,20 m x 0,10 m de altura, dotado de dispositivo de centragem forçada em seu topo. Possui em sua face SE chapa padrão IBGE estampada SAT 94024. Porto de Imbituba - Avenida Presidente Vargas s/n - Centro. Nas dependências da Companhia Docas de Imbituba (CDI) - Prédio de vigilância.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas		
Latitude:	- 28° 14' 5,42197"	Sigma: 0,001 m
Longitude:	- 48° 39' 20,59697"	Sigma: 0,001 m
Alt. Elip.:	31,406 m	Sigma: 0,004 m
Coordenadas Cartesianas		
X:	3.714.771,5575 m	Sigma: 0,002 m
Y:	-4.221.851,0960 m	Sigma: 0,003 m
Z:	-2.999.473,9389 m	Sigma: 0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)		
UTM (N):	6.874.555,730 m	
UTM (E):	730.029,463 m	
MC:	-51	

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- | | | |
|-------|--------------------|---------------------------|
| 4.1.1 | Tipo do Receptor | - TRIMBLE NETR5 |
| | Número de Série | - 4651K03662 |
| | Versão do Firmware | - 48.01 (Principal) |
| | Data de Instalação | - 21/11/2017 às 13:36 UTC |
| 4.1.2 | Tipo do Receptor | - TRIMBLE NETRS |
| | Número de Série | - 4644124504 |
| | Versão do Firmware | - 1.2-0 (Principal) |
| | Data de Instalação | - 21/01/2016 às 13:55 UTC |
| | Data de Remoção | - 21/11/2017 às 13:00 UTC |



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
IMBT - Imbituba

4.1.3	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR5
	Número de Série	- 4651K03630
	Versão do Firmware	- 3.84 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 19/10/2009 às 00:00 UTC
	Data de Remoção	- 21/01/2016 às 13:45 UTC

4.1.4	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR5
	Número de Série	- 4651K03630
	Versão do Firmware	- 3.60 (Principal)
	Data de Instalação	- 10/05/2007 às 00:00 UTC

4.2. Antena

4.2.1	Tipo de Antena	- ZEPHYR GNSS GEODETIC MODEL 2 (TRM55971.00)
	URL imagem	- http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/LoadImage?name=TRM55971.00%2BNONE.gif
	Número de Série	- 30318649
	Altura da Antena (m)	- 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
	Data de Instalação	- 10/05/2007 às 00:00 UTC

5. Informações Complementares

5.1. Para informações técnicas contatar:

Nome: IBGE/DGC/Coordenação de Geodésia
Endereço: Av. Brasil, 15.671, CEP 21.241-051, Rio de Janeiro, RJ
Telefone: (21) 2142-4935
FAX: (21) 2142-4859
Home Page: www.ibge.gov.br
Contato: rbmc@ibge.gov.br

5.2. Para informações sobre comercialização e aquisição de dados contatar:

Nome: Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI/IBGE
Endereço: Rua General Canabarro, 706, CEP 20271-201, Rio de Janeiro, RJ
Telefone: 0800-721-8181
Contato: ibge@ibge.gov.br

5.3. Instituições participantes

A RBMC conta com o apoio das seguintes instituições:

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/parcerias.shtml>

3.1.2 Poligonais

Foi utilizado o levantamento por sistema GNSS RTK – Cinemático em tempo Real, acordo com estudo prévio do trecho objeto, tendo como início na:

Estaca 49+0,00 m até Estaca 132+5,507m, TOTAL.: 1.665,51 m lineares, sendo que os mesmos foram apoiados em uma chapa de metal colada na via, que após processada, foram calculados os pontos levantados e inseridos na planta Topográfica.

O Vértice de apoio topográfico básico foi caracterizado por coordenada plana retangular e, amarradas a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC, do IBGE, apresentadas no sistema UTM – Universal Transversor Mercator.

O Datum de Referência utilizado foi o SIRGAS-2000, e o marco de partida base, cujas coordenadas e altitude são:

NOME	DESCRIÇÃO	NORTE	ESTE	ALTITUDE
IDMF3-TREVO – Prof. Eurico Back x Av. Adolfo Back	MARCO	6819558.661	649839.141	29.094



3.1.3 Seções transversais

O Levantamento de seções transversais foi substituído por uma malha de pontos levantados e espaçados com o mínimo de 20,00m, de forma a permitir uma perfeita definição do relevo.

3.1.4 Levantamento cadastral

Com a utilização de sistema GNSS RTK – Cinemático em tempo Real, equipados com coletores digitais foi elaborado o levantamento de todas as benfeitorias e interferências, tais como: casas, galpões, cercas, linhas de transmissão, calos, cercas, postes, etc.

3.1.5 Restituição topográfica

Após a conclusão do levantamento topográfico foi elaborada a planta da Restituição Topográfica na escala 1:500, com curvas de nível de metro em metro, indicando todos os acidentes geográficos, benfeitorias e pontos notáveis identificados no levantamento cadastral.

4. ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1 Apresentação

Os Estudos Hidrológicos aqui apresentados, possuem os resultados da coleta e processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos com objetivo de definir as vazões e níveis d'água para o dimensionamento das obras de arte e dispositivos de drenagem da via.

A escolha do posto pluviométrico de Forquilha, que é a Estação Meteorológica mais próxima a área, em estudo é operada pela EPAGRI e ANA cujos registros datam de 1946 a 2001.

Foram também utilizados dados da estação Pluviográfica de Urussanga que é operada pela EPAGRI e INMET cujos registros datam de 1949 a 2010.

4.2 Metodologia

Os trabalhos foram desenvolvidos segundo as diretrizes e instruções relacionadas a seguir:

- IS-06/1998: Instrução de Serviço para Estudo Hidrológico;
- IS-11/1998: Instrução de Serviço para Projeto de Drenagem.

4.2.1 Coleta de dados

Para este estudo a consultoria utilizou os seguintes dados:

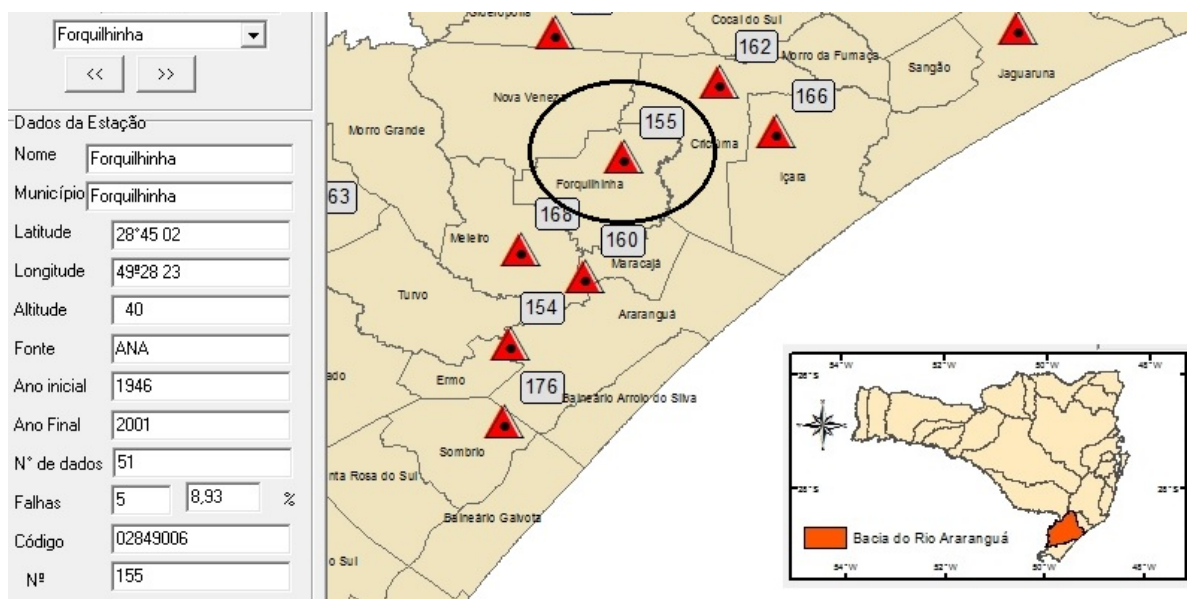
- Cartas digitais IBGE – Esc. 1:50.000;
- Restituição aerofotogramétrica / topográfica – Esc.1:1.000;
- Imagem de satélite do Google Earth;
- Registros da Estação Meteorológica de Urussanga de 1949 a 2010;
- Registros da Estação Meteorológica de Forquilha de 1946 a 2001;

4.2.2 Estação Meteorológica de Forquilha

A Figura abaixo mostra a localização de uma das estações pluviométricas analisadas neste estudo.

As informações a respeito desta estação são apresentadas na Tabela a seguir. Tais informações foram retiradas do Sistema de Informações Hidrológicas da Epagri - SC.

Dados da estação analisada em Forquilha/SC (fonte: Hidrochusc)



A série histórica observada desta estação vai desde 1946 até 2001 e foram considerados 51 anos como valores consistidos.

4.3 Dados relativos à região

4.3.1 Dados regionais

A Rua objeto deste estudo situa-se no município de Forquilha, no estado de Santa Catarina, apresentando as seguintes características:

Características do município

MUNICÍPIO	FORQUILHA
Longitude	49°28 23
Latitude	28°45 02
Altitude	40,0 m

4.3.2 Pluviometria e o Clima

Usando o Sistema Köppen, a região se enquadra no grupo C – de Climas úmidos mesotérmicos. O clima local é do tipo Cfa – mesotérmico úmido com verão de temperaturas altas. A temperatura média de janeiro pode passar dos 22° C e no inverno, pouco rigoroso, ocorrem geadas.

