

Estado do Ceará
Prefeitura Municipal de
São Gonçalo do Amarante



Pavimentação Asfáltica

Projeto de Pavimentação da Abertura de Via (Av.
Projetada 01) no distrito de Pecém no Município de
São Gonçalo do Amarante/CE

Agosto / 2017

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| I. Apresentação | 4 |
| DADOS DA OBRA | 5 |
| LOCALIZAÇÃO DA OBRA | 5 |
| DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO PROJETO | 5 |
| II. Localização do Município | 6 |
| III. Memorial Descritivo | 8 |
| ESTUDOS TOPOGRÁFICOS | 9 |
| PROJETO GEOMÉTRICO | 9 |
| PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO | 9 |
| CUSTO DE TRANSPORTES | 13 |
| ESTUDOS HIDROLÓGICOS | 17 |
| PROJETO DE DRENAGEM | 20 |
| CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS | 28 |
| IV. Especificações Técnicas da Obra | 29 |
| I – PAVIMENTAÇÃO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL | 30 |
| 1. SERVIÇOS PRELIMINARES | 30 |
| 1.1. PLACAS DA OBRA | 30 |
| 1.2. LIMPEZA DE SARJETA E MEIO-FIO | 30 |
| 1.3. DESMATAMENTO | 30 |
| 2. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA | 30 |
| 2.1. IMPRIMAÇÃO | 30 |
| 2.2. PINTURA DE LIGAÇÃO | 32 |
| 2.3. PAVIMENTAÇÃO COM CONCRETO ASFÁLTICO - CBUQ | 32 |
| II – MICRO-DRENAGEM – GALERIA SIMPLES TUBULAR | 38 |
| 3. OBRAS D’ARTE CORRENTE E LANÇAMENTO FINAL | 38 |
| 3.1. GALERIA TUBULAR DE CONCRETO ARMADO | 38 |
| 3.2. BOCAS DE BUEIRO (ALAS DE LANÇAMENTO) | 38 |
| 4. MOVIMENTO DE TERRA | 39 |
| 4.1. ESCAVAÇÕES | 39 |
| 4.2. REATERRO DE VALAS | 39 |
| 5. MICRO-DRENAGEM | 40 |
| 5.1. BOCAS DE LOBO | 40 |
| 5.2. POÇOS DE VISITA | 40 |
| 5.3. GALERIAS DE CONCRETO ARMADO | 40 |
| 5.4. BOCAS DE BUEIRO (ALAS DE LANÇAMENTO) | 42 |
| 5.5. TUBOS DE LIGAÇÃO ENTRE CAIXAS DE VISITA E BOCA DE LOBO | 42 |
| 5.6. CONCRETO ARMADO PARA OBRAS DE ARTE CORRENTES (25,0 MPA) | 43 |
| 6. ENTRADAS E DESCIDAS D’ÁGUA EM TALUDES (ENTRADAS – CALHAS) | 45 |
| 6.1. DISSIPADORES DE ENERGIA (SAÍDAS D’ÁGUA) | 45 |
| 7. SINALIZAÇÃO | 46 |
| 7.3. FAIXA HORIZONTAL COM TINTA REFLEXIVA A BASE DE RESINA ACRÍLICA EMULSIFICADA EM ÁGUA | 46 |
| 7.2. TACHÃO REFLEXIVO BIDIRECIONAL | 47 |
| 7.3. PLACAS DE ADVERTÊNCIA E REGULAMENTAÇÃO | 47 |
| 8. PISOS | 48 |
| 8.1. PISO INTERTRAVADO | 48 |

| | |
|---|-----------|
| 8.2. PISO PODOTÁTIL | 49 |
| 9. SERVIÇOS DIVERSOS | 49 |
| 9.1 LIMPEZA DA OBRA | 49 |
| V. Quadro de Cubação | 50 |
| VI. Orçamentos | 47 |
| VII. Planilha de Quantitativos | 52 |
| VIII. Cronograma Físico Financeiro | 63 |
| IX. Composição do BDI | 65 |
| X. Encargos Sociais | 67 |
| XI. Composições | 70 |
| XII. Peças Gráficas | 89 |

I. Apresentação

Dados da Obra

Este memorial refere-se às obra de Pavimentação Asfáltica da Abertura da Avenida Projetada 01 no distrito de Pecém no Município de São Gonçalo do Amarante/CE, conforme Planta de Localização em Anexo.

Localização da Obra

A referida obra será executada no Município de São Gonçalo do Amarante /CE, conforme plantas de situação.

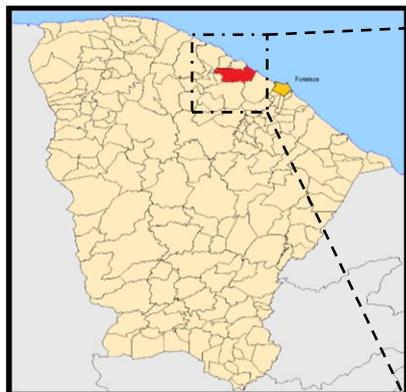
Descrição Sumária do Projeto

Este projeto apresenta-se em um único volume contendo os seguintes capítulos:

- ⊕ Apresentação;
- ⊕ Localização do Município;
- ⊕ Localização da Obra;
- ⊕ Memorial Descritivo;
- ⊕ Resumo;
- ⊕ Quadro de Cubação;
- ⊕ Orçamento;
- ⊕ Planilha de Quantitativos;
- ⊕ Cronograma Físico- Financeiro;
- ⊕ BDI;
- ⊕ Especificações Técnicas;
- ⊕ Encargos Sociais;
- ⊕ Composições;
- ⊕ Peças Gráficas;

Atenciosamente,

II. Localização do Município



Localização do Município



Situação do Município



Acesso ao Município

III. Memorial Descritivo

Estudos Topográficos

Os estudos topográficos foram executados pela contratante e fornecidos a TECHPROJ em meio Digital.

Projeto Geométrico

O projeto se divide em dois trechos. O primeiro será a implantação de uma nova via em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), partindo da Rua Raimundo Laurindo Sampaio até a Rua do Cajueiro. E o segundo trecho trata apenas do capeamento em CBUQ da via existente em pedra tosca que faz continuação a nova via projetada até a Av. Antônio Brasileiro.

A planta e o perfil longitudinal da rua projetada estão apresentadas nas Peças Gráficas – Desenhos indicando o estaqueamento, as alturas, os elementos das curvas horizontais e verticais.

Integram o projeto de Geométrico os seguintes projetos:

- a) **Planta Baixa:** Nesta prancha estão indicados os Perfis Longitudinais ou Seções (alinhamentos com estaqueamento a cada 20m), Seção tipo de Pavimentação e a Planta Chave.
- b) **Perfis Longitudinais:** Nestas Pranchas estão indicadas os perfis longitudinais com exagero de 10 vezes de cada seção indicada na Planta Baixa estão indicadas a Cota de Projeto

Projeto de Pavimentação

O Projeto de Pavimentação da rua foi elaborado de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER, nos Manuais pertinentes do DNIT bem como nas diretrizes propostas para elaboração de projetos financiadas pelos Ministérios das Cidades e Turismo.

