

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

MEMORIAL DESCRITIVO, ART'S E ORÇAMENTO

Local: Rua Ernesto Prada
Trombudo Central – SC

Fevereiro / 2022

SUMÁRIO

1	MUNICÍPIO.....	5
2	LOCALIZAÇÃO.....	6
3	INFORMATIVO DO PROJETO	7
4	NORMAS GERAIS DE TRABALHO	7
4.1	ABREVIATURAS	7
4.2	CONSIDERAÇÕES	8
4.3	SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA	9
4.4	RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS	10
5	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA.....	11
6	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	11
7	SERVIÇOS PRELIMINARES	12
7.1	PLACA DE OBRA.....	12
7.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	14
7.3	LOCAÇÕES DE OBRA.....	14
7.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA.....	14
7.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE	15
7.6	REALOCAÇÃO DE POSTES	15
8	PROJETO DE TERRAPLANAGEM.....	15
8.1	CORTES.....	16
8.1.1	Generalidades	16
8.1.2	Equipamentos	17
8.1.3	Execução.....	17
8.1.4	Controle.....	17
8.2	ATERROS	18
8.2.1	Generalidades	18
8.2.2	Materiais	18
8.2.3	Equipamentos	19
8.2.4	Execução.....	19
8.3	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT).....	19
8.4	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO	20
9	TESTE DE CARGA COM VIGA BENKELMAN	20

9.1	EXECUÇÃO DO ENSAIO.....	20
9.2	CÁLCULOS PARA RESULTADO DO ENSAIO.....	22
10	ESTUDO DE TRÁFEGO	24
10.1	OS EIXOS	24
10.2	DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO	26
10.3	FATOR VEÍCULO.....	27
10.4	CÁLCULO DO NÚMERO N.....	27
10.5	AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO	27
10.5.1	Resultado do Teste de Carga com Viga Benkelman	29
10.6	DIMENSIONAMENTO DE REFORÇO DO PAVIMENTO.....	30
10.6.1	Espessura do Revestimento.....	30
10.6.2	Espessura das Demais Camadas.....	31
11	ESTUDO HIDROLÓGICO	33
11.1	INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO.....	33
11.2	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO.....	33
11.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	34
11.4	COEFICIENTES DE ESCOAMENTO RUNNOFF	34
11.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	34
11.6	PERÍODO DE RETORNO	35
11.7	DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	35
11.8	DADOS COLETADOS.....	36
11.9	EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF	42
11.10	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE.....	48
11.11	VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO	48
11.12	INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA.....	48
11.13	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO	48
11.14	ÁREA MOLHADA	49
11.15	VELOCIDADE DE ESCOAMENTO	50
11.16	TEMPO DE ESCOAMENTO	50
12	CÁLCULO DAS GALERIAS	51
12.1	PROCESSOS CONSTRUTIVOS.....	52

12.2	FORMA DE ASSENTAMENTO DE TUBOS	52
12.3	TUBOS CIRCULARES DE CONCRETO	53
12.4	ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS.....	54
13	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO	57
13.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES	57
13.2	CAIXAS DE INSPEÇÃO	58
13.3	CAIXAS DE JUNÇÃO.....	58
14	ESTUDO TOPOGRÁFICO	59
15	ESTUDO DO TRAÇADO	59
16	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	60
16.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	60
16.1.1	 Materiais	60
16.1.2	 Equipamento	61
16.1.3	 Execução.....	61
16.1.4	 Controle Tecnológico	61
16.2	CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO).....	62
16.2.1	 Materiais	62
16.2.2	 Equipamentos	64
16.2.3	 Execução.....	64
16.2.4	 Controle Tecnológico	65
16.3	CAMADA DE BRITA GRADUADA.....	66
16.3.1	 Materiais	66
16.3.2	 Equipamentos	67
16.3.3	 Execução.....	67
16.3.4	 Controle Tecnológico	69
16.4	IMPRIMAÇÃO.....	70
16.4.1	 Materiais	71
16.4.2	 Equipamento	71
16.4.3	 Execução.....	71
16.4.4	 Controle Tecnológico	72
16.5	PINTURA DE LIGAÇÃO	73
16.5.1	 Materiais	73

16.5.2	Equipamento	73
16.5.3	Execução	73
16.5.4	Controle Tecnológico	75
16.6	APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO	75
16.6.1	Material Betuminoso	76
16.6.2	Agregados	76
16.6.3	Composição da Mistura	76
16.6.4	Equipamento	77
16.6.5	Execução	77
16.6.6	Produção do Concreto Betuminoso	77
16.6.7	Transporte do Concreto Betuminoso	78
16.6.8	Distribuição e Compressão da Mistura	78
17	CALÇADA EM PAVER	79
18	MEIO-FIO	80
19	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	81
19.1	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	81
19.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	82
20	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE	82
20.1	FAIXA ELEVADA	83
20.1.1	Dimensionamento	83
20.1.2	Implantação	84
21	ACESSIBILIDADE	85
21.1	PISO TÁTIL DE ALERTA	85
21.2	RAMPA DE ACESSO ANTERIOR	86

1 MUNICÍPIO

Trombudo Central (Figura 1) é um município brasileiro do estado de Santa Catarina, localizado na mesorregião do Alto Vale do Itajaí, a uma latitude 27°17'57" Sul e a uma longitude 49°47'25" Oeste, estando a uma altitude de 350 metros. O principal acesso ao município se dá pela rodovia BR-470.

Figura 1 – Vista aérea do município de Trombudo Central



Fonte: Prefeitura de Trombudo Central (2021).

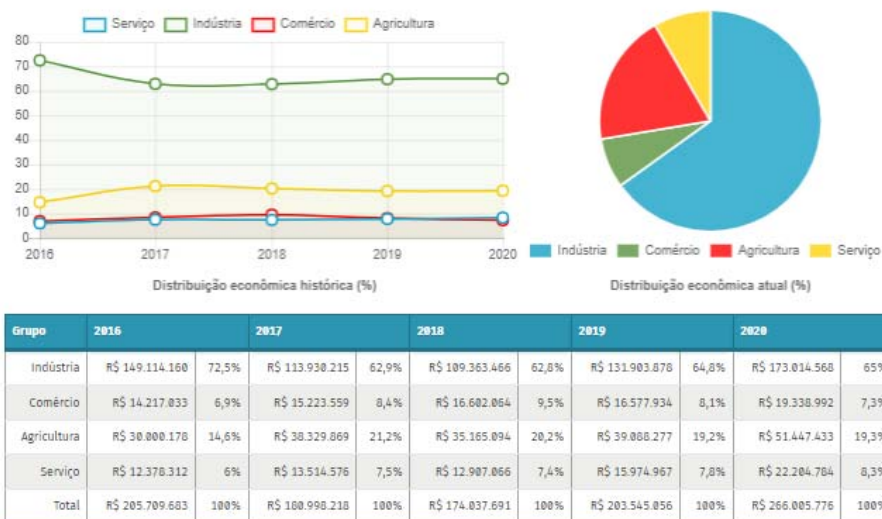
Tem sua população constituída basicamente por descendentes de origem alemã e italiana. Com uma população estimada de 7.506 habitantes (IBGE, 2021), em uma área de 109,648km².

Sua história teve início em 1904, quando em suas terras chegaram os imigrantes Ernesto Prada e Emílio Graupner. Ernesto Prada, natural da Áustria, nasceu em 24 de maio de 1870 e faleceu em 13 de outubro de 1954. Sua esposa, Catarina Prada, nasceu na Itália no dia 12 de setembro de 1870. Faleceu em 6 de fevereiro de 1943, ambos na localidade de Rio Novo. Com eles, veio Emílio Graubner, futuro genro de Ernesto Prada, nascido no dia 9 de setembro de 1886. Faleceu em 26 de junho de 1977.

As terras onde se localiza o município de Trombudo Central pertenceram inicialmente ao município de Porto Belo / Itajaí, posteriormente ao município de Blumenau, Rio do Sul, do qual se emancipou politicamente e administrativamente em 1958.

O município possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$37.635,93 (IBGE, 2019) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,775 (IBGE, 2010). Na economia destacam as atividades industriais e a agricultura (Figura 2).

Figura 2 – Dados econômicos do município de Trombudo Central



Fonte: SEF-SC/SAT.

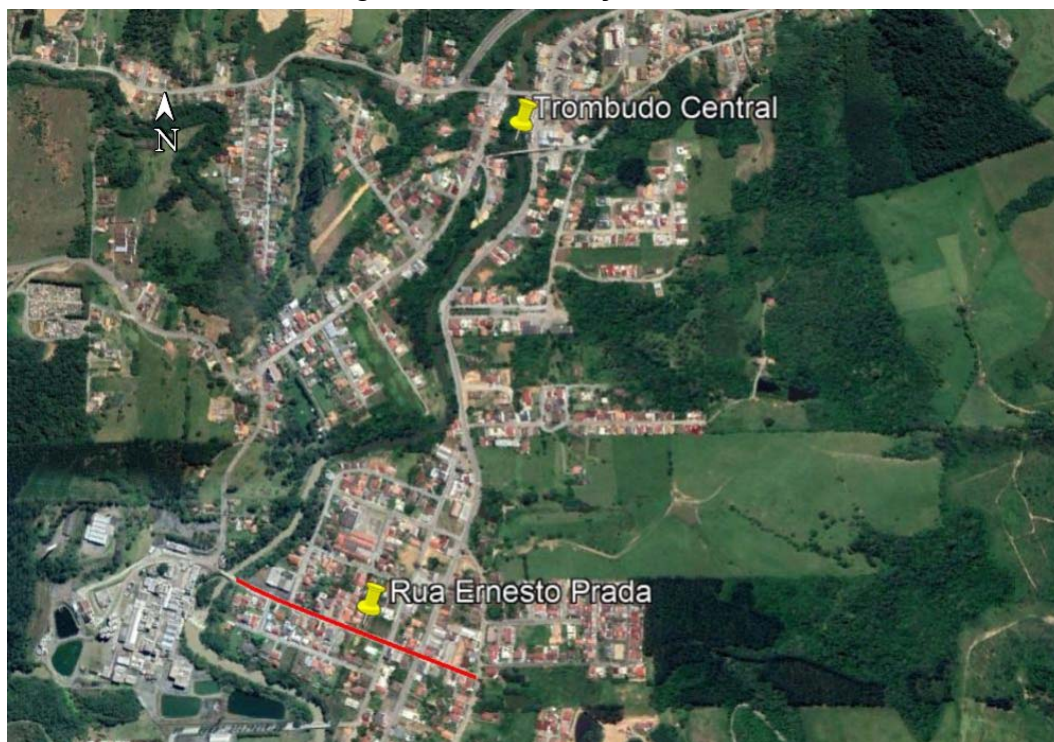
2 LOCALIZAÇÃO

Figura 3 – Localização do município de Trombudo Central



Fonte: Wikipedia (2022).

Figura 4 – Localização da via



Fonte: Modificado, Google Earth (2022).

3 INFORMATIVO DO PROJETO

Na busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 518,50 metros e uma largura total de 13,50 metros, composta por uma pista simples de asfalto com largura total de 9,50 metros, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,50 metros e acostamento com largura de 2,50 metros, além de calçada em paver com largura de 2 metros. As larguras citadas anteriormente podem variar, de acordo com o projeto, para melhor se adequar aos elementos existentes no local.

4 NORMAS GERAIS DE TRABALHO

4.1 ABREVIATÓES

Onde na documentação contratual forem empregados os termos e abreviações abaixo, deverão ser interpretados como a seguir indicado.

DNIT Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.
DER-SC	Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR	Norma Brasileira.

4.2 CONSIDERAÇÕES

A empresa CONTRATADA vencedora da licitação deverá submeter-se à FISCALIZAÇÃO e aos projetos apresentados.

Os serviços deverão obedecer ao traçado, cotas, seções transversais, dimensões, tolerância e exigências de qualidade dos materiais indicados pela FISCALIZAÇÃO nos Projetos e nas Especificações de Serviços. Embora as medições, amostragem e ensaios possam ser considerados como evidência dessa observação, ficará a exclusivo critério da FISCALIZAÇÃO, julgar se os serviços e materiais apresentam desvio em relação ao projeto e às suas especificações de serviços. Sua decisão, quanto aos desvios permissíveis dos mesmos, deverá ser final.

A CONTRATADA será considerada responsável pelos danos por ela causados nos serviços.

A CONTRATADA deverá, durante todo o tempo, proporcionar supervisão adequada, mão-de-obra e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no contrato.

Todo o pessoal da CONTRATADA e/ou das empresas subcontratadas deverá possuir habilitação e experiência para executar adequadamente os serviços que lhe forem atribuídos.

A CONTRATADA deverá fornecer equipamentos do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para executar satisfatoriamente os serviços. Todos os equipamentos usados deverão ser adequados de modo a atender as exigências dos serviços e produzir qualidade e quantidade satisfatória dos mesmos. A FISCALIZAÇÃO poderá ordenar a remoção e exigir a substituição de qualquer equipamento não satisfatório.

Todos os materiais utilizados devem estar de acordo com as especificações. Caso a FISCALIZAÇÃO julgue necessário, poderá solicitar da CONTRATADA a apresentação de informações, por escrito, dos locais de origem dos materiais acompanhados, quando necessário, dos ensaios de laboratório.

A CONTRATADA deverá efetuar todos os controles necessários para assegurar que a qualidade dos materiais empregados está em conformidade com as especificações. Os ensaios e verificação a seu cargo serão executados pelo laboratório designado pela CONTRATADA ou, quando necessário e justificado, pelo laboratório designado pela FISCALIZAÇÃO.

4.3 SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA

A CONTRATADA deverá, durante a obra, tomar o necessário cuidado em todas as operações de uso de equipamentos para proteger o público e para facilitar o tráfego. Nos locais onde os projetos exigirem que qualquer base, revestimento ou pavimento sejam construídos, deverão ser feitos em uma faixa de cada vez e a faixa que não estiver sendo utilizada pelas obras deverá ser aberta ao tráfego público, sob controle e direção única alternadamente, visando tão somente facilitar o tráfego.

Se a CONTRATADA julgar conveniente poderá, com a prévia da FISCALIZAÇÃO, e sem remuneração extra, utilizar e conservar variantes para desviar o tráfego do local das obras e serviços.

Quando a FISCALIZAÇÃO exigir, a CONTRATADA deverá fornecer sinalizadores, a fim de possibilitar a passagem do tráfego, sob o controle de direção única. Essa exigência também não gerará nenhum tipo de remuneração extra.

Só será permitida a circulação de qualquer equipamento carregado durante o tempo de realização das obras, com no máximo 25 toneladas brutas. Passagens isoladas de equipamentos com peso superior ao permitido, só serão autorizadas com a prévia anuência da FISCALIZAÇÃO.

Não será permitido o derramamento de materiais resultantes de operação de transporte ao longo das vias públicas. Acontecendo tal infração, os mesmos deverão ser imediatamente removidos pela e às expensas da CONTRATADA.

As operações de construção e/ou serviço deverão ser executadas, de tal forma que causem o mínimo possível de transtornos e incômodo às propriedades vizinhas, às obras ou serviços.

A CONTRATADA deverá, prontamente, instalar e manter as barreiras necessárias, sinais vermelhos, sinais de alerta e perigo, sinalização de desvios e outros, em número suficiente, bem como tomar todas as demais precauções necessárias para a proteção do seu trabalho e segurança do público.

4.4 RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS

A FISCALIZAÇÃO deverá decidir as questões que venham a surgir, quanto à qualidade e aceitabilidade dos materiais usados na obra/serviço, do andamento, da interpretação dos projetos e especificações, e ao cumprimento satisfatório das cláusulas do Contrato.

É vedado o início de qualquer operação de relevância sem o consentimento por escrito da FISCALIZAÇÃO, ou sem a notificação por escrito da empresa CONTRATADA, apresentada com antecedência suficiente para que a FISCALIZAÇÃO tome as providências de inspeção antes do início das operações. Os serviços/obras iniciados sem a observância destas exigências poderão ser rejeitados pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO terá livre acesso aos trabalhos durante a execução do serviço/obra, e deverá ter todas as facilidades razoáveis para poder determinar se os materiais e mão de obra empregada são compatíveis com as especificações.

Até que a FISCALIZAÇÃO não seja notificada por escrito sobre a aceitação e entrega final dos serviços/obras, a CONTRATADA será responsável pela conservação dos mesmos e deverá tomar as precauções contra prejuízos ou danos que possam ser causados por qualquer tipo de ação proposital, e os danos deverão ser reparados ou restaurados pela CONTRATADA, exceto os involuntários ou imprevisíveis fora do controle humano.

A empresa CONTRATADA só poderá usar materiais previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO e não deverá executar qualquer serviço/obra antes que as cotas e alinhamentos tenham sido satisfatoriamente estabelecidos. Os serviços/obras executados com materiais fora das especificações/normas/projetos deverão ser removidos, substituídos ou reparados, obedecendo às instruções e a maneira que a FISCALIZAÇÃO determinar, tudo por conta da CONTRATADA.

A CONTRATADA não deverá realizar qualquer serviço/obra de remoção, desvio ou reconstrução de serviços de utilidade pública, antes de consultar a FISCALIZAÇÃO, companhias de serviços públicos, autoridades e proprietários, a fim de determinar a sua localização exata. A CONTRATADA deverá notificar por escrito as entidades acima mencionadas, da natureza de qualquer serviço que possa afetar suas instalações, serviços ou propriedades.

Quando o desvio ou substituição dos serviços de utilidade pública não for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras como projetados, mas for feita por única conveniência da CONTRATADA, a mesma responderá por todos os custos incidentes no desvio ou substituição. Quando da relocação ou substituição dos serviços de utilidade pública for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras, como projetado, o Município de Trombudo Central, responderá pelos custos decorrentes da substituição.

Antes do recebimento final dos serviços a via urbana deverá ser limpa. Todas as obras de artes, valetas e dispositivos de drenagem superficial, deverão ser limpos e conservados de quaisquer depósitos resultantes do serviço até que a inspeção final tenha sido feita.