O regime de chuvas que a região se enquadra é Cf, chuvas igualmente distribuídas durante o ano sem estação seca ainda do tipo “a”, verão quente, sendo a temperatura média do mês mais quente acima dos 22°C.

Tem-se uma distribuição uniforme de chuvas durante o ano todo, não tendo estação seca definida, sendo os meses de fevereiro e março com índices mais elevados de chuva e maio e junho de menor pluviometria.

Foram montados através do programa HidrochuSC, os gráficos de volumes máximos de chuvas, para 1 dia, de 1 a 10 dias e máximas intensidades para os períodos de retornos previstos em projeto.

4.3.3 Estudo da Chuva de Projeto

Para determinação da intensidade da chuva a ser utilizada, foram analisados os registros pluviométricos, juntamente com verificações no local.

Para a realização dos estudos e projetos foram efetuados os seguintes serviços de campo:

Inspeção ao trecho – Avaliação “in loco”, do comportamento de todo do sistema de drenagem existente e para identificar os problemas ocorrentes avaliando as características locais;

O levantamento e o cadastro da drenagem de forma a identificar os problemas nas obras.

As áreas das bacias contribuintes foram calculadas a partir de imagens aéreas feitas pela empresa.

Os dados pluviométricos foram pesquisados no banco de dados do Instituto Águas do Paraná.

Na figura a seguir encontram-se os dados de Precipitação das médias anuais do posto de em estudo para o período de 1980 a 2017.

A precipitação média anual pode ser acompanhada no gráfico abaixo:



HidroChuSC versão 1.0
Chuvas Máximas de Santa Catarina

Dados da Estação Pluviométrica

Nome: Forquilha	Latitude: 28°45'02"	Ano inicial: 1946
Município: Forquilha	Longitude: 49°28'23"	Ano final: 2001
Código: 02849006	Altitude: 40	Nº de dados: 51
Fonte: ANA		

Chuvas máximas diárias

Duração de: 1 dias

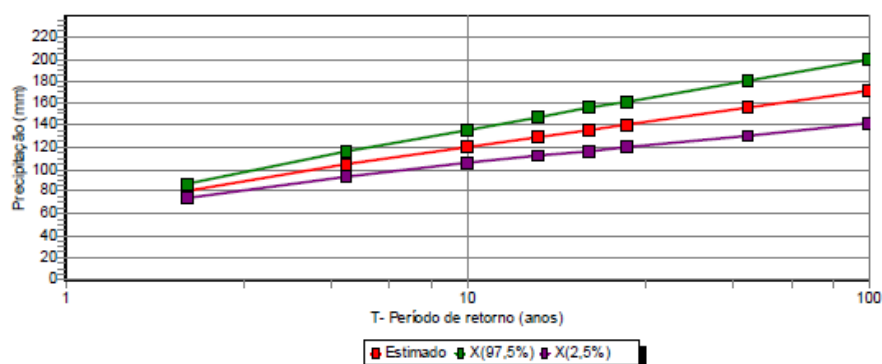
Média: 84,48 mm	Desvio padrão: 24,75 mm	Assimetria: 0,48
Maior Valor: 136,3 mm	Menor Valor: 44,8 mm	Falhas (%): 8,93

Parâmetros da Distribuição de Gumbel-Chow

Alfa: 0,0470
Beta: 72,7903
Yn: 0,5489
Sn: 1,1623

Teste de Aderência de Kolmogorov-Smirnov

Nível de Significância: 95 %
D máximo: 0,062
D crítico: 0,188



Valores Estimados

T (anos)	P[X < x]	P[X > x]	Y	Chuva (mm)	Intervalo de confiança 95 %	
					Lim Inf.	Lim Sup.
2	0,5000	0,5000	0,3665	80,6	74,3	86,9
5	0,8000	0,2000	1,4999	104,7	93,6	115,8
10	0,9000	0,1000	2,2504	120,7	105,5	135,9
15	0,9333	0,0667	2,6738	129,7	112,1	147,4
20	0,9500	0,0500	2,9702	136,0	116,7	155,4
25	0,9600	0,0400	3,1985	140,9	120,2	161,6
50	0,9800	0,0200	3,9019	155,9	131,0	180,8
100	0,9900	0,0100	4,6001	155,9	141,7	199,8

Dados da Estação Pluviométrica de Forquilha, Chuva máxima com duração de 1 dia.



HidroChuSC versão 1.0
 Chuvas Máximas de Santa Catarina

Dados da Estação Pluviométrica

Nome: Forquilha
 Município: Forquilha
 Código: 02849006
 Fonte: ANA

Latitude: 28°45'02" S
 Longitude: 49°28'23" W
 Altitude: 40 m
 Ano inicial: 1946
 Ano final: 2001
 Nº de dados: 51

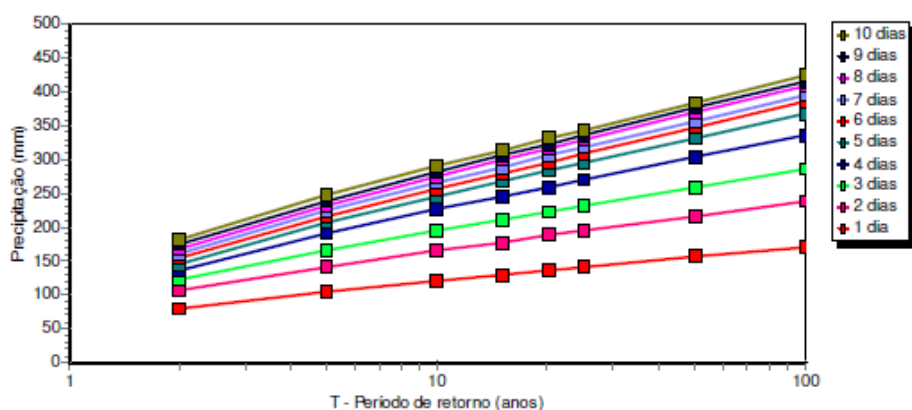
Parâmetros da Distribuição Gumbel-Chow

Duração Dias	Média (mm)	Des. padrão (mm)	Alfa	Beta	D Máximo	Yn = 0,5489 Sn = 1,1623
1	84,5	24,8	0,0470	72,79	0,062	
2	112,0	36,3	0,0320	94,81	0,097	
3	129,0	45,1	0,0258	107,73	0,097	
4	146,1	54,8	0,0212	120,27	0,097	
5	155,9	61,1	0,0190	127,08	0,107	
6	163,6	63,6	0,0183	133,56	0,100	
7	171,8	64,4	0,0181	141,45	0,091	
8	178,8	66,1	0,0176	147,54	0,090	
9	184,4	66,6	0,0174	152,96	0,080	
10	193,2	66,3	0,0175	161,91	0,054	

Nível de significância 5 %
 D crítico 0,188

Valores estimados

T (anos)	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias	6 dias	7 dias	8 dias	9 dias	10 dias
2	80,6	106,3	122,0	137,5	146,3	153,6	161,7	168,4	174,0	182,8
5	104,7	141,7	166,0	190,9	205,9	215,6	224,5	232,8	239,0	247,4
10	120,7	165,1	195,1	226,3	245,3	256,7	266,1	275,5	282,0	290,2
15	129,7	178,4	211,5	246,2	267,5	279,9	289,5	299,6	306,3	314,3
20	136,0	187,6	223,0	260,2	283,1	296,1	305,9	316,4	323,3	331,2
25	140,9	194,8	231,9	270,9	295,1	308,6	318,6	329,4	336,3	344,3
50	155,9	216,7	259,2	304,1	332,1	347,1	357,6	369,4	376,7	384,4
100	170,7	238,6	286,3	337,0	368,8	385,3	396,2	409,1	416,7	424,2



Dados da Estação Pluviométrica de Forquilha, Chuva máxima com duração de 1 a 10 dias.



HidroChuSC versão 1.0

Chuvvas Intensas para Santa Catarina

Dados da Estação Pluviométrica

Nome: Forquilha
Município: Forquilha
Código: 02849006
Fonte: ANA

Latitude: 28°45'02" S Ano inicial: 1946
Longitude: 49°28'23" W Ano final: 2001
Altitude: 40 m N° de dados: 51

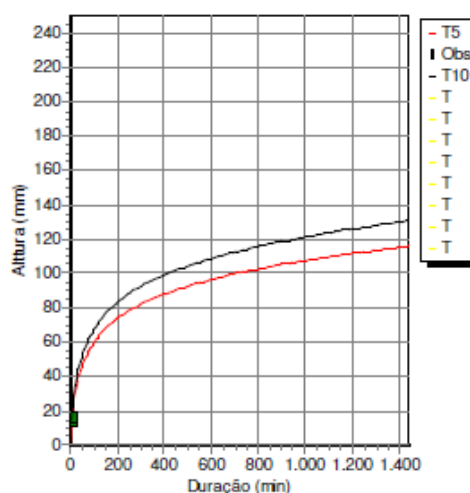
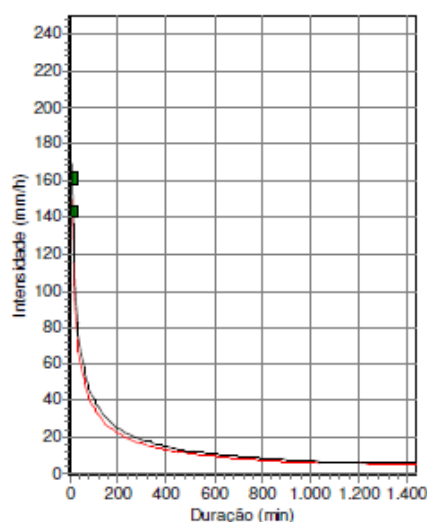
Equações IDF

para t até 120 minutos

para t de 120 min a 1440 min

$$i = \frac{719,990}{(t + 8,960)^{0,700}} T^{0,173}$$

$$i = \frac{1321,440}{(t + 22,150)^{0,808}} T^{0,173}$$



Valores estimados

Duração (min)	Per. Retorno (anos)	Intensidade (mm/h)	Intensidade (mm/min)	Altura (mm)
6	5	143,15	2,39	14,3
6	10	161,39	2,69	16,1

Dados da Estação Pluviométrica de Forquilha, Intensidade máxima com duração de 6 min.