O roteiro do projeto seguiu a IS-14 do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER, adaptado para pavimentos semi-flexíveis, cujos principais procedimentos são os seguintes:

- ▶ Elementos Básicos;
- ▶ Concepção do Projeto de Pavimentação;
- ▶ Dimensionamento do Pavimento
- ▶ Cálculo dos Volumes para Pavimentação;

Os elementos básicos para o dimensionamento de um pavimento são o número "N", operações do eixo padrão de 8,2 t, a carga por roda do veículo padrão e os estudos geotécnicos.

Número "N" e Carga por Roda

Para efeito de dimensionamento, a partir do tipo de veículo que irá trafegar nas vias do loteamento, adotou-se um número "N", de operações do eixo padrão de 8,2t, de $5,0 \times 10^6$ para um período de projeto de 10 anos.

Suporte do Subleito

Após o desmatamento e destocamento do local da implantação a Via, será executada a regularização e compactação do subleito numa espessura de 20cm.

Concepção do Projeto

O dimensionamento do pavimento para ruas e estacionamentos foi apoiado no Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis, adotado pelo DNIT (antigo DNER), de autoria do Eng^o. Murilo Lopes de Sousa, cuja sequência executiva é apresentada a seguir.

Inicialmente, o projeto de pavimentação foi concebido para ser formado por três camadas de pavimento/revestimento, constituídas por uma camada de base, uma de subbase e asfalto.

A primeira camada será composta por sub-base com material estabilizado granulometricamente com $CBR \geq 20\%$. A densidade a ser utilizada será a do Proctor Modificado.

A segunda camada será composta por Solo Brita (30%) com $CBR \geq 40\%$. A densidade a ser utilizada será a do Proctor Modificado.

A terceira camada, camada final, superior, será em CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), espessura de 5,0cm, assentado em uma base compactada, numa espessura total de 15,0cm (base/revestimento).

Dimensionamento do Pavimento

O dimensionamento do pavimento foi concebido como uma solução única e apoiou-se no Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis.

Considerando as condições iniciais para o dimensionamento, com um revestimento em asfalto, foram feitas as seguintes considerações:

$N = 10^5$;

$I_s = 5\%$

Entrando nas equações de dimensionamento temos que:

- Sub-base solo estabilizado: 20,00 cm;
- Base Solo-brita: 15,00 cm ;
- Revestimento: 5,00 cm (CBUQ).

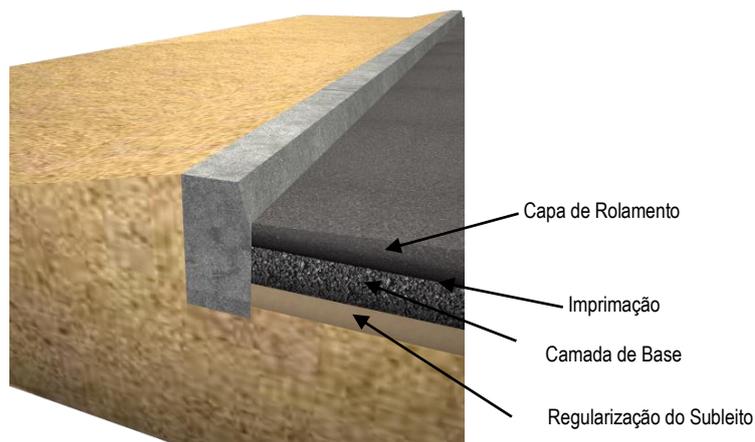
Os serviços serão divididos em 2 etapas principais, onde a primeira será a regularização do Subleito com conformação geométrica da via e a segunda será a execução das Camadas de Base (15cm), Sub Base (20cm) e Camada de Revestimento em CBUQ (5cm) para todas as Avenidas e Ruas Projetadas neste empreendimento.

Todo o material indicado na pavimentação será adquirido e transportado comercialmente. Segue o esquema do processo executivo do pavimento:

A pavimentação será dividida em dois trechos ao longo na Avenida Projetada de acordo com a representação abaixo:

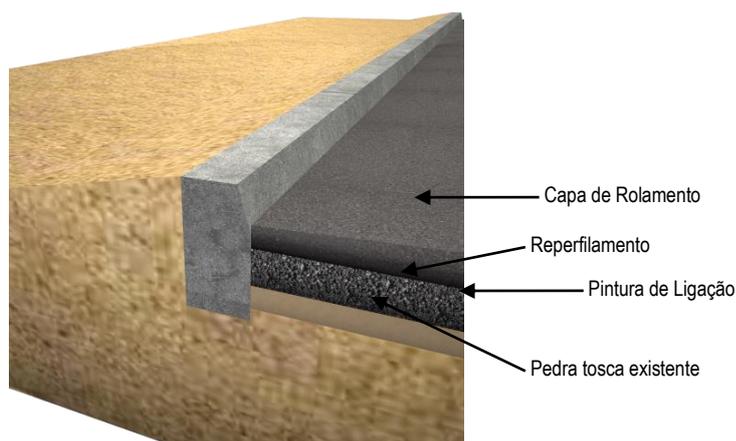
❖ **Pavimentação em CBUQ – Trecho a ser implantado:**

- ▶ A primeira será execução de uma camada de regularização do subleito;
- ▶ A segunda será a execução de uma camada de base em solo brita com 30% de brita (20,0 cm);
- ▶ A terceira será a execução da camada de rolamento em CBUQ na espessura de 5,0 cm.