5 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

Para garantir um bom andamento das obras, deve ser previsto no projeto a administração local da obra, que se refere às despesas técnicas e administrativas, como o engenheiro responsável e mestre de obras.

Para a composição deste custo considera-se que o engenheiro compareça a obra 5h por semana, o mestre de obra 10h por semana e o encarregado social 10h por semana, considerando que o mês tem em média 4,4 semanas (22 dias úteis no mês/5 dias úteis na semana), a composição deste custo na obra é relativa à quantidade de meses para execução da obra.

É de extrema importância que a contratada forneça profissionais devidamente qualificados para as funções designadas, para que assim, a execução da obra ocorra de acordo com o memorial descritivo e o projeto executivo da obra.

6 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A mobilização é o conjunto de operações que o executor deve providenciar, com intuito de transportar seus recursos, em pessoal e equipamentos, até o local da obra, cujo valor é calculado pelo porte da obra.

A desmobilização é o conjunto de operações que o executor deve providenciar, com intuito de transportar seus recursos, em pessoal e equipamentos, e fazê-los

retornar ao seu ponto de origem, ao término dos trabalhos, cujo valor é calculado pelo porte da obra.

Para composição de custo considera-se a distância do meio do futuro pavimento até o centro do município de Rio do Sul, retirada pelo Google Earth, que dá cerca de 21 minutos. Já para os itens de insumo, são considerados que os seguintes equipamentos devem ser transportados até o local com cavalo mecânico para a realização da obra:

- Caminhão espargidor;
- Escavadeira hidráulica;
- Motoniveladora;
- Pá carregadeira;
- Retroescavadeira traçada;
- Rolo compactador de cilindro liso;
- Rolo compactador de cilindro pé de carneiro;
- Rolo Pneumático;
- Trator de esteira;
- Trator de pneu;
- Vassoura Mecânica;
- Vibroacabadora de asfalto sobre esteiras.

Ainda na composição de custo, são considerados os seguintes equipamentos que podem ser transportados sem o auxílio do cavalo mecânico:

- Caminhão basculante;
- Caminhão tanque distribuidor de asfalto;
- Caminhão pipa.

7 SERVIÇOS PRELIMINARES

7.1 PLACA DE OBRA

A placa de obra tem por objetivo informar à população e aos usuários da rua os dados da obra. As placas deverão ser fixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor

visualização. Seu tamanho não deve ser menor que o das demais placas do empreendimento.

As dimensões mínimas devem atender à exigência do convênio de 2,40x1,20m. A placa deverá ser confeccionada em chapas metálicas planas, resistente às intempéries.

Figura 5 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:

- Proporção de 8Y x 4Y.

Dimensões mínimas:

- 2,4m x 1,2m

Nota: A placa deve possuir tamanho adequado para visualização no canteiro de obras.

Área do nome da obra (A):

- Cor de fundo: verde - Pantone 3425C.
- Fonte: Signika Bold, caixa alta e baixa.
- Cor da fonte: branca.

Área de informações da obra (B):

- Cor de fundo: verde - Pantone 370C.
- Fonte: Signika Regular, caixa alta e baixa.
- Cor da fonte: amarela - Pantone 116C e Branca.
- Entrelinhas: 1
- Espaço entre letras: 0,2

Área das assinaturas (C):

- Cor de fundo: branca.
- As assinaturas devem estar centralizadas.

Fonte: CAIXA (2020).

7.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 6 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 1x0,50m.



7.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

7.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório e almoxarifado.

7.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

OBS: Será de responsabilidade da prefeitura municipal a remoção de lajotas descritas nos projetos e orçamento.

7.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto a concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

8 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmonte mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15cm e 1m;
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1m, ou de volume igual a 2m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

8.1 CORTES

8.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;

- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou botaforas. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

8.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

8.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, são ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte (CBR < 4%) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de cortes deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

8.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10cm;
- Variação máxima de largura de mais 20cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

8.2 ATERROS

8.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

8.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método B);

- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação do (Método B).

8.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

8.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

8.3 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)

- Escavação e carga de material de 1º categoria para execução dos taludes até o greide projetado, empolado em 25% e DMT 1,0Km. (Distância do bota-fora);
- Transporte do volume proveniente da escavação da carga de material de 1º categoria para reaproveitamento na execução do aterro, empolado em 25% e DMT 0,1km. (Distância do bota-espera);
- Para transporte do volume de material britado, DMT de 36,2Km. (Distância da Jazida de material britado mais próximo);
- Para transporte do volume de CBUQ, DMT de 36,2Km. (Distância da Usina de Asfalto mais próxima);

8.4 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

9 TESTE DE CARGA COM VIGA BENKELMAN

A viga Benkelman é o aparelho destinado a medir deflexões em pavimentos, visando ao conhecimento da capacidade estrutural do pavimento. A medida de deflexão reversível obtida com a viga Benkelman é a ferramenta mais utilizada no meio rodoviário para projetos de reforço de pavimentos, tanto para a identificação das deficiências da estrutura como para a definição das espessuras de camadas de reforço. O ensaio é executado conforme método DNER-ME 024/94.

9.1 EXECUÇÃO DO ENSAIO

Para a execução do ensaio:

- A viga deve ser previamente aferida, conforme o procedimento DNER-PRO 175/94;
- Os pontos do pavimento em que devem ser medidas as deflexões, devem ser convenientemente marcados e estarem localizados a uma distância prefixada da borda do revestimento, de acordo com a tabela a seguir;

Tabela 1 – Localização dos pontos de medição

LARGURA DA FAIXA DE TRÁFEGO (m)	DISTÂNCIA DA BORDA DO REVESTIMENTO (m)
2,70	0,45
3,00	0,60
3,30	0,75
3,50 ou mais	0,90

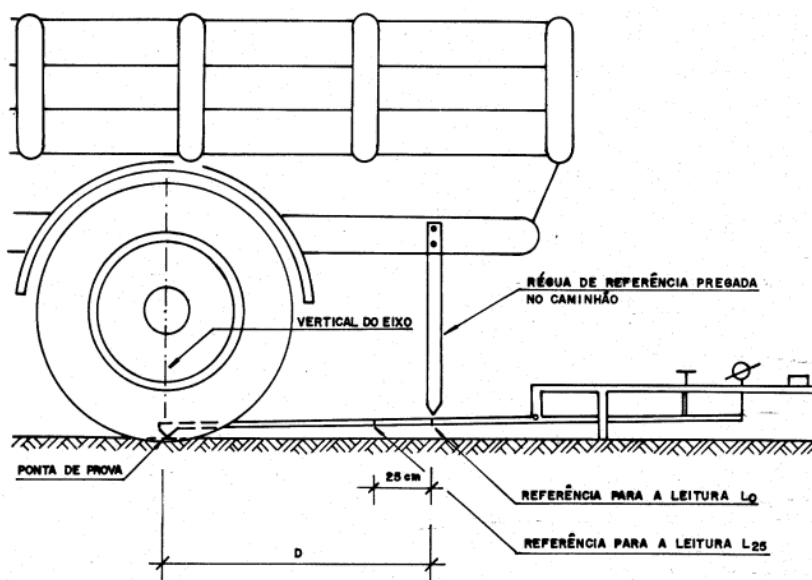
Fonte: DNER-ME 024/94.

- **Posicionamento do caminhão:** um dos conjuntos de rodas duplas traseiras do caminhão devem ser centradas sobre o ponto selecionado

na trilha externa, conforme tabela acima. O eixo de carga do caminhão deve ficar perpendicular ao eixo da pista de rolamento;

- **Posicionamento da viga Benkelman:** a ponta de prova da viga deve ser posicionada entre os pneus de roda dupla, coincidindo com o ponto selecionado. O perfeito posicionamento da ponta da viga, na vertical do eixo traseiro, deve ser assegurado por meio de um sistema de referência, relacionando a posição da viga à do caminhão. A trava da viga Benkelman deve ser liberada antes do posicionamento. O pé traseiro da viga deve ser ajustado de modo que o extensômetro fique, aproximadamente, a meio curso, conforme esquema a seguir;

Figura 7 – Esquema do sistema de referência na viga e no caminhão



Fonte: DNER-ME 024/94.

- **Leitura inicial:** ligando o vibrador, faz-se a leitura inicial (L_0), quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01mm/min, ou decorridos 3 minutos da ligação do vibrador;
- **Leitura final:** o caminhão deve ser deslocado lentamente, pelo menos 10m para a frente, após o que se faz a leitura final (L_f), ou quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01mm/min, ou decorridos 3 minutos após o caminhão sair da posição original;
- **Transporte da viga:** desligado o vibrador, a parte móvel da viga deve ser travada, após o que pode ser transportada para novo ponto;

- **Raio da curvatura:** para determinar o raio de curvatura da bacia de deformação, faz-se uma leitura adicional, para isso deslocando o eixo das rodas duplas do caminhão 25cm a frente do ponto de prova do pavimento.

9.2 CÁLCULOS PARA RESULTADO DO ENSAIO

Os resultados dos ensaios compreendem os cálculos descritos a seguir.

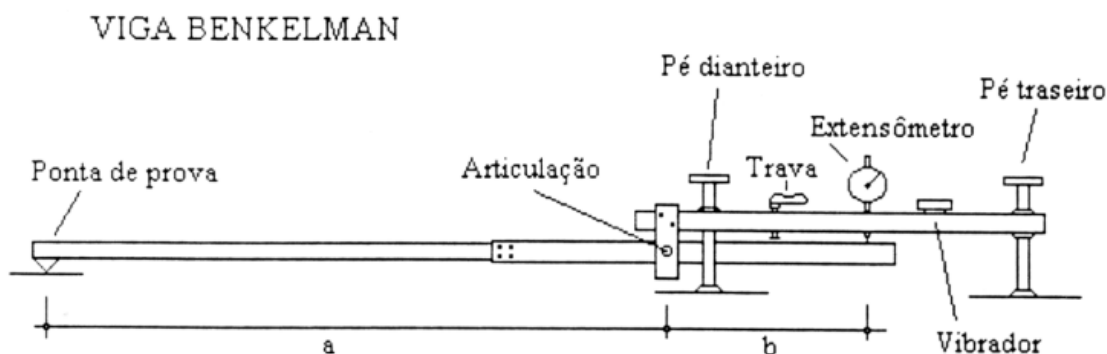
a) A deflexão do pavimento no ponto de prova é calculada pela fórmula:

$$D_0 = (L_0 - L_f) * \frac{a}{b}$$

Onde:

- D_0 = Deflexão real ou verdadeira (centésimos de milímetro);
- L_0 = Leitura inicial (centésimos de milímetro);
- L_f = Leitura final (centésimos de milímetro);
- a e b = Dimensões da viga Benkelman.

Figura 8 – Esquema da viga Benkelman



Fonte: Albernaz (1997).

b) O raio de curvatura da bacia de deformação no ponto de prova é calculado por meio da fórmula:

$$R = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

Onde:

- R = Raio de curvatura (m);
- D_0 = Deflexão real ou verdadeira (centésimos de milímetro);

- D_{25} = Deflexão a 25cm do ponto de prova (centésimos de milímetro).

c) Calcula-se a média das deflexões:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Onde:

- \bar{X} = Deflexão média aritmética;
- $\sum X_i$ = Somatória das deflexões;
- n = Quantidade de leituras.

d) Calcula-se o desvio padrão:

$$d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

- d = Desvio padrão;
- $\sum (X_i - \bar{X})^2$ = Diferença das deflexões em relação à média aritmética;
- n = Quantidade de leituras.

e) Calcula-se a deflexão característica:

$$D_c = \bar{X} + K * d$$

Onde:

- D_c = Deflexão característica;
- \bar{X} = Deflexão média aritmética;
- K = Coeficiente multiplicador em função do número de amostras;
- d = Desvio padrão.

O segmento será aceito se a deflexão característica for \leq deflexão máxima admissível (D_0).

f) Deflexão admissível (D_{adm}) – USACE

O valor da deflexão admissível depende dos materiais constituintes do revestimento e da base do pavimento, bem como do número N de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2t. Para pavimentos constituídos de

revestimento de concreto betuminoso executado sobre base granular, o valor D_{adm} em 0,01mm é dado pela expressão:

$$D_{adm} = 10^{(3,01-0,174\log 10N)}$$

10 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego foi desenvolvido visando obter subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, determinar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2t), e consequentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação para a Rua Getúlio Vargas.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

10.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Eixo simples: um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- Eixo simples de roda simples: com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- Eixo simples de roda dupla: com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus).
- Eixo tandem: quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1m a 2,40m, e ligados a um dispositivo de suspensão

que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;

- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 2 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6t	6,45t
Simples de roda simples	10t	10,75t
Tandem Duplo	17t	18,28t
Tandem Triplo	25,5t	27,41t
Duplo de Tribus	13,5t	14,51t

Fonte: CONTRAN (1998).

A contagem de tráfego foi realizada em um período de 24 horas, contando nos dois sentidos da via. Para considerações de cálculo, foi considerado a quantidade no sentido da via projetada.




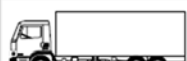

Figura 9 – Contagem de veículos

Categorias	Contagem de Veículos para duas faixas (24h)	Veículos por Faixa (24h)	pv (%)
Veículos Leves	1.200	600,0	87,1%
Onibus	6	3,0	0,4%
Caminhão Leve	80	40,0	5,8%
Caminhão Médio	85	43,0	6,2%
Reboque SST	7	4,0	0,5%
$V_0 = 1.378 \text{ V/d}$			

Fonte: Geomapa (2022).

A partir dos dados da contagem, é possível gerar um resumo de cargas por classificação de cálculo, juntamente com seus respectivos FVIs:

Figura 10 – Carga máxima por eixo

Categorias	Configuração de Veículo	Carga Máxima por Eixo		Fvi = Σ FEO*	
		Eixo Dianteiro	Eixo Traseiro		
Veículos Leves		1,0T	1,0T	0,0008	
Onibus		6,0T	10,0T	3,2	
Caminhão Leve		8,0T	10,0T	4	
Caminhão Médio		6,0T	17,0T	7,2	
Reboque SST		6,0T	10,0T	25,5T	13,08

10.2 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO

$$V_t = 365 \cdot V_i \cdot [(1 + tg)^P - 1] / tg$$

$$tg = 4\%$$

$$Tr = 10 \text{ Anos}$$

$$V_t = 6.038.712$$

$$V_t = 6,04,E+06$$

Cálculo do fator para determinação do valor N para dimensionamento do pavimento (conforme método indicado).

Dados:

- V_t = Volume Atual de Veículo/dia;
- V_i = Quantidade de veículos totais por dia;
- Taxa de crescimento (tg) = 4% a.a.;
- Período de Projeto (P) = 10 anos;
- $VT = 6,04 \cdot 10^6$ veículos/10anos;
- Fator Climático = de 800 a 1500 (mm).

10.3 FATOR VEÍCULO

Para a determinação do Fator Veículo total (FV), é feita uma relação entre a razão da proporção de cada veículo em relação ao total e o Fvi de cada tipo de veículo considerado:

Categorias	pv (%)	Fvi	Fvi . pv
Veículos Leves	87,1%	0,0008	0,00070
Onibus	0,4%	3,2	0,01393
Caminhão Leve	5,8%	4	0,23222
Caminhão Médio	6,2%	7,2	0,44412
Reboque SST	0,5%	13,08	0,06644
FV = $\sum(Fvi.pv)$			0,75742

10.4 CÁLCULO DO NÚMERO N

Para o cálculo do número N, será utilizada a seguinte expressão:

$$N = V_t * F_v * F_r$$

Onde:

- V_t = Quantidade de veículos em 10 anos;
- F_v = Somatório da multiplicação Fvi e da proporção por veículo;
- F_r = Fator climático.

Portanto:

$$N = 6.038.712 * 0,75742 * 1 = \mathbf{4.573.820,16} = \mathbf{4,57 * 10^6}$$

Dessa forma, o tráfego é considerado **MÉDIO**.

10.5 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

Para estabelecer os procedimentos necessários para a avaliação estrutural do pavimento, e fornecer elementos para o cálculo do reforço necessário para o pavimento, com base no número de solicitação de eixos equivalentes ao eixo padrão, durante o período considerado (número N calculado anteriormente), é utilizado o procedimento DNER-PRO 011/79.

Ainda não se dispões de critérios universalmente aceitos que possibilitem uma fácil tomada de posição com respeito à avaliação estrutural de pavimentos. A verificação de deformações plásticas significativas, decorrentes da evolução de

processos de ruptura ao cisalhamento, evidenciaria a presença, no pavimento existente, de problemas situados fora do escopo dos métodos de dimensionamento alicerçados no critério deflectométrico.

Procura-se formular cinco casos típicos, na suposição de que a maioria das situações que ocorrem nos subtrechos homogêneos possa se enquadrar em uma das hipóteses, considerando os seguintes parâmetros:

- N – Número de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão;
- D_p – Deflexão de projeto;
- R – Raio de curvatura;
- D_{adm} – Deflexão admissível;
- I.G.G. – Índice de Gravidade Global.

Na tabela a seguir, em função dos parâmetros acima, procura-se:

- a) Fixar quando serão necessários estudos complementares;
- b) Definir o critério para avaliação estrutural e o cálculo do reforço;
- c) Fazer recomendações quanto às medidas corretivas.

Tabela 3 – Critério para avaliação estrutural

Hipótese	Dados deflectométricos obtidos	Qualidade estrutural	Necessidade de estudos complementares	Critério para cálculo do reforço	Medidas corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$ m	Boa	Não	—	Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$ m	Se $D_p \leq 3 D_{adm}$ Regular	Não	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3 D_{adm}$ Má	Sim	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$ m	Regular para má	Sim	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$ m	Má	Sim	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	—	Má O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas. (IGG > 160)	Sim	Resistência	Reconstrução

Fonte: Adaptado de DNER-PRO 011/79.