HidroChuSC versão 1.0

Chuvas Intensas para Santa Catarina

Estação Pluviográfica de Urussanga

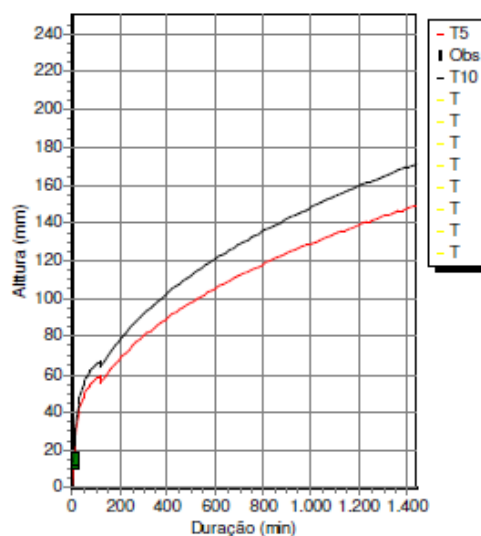
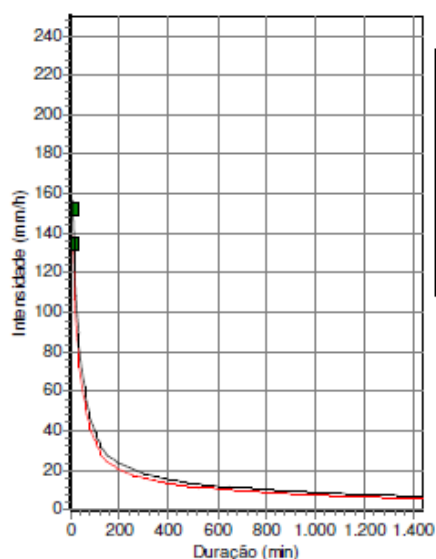
Equações IDF

para t até 120 minutos

para t de 120 min a 1440 min

$$i = \frac{5678,8}{(t + 32,5)^{1,1030}} T^{0,1769}$$

$$i = \frac{360,5}{(t + 0,0)^{0,6021}} T^{0,1987}$$



Valores estimados

Duração (min)	Per. Retorno (anos)	Intensidade (mm/h)	Intensidade (mm/min)	Altura (mm)
6	5	134,63	2,24	13,5
6	10	152,19	2,54	15,2

Dados da Estação Pluviográfica de Urussanga, Intensidade máxima com duração de 6 min.

4.3.4 CURVA IDF

A equação da IDF adotada para ser utilizada no dimensionamento dos elementos de drenagem é a da estação Pluviométrica de Forquilha (2001), que será representada a seguir:

$$I_{max} = \frac{719,990 * (T^{0,173})}{((t + 8,960)^{0,700})}$$

Onde:

I_{max} = intensidade máxima da precipitação em mm/h;

T= tempo de retorno;

t= duração da precipitação em minutos.

5. PROJETOS ELABORADOS

6. PROJETO GEOMÉTRICO

6.1 Projeto Geométrico

A CICLOFAIXA E PASSEIOS DA RODOVIA VANTE ROVARIS - TRECHO 01 - SC 108 (Santa Líbera, Forquilha - SC), com Extensão total de: 1.665,51 m lineares, Estaca 49+0,00 m até Estaca 132+5,507m lineares:

Foram utilizados, neste projeto, os seguintes elementos:

- Levantamento Topográfico Planialtimétrico;
- Parâmetros disponibilizados pela fiscalização.

6.1.1 Projeto Planialtimétrico

No traçado horizontal foram seguidas as sequências de raios e elevações já existentes, de modo que a relação para os valores dos raios de curvas adjacentes ficasse contida na área definida como apropriada ou aceitável.

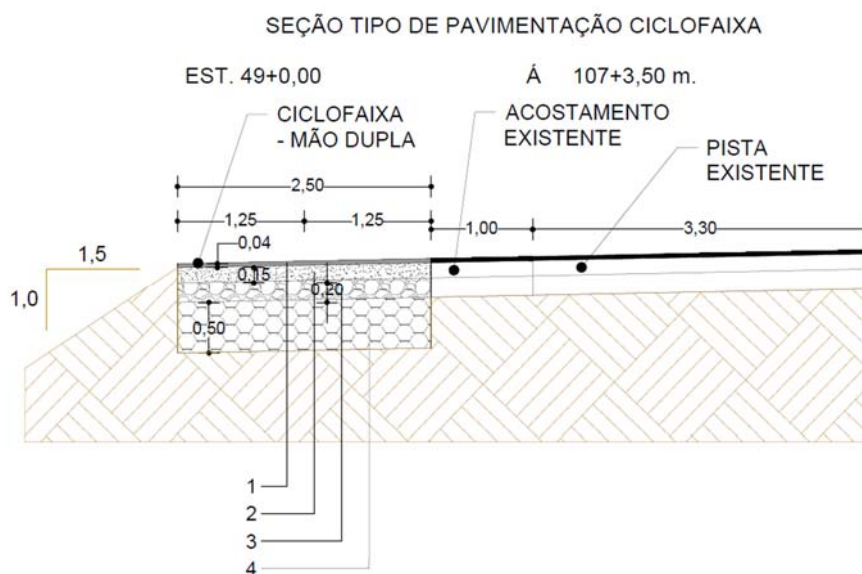
O projeto geométrico no seu alinhamento horizontal procurou, na medida do possível, manter-se sobre o leito estradal existente, respeitando as diretrizes geométricas. Com isso tentando minimizar os movimentos de terra diminuindo os volumes de cortes e aterros.

6.1.2 Seção Transversal

Esta seção conforme seção de Pavimentação possui declividade transversal de 2,00%, com caimento para o bordo do acostamento, o alargamento do acostamento é variável conforme se pode observar no projeto de Sinalização e Infraestrutura.

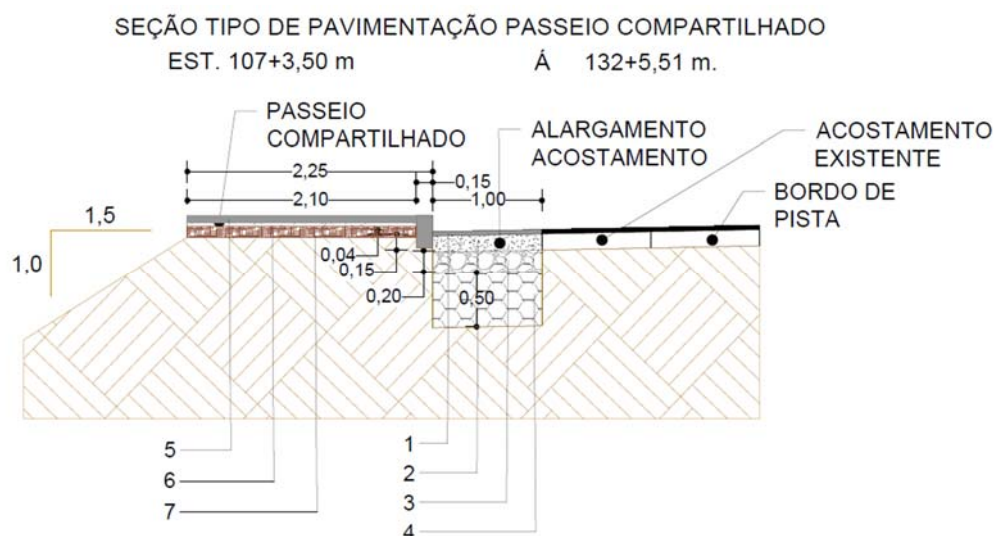
A seção transversal tipo do projeto adequado está apresentada na sequência.

SEÇÃO TIPO DE PAVIMENTAÇÃO CICLOFAIXA



LEGENDA			DIMENSÕES	
			LARGURA (m)	ESPESSURA (m)
01	REVESTIMENTO PISTA	CONCRETO ASFALTICO USINADO A QUENTE (CAUQ)	2,50	0,04
-	PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	2,50	0,8 L/m ²
-	IMPRIMAÇÃO	EAI	2,50	1,2 L/m ²
02	BASE	BRITA GRADUADA	2,50	0,15
03	SUB-BASE	MACADAME	2,50	0,20
04	REFORÇO (CBR ≥ 12%)	MATERIAL DE JAZIDA	2,50	0,50

SEÇÃO TIPO DE PAVIMENTAÇÃO PASSEIO COMPARTILHADO



LEGENDA			DIMENSÕES	
			LARGURA (m)	ESPESSURA (m)
01	REVESTIMENTO PISTA	CONCRETO ASFALTICO USINADO A QUENTE (CAUQ)	1,00	0,04
-	PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-2C	1,00	0,8 L/m ²
-	IMPRIMAÇÃO	EAI	1,00	1,2 L/m ²
02	BASE	BRITA GRADUADA	1,00	0,15
03	SUB-BASE	MACADAME	1,00	0,20
04	REFORÇO (CBR ≥ 12%)	MATERIAL DE JAZIDA	1,00	0,50
05	CALÇADA	CONCRETO SIMPLES	2,10	0,07
06	BASE CALÇADA	BRITA	2,10	0,03
07	SUB-BASE CALÇADA	SOLO COMPACTADO	2,10	0,10

OBS: - O ACOSTAMENTO SOFRERÁ ALARGAMENTO EM ALGUNS PONTOS.
- O MATERIAL FALTANTE PARA COMPOR O ATERRO, SERÁ DE MATERIAL DE JAZIDA.