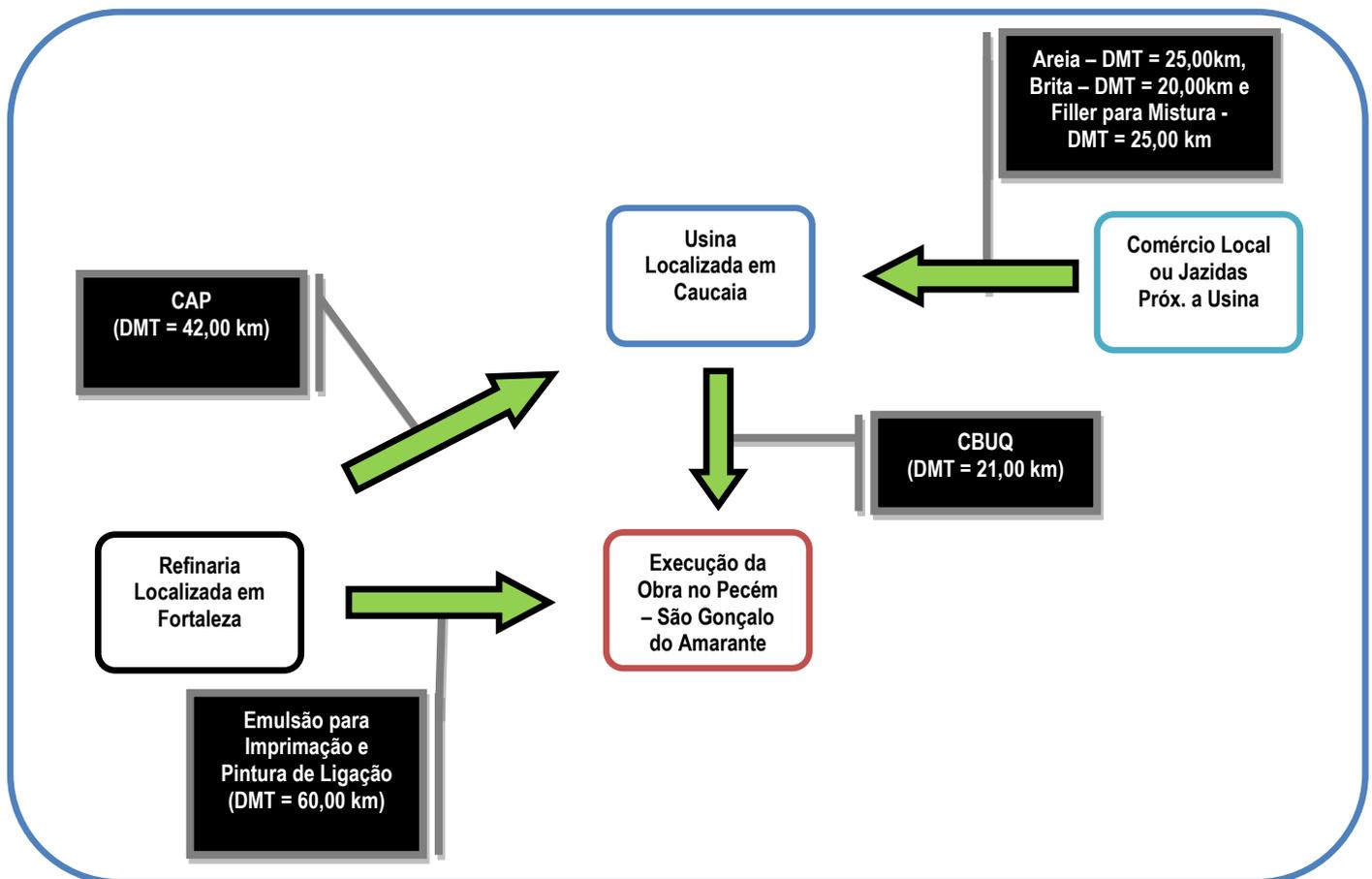
❖ **Pavimentação em CBUQ – Trecho existente:**

- ▶ A primeira será a pintura de ligação do pavimento existente (no caso Pedra Tosca);
- ▶ A segunda será a execução de uma camada de **reperfilamento** em CBUQ para regularização e preenchimento dos espaços maiores, numa espessura de 2,0cm;
- ▶ A terceira será a execução da camada de rolamento também em CBUQ na espessura de 3,0 cm.



Não será orçada uma pintura de ligação entre as duas camadas de pavimento, pois os serviços deverão ser executados seqüencialmente não devendo ser executados em grandes intervalos de tempo. Caso isto ocorra deverá ser executada uma outra pintura sobre a camada de reperfilamento com todos os custos às expensas da contratada a não ser que algum fato interveniente ocorra e se justifique um aditivo para tal serviço.

As distâncias consideradas para transporte dos componentes do CBUQ e da Mistura obedecerão ao esquema a seguir:



A composição (em peso) do CBUQ para efeito de consumos dos materiais a serem transportados foi considerada conforme tabela abaixo:

| COMPOSIÇÃO DO CBUQ | | | |
|--------------------|----------|--------|--------------------|
| ITEM | MATERIAL | % | CONSUMO/m³ DE CBUQ |
| 1 | CAP | 6,00% | 0,1380 T |
| 2 | FILLER | 2,00% | 44,00 Kg |
| 3 | BRITA | 50,00% | 0,7860 m³ |
| 4 | AREIA | 42,00% | 0,6160 m³ |

Custo de Transportes

Os conceitos e definições utilizados para elaboração do orçamento deste projeto, no que diz a respeito aos custos rodoviários foram pesquisados no “Manual de Custos Rodoviários”, Volume 1, Metodologias e Conceitos, do Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes – DNIT.

O custo do transporte poderá ser pago por momento de transporte, cuja unidade de medição adotada é a t.km, ou por tonelada (T) quando a distância entra na fórmula do preço ou pelo Volume transportado.

O cálculo do preço de transporte seja ele para ser pago em qualquer uma das unidades anteriores é feito da mesma forma, levando em consideração, a Produção Horária dos Equipamentos, Custo Horário de Operação e uma série de fatores, tais quais, o tempo de carga, manobra e descarga, eficiência de operação, velocidade de operação, capacidade do equipamento, tipo de via a transportar o material, entre outros.

A produção horária de um caminhão é dada pela expressão:

$$PH = \frac{CE}{\frac{2X}{V} + T}$$

Onde:

- ▶ PH = produção horária em t/h
- ▶ C = capacidade útil do caminhão em t
- ▶ E = fator de eficiência
- ▶ X = distância de transporte em km
- ▶ V = velocidade média em km/h
- ▶ T = tempo total de manobras, carga e descarga, em h

O custo unitário da tonelada transportada em Reais (R\$) é obtido da seguinte expressão:

$$CH (R\$) = Y = \frac{CHO}{PH} = \frac{CHO}{\frac{CE}{\frac{2X}{V} + T}}$$

Onde:

- ▶ CHO = Custo Horário Operativo em R\$/h
- ▶ PH = Produção em t/h

Desenvolvendo-se esta equação tem-se que

$$CH (R\$/t) = Y = \frac{2 CHO}{VCE} X + \frac{CHO T}{CE}$$

Fazendo:

$$a = \frac{2 CHO}{VCE} \quad e \quad b = \frac{CHO T}{CE}$$

podemos escrever:

$$Y = a X + b$$

A equação de uma reta onde a parcela **aX** representa o custo unitário correspondente ao transporte propriamente dito e a parcela **b** representa o custo unitário correspondente aos tempos gastos em manobras, carga e descarga.

Portanto ao orçarmos os transportes deste projeto utilizamos os itens: “**Transporte Comercial em Caminhão Basculante**” para o transporte de Areia e Brita; “**Transporte Comercial em Caminhão Carroceria**” para o transporte de Filler, ambos na unidade de **TxKm** com seus preços finais já calculados na tabela SINAPI (conforme produtividade e consumos) e para os Materiais e Misturas Betuminosas, tanto a frio como a quente, utilizamos os preços da Tabela SEINFRA que diferenciam a Produtividade, a eficiência, a velocidade de operação destes materiais em relação aos outros.

Conforme o gráfico demonstrativo dos transportes serão executados os seguintes transportes:

Transporte Comercial de Material Betuminoso (T)

- ▶ Emulsão para Pintura de Ligação – Da refinaria ou fábrica para o local da Obra
- ▶ CAP para AAUQ – Da refinaria para Canteiro ou Usina

Transporte Local de Mistura Betuminosa (T)

- ▶ AAUQ – Do canteiro ou Usina para Obra

Transporte Comercial em Caminhão Basculante (TxKm)

- ▶ Areia para Mistura – do fornecedor local para Canteiro ou Usina

Transporte Comercial em Caminhão Carroceria (TxKm)

- ▶ Filler para Mistura – do fornecedor para Canteiro ou Usina

Transporte Local

Os transportes locais são aqueles realizados no âmbito da obra para o deslocamento dos materiais necessários à execução das diversas etapas de serviço. Consideramos o transporte da Mistura Local devido ao material sair de dentro do canteiro ou da usina pertencente a empresa.