10.5.1 Resultado do Teste de Carga com Viga Benkelman

Tabela 4 – Resultado do ensaio com viga Benkelman

Rodovia:	Ernesto Prada					Período:	22/09/2014			
Trecho:						Cons. da Viga (k):	2,020			
Segmento:	Indicado					Operador:				
Camada:	Base em Lajota					Distância:	Trilha do bordo externo			
8.11 CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN										
Ponto	Leitura					Deflexões				R
	0,01 mm					0,01 mm				
	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L _f	(L ₀ - L _{12,5}) * k	(L ₀ - L ₂₅) * k	(L ₀ - L ₅₀) * k	(L ₀ - L _f) * k	
Sentido Rodovia -> Prefeitura										
OPP	500		492		480		16		40	193,38
1	500		491		449		18		103	171,89
2	500		484		454		32		93	96,69
3	500		488		432		24		137	128,92
4	500	500	456	437	425	0	89	127	152	35,16
5	500		497		440		6		121	515,68
6	500		456		427		89		147	35,16
7	500		470		453		61		95	51,57
8	500		487		449		26		103	119,00
9	500		486		474		28		53	110,50
10	500		490		460		20		81	154,70
11	500		446		402		109		198	28,65
12	500		416		377		170		248	18,42
13	500		444		410		113		182	27,63
14	500		442		412		117		178	26,67
Sentido Rodovia -> Ponte										
OPP	500		476		444		48		113	64,46
1	500		468		419		65		164	48,34
2	500		466		428		69		145	45,50
3	500	467	439	435	428	67	123	131	145	25,36
4	500		463		440		75		121	41,81
5	500		463		433		75		135	41,81
6	500		481		449		38		103	81,42
7	500		476		411		48		180	64,46
8	500		492		430		16		141	193,38
9	500		478		420		44		162	70,32
10	500		490		427		20		147	154,70
11	500		440		413		121		176	25,78
12	500		470		421		61		160	51,57
13	500		476		439		48		123	64,46
14	500		473		452		55		97	57,30
15	500		482		463		36		75	85,95
16	500		477		449		46		103	67,26
17	500		490		465		20		71	154,70
18	500		447		405		107		192	29,19
19	500	442	422	392	386	117	158	218	230	19,83
20	500		453		384		95		234	32,92
21	500		464		408		73		186	42,97
22	500		419		352		164		299	19,10
23	500		432		382		137		238	22,75
24	500		424		256		154		493	20,36
25	500		452		438		97		125	32,23
26	500		472		437		57		127	55,25
27	500		483		423		34		156	91,00
28	500		441		331		119		341	26,22
						N=	44			
						Média=	157,1			
						Desv.Pad=	80,1			
						Dc=	237,2			
PISTA DE CONTROLE	DEFLEXÃO CARACTERÍSTICA				70,98	DEFLEXÃO CARACTERÍSTICA ADMISSÍVEL				85,1711842
	ADMISSÍVEL					PARA PONTOS INDIVIDUAIS				

Fonte: Geomapa (2022).

Através da classificação da Tabela 3, retirada do DNER-PRO 011/79, pode-se verificar que, de forma geral, a maioria dos pontos de prova se encontra em **má qualidade estrutural**, necessitando assim uma reconstrução do pavimento nesta via. Isso se justifica através do fato de que em casos em que o raio da bacia deflectométrica é muito menor do que o limite estabelecido em norma, a estrutura do pavimento já se encontra comprometida devido à alta pontualidade da deformação em pavimento flexível, sendo necessário rever todo o aparelhamento de drenagem, bem como estabelecer uma nova estrutura para essa via.

10.6 DIMENSIONAMENTO DE REFORÇO DO PAVIMENTO

10.6.1 Espessura do Revestimento

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão.

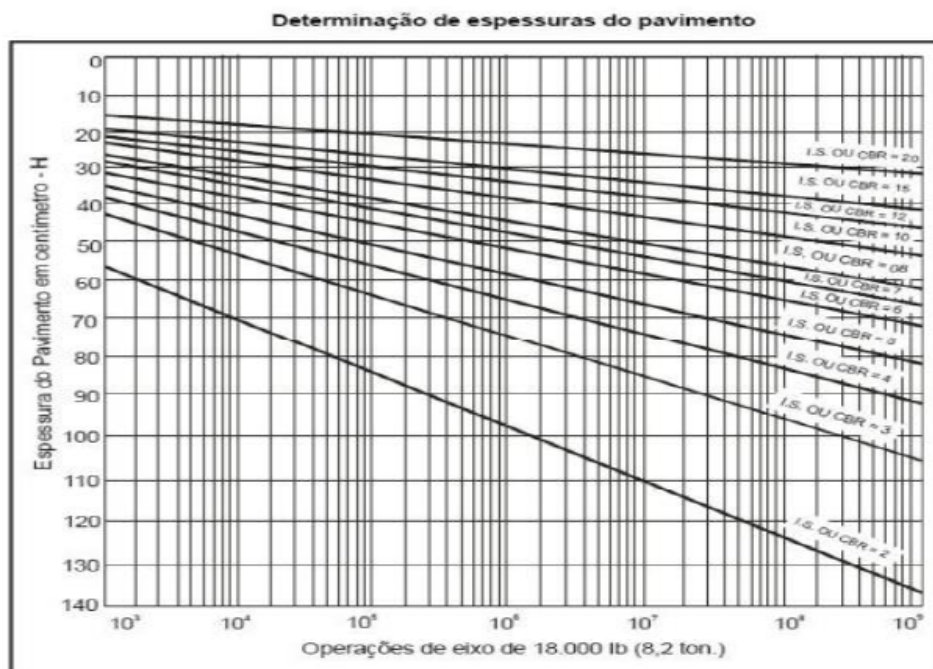
O cálculo das espessuras totais do pavimento baseia-se no método de projeto de pavimentos flexíveis do Eng. Murilo Lopes de Souza (1979), adotado pelo DNER e nos Métodos MD-1/92 da P.M. São Paulo, porém com o uso do ábaco de dimensionamento proposto originalmente pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE).

As espessuras a seguir recomendadas, visam especialmente, as bases de comportamento puramente granular e são definidas pelas observações efetuadas.

N	ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO
$N \leq 10^6$	TRATAMENTOS SUPERFICIAIS
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	CBUQ – Espessura > 5,0 cm
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	CBUQ – Espessura > 7,5 cm
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	CBUQ – Espessura > 10,0 cm
$N > 5 \times 10^7$	CBUQ – Espessura > 12,5 cm

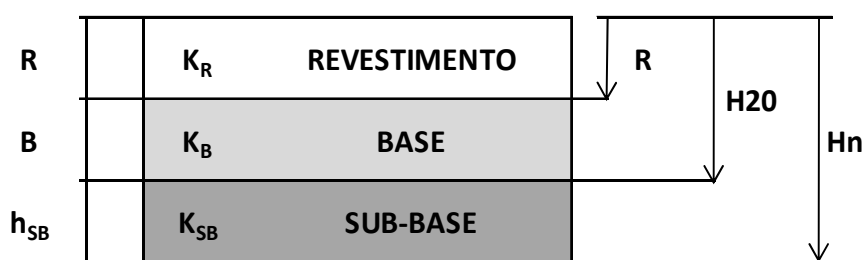
Baseado no estudo de tráfego, o número N obtido foi igual a $4,57 \cdot 10^6$. Assim, a espessura do revestimento de CBUQ adotada deverá ser maior ou igual a 5cm.

Figura 11 – Ábaco para determinação das espessuras do pavimento



$$Ht = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

Figura 12 – Representação das camadas estruturais do pavimento



10.6.2 Espessura das Demais Camadas

O ábaco de dimensionamento do DNIT a seguir, determina a espessura de uma camada do pavimento, em função do valor do CBR da camada subjacente e do número N de solicitações devido ao tráfego. Este dimensionamento garante que a camada subjacente não romperá e não sofrerá deformações excessivas.

A localização das camadas está exemplificada na prancha “PAV_SEÇ_R00” em que são identificadas as áreas de cada uma das três seções calculadas a seguir por camada de material.

Dados:

Camada	Material	CBR
Base	Brita Graduada	60
SubBase	macad.seco	40
SubLeito	Solo	7

$K_R =$	2,00	Tabelado
$K_B =$	1,00	Tabelado
$K_{SB} =$	1,00	Tabelado
$c =$	1,00	
$H_{20} =$	20	Ábaco
$H_n =$	50	Ábaco

olhar especificações abaixo

Pelo CBR da SubBase

Pelo CBR do sub leito

$R =$	5,0 cm	Tabelado
-------	--------	----------

$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20} \cdot c$
$B \geq 10$
$B_{Adotado} = 15 \text{ cm}$

* min. 15cm

$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{SB} \cdot K_{SB} \geq H_n$
$h_{sb} \geq 25$
$h_{SB_Adotado} = 30 \text{ cm}$

* min. 10 cm

Onde:

R é a espessura mínima do pavimento betuminoso

B é a espessura mínima da base,

h_{SB} é a espessura mínima da sub-base,

K_R é o coeficiente estrutural do revestimento betuminoso

K_B é o coeficiente estrutural da base

K_{SB} é o coeficiente estrutural da Sub-base

h_{ref} é a espessura mínima do reforço,

K_{ref} é o coeficiente estrutural do reforço do Sub-leito

c é um fator de correção,

adota-se:

$$c = 1,2 \text{ para } N > 10^7,$$

$$c = 0,8 \text{ quando } N \leq 10^6 \text{ e o CBR da sub-base for } \geq 40, \text{ e}$$

$$c = 1 \text{ para os demais casos.}$$

Resumo	Espessura (cm)
Capa C.B.U.Q	5
Base Brita Graduada	15
Sub-Base Macadame Seco	30

11 ESTUDO HIDROLÓGICO

11.1 INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO

O objetivo do estudo hidrológico está fundamentalmente ligado à definição dos elementos necessários ao estudo de vazão dos dispositivos de drenagem que se fizerem exigidos ao longo do projeto.

Como etapa única deste estudo foi desenvolvida a identificação das áreas de drenagem em visita de campo e se inventariaram os dados hidrológicos da região fornecidos por órgãos oficiais e levantamento em campo.

11.2 ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Para definir os cálculos dos bueiros presentes na via, se faz necessário traçar as áreas das bacias de contribuição para cada saída ou travessia da pista. A estimativa da área da macrobacia para cada bueiro está representada a seguir, e será importante para a definição das futuras áreas de contribuição para o cálculo da drenagem pluvial da via.

Figura 13 – Áreas de contribuição das bacias



Fonte: Geomapa (2022).

11.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O projeto de drenagem consiste na definição e dimensionamento das estruturas, e tem por objetivo permitir que as águas provenientes das chuvas sejam escoadas do pavimento, e que as águas que se encontrem no interior do pavimento não venham a prejudicá-lo.

Quase todos os materiais empregados na pavimentação têm seu comportamento afetado por variações no seu teor de umidade, onde falhas no sistema de drenagem podem provocar danos severos aos usuários, e consequentemente ao patrimônio.

Sob este aspecto, o projeto de drenagem tem o objetivo de definir os tipos de dispositivos a serem utilizados, assim como, a localização de implantação dos mesmos.

Através de critérios usuais de drenagem urbana, será projetado e dimensionado o traçado da rede de galerias, considerando-se os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico.

11.4 COEFICIENTES DE ESCOAMENTO RUNNOFF

Para a determinação do coeficiente de escoamento foi utilizada a tabela a seguir, sendo analisada cada área separadamente, considerando um futuro aumento da população na região em estudo.

Tabela 5 – Coeficientes de escoamento superficial

1,00	Rocha
0,80	Áreas centrais (densamente urbanizadas)
0,70	Áreas residenciais lotes $\geq 360\text{m}^2 < 600\text{m}^2$
0,60	Áreas residenciais urbanas (menor densidade) lotes $\geq 600\text{m}^2$ e suburbanas
0,40	Áreas rurais
0,25	Reservas, parques e jardins
0,15	Mata densa

Fonte: Pinheiro (2013).

11.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Tempo de concentração (t_c) é o tempo desde o início da precipitação até a água mais distante contribuir para toda a bacia ou galeria. Desse modo, é calculado o

tempo de concentração para cada início de trecho, fazendo uso do método de *California Culverts Practice*.

$$tc = 57 * \frac{L^{1,155}}{H^{0,385}}$$

Onde:

- tc = Tempo de concentração (min);
- L = Comprimento do percurso principal (km);
- H = Desnível (m).

O tempo mínimo de concentração de uma bacia é de 5 minutos. Caso algum trecho de macrodrenagem apresente tempo de concentração inferior a este valor, será adotado um tc de 5 minutos.

11.6 PERÍODO DE RETORNO

O Período de Retorno (Tr) é definido como o intervalo de tempo estimado de ocorrência de um determinado evento. Em termos matemáticos, é o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado, sendo que essa variável muda conforme a aplicação para a qual é projetada.

Para o dimensionamento do sistema de macrodrenagem da via, o período de retorno adotado será de 10 anos, devido à frequência de eventos que envolvam cheias na região. Para determinar essa ocorrência, foram utilizados dados de precipitação da Agência Nacional de Águas (ANA), excepcionalmente na estação 2749013, localizada no município de Trombudo Central/SC. Essa estação está localizada próxima à via licitada, e a operadora responsável pelos dados obtidos é a Epagri-SC.

11.7 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Visando caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência na região em estudo, foram utilizados dados provenientes da ANA em uma estação pluviométrica no município de Trombudo Central/SC, próxima a localidade. Além disso, foram utilizados os dados de Fendrich (2003) para a determinação das constantes da equação geral Intensidade-Duração-Frequência (IDF) de Trombudo Central.

11.8 DADOS COLETADOS

Para a coleta de dados, foi considerado um período de observação de 1996 até 2020 (25 anos). Alguns meses não obtiveram contagem, não sendo possível, assim, determinar uma quantidade máxima anual de precipitação. Porém, foram estudadas as médias, mínimas e máximas precipitações, dias de chuva e máximas diárias, coletadas pela seguinte estação.

Tabela 6 – Dados da Estação Pluviométrica

Código	2749013
Nome Estação	TROMBUDO CENTRAL
Bacia	8 – ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
Sub-bacia	83 – RIO ITAJAÍ-AÇU
Estado	SANTA CATARINA
Município	TROMBUDO CENTRAL
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI–SC
Latitude	-27,2903
Longitude	-49,7689
Altitude (m)	350

Fonte: ANA (2022).

Tabela 7 – Alturas Pluviométricas Totais Mensais

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS TOTAIS MENSAIS														
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS											Lat: -27,29			
Estação: 2749013											Long: -49,77			
Local: Trombudo Central UF SC											Altitude: 350,00			
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	MAXIMA
1996	279,3	203,5	161,6	64,5	1,5	179,1	88,5	128,8	202,2	113,3	61,6	207,1	1.293,10	243,90
1997	244,2	267,5	119,5	25,2	81,6	86,5	132	155,8	117,2	219,2	253,9	132,2	1.504,70	240,00
1998	215,3	274,6	204	226	59	108	150,6	218	298,4	175,4	30,8	116	1.435,10	207,50
1999	153,8	147,6	59	80,4	60,4	69,2	110,8	41,6	116,4	181	87,3	97	1.204,50	181,00
2000	177,2	185,7	95,2	64,2	75,9	87,3	114,5	75,6	198,4	199	80,8	213,1	1.566,90	213,10
2001	219,8	154	186,3	167,8	216,2	129,3	111,8	76	145,4	181	162	98,7	1.848,30	219,80
2002	264,4	112,2	131,1	234,5	61	74,4	100,5	177,6	182,2	214,3	260,8	110,5	1.923,50	264,40
2003	96,4	84,9	57,8	65,8	27,9	108,9	65	21,2	109,9	114,7	129,6	271,8	1.153,90	271,80
2004	37,8	45,5	50	52	136,4	63,9	162,5	45,5	189	204,6	167,9	107,9	1.263,00	204,60
2005	152,4	43,2	65,4	96,3	189	98,4	86,5	124,8	286,2	273,4	110,3	93,7	1.619,60	286,20
2006	199,5	83,9	147,5	34	18,7	42,9	52,1	105,2	50	64,5	129	122,4	1.049,70	199,50
2007	112,2	170,3	194,8	66,3	192,9	46,9	203,9	85	167,5	189,8	159,7	160,3	1.749,60	203,90
2008	237,8	69,8	109	178,6	75,5	110,5	29,4	85,9	142,1	303,5	144,5	40,8	1.527,40	303,50
2009	193,2	151,1	109,3	51,5	230,4	51,9	190,9	156,4	301,6	180,9	120	245,9	1.983,10	301,60
2010	289,3	101,2	159,8	210,8	177,1	45,1	126,9	88,3	89,6	136	131,1	187,8	1.743,00	289,30
2011	331,9	181,7	111,4	53,7	95,5	72,6	224,9	300,5	239,7	139,7	90,6	68,9	1.911,10	331,90
2012	214,6	96,3	42,6	146,1	59,9	165,9	159,1	12,5	57,3	209,1	39,4	214,5	1.417,30	214,60
2013	74,6	172,6	149,2	39,6	53,7	206,5	96,9	213,9	293,2	97	73,1	143,6	1.613,90	293,20
2014	179,5	148,1	99	45,7	110,6	421,4	44,6	88,5	212,3	157,4	110,7	248,5	1.866,30	421,40
2015	193,6	120,1	127	41,5	94	118,1	181,4	28,7	245,1	384,9	181	333,7	2.049,10	384,90
2016	127,5	156,1	205,5	141,3		60,7	102,1	164,6	59	178,8	74,3	259,4	1.529,30	259,40
2017	103,5	110,6	114,2	81,7	326,9	213,9	14,3	123	55,1	115,4	146,9	125,8	1.531,30	326,90
2018	189,6	112,5	207,5	37,9	51,2	112,7	14,3	114,7	201,5	83,6	107	202,6	1.435,10	207,50
2019	217,1	172,6	99,6	154,9	240	27,8		23,5	139,5	219,4	142	68,3	1.504,70	240,00
2020	180,3	144,1	34,8	34,1	20,5	114,4	104,8	130,2	96,2	70,6	119,2	243,9	1.293,10	243,90
MÉDIA	179,36	125,64	116,18	94,49	119,70	111,03	109,39	103,78	162,60	177,21	125,78	166,32	1.574,73	263,91
MÍNIMA	37,80	43,20	34,80	34,00	18,70	27,80	14,30	12,50	50,00	64,50	39,40	40,80	1.049,70	181,00
MÁXIMA	331,90	185,70	207,50	234,50	326,90	421,40	224,90	300,50	301,60	384,90	260,80	333,70	2.049,10	421,40

OBS.: * = estimado, D = duvidoso, branco = real, AC = acumulado, SO = sem observação, RS/RC = régua seca/calda,
 - = não coletado, NDC = N° de dias de chuva, Qualidade dos dados: CONSISTIDO

Fonte: ANA (2022).