6.1.3 Acessos Tipo

Nos cruzamentos e entroncamentos secundários, existentes ao longo da CICLOFAIXA, foi prevista a pintura de Faixas de sinalização em cor vermelha e branca, garantindo a sinalização.

7. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

7.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem foi elaborado de acordo com as recomendações da Instrução de Serviço IS – 09/98 do DEINFRA, a partir dos Estudos Topográficos e Estudos Geotécnicos, bem como dos elementos do Projeto Geométrico.

O objetivo do projeto de terraplenagem é a distribuição dos volumes a serem movimentados para a implantação da rodovia, com a indicação dos locais de deposição dos materiais escavados, incluindo os locais de bota fora. Os principais tópicos a serem considerados na concepção do projeto foram a minimização e otimização de movimentos de terras, em consonância com a distribuição de volumes de forma a racionalizar a fase de construção e de se obter a camada final composta por material com índice de suporte compatível com o projeto de pavimentação.

7.1.1 Seção transversal tipo

A plataforma de terraplenagem tem a largura definida em conformidade com a seção transversal do projeto de pavimentação e de acordo com as Diretrizes para Construção de Estradas do DEINFRA.

No projeto a plataforma de terraplenagem manteve uma largura constante, de acordo com projetos de terraplanagem anexos.

Os taludes adotados foram os seguintes:

- Corte em solo ou em alteração de rocha: 1 (V) : 1 (H)
- Corte em rocha ou em rocha alterada: 4 (V) : 1 (H)
- Aterros em solo ou em rocha: 1 (V) : 1,5 (H)

7.1.2 Serviços de terraplenagem

Por se tratar de uma implantação ao longo de uma rua existente e com leito consolidado foi previsto o menor número possível de movimentações de solo, sendo previsto que seja feito escarificação superficial e compactação do sub leito de acordo com as cotas de projeto, fazendo apenas a remoção suficiente para adicionar as novas camadas de pavimentação.

a) Cortes

Ao logo do trecho será feito o corte necessário para implementação das novas camadas de pavimento, de acordo com o projeto de terraplenagem.

Seguindo as Orientações da fiscalização foram respeitadas as cotas da lateral do acostamento, onde a seção do pavimento foi executada em corte integralmente.

Nos segmentos em cortes, classificados em 1ª categoria, com baixa capacidade de suporte, serão executados rebaixos conforme seção tipo de Pavimentação e preenchidos com material selecionado que atenda o CBR_{min} de 10,0%, conforme o projeto. A jazida identificada próxima a obra fica localizada no Município de Siderópolis, e conta com material Argiloso misturado com fragmentos de rocha alterada, material de boa qualidade com grande capacidade de suporte, deve-se seguir as recomendações que serão disponibilizadas pelo responsável da jazida quando a umidade de compactação e densidade a ser atingida em campo.

b) Aterros

Nos aterros com pequena altura, assente sobre a rua existente, deverá ser executada a escarificação do subleito na profundidade de 0,15 m.

Nos alargamentos de aterros existentes, ou aterros em meia encosta, deverão ser executados dente amentos (escalonamentos) objetivando a consolidação adequada do novo aterro com o já executado.

Os aterros em rocha serão construídos em camadas sucessivas, com espessura máxima de 0,20 m, com pedra de diâmetro máximo igual a 0,10 m.

Para os passeios localizados em terreno natural em aterro será feito reforço de no mínimo 15 cm com material de boa capacidade de suporte.

Após a escarificação da superfície deve ser realizada a compactação do subleito.

As camadas finais dos aterros deverão ser feitas com material dos cortes que atendam o CBR de Projeto, da mesma jazida citada para materiais de preenchimento de cortes.

b) Remoção de solos Moles

No trecho em Estudo foram identificadas regiões com solos com baixa capacidade de suporte, que precisam ser removidos, em projeto foi previsto a remoção desse material e recomposição com uma camada de reforço do Subleito com material de Jazida com CBR min. de 12,0%. Durante a execução dos trabalhos a fiscalização vai disponibilizar Bota Fora para descarte dos materiais restantes, após preenchimento da plataforma nos locais onde será executado os passeios.

7.1.3 Determinação dos volumes

Os volumes de cortes e aterros foram elaborados com elementos do projeto geométrico, através de programas computacionais, utilizando a metodologia da soma das áreas pela semi distância e pelo método da comparação de superfícies.

A tabela geral de volumes dos quantitativos de terraplanagem por estacas está no Volume 2.

7.1.4 Distribuição dos volumes

O material proveniente do corte tendo em vista se tratar de material granular de boa qualidade deverá ser utilizado para o aterro quando necessário e o restante usados para preencher as calçadas e faixa de serviço, quando este for insuficiente, o volume faltante virá de jazida comercial.

Como a rua terá sua seção em corte o material restante deverá ser levado para local adequado de acordo com a fiscalização a prefeitura fica responsável por identificar local para depósito do material excedente de escavação.

7.1.5 TABELAS DE ELEMENTOS DE LOCAÇÃO

As tabelas de locação estão no volume 2.

8. PROJETO DE DRENAGEM

8.1 PROJETO DE DRENAGEM

No desenvolvimento do projeto de drenagem foram observadas as Instruções de Serviço para o Projeto de Drenagem, IS-11, do Departamento Estadual de Infraestrutura - DEINFRA/SC.

O projeto de drenagem visa, basicamente, a definição dos dispositivos de coleta e condução das águas superficiais e subterrâneas, para resguardar o corpo estradal da ação das mesmas. Foram projetados para o trecho os dispositivos descritos a seguir.

8.1.1 Drenagem Pluvial superficial

No projeto foram previstas caixas coletoras com boca de lobo tipo grelha localizadas junto as travessias de acesso, que colhem as águas das sarjetas construídas em áreas de corte de talvegue.

A galeria principal foi dimensionada em função da área de contribuição. A vazão hidrológica foi calculada pelo método racional.

Sempre que possível, e adequado, foram projetados lançamentos diretos no terreno natural a partir do escoamento natural.

A vazão de contribuição do sistema pluvial foi calculada pelo Método Racional adotando-se para o tempo de concentração a duração de 10 minutos em cada início de galeria. Os tempos subsequentes foram obtidos somando-se o tempo de escoamento no trecho precedente.

O dimensionamento sarjetas foi efetuado pela Equação da Continuidade associada à fórmula de velocidade de Manning, adotando-se para a velocidade os limites mínimo e máximo de 0,80 e 4,00 m/s. As equações desta metodologia constam no capítulo dos Estudos Hidrológicos é a mesma utilizada no dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial, mantendo-se as peculiaridades dos sistemas.

8.1.2 Vazão Hidrológica

A vazão hidrológica foi calculada com a seguinte expressão:

$$Q = C i A / 360$$

Onde:

Q = vazão em m³/s;

C = coeficiente de escoamento superficial, tabelado;

i = intensidade pluviométrica, em mm/hora;

A = área da bacia de contribuição, em ha.

A intensidade pluviométrica foi obtida das curvas características das chuvas intensas com duração igual ao tempo de concentração, e tempo recorrência de 10 anos. Para cada trecho de galeria foi adotado o tempo de concentração inicial de 10 min. Os tempos subsequentes foram calculados adicionando-se o tempo de percurso da água no trecho da galeria.

8.1.3 Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico como dito anteriormente, foi efetuado pela Equação da Continuidade associada com a fórmula de velocidade de Manning, tendo-se a seguinte expressão:

$$Q = S \times R^{2/3} \times I^{1/2} / n$$

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

S = área da seção de vazão, em m²;

R = raio hidráulico, em m;

I = Declividade da obra, em m/m.

Foram adotadas para as velocidades da água nas sarjetas, mínima e máxima de 1,0 e 4,0 m/s, conferindo dessa forma condições de auto limpeza para a canalização, e evitando velocidades excessivas que pudessem acelerar a corrosão do solo.

8.1.4 Dimensionamento das sarjetas

Em Locais de Corte, as sarjetas são construídas no próprio solo de escavação. Estabelecidas às dimensões transversais da sarjeta, o dimensionamento consiste em determinar a extensão máxima admissível sem que ocorra o transbordamento afetando parte da pista ou a calçada. Assim, para extensões maiores que a limite deve ser implantada uma saída ou um dispositivo de captação para esgotamento da sarjeta.

Para o cálculo da capacidade de vazão da sarjeta utilizou-se a Equação da Continuidade associada à fórmula de velocidade de Manning:

$$Q = A \times V = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Onde:

- Q = vazão máxima admissível (m³/s);
- A = área molhada da sarjeta (m²);
- V = velocidade de escoamento (m/s);
- R = raio hidráulico (m);
- I = declividade longitudinal da sarjeta (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade.

Com base nas características físicas da seção da sarjeta, foram calculadas, para várias declividades longitudinais, as capacidades da mesma (vazões máximas de escoamento). Para tanto foi adotado o coeficiente de Manning $n = 0,015$.

Uma vez calculadas as capacidades definiram-se, para as mesmas declividades, o comprimento crítico de sarjeta. Usou-se a fórmula do Método Racional, já que a área de contribuição está dentro dos limites de aplicabilidade do método. Fazendo $A = L \times d$, onde "d" é o comprimento crítico e L a largura máxima da área de contribuição, tem-se:

$$Q = \frac{C \times i \times L \times d}{36 \times 10^4}$$

Onde:

- Q = vazão (m³/s);
- L = largura máxima da área de contribuição (m);
- C = coeficiente de Run-off;
- d = comprimento crítico da sarjeta (m);
- i = intensidade pluviométrica (cm/h).