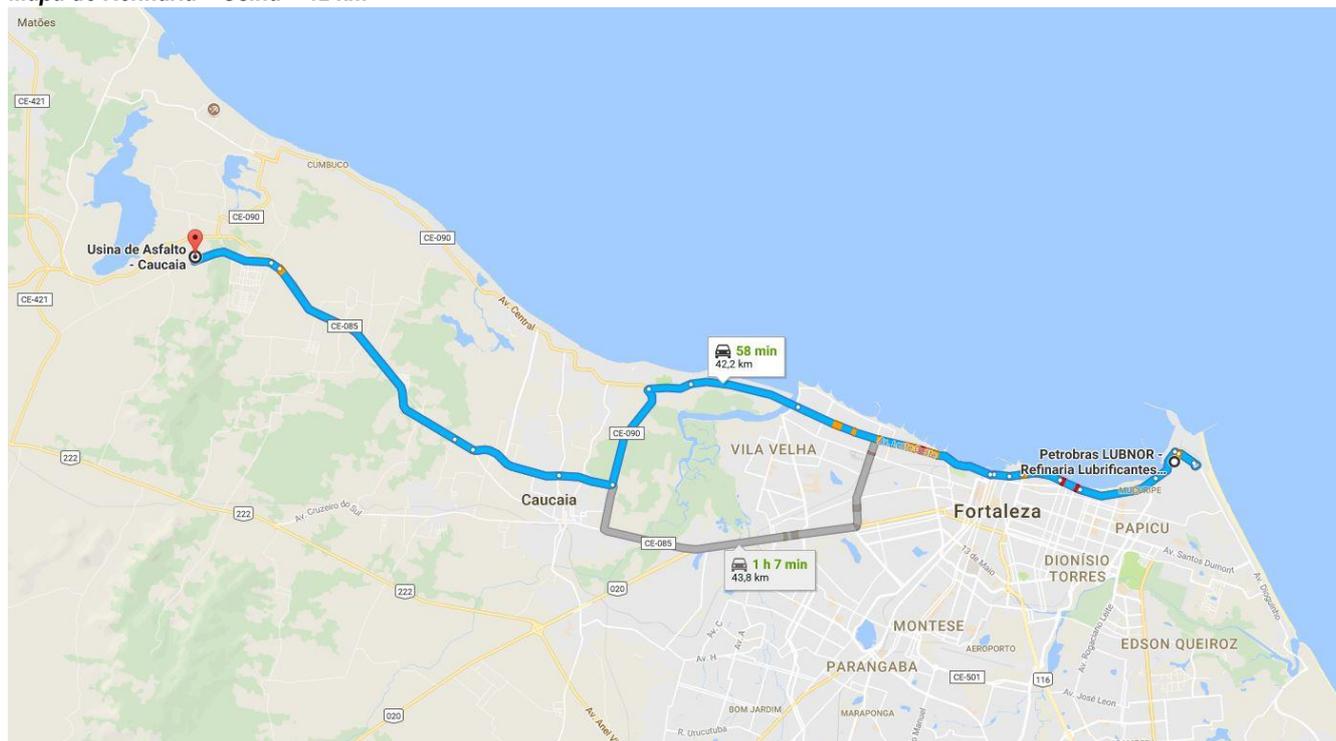
Transporte Comercial

Os transportes comerciais são aqueles relativos ao deslocamento de materiais que vêm de fora dos limites da obra ou materiais fornecidos. Esse tipo de transporte é feito, geralmente, com caminhão carroceria, a não ser no caso de areia cujo transporte comercial é feito em caminhão basculante.