Tabela 8 – Quantidade de dias de chuvas

NÚMERO DE DIAS DE CHUVA													
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS		Lat: -27,29											
Estação 2749013		Long: -49,77											
Local: Trombudo Central		Altitude: 350,00											
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1996	22	22	21	16	4	19	14	16	20	15	10	16	195
1997	20	22	13	9	14	16	23	27	16	25	25	16	226
1998	19	22	17	14	7	7	10	16	18	17	6	9	162
1999	21	15	6	11	9	9	14	7	9	12	13	10	136
2000	15	10	9	4	12	14	11	10	16	17	11	16	145
2001	19	15	22	14	10	14	17	10	17	12	13	17	180
2002	15	12	11	16	16	16	15	16	12	26	18	17	190
2003	12	13	15	11	9	19	20	9	12	11	14	16	161
2004	14	12	11	13	16	13	22	10	13	12	15	17	168
2005	16	8	8	13	12	12	15	12	20	18	13	12	159
2006	16	17	16	4	8	11	14	14	13	8	14	13	148
2007	16	14	14	9	16	15	21	8	11	18	11	16	169
2008	23	17	17	18	12	15	10	20	20	20	21	9	182
2009	14	16	12	10	14	12	21	12	18	20	19	14	182
2010	22	13	21	14	20	7	18	10	10	13	14	18	180
2011	23	19	19	15	12	12	20	18	12	13	16	14	193
2012	17	12	9	13	9	15	20	4	10	17	9	20	155
2013	12	17	15	5	15	16	13	15	14	15	14	12	163
2014	16	9	15	9	10	20	12	13	19	10	15	13	161
2015	20	20	12	9	17	16	18	4	19	23	19	21	198
2016	15	17	17	11	11	13	13	23	7	15	11	20	162
2017	17	11	14	16	21	18	13	17	11	24	11	16	189
2018	19	10	17	9	7	20	11	9	15	18	17	17	169
2019	17	17	15	13	18	10	10	10	14	17	13	11	155
2020	16	15	11	7	8	21	18	15	11	14	16	16	168
MÉDIA	17,4	15,0	14,3	11,3	12,3	14,4	16,0	13,0	14,0	16,4	14,3	15,0	171,8
MÍNIMA	12	8	6	4	4	7	10	4	7	8	6	9	136
MÁXIMA	23	22	22	18	21	21	23	27	20	26	25	21	226

Fonte: ANA (2022).

Tabela 9 – Precipitações diárias máximas mensais

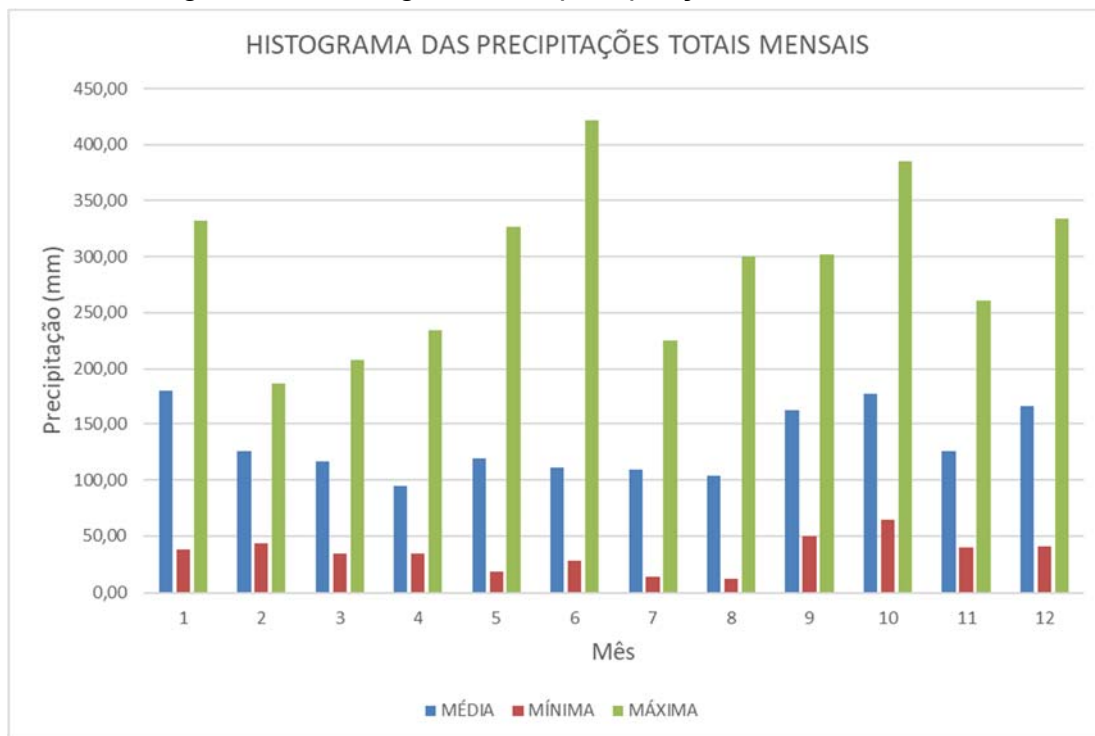
PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS MENSAIS													
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS											Lat: -27,29		
Estação 2749013											Long: -49,77		
Local: Trombudo Central UF SC											Altitude: 350,00		
ANO	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA
1996	58,8	42,4	39,8	17,6	1,2	54,2	37,6	43	38,8	26,8	20,4	39	58,80
1997	84,4	84,4	60,4	13,6	31,2	35,8	31	41,4	47,6	41,2	65,8	41,2	84,40
1998	62,2	48,8	34,8	74,6	19,4	50,4	34,8	37,8	58,6	51,4	20,8	30,6	74,60
1999	25,4	32,8	19,6	27,8	17,4	40,2	29,2	21,4	48,6	70,4	33,2	26	70,40
2000	65	60	26,6	35,6	14,4	31,2	61,6	24	30,6	53,8	25,6	57,6	65,00
2001	37,8	38,4	39,8	40,6	75,4	58,2	34,8	42,2	42,2	97,4	81,6	23,6	97,40
2002	48,2	24,2	55	63,6	23,2	24,4	34	41,5	67,4	41,4	68,2	65,7	68,20
2003	23,4	17,4	16	21,4	21,4	25	21,4	11,4	54,2	36,8	36,2	59,9	59,90
2004	8,7	11,5	17	13,7	23,9	25,4	40,4	35,5	86,3	47,4	40,7	26,5	86,30
2005	64,4	26,9	23,4	45,2	80,2	41,5	24,6	73,6	49,6	55	52,2	21,4	80,20
2006	77,4	23,3	25,8	17,5	9,3	27,8	28,6	57,2	17	18,8	45,6	34,2	77,40
2007	37,7	44,2	35,4	36	53,2	21,9	61,4	67,5	35,5	51,4	53,4	38,4	67,50
2008	40,2	14,3	37,9	41,5	51,2	26	10,2	15,5	39,6	45,2	22,3	9,6	51,20
2009	47,7	52,4	52,3	22,8	165	13,8	32,5	43,5	74,5	33	29,2	58,4	165,00
2010	63,8	20,4	41,3	75,4	58,7	22,5	28,2	41,2	46,3	43,5	29,2	38,8	75,40
2011	42	52	29,4	15,2	46,3	18,1	57,3	74,4	86,6	35,4	22,9	10,2	86,60
2012	54,7	28,5	18,9	45,5	36,4	33,7	26,4	7,5	19,4	75,4	15,5	32,2	75,40
2013	28,6	78,5	49,2	17,5	25,2	54,4	35,5	53,7	74,4	22,9	32,7	45,2	78,50
2014	25	45,7	25	14,2	38,4	80,4	27,5	21,4	65,4	68,4	28,1	73,9	80,40
2015	51	19,4	34,2	17,2	35,2	52	22,7	21	53,2	56,7	37,2	124,5	124,50
2016	23,7	41,3	51,4	47,4		24,5	54,2	37,5	22,4	37	28,5	74,3	74,30
2017	27,5	42,4	24,4	25,9	76,4	94,4	9,2	44,4	29,4	26,8	30,4	53,4	94,40
2018	48,2	52,4	64,2	16,2	34,9	43,3	5,3	48,6	62,4	14,2	27,3	52,4	64,20
2019	103	44,5	26	63,5	86,5	9		17,5	58,4	58,6	34,2	31,5	103,00
2020	74,2	36,4	13,7	17,2	9,5	40,2	26	47,6	40,2	24,3	22,2	59	74,20
Média máximas anuais = 81,49											Desvio Padrão = 23,26		
MÉDIA	48,92	39,30	34,46	33,07	43,08	37,93	32,27	38,81	49,94	45,33	36,14	45,10	81,49
MÍNIMA	8,70	11,50	13,70	13,60	1,20	9,00	5,30	7,50	17,00	14,20	15,50	9,60	51,20
MÁXIMA	103,00	84,40	64,20	75,40	165,00	94,40	61,60	74,40	86,60	97,40	81,60	124,50	165,00

Fonte: ANA (2022).

Com base nos dados de chuvas apresentados anteriormente, foram definidos os histogramas referentes às médias, mínimas e máximas das precipitações totais

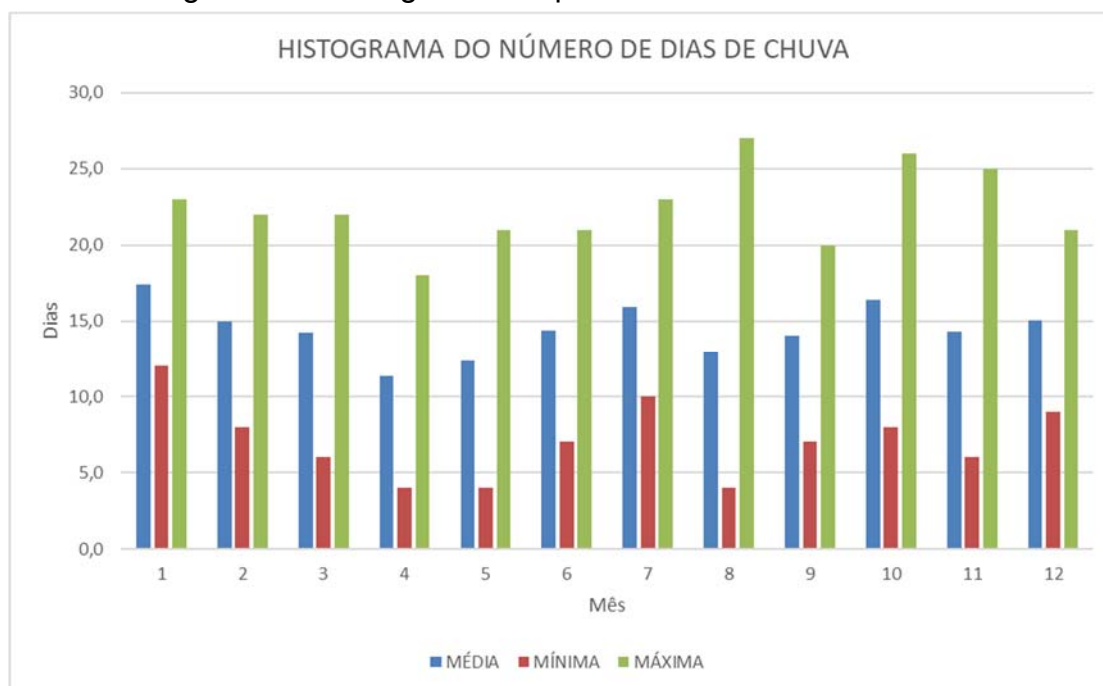
mensais, da quantidade de dias de chuva mensal e precipitações diárias máximas mensais.

Figura 14 – Histograma das precipitações totais mensais



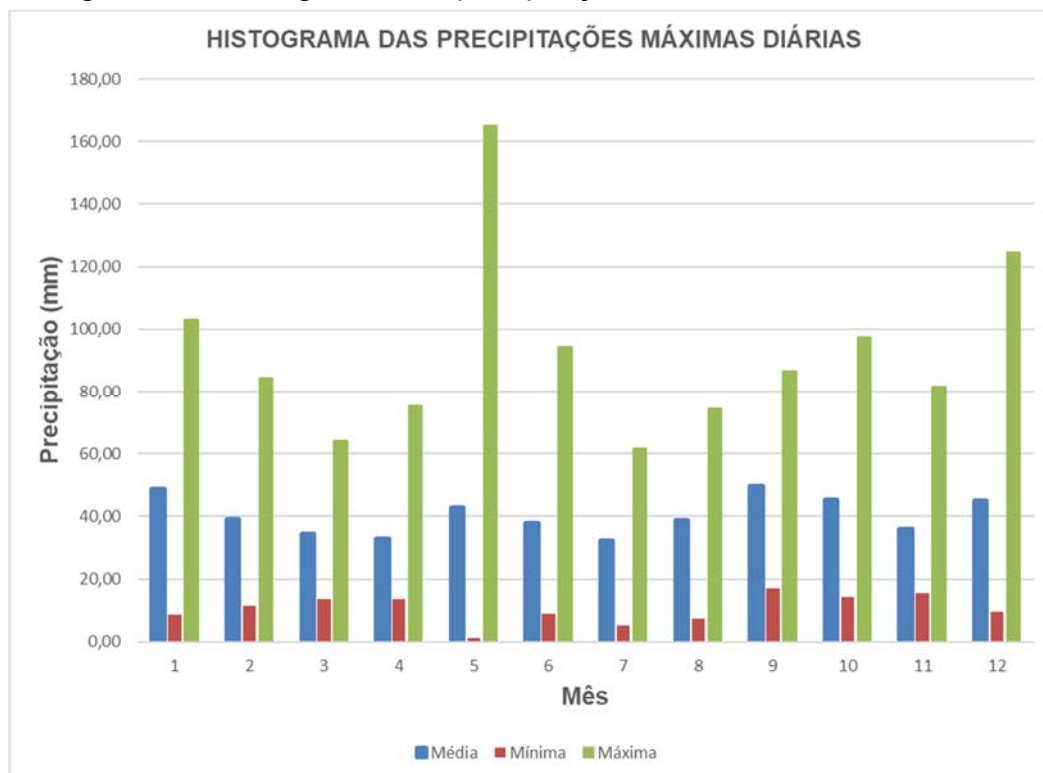
Fonte: Geomapa (2022).

Figura 15 – Histograma da quantidade de dias de chuvas



Fonte: Geomapa (2022).

Figura 16 – Histograma das precipitações diárias máximas mensais



Fonte: Geomapa (2022).

Através das informações levantadas, pode-se verificar que os maiores índices pluviométricos ocorrem nos meses de janeiro, setembro, outubro e dezembro. Esse fato pode ser observado nas médias das precipitações de cada mês, uma vez que, no caso das máximas, as variáveis são mais equivalentes (o que não ocorre nas precipitações mínimas/mês). Esses valores deverão ser considerados para o dimensionamento do sistema de drenagem pluvial da via licitada.

Para determinação das curvas IDF, serão consideradas majoritariamente as informações levantadas nas precipitações diárias máximas mensais em que, fora um evento isolado ocorrido em maio de 2009 (165mm de chuva), é verificada uma alta de precipitação diária curta (enxurradas) nos meses de janeiro, outubro e dezembro. Esses dados são referentes ao levantamento histórico de 25 anos, e alterações neste padrão podem ocorrer em períodos isolados.

11.9 EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF

Para a determinação das curvas IDF, é necessário, primeiramente, verificar a zona em que a região referente neste projeto se encontra e aplicar os seguintes fatores de correção de cálculo de chuva-duração.