Para o coeficiente de escoamento superficial, Run-off, tomou-se o valor médio de $C = 0,50$. Para a intensidade pluviométrica admitiu-se um tempo de concentração de 10 minutos e período de recorrência de 10 anos.

8.1.5 Drenagem do pavimento

Considerando que as camadas estruturais do pavimento ficarão confinadas, projetou-se, nas bordas do pavimento o uso de bocas de lobo tipo grelha, e nos locais de aterro, há um escoamento natural para os bordos da plataforma da estrada.

8.1.6 Obras de Arte Correntes

O projeto de Obras de Arte Correntes compreende desde o assentamento de guia - meios fio, e a execução de passeios – calçadas, atendendo as normas da NBR 9050/04, garantindo a acessibilidade universal para os usuários.

O dimensionamento hidráulico de bueiros tubulares foi efetuado, segundo o procedimento preconizado pelas Instruções de Serviço para Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes do DEINFRA, considerando seu funcionamento como escoamento em canal.

8.1.6.1 Galerias Pluviais

Deverão ser obedecidas as Especificações de Serviço do DNIT para os serviços de bueiros e drenagem.

A altura das caixas do sistema pluvial é decorrente da profundidade das galerias, sendo estas projetadas sob a plataforma de terraplanagem e de forma a manter-se uma cobertura mínima de aterro de 0,60 m nas travessias da via.

O reaterro e apiloamento deverão ser feitos com o próprio material escavado quando a tubulação se encontrar embaixo da calçada e com Seixo fino quando a tubulação for localizada em travessias sob a via, de acordo com a recomendação da fiscalização.

No projeto executivo, encontram-se as localizações das caixas de captação, caixas de ligação, poços de visitas, as tubulações projetadas, as sarjetas e os detalhamentos dos dispositivos de drenagem.

A galeria de tubos de concreto deverá ser assentada sobre um lastro de brita de 5,00cm, além de ser executado o rejunte externo nos tubos utilizando argamassa.

Os elementos construtivos: poço de Visita (PV), Caixa de Ligação (CL) e Boca de Lobo (BL), deverão ser do Tipo Moldado In Loco.

A escavação da vala será executada pela CONTRATADA DE JUSANTE PARA MONTANTE e o material que não for reutilizado para o reaterro, será transportado para local pré-determinado pela fiscalização.

Os tubos deverão ser assentados em perfeito alinhamento e nivelamento, e rejuntados externamente em argamassa de cimento e areia, no traço 1:3 desde a base até o topo

O reaterro deverá ser feito com material de boa qualidade, em camadas de 0,20 m compactadas manualmente até a geratriz superior do tubo.

Toda limpeza e sobra de materiais deverá ser transportado para locais previamente determinados e aprovado pela fiscalização.

Todos os problemas que possam ocorrer com as redes de abastecimento de água, energia, telefone e gás, serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA, cabendo a esta a devida recuperação.

8.1.6.2 Confeção das Caixas de Ligação e Caixas Coletoras

Deverão ser executadas com Blocos estrutural, rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:6, conforme detalhe do projeto executivo.

A laje do fundo deverá ser em concreto com espessura mínima de 0,10 m e resistência de 20MPa.

O anel superior da caixa deverá ser em concreto bem nivelado e desempenado, no traço 1:2:2, cimento, areia, brita. Tampas de concreto conforme o projeto anexo fabricado com resistência de 20 MPa aos 28 dias.

As Caixas Coletoras Tipo Grelha, devem conter dispositivo de grelha do tipo Articulada, visando a limpeza dos dispositivos, nas caixas coletoras deve-se deixar no mínimo de 10 cm de desnível entre a altura do tubo de saída e o fundo da caixa, gerando assim uma caixa para retenção dos sólidos.

8.1.6.3 Assentamento de Meio Fio em Concreto Pré-Moldado

Os meios fios deverão estar num alinhamento perfeito e assentes sobre uma base regularizada, devendo o espaçamento (junta) entre meio fio não ultrapassar a 0,015 m.

O rejuntamento será com cimento e areia no traço 1:4, desde a base até o topo do meio fio, devendo as juntas estar limpas de impurezas e molhadas.

O meio fio será protegido com encosto de solo e nivelado transversalmente com declividade de 2% para a pista e compactado manualmente.

Os modelos e quantitativos de Meio Fio são apresentados no Volume 2 – Projeto Executivo.

8.1.7 Resumo Escavação e Reaterro

No Volume 2, encontram-se as tabelas com o resumo dos volumes necessários para: escavação da tubulação, bocas de lobo, caixas de ligação e poços de visita; e reaterro da tubulação.

8.2 CONSTRUÇÃO DE CALÇADAS

8.2.1 MEDIDAS DE SEGURANÇA

As vias devem ser sinalizadas, de tal modo que os motoristas tomem claro conhecimento da existência de obras nas vias. Todos os funcionários deverão usar colete, tipo suspensório com faixas reflexivas. Os funcionários devem usar equipamentos de proteção individual de acordo com as normas trabalhistas.

8.2.2 CALÇADAS

As calçadas serão executadas em concreto rústico com 7 cm de espessura resistência FCK=20. Deve-se seguir as orientações e tamanhos contidos na seção tipo de Pavimentação onde estão as dimensões da faixa de serviço e passeios em cada trecho da rua ser pavimentada.

As calçadas deverão ser previamente capinadas, aterradas com material de 1ª qualidade (para o aterro das calçadas, deve-se utilizar o material proveniente do corte e fortemente apiloadas com compactador mecânico tipo sapo, de modo a construir uma superfície firme e de resistência uniforme. Nos pontos que o terreno apresentar muito mole, será necessário proceder-se sua remoção até uma profundidade conveniente, substituindo-se por material mais resistente.

Os quadros devem ter largura máxima de 2 (dois) metros, e serem concretados alternadamente, formando junta de dilatação, usando para tantas ripas de madeira, sustentadas por pontas de ferro redondo de 10 cm e 30 cm de comprimento, cravadas alternadamente, de cada lado da ripa e espaçadas de no máximo 1,50 m.

As emendas das ripas serão feitas, sem superposição ou recobrimento, por simples justaposição das extremidades.

Antes do lançamento do concreto, deve-se umedecer a base e as ripas, irrigando-as ligeiramente. As ripas servirão como forma devendo ser retiradas antes da concretagem do quadro lateral.

A calçada acabada deverá ter caimento médio de 2% em direção à rua não devendo apresentar nichos.

O acabamento deverá ser feito com desempenadeira de mão.

Foi previsto em projeto uma camada de Material de Jazida de boa qualidade para Preenchimento dos passeios de 15,0 cm, camada deve ser regularizada e compactada antes da execução dos passeios.

8.2.2.1 SOLUÇÃO DE ACESSIBILIDADE

Deverão ser executadas rampas de acesso nas proximidades das esquinas nos locais onde serão executadas as calçadas, as rampas devem seguir o projeto, e serão executadas com o mesmo material das calçadas.

Tipo de piso tátil:

Pisos em placas de concreto, espessura 2,5 cm, dimensões 300 x 300mm, de assentamento com argamassa, indicados para aplicação nas rampas conforme detalhe de projeto.

1. Fazer contra-piso de 4,5cm acabado, sarrafeado e nivelado, deixando 25 mm para colocação do piso;

2.Colocação:

- a) Limpar e molhar o contra piso;
- b) Colocar argamassa c/ desempenadeira dentado no contra piso;
- c) Encher a placa com argamassa e fixa-la.

Traço Argamassa: conforme especificações AC III – argamassa de assentamento de boa qualidade;

- 3. Fixar a placa usando batedor de madeira (se necessário);
- 4. Caso haja necessidade, rejuntar entre o piso existente e a placa de borracha, usando a Própria argamassa;

5. É necessário um período, de no mínimo, 48/72 horas, sem pisar.

9. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

9.1 Projeto de Pavimentação

O Projeto de pavimentação teve por objetivo a definição da seção transversal do pavimento, bem como o estabelecimento do tipo do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes e especificando valores mínimos e/ou máximos das características físicas e mecânicas desses materiais.

9.2 Dimensionamento do pavimento flexível

O dimensionamento do pavimento foi feito mediante aplicação do Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT (Novo Método do Eng.º Murillo Lopes de Souza), apoiado em metodologia para conceituação e obtenção dos parâmetros envolvidos, conforme recomendações e/ou orientações contidas no Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária do DNIT.

Os parâmetros adotados no dimensionamento dos pavimentos são os seguintes:

9.3 Número N

O parâmetro de tráfego “N” (número de operações equivalentes do eixo padrão de 8,2 tf) foi fornecido pelo estudo de tráfego, onde o número de solicitações equivalentes para a pista de rolamento foram estimadas em **5,00x 10⁵**.

9.4 Resistência do subleito

Foi adotado para a resistência do subleito ao longo de todo o trecho, o valor de CBR (%) de 12,0%, tendo em vista a execução da camada de reforço e aterro com material de jazida.

Aplicando os parâmetros e as características dos materiais no método de projeto adotado, obtiveram-se as espessuras das camadas constituintes do pavimento.