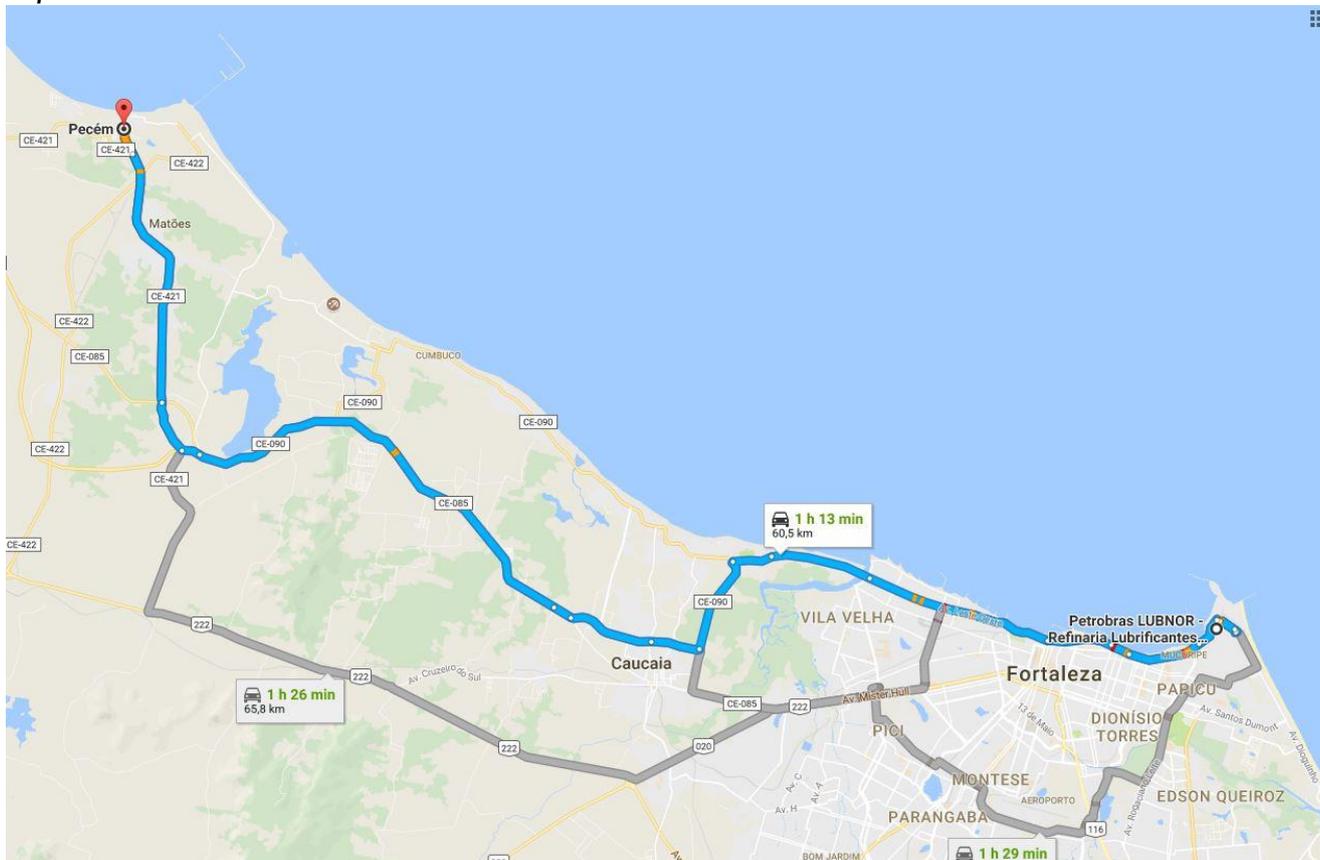
Distâncias de Transporte

| QUADRO DE DISTÂNCIAS PARA TRANSPORTE DE MATERIAIS | | | |
|---|-----------|-----------|---|
| ITEM | DISTANCIA | MATERIAL | OBSERVAÇÕES |
| 1 | 42,00 | CAP 50/70 | MATERIAL BETUMINOSO PARA MISTURA DA REFINARIA A USINA |
| 2 | 60,00 | CM 30 | MATERIAL BETUMINOSO PARA IMPRIMAÇÃO DA REFINARIA A OBRA |
| 3 | 60,00 | RR-2C | MATERIAL BETUMINOSO PARA PINTURA DE LIGAÇÃO DA REFINARIA A OBRA |
| 4 | 20,00 | BRITA | FORNECEDOR ATÉ A USINA |
| 5 | 25,00 | AREIA | FORNECEDOR ATÉ A USINA |
| 6 | 25,00 | FILLER | FORNECEDOR ATÉ A USINA |
| 7 | 21,00 | CBUQ | MISTURA BETUMINOSA DA USINA A OBRA |
| 8 | 26,00 | BASE | BASE DE SOLO BRITA - MISTURA NA PEDREIRA |
| 9 | 25,00 | BASE | SOLO PARA BASE - JAZIDA PARA PEDREIRA |