Foi utilizada a metodologia proposta por Taborga Torrico:

$$H = X + K * S$$

Onde:

- H = Altura Pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
- X = Média Aritmética das chuvas máximas anuais;
- K = Fator de Frequência;
- S = Desvio do padrão de amostra.

$$X = \frac{\sum X}{n}$$

$$S = \frac{\sum (X - X)^{1/2}}{n - 1}$$

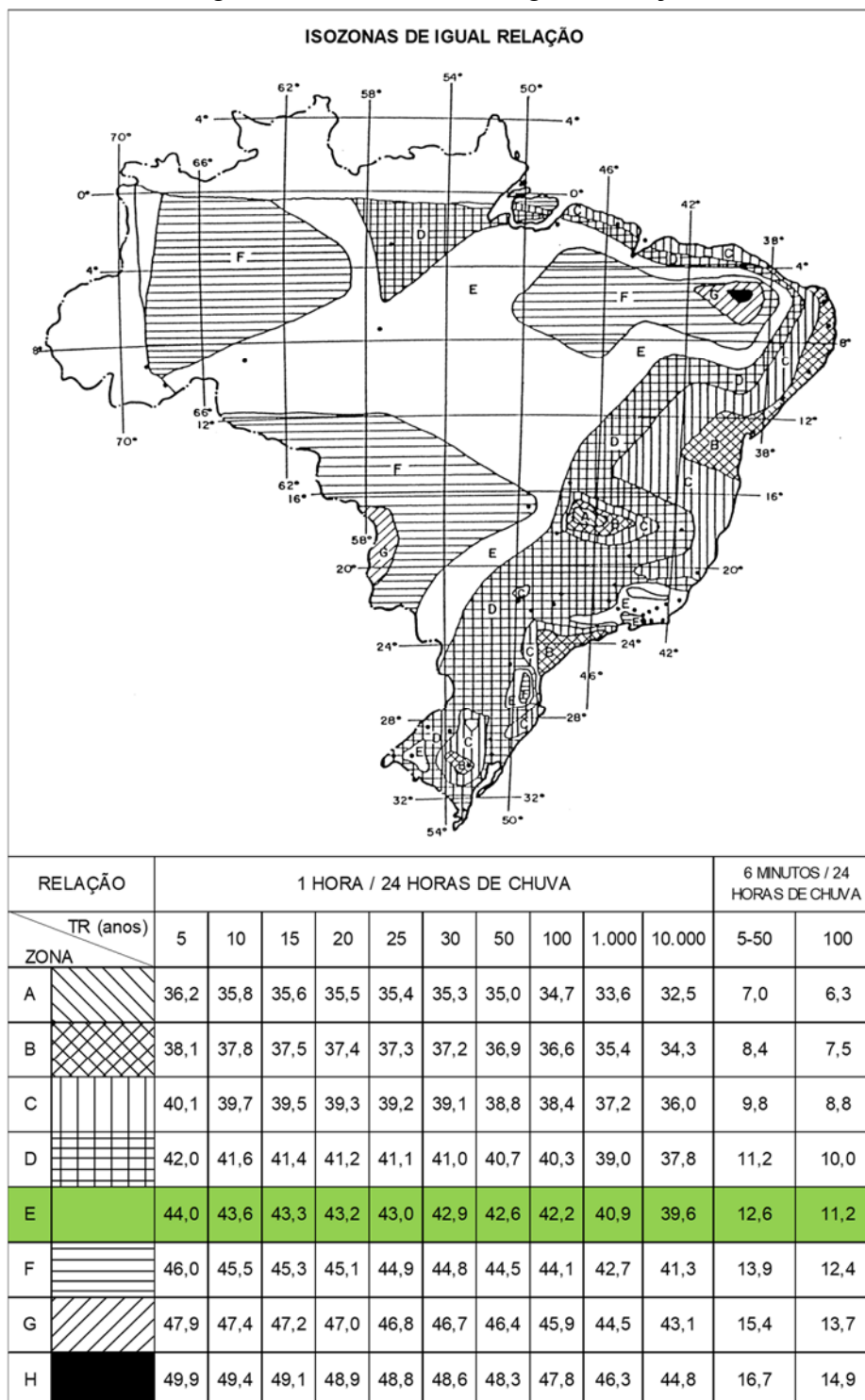
Analisando estatisticamente os dados das precipitações máximas da série histórica (1996 a 2020), temos 25 anos de registro.

Assim temos:

- Média das Máximas Precipitações Máximas Anuais: X = 81,49mm;
- Desvio Padrão: S = 23,26.

Segundo Taborga Torrico, as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora, podem-se identificar as isozonas de características iguais, definidas por Taborga Torrico. A relação entre a altura pluviométrica máxima diária, precipitação horária e de 0,1 hora aparece na figura a seguir.

Figura 17 – Isozonas de Igual Relação



De acordo com o mapa, a zona estudada para o município de Trombudo Central/SC é a E, sendo aplicados os coeficientes de ajuste para a determinação das retas de Chow-Gumbel para cada período de retorno, que está detalhado na tabela seguinte.

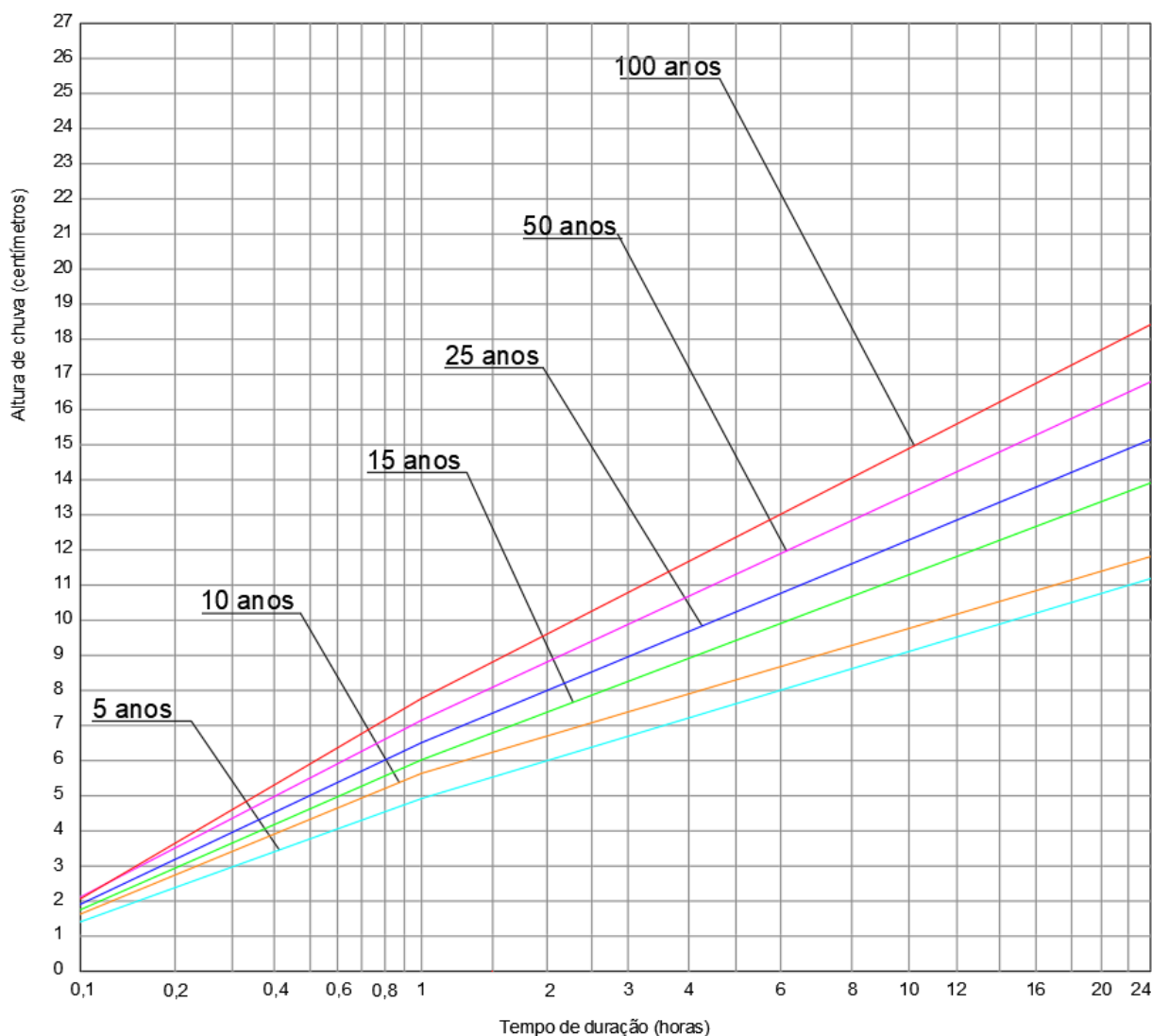
Tabela 10 – Determinação das curvas de altura de chuva-duração

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE ALTURA DE CHUVA-DURAÇÃO											
Estação : 2749013											
Local : Trombudo Central											
UF: SC											
* Usando a metodologia proposta por TORRICO, 1974											
Nº de anos observados =											
Precip. Média (mm) = 81,49											
Desvio Padrão = 23,26											
TR = 5			P1dia(Chow-Gumbel) =			TR = 10			P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)
0,1	0,126	140,93	14,09	0,1	0,126	140,93	16,30	0,1	0,126	162,97	16,30
1,0	0,440	49,21	49,21	1,0	0,436	49,21	56,39	1,0	0,436	56,39	56,39
24,0	1,095	4,66	111,85	24,0	1,095	4,66	129,34	24,0	1,095	5,39	129,34
TR = 15			P1dia(Chow-Gumbel) =			TR = 25			P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)
0,1	0,126	175,26	17,53	0,1	0,126	175,26	19,09	0,1	0,126	190,86	19,09
1,0	0,433	60,23	60,23	1,0	0,430	60,23	65,13	1,0	0,430	65,13	65,13
24,0	1,095	5,80	139,10	24,0	1,095	5,80	151,47	24,0	1,095	6,31	151,47
TR = 50			P1dia(Chow-Gumbel) =			TR = 100			P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Precip. Total (mm)
0,1	0,126	211,52	21,15	0,1	0,112	211,52	20,63	0,1	0,112	206,31	20,63
1,0	0,426	71,52	71,52	1,0	0,422	71,52	77,73	1,0	0,422	77,73	77,73
24,0	1,095	6,99	167,88	24,0	1,095	6,99	184,20	24,0	1,095	7,68	184,20

Fonte: Geomapa (2022).

Com a aplicação dos coeficientes de ajuste, é possível determinar as retas de chuva-duração para todos os períodos de retorno coerentes para dimensionamento de drenagem pluvial, que foi determinado na figura a seguir.

Figura 18 – Retas de chuva-duração



Fonte: Geomapa (2022).

Através das retas relativas a cada período de retorno, se consegue determinar todas as precipitações em um período de duração de chuvas de 0,1 a 24 horas, determinando-se dessa forma, a intensidade de chuva em mm/h para cada duração e período de retorno.

Tabela 11 – Determinação das curvas IDF

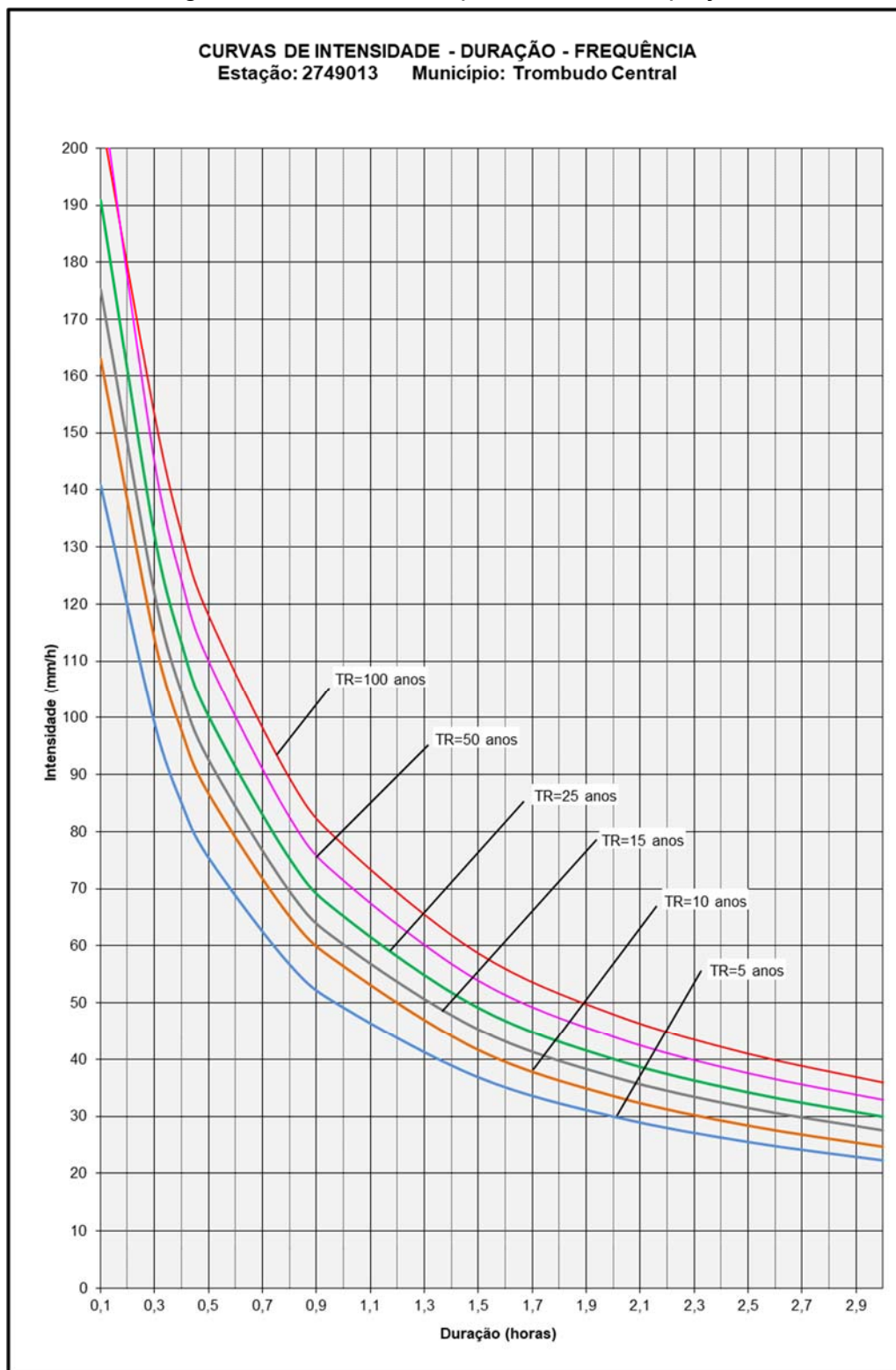
DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA													
Duração (horas)		TR=5 anos		TR=10 anos		TR=15 anos		TR=25 anos		TR=50 anos		TR=100 anos	
		H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)
0,1	6	14,09	140,93	16,30	162,97	17,53	175,26	19,09	190,86	21,15	211,52	20,63	206,31
0,3	18	29,72	99,07	34,14	113,81	36,53	121,78	39,58	131,94	43,57	145,23	46,04	153,48
0,4	24	34,03	85,08	39,06	97,66	41,78	104,44	45,23	113,08	49,75	124,38	53,05	132,63
0,5	30	37,75	75,51	43,31	86,62	46,30	92,60	50,11	100,22	55,09	110,18	59,10	118,21
0,8	48	45,45	56,81	52,10	65,12	55,66	69,57	60,20	75,25	66,13	82,66	71,62	89,52
1,0	60	49,21	49,21	56,39	56,39	60,23	60,23	65,13	65,13	71,52	71,52	77,73	77,73
1,5	90	55,32	36,88	62,41	41,61	67,92	45,28	73,55	49,03	80,92	53,95	88,11	58,74
2,0	120	59,98	29,99	67,00	33,50	73,79	36,90	79,98	39,99	88,09	44,04	96,04	48,02
2,5	150	63,83	25,53	70,80	28,32	78,64	31,46	85,28	34,11	94,01	37,60	102,58	41,03
3,0	180	66,94	22,31	73,86	24,62	82,55	27,52	89,56	29,85	98,79	32,93	107,86	35,95
6,0	360	80,07	13,34	86,80	14,47	99,08	16,51	107,66	17,94	118,99	19,83	130,18	21,70
12,0	720	95,21	7,93	101,72	8,48	118,15	9,85	128,54	10,71	142,28	11,86	155,92	12,99
16,0	960	101,99	6,37	108,40	6,78	126,69	7,92	137,88	8,62	152,71	9,54	167,44	10,47
20,0	1200	107,62	5,38	113,95	5,70	133,77	6,69	145,64	7,28	161,37	8,07	177,01	8,85
24,0	1440	111,85	4,66	118,12	4,92	139,10	5,80	151,47	6,31	167,88	6,99	184,20	7,68

Fonte: Geomapa (2022).

A partir desses dados, é feita a curva IDF para os períodos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, possibilitando o desenvolvimento de projetos de obras de arte, estradas, drenagens e estudos hidrológicos. Conforme especificado anteriormente,

para o dimensionamento da drenagem pluvial da via, será considerado um TR de 10 anos, com um tempo de duração de chuva de 6 minutos (162,97mm/h).

Figura 19 – Curvas IDF para o referente projeto



Fonte: Geomapa (2022).

11.10 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

Como todo material utilizado para tubulações será de concreto, adotou-se o coeficiente de rugosidade “n” igual a 0,015.

11.11 VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO

O cálculo da vazão é obtido através do método racional:

$$Q = C * i * A$$

A consideração feita para fins de cálculo, foi realizada de tal forma que a vazão encontrada nos trechos é $Q_i + Q_{i-1}$. Dessa forma, é considerada a vazão total acumulada do trecho que está sendo analisado.

11.12 INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA

A determinação da declividade do greide é determinada pela relação entre o desnível das cotas de terreno e o comprimento do trecho entre dois acessórios.

$$I_{\text{greide}} = \frac{CTM - CTJ}{L_{\text{trecho}}}$$

A determinação da declividade da galeria é formada pela relação entre os níveis das cotas do canal e pelo comprimento dos poços de visitas.