9.5 Cálculo do Pavimento

Espessura total do pavimento é calculada pela equação abaixo:

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598} \quad (\text{Fórmula do Ábaco})$$

9.5.1 Cálculo da Base

Espessura da base é calculada pelas equações abaixo:

$$H_{20} = 77,67 \times (N \times 10^3)^{0,0482} \times 20^{-0,598}$$

$$K_r \times R + K_b \times B \geq H_{20}$$

Utilizando espessura do revestimento e o coeficiente estrutural de acordo com a figura a seguir:

Coeficiente Estrutural

Componentes dos pavimentos	Coeficiente de equivalência estrutural (K)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77 (1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ²	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ²	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ²	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

Espessura Mínima do Revestimento

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
N ≤ 10 ⁶	Tratamentos superficiais
10 ⁶ < N ≤ 5. 10 ⁶	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
5.10 ⁶ < N ≤ 10 ⁷	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
10 ⁷ < N ≤ 5. 10 ⁷	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
N > 5. 10 ⁷	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT (2006)

Foram adotados para o dimensionamento os coeficientes de fatores de equivalência estrutural, Kr=2,00 para o revestimento em CBUQ, Kb=1,00 para base de brita graduada e em conjunto com a fiscalização do projeto definiu-se, Ksb=0,71 para sub-base de Material de JAZIDA.

9.5.2 Cálculo da Sub Base

$$K_r \times R + K_b \times B + h_{20} \times K_s \geq H_n$$

9.5.3 Cálculo das Camadas do Pavimento

Com análise dos dados de tráfego, estudo geotécnico e características das vias foram feitos os dimensionamentos das estruturas dos pavimentos, utilizando a sequência de dimensionamento mostrado

acima, seguindo parâmetros para obtenção das camadas finais dos pavimentos.

Para o caso específico em conjunto com a fiscalização, podemos concluir que foram encontradas as seguintes situações:

- Solos com CBR superior a 2% e expansão inferior a 2%
- Alguns Solos apresentam baixa capacidade de suporte em Campo sendo necessário a remoção e complementação dos mesmos.
- Variação de solos ao longo do desenvolvimento do traçado, pois compreende uma largura pequena e uma grande extensão.

A representação das seções tipo e das camadas dos Pavimentos está ilustrada no item **“8.1.2. Seção Transversal”**.

Cálculo do Pavimento			
Dados Seg.		Cálculo da Sub Base	
CBRproj	12,00	$R * Kr + B * Kb + h20 * Ks = Hn$	
CBR20	20,00		
N	5,00E+05	HtAdotado (Hn)	35,00
Altura Total		Coef. Est. Rev.	2,00
$Ht = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$ (Fórmula do Ábaco)		Esp. Rev.	4,00
N	5,00E+05	Coef. Est. Base	1,00
CBR	12,00	Esp. BaseAdot.	15,00
Ht	33,08	Coef. Est. SubBase	0,77
Ht Adotado	35,00	Esp. SubBase	15,58
Cálculo da Base H20		Esp. SubBase Adot.	20,00
N	5,00E+05	Cálculo do Reforço	
CBR20	20,00	$R * Kr + B * Kb + h20 * Ks + hn * Ref = Hm$	
H20	24,37		
H20Adotado	20,00	Hm	69,12
Cálculo da Base		HmAdotado	70,00
$R * KR + B * KB = H20$		Coef. Est. Rev.	2,00
Coef. Est. Rev.	2,00	Esp. Rev.	4,00
Esp. Rev.	4,00	Coef. Est. Base	1,00
H20	24,37	Esp. BaseAdotado	15,00
H20Adotado	20,00	Coef. Est. SubBase	0,77
Coef. Est. Base	1,00	Esp. SubBaseAdot.	20,00
Esp. Base	12,00	Coef. Est. Reforço	0,71
Esp. Base Adot.	15,00	Esp. Reforço	44,51
		Esp. Reforço Adot.	50,00

Resumo Dimensionamento			
Camada	Tipo	Esp.	Obs
CAUQ(cm)	CAP 50/70	4,00	
Base(cm)	BRITA GRADUADA	15,00	
SubBase(cm)	MACADAME	20,00	
REFORÇO (cm)	MATERIAL DE JAZIDA	50,00	CBR>=12%
CBR. Subleito (%)		3,50	EST. SOLOS DA REGIÃO
CBRproj (%)		12,00	
CBRreforço (%)		12,00	
CBR20 (%)		20,00	
N (8,2t)		5,00E+05	
Ht(Hn)		35,00	
Hm (cm)		70,00	
Hpav (cm)		89,00	

Tendo em vista que a ciclofaixa está no nível do acostamento a mesma fica suscetível ao tráfego de veículos sobre a mesma, sendo de grande importância a execução de camadas de pavimento que consigam garantir a estabilidade do pavimento e a vida útil do mesmo. Sendo assim em conjunto com a fiscalização optou-se pela execução de uma camada de reforço em material de jazida.

9.6 Revestimento em Asfalto

A estrutura de pavimento a ser utilizado está apresentada na estrutura abaixo, é composta por Sub base em Material de jazida, Base de brita graduada e revestimento em CAUQ CAP 50/70 convencional.

O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) é obtido pela destilação do petróleo e apresenta qualidades e consistência próprias para o uso na construção e manutenção de pavimentos asfálticos, pois além de suas propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos, sais e álcalis.

A espessura final da camada de base foi definida de maneira a contribuir com o preenchimento dos vazios e também melhorar a regularização da superfície da camada final de terraplenagem em seixo.

Como critério de medição em relação ao CAP, será utilizado a média aritmética dos resultados dos ensaios de controle tecnológico da massa asfáltica, até o limite do orçamento.

9.6.1 Regularização do Subleito e Reforço do Subleito

Após a terraplenagem, todo o subleito deverá ser regularizado e nivelado de acordo com projeto geométrico, com largura de conforme seção tipo de pavimentação, tanto no sentido longitudinal quanto no transversal e compactado, até atingir 100% do Proctor Normal.

Onde a altura de aterro for inferior a 20 (vinte) cm o local deverá ser escarificado no mínimo uma espessura de 15 (quinze) cm, para uma melhor homogeneização do material.

Neste serviço estão incluídas todas as operações necessárias à sua completa execução e são medidos em m².

Para Reforços do Sub Leito deverá ser utilizado material com CBR_{min} de 12,0%, seguindo os parâmetros de densidade e umidade disponibilizada pelos responsáveis da jazida.

Estes serviços são regulados pela Especificação Geral do DEINFRA-SC ES-P 01/16.

9.6.2 Sub Base Material de Jazida

É uma camada que se destina a receber e distribuir parte dos esforços oriundos do tráfego e para proteger o subleito. Será executada uma camada em Material de jazida com CBR_{min} de 12,0%, conforme Projeto Executivo, representada na seção tipo de Pavimentação.

A liberação da compactação se fará visualmente após um mínimo de 15 passadas com rolo vibratório com energia de compactação máxima, ou até se conseguir acomodação e travamento total do material, deverá ser também observada a sanidade, deste material, deve ser de boa qualidade sem grande quantidade de impurezas evitando deste modo a presença de argilas, material orgânico.

9.6.3 Base de Brita Graduada

Sobre a sub-base, será executado uma camada de base de brita graduada com espessura, com largura conforme seção tipo de Pavimentação. É uma camada de material pétreo, resultante da composição granulométrica de britas de diâmetros diferentes e de pó de pedra ensaiada em laboratório. Para aplicação na pista, deverá ser misturada em usinas de solos, na umidade de projeto. Após o espalhamento na pista, será compactada com equipamento adequado, até atingir o grau de compactação a 100% do Próctor modificado. A tolerância do greide final da base será de -1,0cm à +1,0cm, e a declividade transversal será de acordo com a seção tipo de pavimentação, partir do eixo para os bordos em tangente.

A liberação da pista será feita com a aprovação da topografia e da análise de ensaios feitos pela equipe de topografia e laboratório da Contratada.

Para o controle tecnológico será feito ensaios de densidade, análise granulométrica e equivalente de areia.

Os serviços são regulados pela Especificação do DEINFRA-SC ES-P 11/16.

9.6.4 Imprimação

É a impermeabilização da base, com EMULSÃO ASFALTICA (EAI), aplicado a uma taxa de 1,2 litros/m² e deverá ser aplicado com caminhão espargidor com barra de distribuição acionada a uma pressão constante por motor. A imprimação só será executada após a liberação da base pelo laboratório.

O controle da imprimação é feito com ensaio para calcular a taxa de aplicação, pelo método da bandeja, a cada 100,00 (cem) metros de pista.

Os serviços são regulados pela Especificação DEINFRA-SC-ES-P-04/15.

9.6.5 Pintura de Ligação

É a aplicação de um ligante, Emulsão Asfáltica RR-1C, com taxa de 0,8 kg/m² e tem por finalidade a perfeita ligação entre a base imprimada e o revestimento asfáltico, ou entre as camadas de

revestimentos a serem aplicadas. Antes de receber a pintura de ligação a base imprimada deverá ser varrida mecanicamente.

Os serviços são regulados pela Especificação DEINFRA-SC-ES-P-04/15.

9.6.6 Revestimento Asfáltico

É uma camada em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) com espessura larguras conforme seção tipo de Pavimentação. Tem por finalidade dar conforto, segurança aos motoristas e proteger a base contra a ação das intempéries.

É uma mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados (brita, areia e filler) e material asfáltico CAP 50/70. A faixa granulométrica para o CBUQ deve se enquadrar na faixa "C" do DNIT.

O transporte se fará em caminhões basculantes enlonados, para manutenção da temperatura da massa asfáltica.

O espalhamento na pista será feito com vibro-acabadora de esteiras que deve possuir mesa vibratória com sistema de aquecimento.

A compactação será feita com rolo de pneus autopropelido, de pressão variável e de capacidade mínima de 20 toneladas e com rolo de chapa tandem de 2 tambores, peso mínimo de 6 toneladas, ou preferencialmente com rolo de chapa de 2 tambores vibratórios.

A rolagem se iniciará imediatamente após o espalhamento da massa.

Não poderá ser executado o revestimento asfáltico em dias chuvosos, ou com temperaturas abaixo de 10 °C. Também não será permitido o lançamento de massa asfáltica com temperatura inferior a 110 °C.