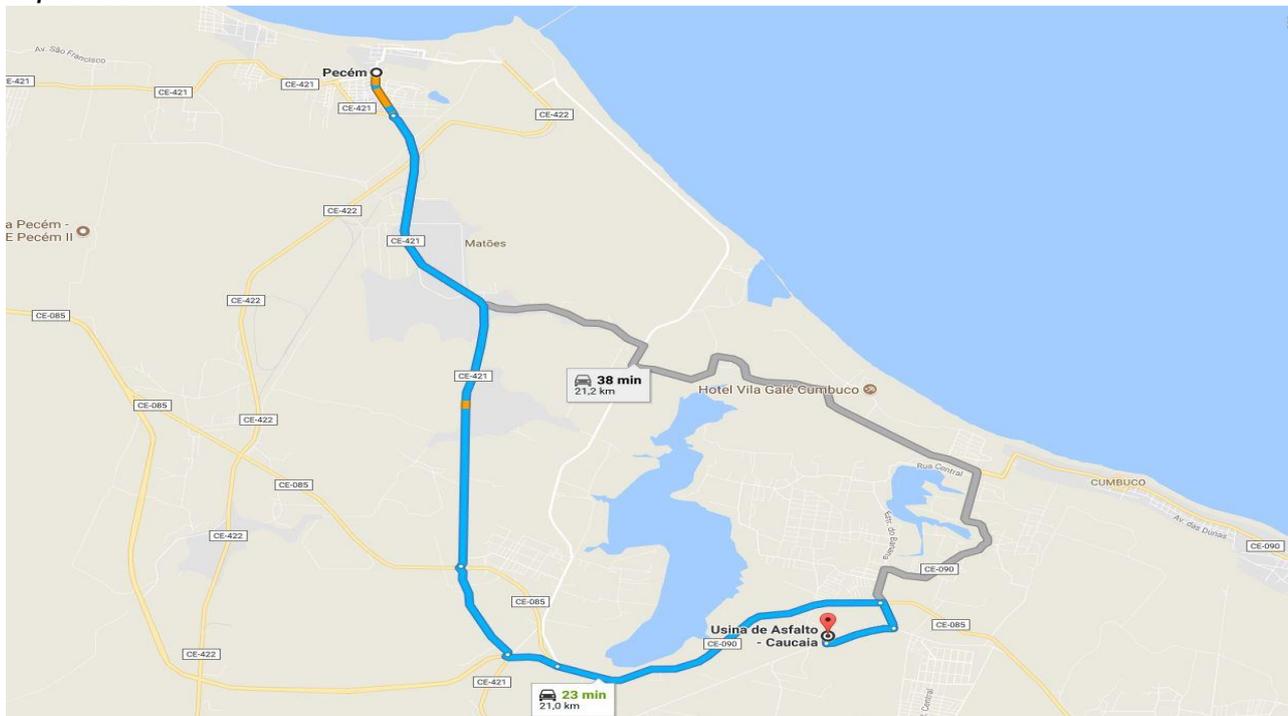
Mapa de Refinaria – Usina – 42 km



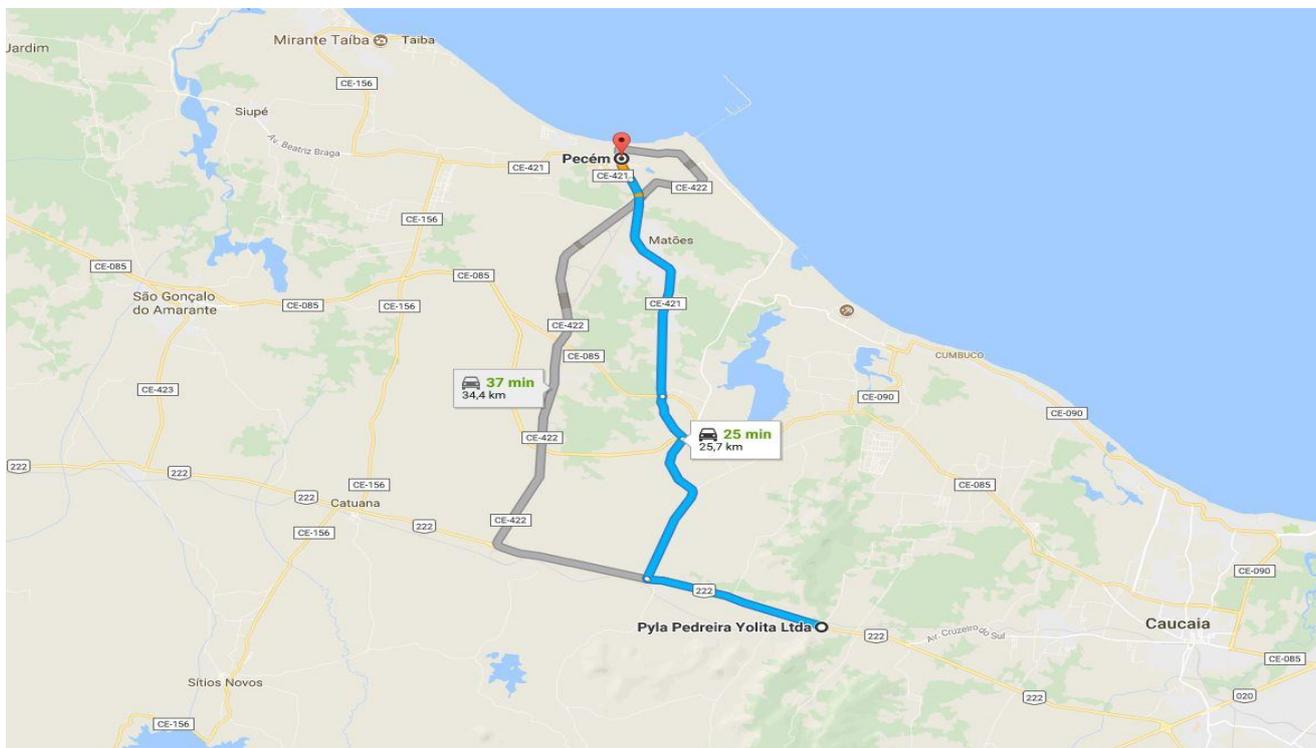
Mapa de Refinaria – Obra – 60 km



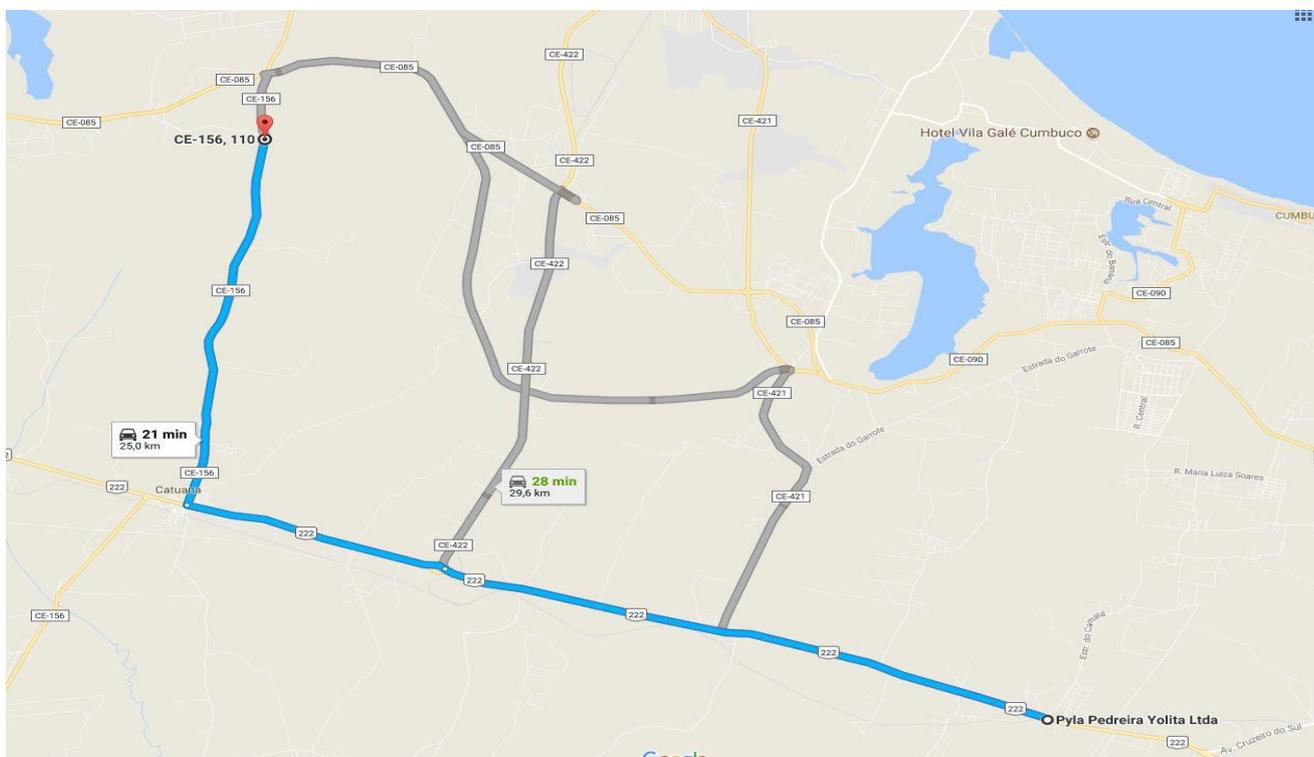
Mapa de Usina – Obra – 21 km



Mapa de Pedreira – Obra – 26km



Mapa de Jazida – Pedreira (Mistura) 25km



Estudos Hidrológicos

Os estudos topográficos foram executados de acordo com as normas da ABNT.

Este estudo abrangeu as seguintes etapas:

- Determinação das características das bacias hidrográficas atravessadas pelo trecho;
- Elaboração de cálculos, a partir dos dados obtidos e das determinações feitas, para conhecimento das condições em que se verificam o escoamento superficial.

A finalidade da orientação adotada no estudo é obter os elementos de natureza hidrológica que permitam:

- Dimensionamento hidráulico das pequenas obras de drenagem a serem construídas.

A memória destes estudos segue conforme segue:

Intensidade da Chuva

A determinação da intensidade de chuva foi elaborada com a utilização da publicação do Engenheiro **Otto Pfafstetter** “**Chuvas Intensas no Brasil**” aplicado aos dados relativos às chuvas do posto de Quixeramobim, no estado do Ceará, que melhor se assemelha a região cortada pelo traçado, a partir da seguinte expressão:

$$I = 60.P / T_c$$

onde:

- I - intensidade da chuva (em mm/h);
- P - precipitação (em mm);
- T_c - tempo de concentração (em min).

Precipitação

A precipitação P foi determinada a partir da expressão:

$$P = K [a * t + b * \log (1 + c * t)]$$

Onde:

- P = Precipitação Máxima em mm;
- t = Tempo de Duração de Precipitação em Horas, Adotamos o tempo de concentração da bacia
- a, b, c = Constantes Específicas de cada Posto Pluviométrico, adotaremos (a = 0,20; b = 17; c = 60)
- K = fator de probabilidade dado por: $K = T^{(\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma})}$

Onde:

- T = tempo de recorrência (em anos)
- α e β - parâmetros variáveis com a duração
- $\gamma = 0,25$

Tempo de Recorrência

Foram adotados os seguintes tempos de recorrência:

- Obras de drenagem: Tr = 5 anos

Tempo de Concentração

A Intensidade de chuva (I) para cada bacia foi obtida considerando a duração da chuva igual ao Tempo de Concentração (T_c) da bacia.

Os tempos de concentração (T_c) foram calculados usando-se a expressão proposta pelo “Califórnia Highways and Public Roads”:

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

Onde:

T_c = tempo de concentração, em minuto;

L = comprimento de linha de fundo (Talvegue), em Km;

H = Diferença de nível, em metro.

Vazões de Projeto

O cálculo das vazões das bacias foi realizado considerando a área de contribuição:

- ➔ **Pequenas bacias** - áreas de contribuição inferiores a 10,0 km² e correspondem em geral às obras de drenagem superficial como sarjetas, banquetas, descidas d’água e bueiros tubulares, cujas vazões são calculadas pelo **Método Racional**, com a fórmula:

$$Q = \frac{C.I.A}{3,60}$$

Onde:

Q = vazão de projeto (m³/s)

I = intensidade de precipitação (mm/h), para uma duração igual ao tempo de concentração.