11.13 DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

Para determinação dos diâmetros a serem utilizados na galeria, utilizou-se como base a equação de Manning para condutos livres e circulares. Como a lâmina de água em galerias circulares não deve ultrapassar 80%, ou seja, $y/D = 0,80$, utilizou-se esta relação, através da Tabela a seguir.

$$\frac{Q * n}{D^3 * I^2} = \text{variável}$$

Tabela 12 – Regime de Escoamento nas Seções Circulares

TABELA 4-1

REGIME UNIFORME DE ESCOAMENTO NAS SEÇÕES CIRCULARES



h : Altura da lâmina d'água
D : Diâmetro do conduto
A : Área molhada
R : Raio hidráulico
Qn : Descarga em m³/s, pela fórmula de Manning
n : Coeficiente de rugosidade de Manning
S : Declividade do conduto ou da linha d'água em m/m

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$
0.01	0.00133	0.00664	0.00005	10.1129
0.02	0.00375	0.01321	0.00021	7.1070
0.03	0.00687	0.01972	0.00050	5.7669
0.04	0.01054	0.02617	0.00093	4.9631
0.05	0.01460	0.03255	0.00150	4.4113
0.06	0.01924	0.03887	0.00221	4.0014
0.07	0.02417	0.04513	0.00306	3.6810
0.08	0.02944	0.05132	0.00407	3.4212
0.09	0.03501	0.05745	0.00521	3.2047
0.10	0.04088	0.06352	0.00651	3.0204
0.11	0.04701	0.06952	0.00795	2.8610
0.12	0.05339	0.07546	0.00953	2.7211
0.13	0.06000	0.08133	0.01126	2.5969
0.14	0.06683	0.08714	0.01314	2.4857
0.15	0.07387	0.09288	0.01515	2.3852
0.16	0.08111	0.09855	0.01731	2.2938
0.17	0.08854	0.10416	0.01960	2.2100
0.18	0.09613	0.10971	0.02203	2.1329
0.19	0.10390	0.11518	0.02460	2.0616
0.20	0.11182	0.12059	0.02729	1.9953
0.21	0.11990	0.12593	0.03012	1.9334
0.22	0.12811	0.13121	0.03308	1.8755
0.23	0.13647	0.13642	0.03616	1.8211
0.24	0.14494	0.14156	0.03937	1.7698
0.25	0.15355	0.14663	0.04270	1.7214

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$
0.26	0.16226	0.15163	0.04614	1.6755
0.27	0.17109	0.15656	0.04970	1.6320
0.28	0.18002	0.16142	0.05337	1.5905
0.29	0.18905	0.16622	0.05715	1.5511
0.30	0.19817	0.17094	0.06104	1.5134
0.31	0.20738	0.17559	0.06503	1.4773
0.32	0.21667	0.18018	0.06912	1.4427
0.33	0.22603	0.18469	0.07330	1.4096
0.34	0.23547	0.18913	0.07758	1.3777
0.35	0.24498	0.19349	0.08195	1.3471
0.36	0.25455	0.19779	0.08641	1.3175
0.37	0.26418	0.20201	0.09095	1.2891
0.38	0.27386	0.20615	0.09557	1.2615
0.39	0.28359	0.21023	0.10027	1.2350
0.40	0.29337	0.21423	0.10503	1.2092
0.41	0.30319	0.21815	0.10987	1.1843
0.42	0.31304	0.22200	0.11477	1.1601
0.43	0.32293	0.22577	0.11973	1.1367
0.44	0.33284	0.22947	0.12475	1.1139
0.45	0.34278	0.23309	0.12983	1.0918
0.46	0.35274	0.23663	0.13495	1.0702
0.47	0.36272	0.24009	0.14011	1.0493
0.48	0.37270	0.24347	0.14532	1.0289
0.49	0.38270	0.24678	0.15057	1.0090
0.50	0.39270	0.25000	0.15584	0.9895

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$
0.51	0.40270	0.25314	0.16115	0.9706
0.52	0.41269	0.25620	0.16648	0.9521
0.53	0.42268	0.25918	0.17182	0.9340
0.54	0.43266	0.26207	0.17718	0.9163
0.55	0.44262	0.26489	0.18256	0.8990
0.56	0.45255	0.26761	0.18793	0.8821
0.57	0.46247	0.27025	0.19331	0.8655
0.58	0.47236	0.27280	0.19869	0.8492
0.59	0.48221	0.27527	0.20405	0.8333
0.60	0.49203	0.27764	0.20940	0.8177
0.61	0.50180	0.27993	0.21473	0.8023
0.62	0.51154	0.28212	0.22004	0.7873
0.63	0.52122	0.28423	0.22532	0.7725
0.64	0.53085	0.28623	0.23056	0.7579
0.65	0.54042	0.28815	0.23576	0.7437
0.66	0.54992	0.28996	0.24092	0.7296
0.67	0.55936	0.29168	0.24602	0.7158
0.68	0.56873	0.29330	0.25106	0.7021
0.69	0.57802	0.29482	0.25604	0.6887
0.70	0.58723	0.29623	0.26095	0.6755
0.71	0.59635	0.29754	0.26579	0.6625
0.72	0.60538	0.29875	0.27054	0.6496
0.73	0.61431	0.29984	0.27520	0.6370
0.74	0.62313	0.30082	0.27976	0.6245
0.75	0.63185	0.30169	0.28422	0.6121

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot S ^{1/2}}$
0.76	0.64045	0.30244	0.28856	0.5999
0.77	0.64893	0.30306	0.29279	0.5878
0.78	0.65728	0.30357	0.29689	0.5759
0.79	0.66550	0.30395	0.30085	0.5641
0.80	0.67357	0.30419	0.30466	0.5524
0.81	0.68150	0.30430	0.30832	0.5408
0.82	0.68926	0.30427	0.31181	0.5293
0.83	0.69686	0.30409	0.31513	0.5179
0.84	0.70429	0.30376	0.31825	0.5066
0.85	0.71152	0.30327	0.32117	0.4954
0.86	0.71856	0.30260	0.32388	0.4842
0.87	0.72540	0.30176	0.32635	0.4731
0.88	0.73201	0.30073	0.32858	0.4620
0.89	0.73839	0.29949	0.33053	0.4510
0.90	0.74452	0.29804	0.33219	0.4400
0.91	0.75039	0.29634	0.33353	0.4289
0.92	0.75596	0.29437	0.33452	0.4178
0.93	0.76123	0.29210	0.33512	0.4067
0.94	0.76616	0.28948	0.33527	0.3954
0.95	0.77072	0.28645	0.33491	0.3840
0.96	0.77486	0.28291	0.33393	0.3723
0.97	0.77853	0.27870	0.33218	0.3603
0.98	0.78165	0.27351	0.32936	0.3476
0.99	0.78407	0.26658	0.32476	0.3336
1.00	0.78540	0.25000	0.31000	0.3100

11.14 ÁREA MOLHADA

Para determinação da área molhada da tubulação utilizou-se o cálculo dos coeficientes, Q_n , y/D , A/D^2 , todos calculados por interpolação, e usando como base a Tabela anterior.

O cálculo da área molhada da tubulação é dado por:

$$\frac{A}{D^2} = \text{variável}$$

Onde:

- A = Área molhada da tubulação (m²);

- D = Diâmetro da tubulação (m).

11.15 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A velocidade de escoamento dentro da tubulação não pode ultrapassar o intervalo entre 1 e 5m/s e é calculada por:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

- V = Velocidade (m/s);
- Q = Vazão (m³/s);
- A = Área molhada (m²).

11.16 TEMPO DE ESCOAMENTO

O tempo de escoamento é o período que a água leva para chegar de um PV a outro. Esse valor é utilizado para o cálculo do tempo de concentração do trecho seguinte. Para determinação desse tempo de escoamento, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$t_{\text{escoamento}} = \left(\frac{L}{V} \right)$$

Onde:

- $t_{\text{escoamento}}$ = tempo de escoamento (min);
- L = comprimento do trecho (m);
- V = velocidade (m/s).

Para as áreas de contribuição inferiores a 1000m², ou declividade média menor ou igual a 2%, o tempo de concentração inicial adotado foi de 10 minutos. No restante dos casos se utiliza um t_c mínimo de 5 minutos.

12 CÁLCULO DAS GALERIAS

Tabela 13 – Cálculo da tubulação de concreto e saídas de Bueiros

CÁLCULO DAS GALERIAS																			
Trecho	Observação	L (m)	Área (m ²)		C		tc (min)	TR (anos)	i (mm/h)	Q (L/s)	Igaleria Média (m/m)	Dcalc (cm)	Dadot (cm)	Qn/D ⁸ /3*i ^{1/2}	y/D	A/D ²	A (m ²)	V = Q/A (m/s)	te = L/V
			Trec	Acum	Trec	Méd													
Drenagem Geral																			
Contribuição externa	-	-	0,00	0,0	0,70	0,70	5	10	162,97	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES26 - ES19+6,77	Diam. Eq. à 2Ø40=56,58cm	130,00	23000,00	23000,0	0,70	0,70	5	10	162,97	728,84	0,0250	57,34	56,58	0,32	0,83	0,70	0,224	3,26	39,87
ES19+6,77 - ES7+12,36	Diam. Eq. à 2Ø60=84,87cm	240,00	20000,00	43000,0	0,70	0,70	5,66	10	162,97	1362,61	0,0100	86,10	84,87	0,32	0,83	0,70	0,504	2,70	88,84
ES7+12,36 - ESO	Diam. Eq. à 2Ø80=113,16cm	160,00	17000,00	60000,0	0,70	0,70	7,15	10	162,97	1901,32	0,0050	111,09	113,16	0,29	0,76	0,64	0,824	2,31	69,34
ESO - Saída 1	Ø100	4,00	1500,00	61500,0	0,70	0,70	8,30	10	162,97	1948,85	0,0192	87,13	100	0,21	0,60	0,49	0,495	3,94	1,02

Fonte: Geomapa (2022).

12.1 PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Estabelecer os procedimentos para construção de dispositivos de drenagem urbana envolvendo galerias, bocas-de-lobo, poços de visita e caixas de ligação, destinados a coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais de descarga mais favorável.

- Galerias/Tubo – dispositivos destinados à condução dos deflúvios que se desenvolvem na plataforma da via para os coletores de drenagem, através de canalizações subterrâneas, integrando o sistema de drenagem da via ao sistema urbano, de modo a permitir a livre circulação de veículos;
- Caixas de Captação/Bocas-de-lobo – dispositivos de captação, localizados junto aos bordos dos acostamentos ou meios-fios da malha viária urbana que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores. Por se situarem em área urbana, por razões de segurança, são capeados por grelhas metálicas ou placas de concreto;
- Caixa de Ligação – caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede para permitir modificações de alinhamento, dimensões, declive ou alteração de quedas;
- Caixa de Inspeção/Poço de visita – Estes dispositivos são colocados em trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza.

12.2 FORMA DE ASSENTAMENTO DE TUBOS

O fundo da vala será regularizado e limpo, e o tubo será assentado sobre uma camada de 10cm de brita graduada.

As cotas de fundo de vala para a drenagem, estão indicadas nas pranchas do perfil longitudinal da drenagem para cada trecho.

A drenagem deverá ser locada e nivelada, obedecendo as cotas informadas no projeto e executada por topógrafo com equipamento topográfico de precisão.

12.3 TUBOS CIRCULARES DE CONCRETO

Os tubos de concreto de seção circular para águas pluviais deverão atender o que preconiza a NBR 8890/2003 e terão encaixe tipo macho e fêmea.

Não serão aceitos tubos que apresentarem defeitos de fabricação ou rachaduras, nem tampouco tubos que apresentarem problemas no sistema de encaixe ou desigualdade na espessura da parede.

- Fratura tendo largura maior que 0,25cm, com comprimento contínuo, transversal ou longitudinal, numa extensão de 30cm, será motivo de rejeição;
- Fratura deixando ver duas linhas viáveis de recepção, mesmo não tendo a largura de 0,25cm ou mais, que se estenda transversal ou longitudinalmente por mais de 30cm, será rejeitado;
- Fratura que se assemelhe a uma simples linha, como se fosse um fio capilar visível interna e externamente, na superfície, será motivo de rejeição;
- Mistura imperfeita de concreto ou moldagem será motivo de rejeição;
- Qualquer superfície de tubo que apresente “ninho de concretagem” será motivo de rejeição;
- Qualquer vestígio de que a superfície seja retrabalhada após a fabricação inicial será motivo de rejeição;
- Variação na medida do diâmetro, fora do que prevê as especificações das normas será motivo de rejeição;
- Quando armado, se a armadura do tubo estiver exposta, constituirá motivo de rejeição;
- Deficiências na espessura da parede do tubo, em relação ao recomendado nas normas, será motivo de rejeição;
- Qualquer obliquidade do corpo do tubo em relação à bolsa, será motivo de rejeição;
- Quando o tubo for percutido com batidas de um martelo, deverá emitir som claro, caso contrário será motivo de rejeição.

Após a locação de drenagem deverá ser executada a escavação mecânica da vala de acordo com a largura dimensionada em projeto para cada tipo de tubo. Deverá

ser observada a profundidade da vala de acordo com a declividade e cotas do fundo de vala com rigoroso acompanhamento técnico e nivelamento topográfico para garantir o escoamento calculado em projeto.

As operações de escavações da vala compreendem:

- Escavação e carga do material excedente utilizado no reaproveitamento;
- Transporte e descarga do material excedente utilizado no reaproveitamento para aterros ou bota-foras; para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento considerado foi de 25%.

O rejuntamento será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

O assentamento dos tubos deverá obedecer às cotas e alinhamentos indicados no projeto.

12.4 ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS

A escavação das valas de drenagem deve ser realizada após o greide de terraplanagem finalizado, respeitando sempre a cota de fundo de vala para que assim possa ser respeitada a inclinação indicada em projeto.

O reaterro somente será autorizado depois de fixadas as tubulações, e deverá ser feito com brita nº 2, ou com outro material aprovado pela FISCALIZAÇÃO, de forma mecânica, até uma altura de 60cm acima da geratriz superior da tubulação.

A discretização do cálculo de escavação e reaterro da drenagem é representada trecho a trecho na tabela a seguir.

Tabela 14 – Cálculo de escavação e reaterro de valas de drenagem

Lado	Estaca Inicial	Trecho	Cota fundo		Comprimento (m)	Largura da Vala (m)	Área de Ocupação do Tubo Ø40/Ø60/Ø80/Ø100 (m²)	Área Perfil de Reaterro (m²)	Volume de Reaterro (m³)	Volume de Escavação (m³)
			Inicial (m)	Final (m)						
Direito	0 + 3,02	1	2,88	2,37	24	1,2	0,6361	63,00	48,81	64,08
	1 + 6,89	2	2,37	2,23	36	1,2	0,6361	82,80	59,18	82,08
	3 + 2,80	3	2,23	2,41	41	1,2	0,6361	95,12	68,38	94,46
	5 + 4,03	4	2,41	2,29	28	1,2	0,6361	65,80	47,71	65,52
	6 + 11,71	5	2,29	2,37	21	1,2	0,6361	48,93	35,28	48,64
	7 + 12,36	6	2,37	2,26	36	1	0,3848	83,34	55,09	68,94
	9 + 7,93	7	2,26	2,15	42	1	0,3848	92,61	59,65	75,81
	11 + 9,83	8	2,15	2,22	31	1	0,3848	67,74	43,41	55,34
	13 + 0,35	9	2,22	2,24	40	1	0,3848	89,20	57,81	73,20
	15 + 0,18	10	2,24	2,57	40	1	0,3848	96,20	64,81	80,20
	17 + 0,21	11	2,57	1,83	47	1	0,3848	103,40	66,51	84,60
	19 + 6,77	12	1,83	1,62	19	0,8	0,1963	32,78	16,41	20,14
	20 + 5,79	13	1,62	1,21	30	0,8	0,1963	42,45	18,47	24,36
	21 + 15,42	14	1,21	1,26	43	0,8	0,1963	53,11	20,28	28,72
	23 + 18,40	15	1,26	1,03	35	0,8	0,1963	40,08	13,99	20,86
Esquerdo	Saída 1	1	1,99		4	1,4	0,9503	7,96	5,10	8,90
	0 + 3,02	2	2,88	1,99	9	1,2	0,6361	21,92	16,25	21,98
	0 + 0,67	3	1,99	2,38	26	1,2	0,6361	56,81	39,15	55,69
	1 + 7,07	4	2,38	2,21	36	1,2	0,6361	82,62	58,96	81,86
	3 + 2,37	5	2,21	2,28	43	1,2	0,6361	96,54	67,85	95,20
	5 + 4,64	6	2,28	2,45	27	1,2	0,6361	63,86	46,49	63,67
	6 + 11,27	7	2,45	2,38	22	1,2	0,6361	53,13	39,20	53,20
	7 + 13,07	8	2,38	2,84	35	1	0,3848	91,35	63,88	77,35
	9 + 8,37	9	2,84	2,22	42	1	0,3848	106,26	73,30	89,46
	11 + 10,31	10	2,22	2,19	30	1	0,3848	66,15	42,61	54,15
	13 + 0,17	11	2,19	2,28	42	1	0,3848	93,87	60,91	77,07
	15 + 1,71	12	2,28	2,11	39	1	0,3848	85,61	55,00	70,01
	17 + 0,40	13	2,11	1,86	46	1	0,3848	91,31	55,21	72,91
	19 + 6,00	14	1,86	1,64	20	0,8	0,1963	35,00	17,67	21,60
	20 + 5,80	15	1,64	1,17	29	0,8	0,1963	40,75	17,62	23,32
	21 + 15,26	16	1,17	1,31	44	0,8	0,1963	54,56	20,93	29,57
	23 + 18,95	17	1,31	1,11	36	0,8	0,1963	43,56	16,26	23,33
Volume Total (m³)								1372,20	1806,21	

Fonte: Geomapa (2022).

As informações da tabela anterior foram extraídas do projeto e os resultados são decorrentes das equações:

$$\text{Área perfil de drenagem} = \frac{\text{Cota Inicial} + \text{Cota Final}}{2} \times \text{Comprimento do Trecho}$$

A área da drenagem em perfil é extraída através de dados de fundo de vala das estruturas no perfil de drenagem no projeto. É resultante da média das cotas de início e fim de cada trecho, multiplicada pelo comprimento do trecho em cada lado da pista.

Com a área do perfil, pode-se calcular o volume de escavação e reaterro com as seguintes equações:

Vol. de Escavação

$$\begin{aligned} &= (\text{Área do perfil} \times \text{largura da vala}) \\ &- (\text{hestr.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \\ &+ (\text{hassent.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \end{aligned}$$

Vol. de Reaterro

$$\begin{aligned} &= (\text{Área do perfil} \times \text{largura da vala}) \\ &- (\text{área do tubo} \times \text{comprimento do trecho}) \\ &- (\text{hestr.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \\ &+ (\text{hassent.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \end{aligned}$$

O volume considerado é uma relação entre a área do perfil de drenagem de cada trecho multiplicado pela largura da vala, subtraído dos itens que afetam diretamente o resultado do volume (estrutura do pavimento e tubo) e adicionado à altura que representa o assentamento do tubo. São eles:

- Área do Tubo DN40 = $\pi r^2 = \pi 0,25^2 = 0,1963\text{m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,5m, a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = 0,05 + 0,15 + 0,3 = 0,5m
- Altura de assentamento = hassent. = 0,10m.

- Área do Tubo DN60 = $\pi r^2 = \pi 0,35^2 = 0,3848\text{m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,7m, a considerar a espessura da parede do tubo;

- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,05 + 0,15 + 0,3 = 0,5\text{m}$
- Altura de assentamento = hassent. = $0,10\text{m}$.