A Contratada deverá apresentar o projeto da mistura asfáltica e especificar a metodologia e normas técnicas adotadas na elaboração da mesma.

Como critério de medição em relação ao CAP será utilizado à média aritmética dos resultados dos ensaios de controle tecnológico da massa asfáltica, até o limite do orçamento.

O pagamento deverá ser precedido de sondagem com sonda rotativa a cada 50 m e o grau de compactação não deverá ser inferior a 97% da densidade de projeto e espessuras conforme projeto.

Para o controle tecnológico da camada asfáltica serão realizados ensaios de extração de betume e análise granulométrica, com coleta no caminhão ao descarregar na pista, para cada 100 t ou por dia de trabalho.

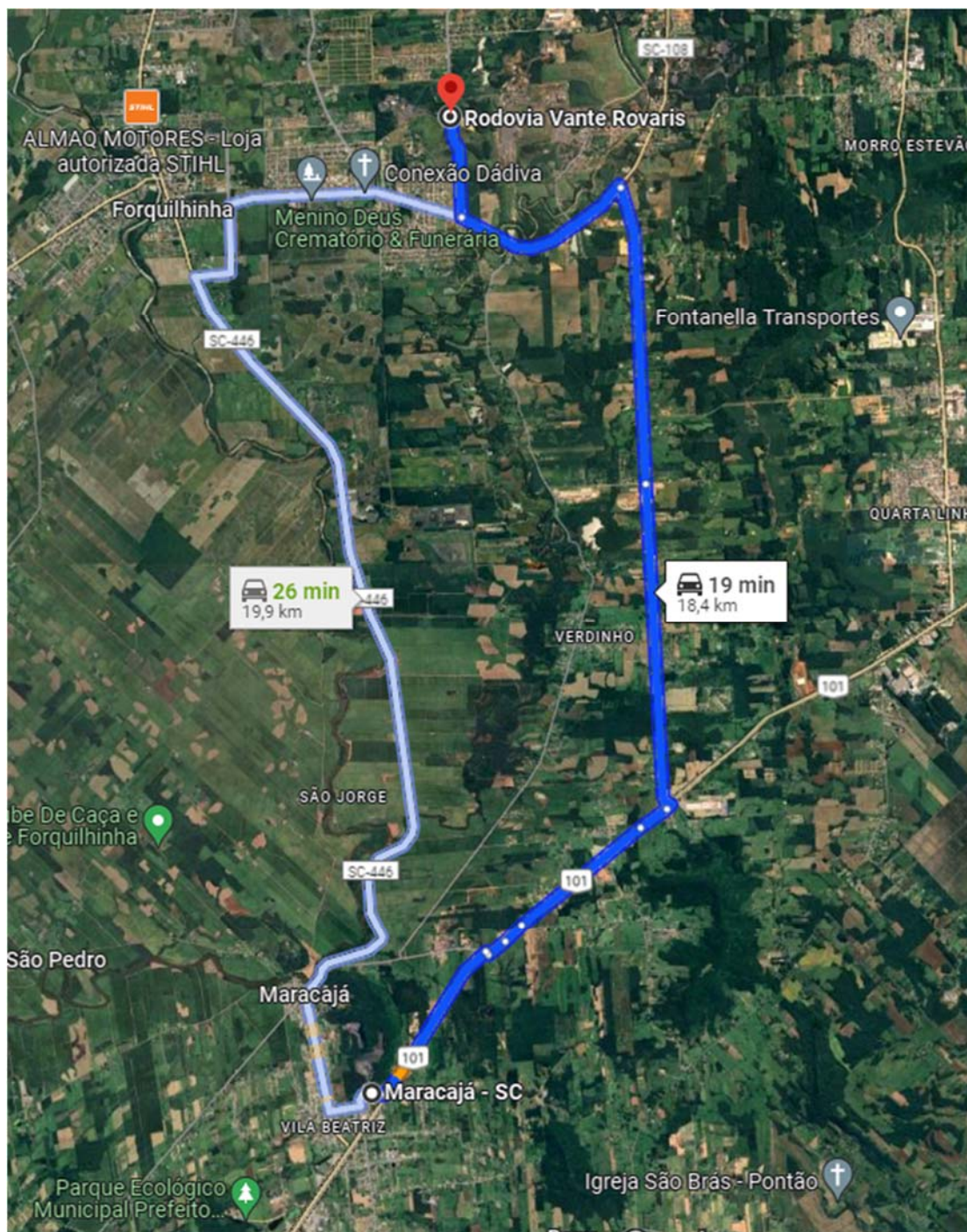
Os serviços são regulados pela Especificação DEINFRA-SC-ES-P-05/16.

9.6.7 Origem dos materiais a serem utilizados na pavimentação

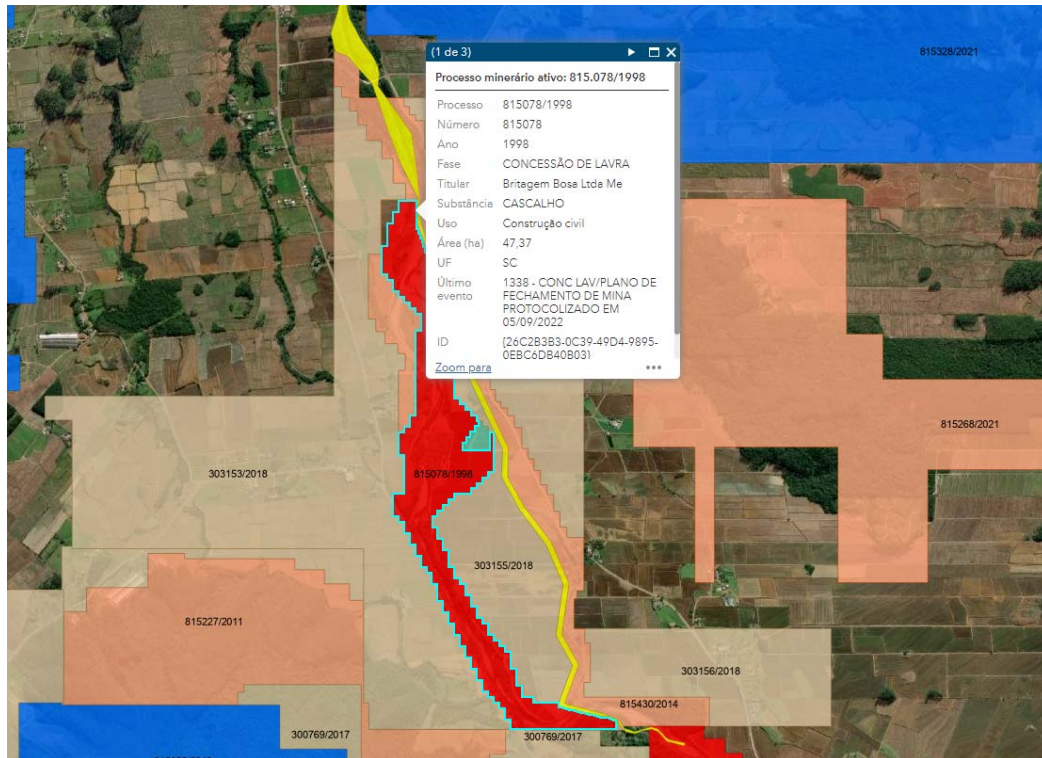
Quanto aos materiais disponíveis para a pavimentação, determinou-se:

.. **Produtos asfálticos:** O cimento asfáltico e o asfalto diluído provirão da cidade de Canoas (RS), a uma distância de 250 km da usina. A emulsão asfáltica provirá da cidade de Canoas (RS), a uma distância de 250 km da usina. O filler para o concreto asfáltico será obtido na cidade de Canoas (RS), afastada 250 km da usina.

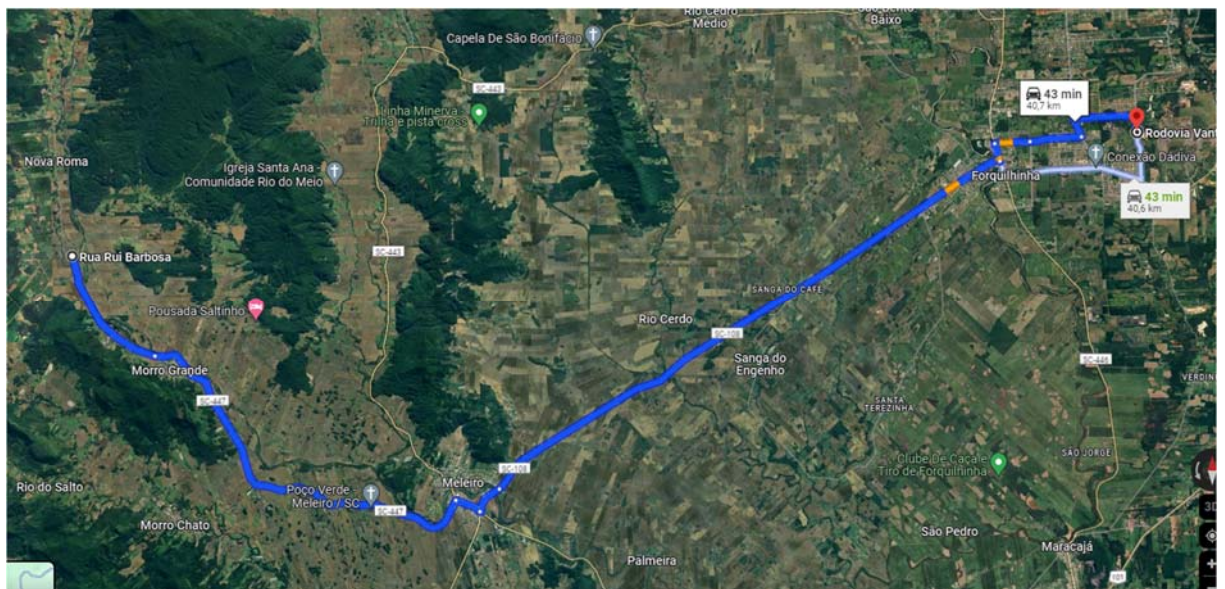
.. **Agregados (Base - CBUQ):** Os agregados para a pavimentação serão provenientes da jazida mais próxima localizada na empresa Cedro Engenharia, Comércio e Mineração, localizada na cidade de Maracajá/SC, Rod BR 101 - KM 401. A figura abaixo mostra a localização da jazida e o DMT médio, DE 18,4 KM.