A = área da bacia (km²)

C = coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial (coeficiente de “RUN-OFF”), cujos valores estão representados nos Quadro 01.

A Prefeitura Municipal de São Paulo (Wilken, 1978) adota os seguintes valores de C:

Quadro 01 (Valores do coeficiente de escoamento superficial “C” da Prefeitura Municipal de São Paulo)

| Tipos de Superfície | Coefficientes “C”, de “RUN-OFF” |
|---|---------------------------------|
| Edificação muito densas: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas | 0,75 a 0,95 |
| Edificação não muito densa: Partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas | 0,60 a 0,70 |
| Edificação com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas. | 0,50 a 0,60 |
| Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas. | 0,25 a 0,50 |
| Subúrbios com alguma habitação: Partes de arrabaldes e suburbanos com pequena densidade de construção | 0,10 a 0,25 |
| Matas, parques e campos de esportes: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esportes sem pavimentação | 0,05 a 0,20 |

Fonte: Wilken, 1978

Projeto de Drenagem

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido conforme as Instruções de Serviço para Projeto de Drenagem contido no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER e DNIT e literatura existente.

Os elementos de drenagem superficial, galerias e bueiros, foram dimensionados com capacidade de atender às vazões do projeto obtidas dos estudos hidrológicos.

Foi projetada uma galeria de tubular de concreto ao longo da Avenida Projetada, partindo

Foram projetadas as intervenções a seguir:

| Local da Drenagem | Descrição do Dispositivo | Extensão Total |
|------------------------------------|---|----------------|
| Rua Senhor Ribeiro – Av. Projetada | Galeria Tubular de Concreto: Ø = 80 cm | 288,00m |
| Avenida Projetada | Bueiro Celular de Concreto (Aduela) : S=2(200x100) cm | 15,00m |

Sarjetas e Meio-fio

A capacidade teórica de vazão das sarjetas e meio-fio determinada pela fórmula de Manning modificado por IZZARD, ou seja:

$$Q = 0,375 (Z / n) i^{1/2} \cdot y^{8/3}$$

Onde:

Q = vazão em m³/s;

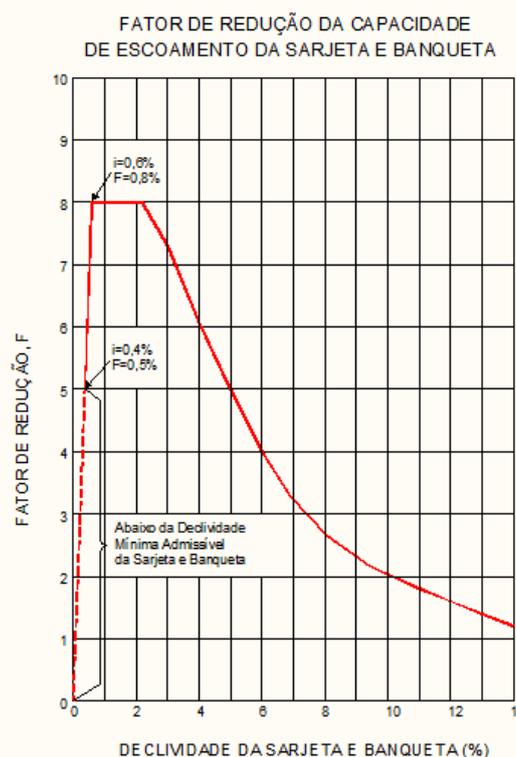
Z = inverso da declividade transversal;

i = declividade longitudinal;

y = profundidade da lâmina d'água;

n = coeficiente de rugosidade.

A descarga teórica obtida da expressão anterior foi corrigida pelo fator F, obtido em função da declividade longitudinal, do gráfico a seguir:



Para as seções das vias do projeto em questão, foi calculada a vazão afluyente, a vazão admissível no final do segmento e a distância de captação para determinar as intervenções cabíveis, considerando um tirante d'água junto a guia de 6cm, para as declividades de 0,5% a 12,0% são apresentadas a seguir:

BANQUETAS

| DECLIVIDADE LONGITUDINAL (m/m) | DECLIVIDADE TRANSVERSAL (Z) | COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n) | PROFUNDIDADE DA LAMINA (m) | FATOR DE REDUCAO (m) | VAZAO ADMISSIVEL (m3/s) | VAZAO AFLUENTE (m3/s/m) | DISTANCIA DE CAPTACAO (m) |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 0,005 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,65 | 0,024 | 0,000328 | 73,171 |
| 0,010 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,80 | 0,042 | 0,000328 | 128,049 |
| 0,020 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,80 | 0,060 | 0,000328 | 182,927 |
| 0,030 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,73 | 0,067 | 0,000328 | 204,268 |
| 0,040 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,61 | 0,065 | 0,000328 | 198,171 |
| 0,050 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,50 | 0,059 | 0,000328 | 179,878 |
| 0,060 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,40 | 0,052 | 0,000328 | 158,537 |
| 0,070 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,33 | 0,046 | 0,000328 | 140,244 |
| 0,080 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,27 | 0,041 | 0,000328 | 125,000 |
| 0,090 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,23 | 0,037 | 0,000328 | 112,805 |
| 0,100 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,20 | 0,034 | 0,000328 | 103,659 |
| 0,110 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,18 | 0,032 | 0,000328 | 97,561 |
| 0,120 | 0,03 | 0,013 | 0,06 | 0,16 | 0,029 | 0,000328 | 88,415 |

Cálculos Elaborados

⇒ **Drenagem Superficial** - Foi calculada a descarga por metro linear de plataforma, considerando a largura total de cada via em 1,50m de largura. Adotou-se ainda, o Tempo de Concentração $T_c = 5$ minutos.

⇒

Verificou-se a utilização do meio fio pré-moldado em concreto é viável em todas as ruas.

Bueiros

Os bueiros foram dimensionados como canal considerando a Energia Específica do fluxo crítico igual à profundidade do canal (diâmetro ou altura).

As vazões máximas admissíveis serão calculadas para o fluxo crítico, onde temos:

$$E_c = H$$

$$E_c = (3 / 2) h_c$$

$$V_c = \sqrt{g x h_c}$$

$$I_c = (n_2 V_2 / R_c)^{4/3}$$

$$Q_c = (1 / n) \cdot A_c \cdot R_c^{2/3} \cdot I_c^{1/2}$$

Onde:

E_c = energia específica do fluxo crítico;

H = profundidade do canal;

h_c = profundidade crítica;

V_c = velocidade crítica;

I_c = declividade crítica;

Q_c = vazão crítica (máxima);

R_c = raio hidráulico crítico;

O cálculo, além de ser feito funcionando como canal, considerou-se também o bueiro funcionando como orifício.

Nesta situação deve-se ter:

$$H_w > 1,2 D \text{ ou } H_w > 1,2 H$$

Onde:

H_w = nível d'água a montante;

D = diâmetro (bueiros tubulares);

H = altura (bueiros capeados).