- Área do Tubo DN80 = $\pi r^2 = \pi 0,45^2 = 0,6361\text{m}^2$, em que é considerado um diâmetro de $0,9\text{m}$, a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,05 + 0,15 + 0,3 = 0,5\text{m}$
- Altura de assentamento = hassent. = $0,10\text{m}$.

- Área do Tubo DN100 = $\pi r^2 = \pi 0,55^2 = 0,9503\text{m}^2$, em que é considerado um diâmetro de $1,10\text{m}$, a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,05 + 0,15 + 0,3 = 0,5\text{m}$
- Altura de assentamento = hassent. = $0,10\text{m}$.

13 DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO

13.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material indicado.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto ou elementos pré-moldados *in loco*, de concreto, assentados e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

13.2 CAIXAS DE INSPEÇÃO

As caixas de inspeção são colocadas nos trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza usada também com o objetivo de mudança de direção, declividade e diâmetro dos tubos.

São projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto e/ou elementos pré-moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o orçamento foi considerado fundo das caixas em concreto magro fck 15Mpa e tampas de concreto armado fck 25Mpa.

13.3 CAIXAS DE JUNÇÃO

As caixas de junção são colocadas para possibilitar a mudança de direção, declividade e/ou mudança de diâmetro dos tubos.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser em alvenaria de tijolos maciço e/ou blocos de concreto e/ou elementos pré-moldados e/ou moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o orçamento foi considerado fundo das caixas de concreto magro fck 15Mpa e tampas de concreto fck 25Mpa.

14 ESTUDO TOPOGRÁFICO

Os estudos topográficos para a elaboração do Projeto de Pavimentação e os demais projetos complementares foram executados em campo utilizando-se de equipamentos GNSS e Estações Totais, seguindo a NBR 13.333, onde foram cadastrados todos os pontos notáveis (cercas, postes, muros, edificações, árvores, drenagem, altimetria, etc.), para possibilitar o perfeito desenvolvimento dos projetos contratados.

Ao longo do trecho foi implantado um marco galvanizado georreferenciado, para futura locação topográfica do projeto no momento da sua execução.

Os estudos topográficos foram calculados georreferenciados na projeção UTM (Sirgas 2000).

Origem topográfica →	M-0324
UTM →	N = 6.978.588,073 E = 619.403,329
TOPOGRÁFICA →	Y = 249.181,323 X = 150.120,257
Altitude de Referência →	358,053m
Rotação →	0°00'00"

Tabela 15 – Coordenadas dos marcos utilizados

MARCO	COORDENADA Y	COORDENADA X	COTA
M-0323	249.181,323	150.120,257	358,053

Fonte: Geomapa (2021).

Posteriormente, seguindo a NBR 14.166, definiu-se um Plano Topográfico Local (PTL), a fim de permitir uma maior exatidão para a implantação das obras, corrigindo os erros sistemáticos provenientes da desconsideração da curvatura terrestre e do desvio vertical, sendo que esta correção faz com que a distância medida entre um ponto A e outro B se ajuste ao plano.

15 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase dos estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Trombudo Central aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

16 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo-se as seguintes fases de serviços.

16.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNER-ME 129/94.

16.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do MÉTODO DNER-ME 49/94. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

16.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador; Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

16.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garante um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do MÉTODO DNER-ME 49/94. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

16.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (MÉTODO DNER-ME 092/94), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (método DNER-ME 49/94), na energia de compactação adotada como referência para o trecho,

para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

16.2 CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO)

É uma camada de granular estabilizada, composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos pela ação enérgica de compactação.

Será feita uma camada de sub-base, com material rachão, com espessura de 30cm. Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 316/97, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros. A jazida de rachão deverá atender perfeitamente no tocante à qualidade e quantidade deste material.

Por conveniência, foi adotada esta espessura, a fim de se utilizar material disponível pela prefeitura, o qual apresenta granulometria graúda, dificultando a execução com espessura menor.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

O CBR determinado conforme DNIT-ME 092, podendo ser energia normal ou intermediária, onde sua característica deve ser igual ou superior ao considerado para o reforço do subleito no dimensionamento do pavimento, com no mínimo 60%.

16.2.1 Materiais

Os agregados utilizados nas camadas de rachão deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias prejudiciais.

Deverão apresentar ainda:

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deverá ser constituído por produto resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais, desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira ou por simples detonações, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

O diâmetro máximo do agregado graúdo será definido em função da sua utilização e da espessura final da camada executada e deverá estar compreendido entre 1/2 e 2/3 dessa espessura.

O diâmetro máximo do agregado isolado deverá estar compreendido entre 127mm (5”) e 76,2mm (3”).

O agregado graúdo deverá ter graduação uniforme. Para tanto deverá ser feita a separação, das frações, através de peneiras classificatórias, de acordo com o diâmetro máximo permitido, admitindo-se, o emprego de agregado graúdo, passante na peneira de diâmetro máximo e retido na peneira de 50,8mm (2”).

- Agregados para bloqueio e fechamento

Os agregados para bloqueio e fechamento serão constituídos por produtos totais de britagem de rocha sã, com as mesmas características especificadas para o agregado graúdo, atendendo, ainda, as seguintes indicações:

O agregado de bloqueio deverá apresentar granulometria entre 19mm (3/4”) e 9,5mm (3/8”).

O agregado para o fechamento da camada, deverá apresentar granulometria que permita uma adequada penetração de forma a possibilitar uma íntima incorporação ao agregado graúdo, formando uma estrutura estabilizada, e atender as faixas granulométricas do quadro a seguir.

PENEIRAS		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS			
ASTM	Mm	I	II	III	IV
1”	25,4	100	-	-	-
¾”	19,1	-	100	100	-
3/8”	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100
n.4	4,8	-	-	55 – 100	60 – 80
n. 10	2,0	25 - 50	40 – 70	-	-
n. 40	0,42	-	-	20 – 50	15 -25
n. 200	0,074	5 -15	5 – 20	6 – 20	0 -12

- a) Superior a 20% sendo a energia de compactação a intermediária ou a modificada;

- b) O Índice de Suporte Califórnia (MÉTODO DNER-ME 49/94) com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

16.2.2 Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução de Base Granular: Motoniveladora Pesada com Escarificador; Carro Tanque distribuidor de água; Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático; Grade de disco; Pulvimisturador; Central de mistura.

Além disso poderão ser utilizados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

16.2.3 Execução

A execução da camada de rachão será efetuada na pista, na largura total desejada, com a utilização de material de bloqueio, agregado graúdo e material de enchimento, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Inicialmente é espalhado o material de bloqueio através de motoniveladora, numa espessura entre 3cm e 5cm. Este material não deverá sofrer qualquer espécie de compactação.

No entanto, deverá ser feita uma acomodação da camada, por compressão, sem vibração, em no máximo duas passadas, com emprego de rolo liso.

Para a execução da camada de agregado graúdo deverá ser realizada a operação de carga de forma criteriosa, dos materiais que atendam ao especificado, evitando-se a utilização de agregados lamelares ou com excesso de finos. O espalhamento deverá ser feito de maneira a minimizar a segregação entre as frações constituintes, diretamente dos caminhões basculantes, em espessura mais uniforme possível e que possibilite, após a compactação, a obtenção da espessura desejada, seguido da conformação com motoniveladora pesada ou trator de esteiras. Deverão ainda ser removidos os fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície.

Previamente, ao lançamento do material de enchimento, deverá ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo, através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

O material de enchimento, será espalhado o mais seco possível, através de motoniveladora, em quantidade suficiente apenas para preencher os vazios do agregado graúdo.

A aplicação do material de enchimento deverá ser feita, em uma ou mais vezes, até um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente, essas aplicações se processam em ocasiões diferentes.

A compactação da camada será realizada, inicialmente, com rolo liso vibratório, devendo prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de rachão. O rolo deverá recobrir ao menos a metade da faixa compactada na passada anterior. Nos trechos em tangente, a compactação deverá sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o externo.

A compactação deverá ser complementada com rolo de pneus, devidamente lastreado, até a verificação da completa estabilização da camada.

Anteriormente à execução da camada sobrejacente, a camada deverá ser corrigida nos pontos que apresentarem problemas. No caso de deficiência de finos, processa-se o espalhamento de uma outra camada de material de enchimento. No caso de excesso de finos, processa-se a sua necessária remoção por meios manuais ou mecânicos. A camada, após as correções, será novamente compactada até aceitação. Depois disso deverá ser levemente umedecida.

Para a obtenção da espessura desejada, não será admitida a complementação da camada pela adição superficial de agregados graúdos ou miúdos, devendo esta espessura ser compatível com o diâmetro máximo do agregado graúdo.

A camada não poderá ser aberta ao tráfego.

16.2.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de granulometria de agregado graúdo, a cada 300m de pista, e, no mínimo, um ensaio por dia de trabalho. O material deverá ter o diâmetro máximo previsto em projeto, não sendo admitidos materiais passantes na peneira de 50,8mm (2").

Um ensaio de granulometria (Método DNER-ME 083/98) do material de bloqueio e de enchimento para verificação do atendimento da granulometria especificada, a cada 300 metros de pista.

Com o material coletado, para o ensaio de granulometria, um ensaio do equivalente de areia (MÉTODO DNER-ME 054/97), que deverá apresentar valor superior a 50%.

Verificação visual da condição de acabamento da superfície pela ausência de regiões com excesso de finos à superfície ou com falta de entrosamento dos agregados.

16.3 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Será executada camada de sub-base graduada com espessura de 15cm. Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 303/97, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

16.3.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, MÉTODO DNER-ME 89/94, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, MÉTODO DNER-ME 49/94, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;

- c) Para N menor que 5×10^6 , maior ou igual a 60% e, para N maior que 5×10^6 , maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, MÉTODO DNER-ME 83/98, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 - 100	90 - 100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
3/8"	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

16.3.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: Carregador frontal; Caminhões basculantes; Motoniveladora pesada; Grade de discos e/ou pulvimisturador; Trator Agrícola; Caminhão tanque irrigador; Rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável. Central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill"; Distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

16.3.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação.

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

16.3.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedreira em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (MÉTODO DNER-ME 35/98);
 - Durabilidade (MÉTODO DNER-ME 89/94);
 - Equivalente de Areia (MÉTODO DNER-ME 54/97).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
- b) Um ensaio de equivalente de areia, MÉTODO DNER-ME 54/97, a cada 500m de pista;
- c) Um ensaio de granulometria, MÉTODO DNER-ME 83/98, por via lavada, a cada 250m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, MÉTODO DNER-ME 092/94, com espaçamento máximo de 100m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do MÉTODO DNER-ME 49/94 e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- a) No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- b) Em caso de não atendimento dos itens “c” e/ou “d”, a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;
- c) Em casa de não atendimento aos itens “e” e/ou “f”, a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

16.4 IMPRIMAÇÃO

Sobre a base acabada será executada uma imprimação com o uso de asfalto diluído de petróleo tipo CM-30, com uma taxa de aplicação de 1,2 l/m².

Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DER-SC-ES-T-04/92, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

16.4.1 Materiais

Emulsão asfáltica do tipo EAI – asfalto diluído de petróleo tipo CM-30.

A taxa de aplicação do ligante deverá ser entre 0,8 e 1,6l/m². Porém a taxa ideal é a máxima que pode ser absorvida em 24 horas sem deixar excesso na superfície que apresenta uma penetração de, no mínimo 3mm, de acordo com a permeabilidade da camada granular. Se essa taxa for superior a 1,2 l/m² a empresa deverá contatar o engenheiro fiscal para que sejam tomadas as devidas providências.

Em nenhuma hipótese será permitida a diluição da Emulsão Asfáltica do tipo EAI.

16.4.2 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço para o início do serviço.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da imprimação:

- a) Vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado;
- b) Carro equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento;
- c) Carros distribuidores de ligante betuminoso.

16.4.3 Execução

Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder a varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

Antes da aplicação do ligante betuminoso a pista deverá ser levemente umedecida.

Aplicar-se-á a seguir, o ligante betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e de maneira uniforme. A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante em

função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em meia pista, executando a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego é condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de se evitar a superposição ou excesso de material nos pontos inicial e final das aplicações, colocam-se faixas de papel, transversalmente na pista, de modo que o material betuminoso comece e termine ao sair da barra de distribuição sobre essas faixas, as quais, a seguir, serão retiradas, e qualquer falha na aplicação, imediatamente corrigida.

16.4.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de sedimentação (NBR 6570:2016), no caso de a Emulsão Asfáltica ficar depositada por cinco dias ou mais.

Um ensaio para o controle de taxa de aplicação do ligante, pelo método da bandeja, a cada 100m, na faixa de aplicação. Deve-se alternar a posição da bandeja, entre o eixo longitudinal do caminhão e os seus lados direito e esquerdo objetivando a verificação da homogeneidade da vazão dos bicos e da taxa de aplicação.

A taxa do ligante asfáltico será calculada em função do teor de água, para Emulsão Asfáltica.

A fiscalização fará uma apreciação, em bases visuais que deverá ser julgada satisfatória:

- Da homogeneidade de aplicação da pintura asfáltica executada;
- Da penetração do ligante na camada, no caso de pintura asfáltica de imprimação;
- Da efetiva cura do ligante aplicado.

No caso de não atendimento dos itens acima descritos, a Fiscalização determinará, com ônus exclusivo da Construtora, as seguintes providências:

- Se ocorrer variação superior ao limite máximo, a solução poderá, a critério da Fiscalização, abranger desde o lançamento de areia ou pedrisco e a passagem

de rolos nas horas mais quentes do dia, até a completa remoção e a restauração da base com a execução de nova pintura asfáltica;

- Se ocorrer variação superior ao limite mínimo, a solução deverá ser a complementação da pintura asfáltica com nova aplicação de ligante.

16.5 PINTURA DE LIGAÇÃO

Setenta e duas horas após a imprimação, será executada uma pintura de ligação, que a pintura asfáltica aplicada com o objetivo de promover a aderência de uma camada asfáltica com a subjacente, e, conferir um certo grau de impermeabilidade à camada.

Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 307/97, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

16.5.1 Materiais

Na obra em questão será utilizado emulsão asfáltica tipo RR-2C, com uma taxa de aplicação de 0,8 l/m².

16.5.2 Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da Pintura de ligação:

- a) Vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado;
- b) Carro equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento;
- c) Carros distribuidores de ligante betuminoso tipo Espargidor de Asfalto.

16.5.3 Execução

Depois da perfeita conformação geométrica da camada que irá receber a pintura asfáltica, proceder-se-á a varredura da sua superfície de modo a eliminar-se o pó e o material solto existente.

A distribuição do material asfáltico deverá ser feita utilizando-se um caminhão espargidor limpo e sem resíduos de outros produtos, mesmo emulsões asfálticas. Os leques de espargimento devem permitir uma distribuição uniforme, sob pressão.

Não poderá ser iniciada, enquanto não for atingida e mantida, no material existente dentro do veículo distribuidor, a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição.

Aplicar-se-á, a seguir, o ligante asfáltico adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme possível. O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, ou quando esta estiver eminente. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser aquela que proporcione a melhor viscosidade para o espalhamento.

Deve-se executar pintura de ligação na pista inteira, em um mesmo turno de trabalho, e deixá-la fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, deve-se trabalhar em uma meia-pista, completando-a na adjacente, logo que a primeira permitir sua abertura ao tráfego. O tráfego sobre pintura asfáltica de ligação só deverá ser permitido após decorridos, no mínimo, 24 horas da aplicação do ligante e quando este estiver convenientemente curado. O tempo de exposição ao tráfego será condicionado pelo seu comportamento, não devendo ultrapassar 30 dias. Pode-se permitir o tráfego imediato em locais de cruzamento com outras estradas, desde que seja aumentada a taxa de aplicação e coberta com espessa camada de pedrisco ou areia, capaz de evitar a remoção do material ligante. Nesse caso, medidas de redução da velocidade do tráfego, usuário, deverão ser tomadas, com a prevenção de freadas e manobras bruscas.

A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial ou final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel, transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais serão a seguir retiradas.

Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida com um distribuidor manual.

16.5.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de sedimentação (NBR 6570:2016), no caso de a Emulsão Asfáltica ficar depositada por cinco dias ou mais.

Um ensaio para o controle de taxa de aplicação do ligante, pelo método da bandeja, a cada 100m, na faixa de aplicação. Deve-se alternar a posição da bandeja, entre o eixo longitudinal do caminhão e os seus lados direito e esquerdo, objetivando a verificação de homogeneidade da vazão dos bicos, e da taxa de aplicação.

A taxa do ligante asfáltico será calculada em função do teor de água, para Emulsão Asfáltica.

A Fiscalização fará uma apreciação, em bases visuais, que deverá ser julgada satisfatória:

- a) Da homogeneidade de aplicação da pintura asfáltica executada;
- b) Da efetiva cura do ligante aplicado.

No caso de não atendimento dos itens acima descritos, a Fiscalização determinará, com ônus exclusivo da Construtora, as seguintes providências:

- Se ocorrer variação superior ao limite máximo, a solução poderá, a critério da Fiscalização, abranger desde o lançamento de areia ou pedrisco, e a passagem de rolos nas horas mais quentes do dia, até a completa remoção e a restauração da base com a execução de nova pintura asfáltica;
- Se ocorrer variação superior ao limite mínimo, a solução deverá ser a complementação da pintura asfáltica com nova aplicação de ligante.

16.6 APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO

Será executada a capa em concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ) – CAP 50/70, na faixa “C” do DNER, com espessura final compactada de 5cm. Tal material será espalhado na pista através do uso de vibroacabadora autopropulsora, e compactado com rolo de pneus autopropulsor. O acabamento da capa se fará com uso de rolo tandem metálico.

16.6.1 Material Betuminoso

Será utilizado o Cimento Asfáltico 50/70 como material betuminoso. Só poderá ser descarregado após analisado e aprovado, após a realização dos ensaios de controle de qualidade.