.. Material de Reforço para Subleito: Para o projeto em questão, foi considerada uma pedreira de propriedade da empresa Britagem Bosa Ltda, localizada em Morro Grande/SC, Proximidades de Nova Roma, Morro Grande - SC, 88925-000 – Coordenadas -28° 46' 13", -49° 44' 39", sob o processo ANM Nº 815078/1998, conforme imagem mostrando o Processo Minerário a seguir.



A figura abaixo mostra a localização da jazida, com o DMT médio de 40,6 km.



.. **Areia:** a areia que se tornar necessária para serviços de pavimentação provirá da cidade de Forquilha (SC).

10. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

10.1 Projeto de Obras Complementares

O Projeto de Obras Complementares compreende a implantação de toda sinalização viária, tanto provisória quanto definitiva, além das interferências e remanejamento das redes de serviços públicos, como relocação de postes, redes de água, telefonia, etc.

10.2 Sinalização viária

A sinalização da rodovia consiste num sistema que objetiva principalmente, em favor da segurança dos usuários, despertar e estimular a acuidade sensorial, aumentando principalmente, a capacidade visual do usuário, com o fim de captar a tempo de discernir, os elementos que compõem as situações de cada instante durante o uso da rodovia.

A sinalização compreende basicamente a sinalização rodoviária definitiva e a sinalização de obras.

A sinalização de obras se faz necessária em função dos desvios e interrupções de meia pista, além de sinalização provisória para que no transcorrer da obra as partes prontas sejam sinalizadas.

Os elementos que fazem parte desta sinalização são representados, quer pelo balizamento da pista em toda sua extensão através da sinalização horizontal, quer pelos indicadores dos pontos fundamentais de mudança de direção, de obstáculos ou de outros riscos que estejam expostos os usuários e veículos, quer pelos indicadores de opções ou de restrições obrigatórias, quer ainda pela sinalização vertical.

a) Sinalização vertical

Abrange basicamente o emprego de símbolos e palavras colocadas em placas na posição vertical implantadas lateralmente nas bordas da rodovia no trecho rural, e sobre os passeios na travessia urbana. Tem com finalidade regulamentar o uso da via, prevenir ou advertir a respeito das condições da mesma, informar o usuário a respeito da orientação direcional dos serviços e outros equipamentos disponíveis ao longo do trecho, além de educar o usuário da mesma. As placas deverão ser confeccionadas em chapas metálicas preta laminada a frio, recozimento azul, dureza T-415 com laminador de envergamento SMG bitola 18, em rolo ou em chapa, pintadas com primer.

A pintura das placas deverá ser feita com tinta à base de poliuretano para metais, nas cores finalmente, serão aplicadas películas refletivas de alta intensidade para formação de módulos, números, símbolos e letras que cada tipo exige.

As placas deverão ser implantadas lateralmente a pista de rolamento após a banquetta pavimentada (acostamento) e dentro do campo visual dos motoristas, afastadas da pista condicionadas pelos fatores segurança e visibilidade.

As placas a serem implantadas nos passeios laterais às margens das vias na travessia urbana deverão ser fixadas com afastamento de 0,50m entre a borda da pista de rolamento e o eixo da placa, e mantendo uma altura mínima livre de 2,00 m entre a borda inferior da placa e o nível do passeio.

As placas a serem implantadas na travessia urbana deverão ter dois modos de suporte, através de postes tubulares metálicos ou bandeiras.

As placas de tamanhos menores, como as de advertência (0,60mx0,60m) e regulamentação (0,60m), deverão ter sustentação através de postes composto por tubo metálico galvanizado de diâmetro 2", espessura de parede de 3mm, com tampa soldada na parte superior e aletas anti giro soldadas a distância de 150mm da extremidade inferior. Estes postes deverão estar posicionados afastados na distância horizontal de 0,50 metros entre a borda da pista de rolamento e o eixo do poste.

As cores das placas deverão estar de acordo com o CÓDIGO NACIONAL DE TRÂNSITO.

Todas as placas a serem implantadas deverão ser novas, pois não foi considerado o reaproveitamento das placas atualmente encontradas no trecho em função das condições das mesmas.

10.2.1 Sinalização de regulamentação

São destinadas à regulamentação do tráfego, impondo limitações, restrições e proibições. O não cumprimento das mesmas constitui em infrações, puníveis de acordo com o Código Nacional de Trânsito.

As placas de regulamentação a serem implantadas de forma circular deverão ter diâmetro de 0,60 m, as de forma triangular lado igual a 0,60 metros. Por vezes a placa de regulamentação pode ser conjugada com uma placa de advertência com texto de tamanho 2,50 x 1,00 m. As placas octogonais a serem implantadas nas vias que dão acesso à rodovia deverão ter lado igual a 0,33 metros.

10.2.2 Sinalização de advertência

As placas de advertência têm por finalidade alertar ao usuário para situações de perigo em potencial existentes na rodovia ou nas suas vizinhanças.

As placas deverão ser quadradas de 0,60 x 0,60 metros. Quando compostas deverão ser de 2,50 x 1,00 metros.

10.2.3 Sinalização de indicação

As placas indicativas têm por finalidade identificar as rodovias e de subministrarem aos usuários informações úteis para o desenvolvimento da viagem, indicando, também os serviços auxiliares como postos de abastecimento, pontos de ônibus e áreas de estacionamento e turística.

As placas serão retangulares 0,60 x 1,00 m, 2,00 x 1,00 m, 2,50 x 1,00 m e para semi pódicos 3,00 x 1,50 m.

a) Sinalização educativa

A sinalização educativa serve para instruir o usuário quanto ao seu comportamento e conduta no trânsito ao longo da rodovia. O formato deste tipo de placa é retangular, 2,00 x 1,00 m.

b) Sinalização horizontal

A sinalização horizontal se compõe basicamente da pintura de linhas (faixas) de demarcação, sinais, símbolos, palavras e legendas aplicadas diretamente, mediante pintura sobre o pavimento, e elementos separadores de tráfego como tachas refletivas.

A marcação das faixas de tráfego visa regulamentar a circulação, advertir o usuário e ordenar os fluxos de tráfego, através de delimitação das mesmas, separando sentidos opostos, demarcados limites extremos e regulamentando manobras de mudança de faixa de tráfego. Além de realçarem e delimitarem a presença de obstáculos ou áreas onde a presença de veículos é indesejada; servem ainda como referência ao posicionamento dos veículos na pista. Implicando, assim, em maior segurança aos usuários, maior fluidez ao tráfego e maior capacidade a rua.

As linhas de limitação de pistas de trânsito serão executadas na cor branca-neve, em faixa contínua, com 0,10 m de largura, colocada a 0,13 m da borda da pista.

A proibição de ultrapassagem é caracterizada por faixas contínuas de cor amarela, com largura de 0,10 m e foram projetadas em toda a extensão da rua.

A pintura da sinalização horizontal das interseções dotadas de ilhas, gotas, faixa de espera e grandes áreas de zebados contam com detalhe posicionando e detalhando também as setas de condução.

Todas demarcações de Pinturas e quantitativos se encontram no projeto Volume 2 – Projeto Executivo.

c) Sinalização de obras

A sinalização de obras é de fundamental importância na prevenção de acidentes, devendo ela advertir o motorista quanto a situação, com a necessária antecedência, regulamentar a velocidade e outras condições que se façam necessárias, canalizar e ordenar o fluxo de modo a evitar dúvidas ao condutor e minimizar congestionamentos.

Para desempenhar estas funções a sinalização de obra deverá sempre apresentar boa visibilidade e legibilidade, além de estar adaptada às características da obra.

Outro ponto fundamental no bom funcionamento é a credibilidade da sinalização de obras.

Assim sendo, é de fundamental importância que a sinalização seja retirada imediatamente após o término da obra.

10.3 Remoção e relocação de postes e outras redes de serviço público

As redes de serviços públicos, como: água, luz, telefonia, etc., foram cadastradas pela topografia. Nos locais que essas redes de serviço público interfiram com o projeto, estão sendo indicados o remanejamento desses dispositivos.

A prefeitura fica responsável pelo remanejamento de tais itens que serão avaliados no decorrer da obra.

11. Estudo de Meio Ambiente

11.1 Meio Ambiente

11.1.1 Estudo de Impacto Ambiental

Em relação ao impacto ambiental provocado pela execução da obra em questão, avaliamos ser o pouco significativo, pois a pavimentação será executada sobre a via existente, a pedreira indicada para fornecimento de materiais para pavimentação, trata-se de uma pedreira em pleno funcionamento comercial, e usina de asfalto já instalada. Todas as instalações industriais encontram-se licenciadas junto aos órgãos competentes.

12. DISPOSIÇÕES FINAIS

A Obra deverá ser entregue limpa, desmobilizada e em total acordo com as especificações acima expostas. Para tanto, será fornecido pela fiscalização um termo de recebimento de todos os serviços.

BRUNO FRIGO PASINI

Engenheiro Civil – CREA SC 137.007-9

13. ORÇAMENTO ADEQUADO