16.6.2 Agregados

Antes da utilização dos agregados minerais, estes deverão ser analisados de forma que não ocorram variações de traço de granulometrias, densidades e demais características díspares com o projeto de mistura.

Quando do seu recebimento, só poderá ser utilizado, após analisado e aprovado, após a realização dos ensaios de controle de qualidade.

Os agregados minerais deverão ser estocados separadamente, de modo a evitar a mistura de dois ou mais tipos de agregados.

Deverão ser previamente cobertos, a fim de que estes não sejam contaminados por carga de material particulado em suspensão ou que recebam precipitações pluviométricas, o que tende a carrear para os pontos mais baixos os grãos de menores dimensões.

16.6.3 Composição da Mistura

A composição de concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos no que diz respeito a granulometria e aos percentuais do ligante betuminoso.

A densidade utilizada em projeto e a definição do teor de ligante, que será utilizado na mistura asfáltica, deverão ser analisados a partir do ensaio de Dosagem Marshall, descrito pela DNER-ME 043/95, que analisa o teor ótimo na composição asfáltica afim de satisfazer as tolerâncias de estabilidade e fluência descrita em norma.

Nesta etapa, deverão ser feitos o controle tecnológico com as verificações, de modo a garantir que os materiais utilizados na produção, bem como no traço da mistura, são compatíveis com o projeto e as normas técnicas. A empresa executora deverá fornecer a composição da mistura à fiscalização.

16.6.4 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado, devendo estar de acordo com esta especificação. Os equipamentos requeridos são:

- a) Depósito para Ligante Betuminoso;
- b) Depósito para Agregados;
- c) Usina para Misturas Betuminosas;
- d) Caminhões para Transporte da Mistura: caminhões tipo basculante;
- e) Equipamento para Espalhamento: o equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;
- f) Equipamento para a Compressão: o equipamento para a compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório.

16.6.5 Execução

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico, no momento da mistura, deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação entre temperatura e viscosidade.

A temperatura conveniente será aquela na qual o cimento asfáltico apresentar valor para a viscosidade situado dentro da faixa de 85 a 150 segundos Saybolt-Furol, indicando-se preferencialmente, a viscosidade de 105 +/- 10 segundos Saybolt-Furol. Os agregados deverão ser aquecidos a uma temperatura de até 10°C acima da temperatura do cimento asfáltico e, a temperatura deste não deverá ser superior a 157°C. A mistura não poderá ter temperatura inferior a 110°C e superior a 167°C. A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibro acabadora.

16.6.6 Produção do Concreto Betuminoso

A produção do concreto betuminoso é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

A mistura final deverá ser homogênea, isenta de partículas recobertas ou segregadas. Durante a mistura, não deverão ser evidentes vazamentos de agregados ou ligantes pelo batente da comporta. Os bicos de injeção de asfalto deverão estar desobstruídos, com vazão equalizada entre si.

16.6.7 Transporte do Concreto Betuminoso

O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina mais próxima ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

16.6.8 Distribuição e Compressão da Mistura

O lançamento de concreto asfáltico só deverá ser consumado se a pista apresentar com imprimação devidamente aceita, se a pista estiver seca, limpa e a temperatura ambiente acima de 10°C.

A distribuição do concreto betuminoso deve ser feita por máquinas acabadoras.

Em ficha apropriada, deverão ser anotados todos os dados relativos a descarga e lançamento do usinado.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa, fixada experimentalmente, para cada caso.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura vai sendo compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberto na seguinte ordem, pelo menos, metade da largura rolada. Em

qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Sobre o revestimento recém-executado deverá ser vetado o tráfego de veículos, bem como a parada de máquinas e equipamentos, por um período mínimo de 48 horas após a sua execução.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços, através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

O controle tecnológico e geométrico deverá ser feito de acordo com as especificações do DER-SC-ES-P05/92.

17 CALÇADA EM PAVER

Antes da execução das calçadas, o terreno deve estar preparado para receber os pavers, assim, é necessária a verificação da qualidade do solo e o nivelamento do local. Se for verificada alguma dessas características, é preciso realizar a manutenção do local, deixando tudo apropriado para receber a camada de areia ou pó de brita para o assentamento das peças.

É indicado espalhar uma camada de areia com espessura de 5cm antes do assentamento das peças de paver para garantir uma melhor resistência do material quando finalizado.

O assentamento das peças deve ser feito paralelo ao meio-fio da rua ou do terreno. A forma como os pavers serão encaixados é opcional, mas vale salientar que entre as peças não deve haver vãos, caso contrário ocorrerá a infiltração da chuva, que pode danificar a obra como um todo.

Após o assentamento da calçada, a areia que foi utilizada para o preparo do colchão de areia é espalhada por toda a superfície das peças, fazendo com que a areia penetre entre todas as juntas do paver, garantindo assim, maior durabilidade do produto.

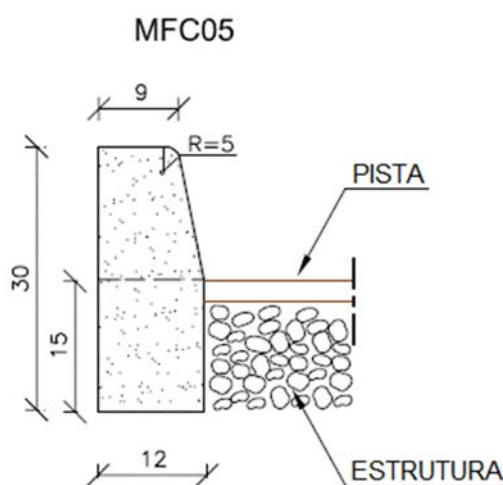
O assentamento final das peças sobre a camada de areia ou pó de brita é realizada com compactador manual ou similar. Para finalizar, é realizada a limpeza da área e liberação do tráfego.

18 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo de limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios de concreto tipo 5, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo, limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 5 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

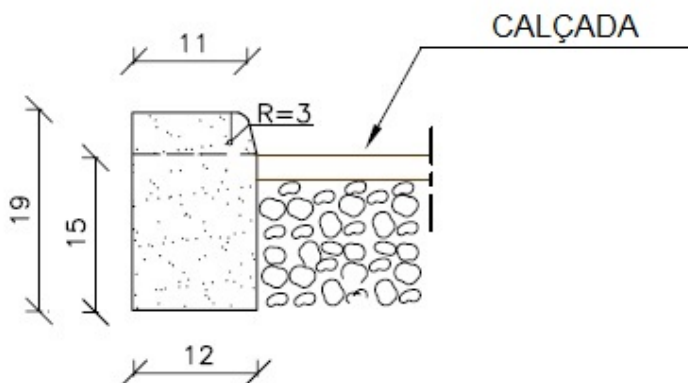
Figura 20 – Meio-fio tipo 5



Os meios-fios de concreto tipo 6 serão posicionados nos trechos de término de pavimentação, a fim de evitar deformações no final da pavimentação. Deverá ser escavada vala compatível com a dimensão do meio-fio e os mesmos serem assentados no nível estabelecido em projeto, após deverão ser travados com reaterro de solo reaproveitado da escavação e rejuntados com argamassa de cimento e areia 1:3.

Figura 21 – Meio-fio tipo 6 de travamento/reto

MFC06



19 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

19.1 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usadas os materiais (tinta e microesfera de vidro), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10cm para o eixo e 10cm para as bordas.

A espessura é de 0,06mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35°C / temperatura do pavimento não superior a 40°C e umidade relativa do ar até 90%;
- A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo

qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;

- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;
- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N9,5 e/ou amarela 10YT7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores “MUNSELL”.

19.2 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

As placas de regulamentação e advertência deverão ter os padrões definidos pela Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras, no que diz respeito a especificação, cores e letreiros.

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25mm, bitola #18, ou espessura de 1,50mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45cm, devendo atender integralmente a NBR 11904 – Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado, com diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3mm e com 3,5m de comprimento. As colunas de sustentação deverão ser fixadas em bases de concreto.

A posição e distâncias de fixação das placas deverão seguir as normas da Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras.

20 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE

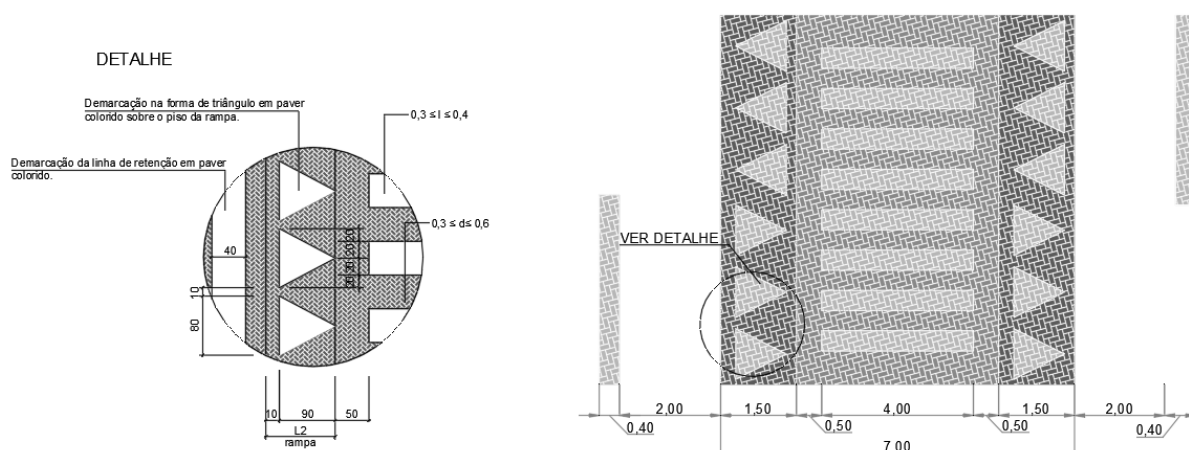
As faixas de travessia de pedestres indicam as áreas da pista onde os pedestres devem executar a travessia, estabelecendo para aquele local a prioridade

de passagem dos pedestres em relação aos veículos, exceto nos locais com sinalização semafórica de controle de passagem.

20.1 FAIXA ELEVADA

A faixa elevada para travessia de pedestres é um dispositivo implantado no trecho da pista onde o pavimento é elevado, conforme critérios e sinalização definidos pela Resolução N° 738/2018, respeitando os princípios de utilização estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN.

Figura 22 – Detalhe da faixa elevada



20.1.1 Dimensionamento

A faixa elevada para travessia de pedestres deve atender ao projeto-tipo, conforme figura anterior, estabelecido pela resolução citada anteriormente e apresentar as seguintes dimensões:

I – Comprimento da plataforma: igual à largura da pista, garantidas as condições de drenagem superficial;

II – Largura da plataforma (L1): no mínimo 5m e no máximo 7m, garantidas as condições de drenagem superficial. Larguras acima desse intervalo podem ser admitidas, desde que devidamente justificadas pelo órgão ou entidade executiva de trânsito;

III – Rampas: o seu comprimento deve ser igual ao da plataforma. A sua largura (L2) deve ser calculada de acordo com a altura da faixa elevada, com inclinação entre

5% e 10% a ser estabelecida por estudos de engenharia, em função da velocidade e composição do tráfego;

IV – Altura (H): deve ser igual à altura da calçada, desde que não ultrapasse 15cm. Em locais em que a calçada tenha altura superior a 15cm, a concordância entre o nível da faixa elevada e o da calçada deve ser feita por meio de rebaixamento da calçada, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 9050;

V – Sistema de drenagem: deve ser feito de forma a garantir a continuidade de circulação dos pedestres, sem obstáculos e riscos à sua segurança.

20.1.2 Implantação

A implantação de travessia elevada para pedestres deve ser acompanhada da devida sinalização, contendo, no mínimo:

I – Sinal de regulamentação: R-19 (Velocidade máxima permitida) limitando a velocidade em até 30 km/h, sempre antecedendo a travessia, devendo a redução de velocidade da via ser gradativa, conforme critérios estabelecidos no Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, do Contran;

II – Sinais de advertência: A-18 (Saliência ou lombada) antecedendo o dispositivo e junto a ele, A-32b (Passagem sinalizada de pedestres) ou A-33b (Passagem sinalizada de escolares) nas proximidades das escolas, acrescidos de seta como informação complementar, conforme desenho constante no ANEXO II da presente Resolução;

III – Demarcação: em forma de triângulo, na cor branca, sobre o piso da rampa de acesso da travessia elevada, conforme Anexos I, III e IV. Para garantir o contraste, quando a cor do pavimento for clara, o piso da rampa deve ser pintado de preto;

IV – Demarcação de faixa de pedestres: do tipo “zebrada” com largura (L3) entre 4m e 6m na plataforma da travessia elevada, conforme critérios estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, admitindo-se largura superior, conforme previsto no inciso II, do artigo 4º;

V – Área da calçada: próxima ao meio-fio deve ser sinalizada com piso tátil, de acordo com a norma ABNT NBR 9050, conforme mostrado no Anexo I da presente Resolução;

VI – Linha de retenção: junto a travessia elevada semaforizada, a ser implantada de acordo com o disposto no Volume IV - Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, respeitada distância mínima de 1,60m antes do início da rampa.

21 ACESSIBILIDADE

21.1 PISO TÁTIL DE ALERTA

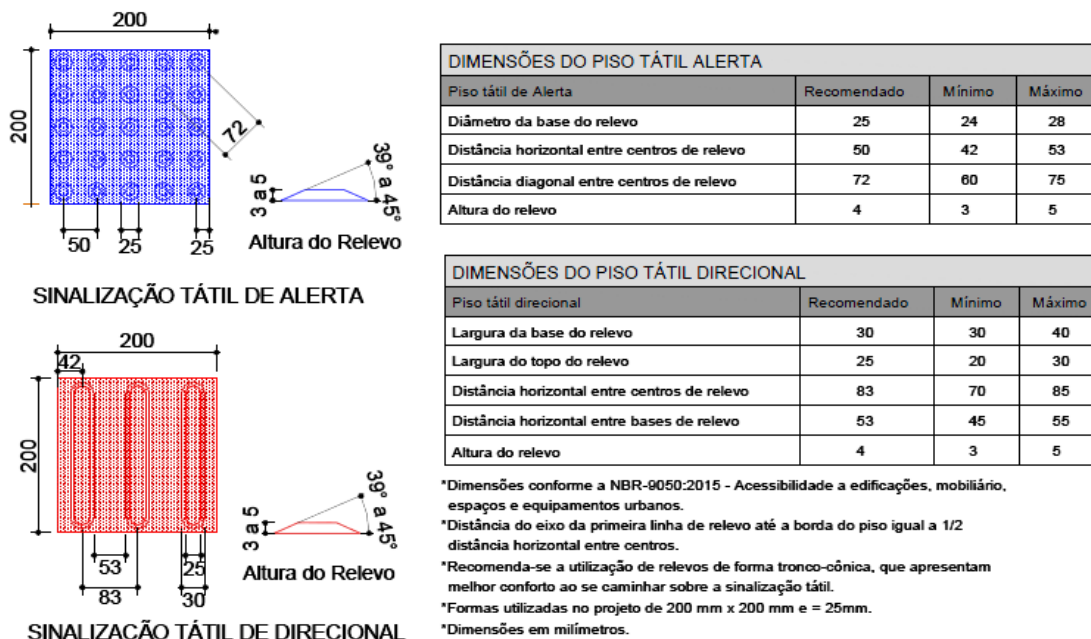
Deve ser instalado perpendicularmente ao sentido de deslocamento, em cor e textura contrastante com o restante do piso adjacente.

Para indicar:

- Rebaixamento de calçadas;
- Obstáculos em balanço sobre o passeio;
- Porta de elevadores;
- Desníveis como vãos, plataformas de embarque/desembarque e palcos;
- No início e término de escadas e rampas.

O piso tátil alerta é mais funcional quando a textura está disposta a 45°, pois os cones em linha reta, podem confundir com o piso guia em fileiras dispostas em linha reta também.

Figura 23 – Detalhe da sinalização tátil de alerta e direcional



21.2 RAMPA DE ACESSO ANTERIOR

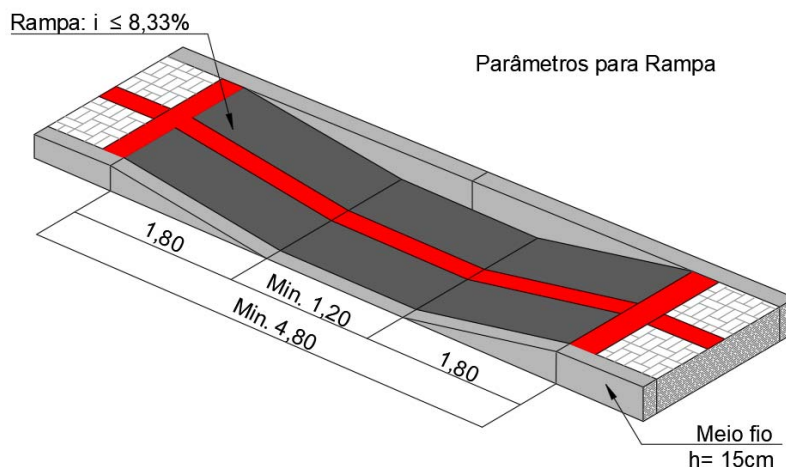
Estas rampas não devem ser confundidas com as rampas de acesso a veículos, que não devem ser utilizadas pelas pessoas com deficiência para as travessias, pois o cálculo destas rampas obedece a outros critérios, tais como a seguinte fórmula:

$$L = 1,5 * H$$

Onde:

- L = Comprimento da rampa na calçada, contado a partir do meio-fio;
- H = Altura do meio-fio.

Figura 24 – Detalhe da rampa de acessibilidade



Trombudo Central (SC), 8 de fevereiro de 2022.

Gabriela Skowasch Bosse

Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0
Coordenadora Geral de Projetos

Juan Peres de Oliveira

Eng. Civil – CREA/SC 155.753-9
Chefe de Equipe

Antônio Carlos de Oliveira

Eng. Agrim. – CREA/SC 032.895-5
Membro de Equipe

Sidnei Bosse

Eng. Agrim. – CREA/SC 030.984-9
Membro de Equipe