A vazão é dada pela expressão: $Q = C \times A \sqrt{2gxh}$

Onde:

Q = vazão do bueiro (m^3/s);

C = coeficiente de vazão igual a 0,60 (adimensional).

A = área do bueiro (m^2);

g = aceleração da gravidade igual a 9,81 m/s^2 ;

h = carga hidráulica tomada a partir do eixo de seção do bueiro (m);

Bocas de Lobo

Adotou-se bocas de lobo com abertura na guia, tendo em vista sua capacidade de engolimento das vazões afluentes e principalmente a sua não interferência com a infra-estrutura de energia e água a construir, além da sua boa compatibilidade com o processo construtivo.

A disposição das bocas de lobo, ao longo da via, obedeceu aos seguintes critérios:

- ▶ Minimizar o número de bocas de lobo, utilizando-se ao máximo a capacidade de escoamento da via;
- ▶ Captar água nos pontos baixos dos greides;

A capacidade hidráulica das bocas de lobo de guia pode ser considerada como a de um vertedor de parede espessa, cuja expressão é:

$$Q = 1,71 \cdot L \cdot H^{3/2}$$

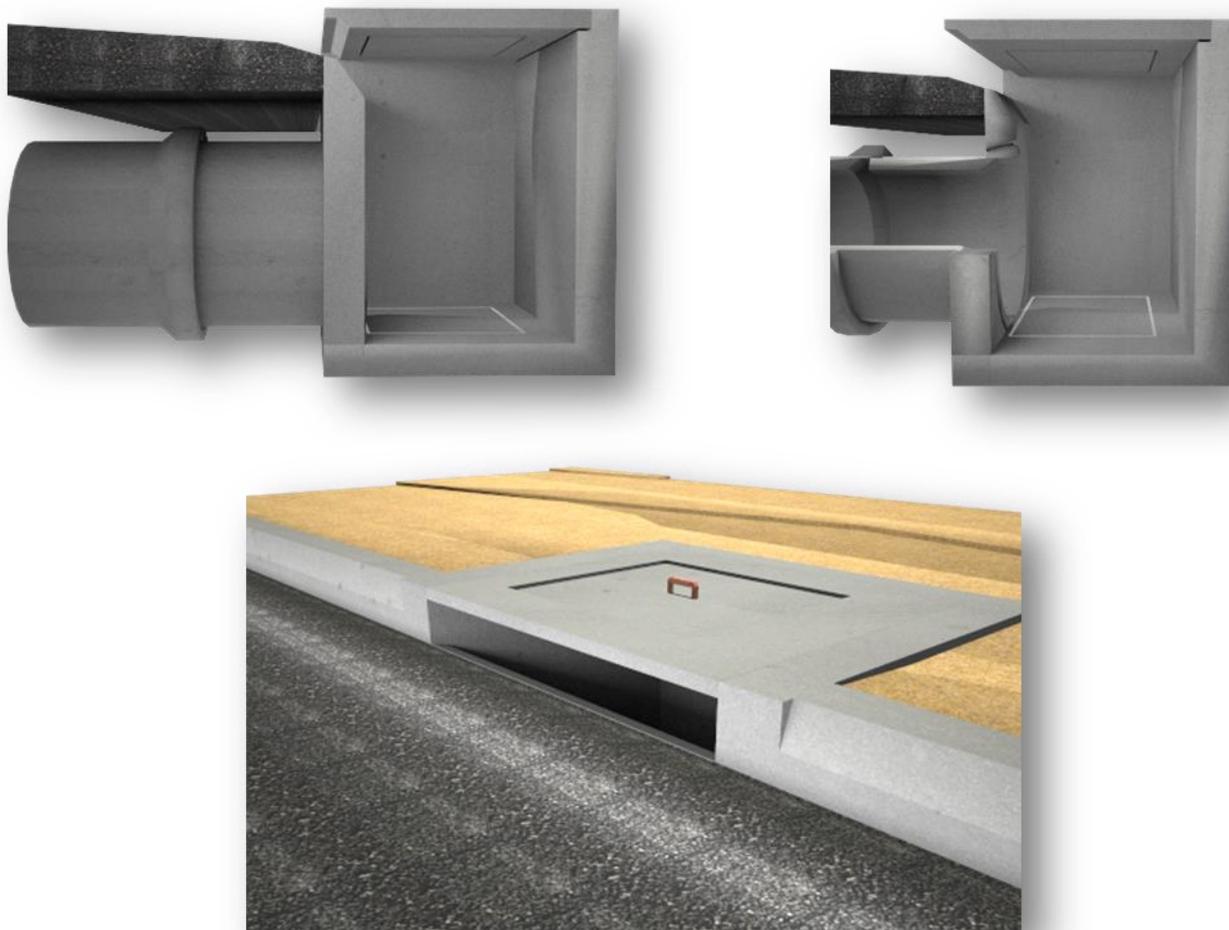
Onde:

Q = vazão em m^3/s ;

L = Comprimento da abertura em m; e,

H = Altura da água nas proximidades em m.

Detalhes Construtivos de Boca de Lobo



Galeria em Tubos de Concreto

O dimensionamento hidráulico das galerias de águas pluviais foi efetuado com a equação de Chézy.

O diâmetro para a seção plena é calculado com a expressão:

$$D_p = 1,548 \cdot (n \cdot Q \cdot I^{-0,50})^{3/8}$$

Onde:

n = coeficiente de manning;

Q = Vazão escoando no tubo,

I = Declividade do trecho

A vazão para a seção plena é calculada com a expressão:

$$Q_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot n} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

D = Diâmetro do Tubo;

n = coeficiente de manning;

I = Declividade do trecho

A velocidade para a seção plena é calculada com a expressão:

$$V_p = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

D = Diâmetro do Tubo;

n = coeficiente de manning;

I = Declividade do trecho

No projeto de galerias em canais, usualmente admite-se que o regime de escoamento é o de movimento uniforme. O movimento uniforme tem as seguintes características: a profundidade, seção molhada, velocidade e vazão, a cada seção do canal, devem ser constantes; a linha de energia, linha d'água e fundo do canal são paralelas, isto é, as declividades são iguais.

Muitas fórmulas práticas foram publicadas, a que será utilizada neste projeto é de Chézy com coeficiente de Manning (1890).

Fórmula de Chézy:

$$U = C \cdot \sqrt{R_H \cdot I}$$

Manning fez:

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{n}$$

Então:

$$U = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

U = velocidade média de escoamento, m/s;

R_H = raio hidráulico, em m;

I = declividade, em m/m; e,

n = coeficiente de rugosidade (coeficiente n de Manning).

De posse da vazão de projeto Q e a declividade I compatível com a topografia local, onde o canal será construído, o dimensionamento de canais consiste na determinação dos elementos geométricos da seção transversal.

Pela equação da continuidade:

$$Q = U \cdot S$$

E substituindo a velocidade do movimento uniforme, na equação da continuidade, obtemos:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Sendo:

$$R_H = \frac{S}{P} = \frac{\text{Área molhada}}{\text{Perímetro molhado}}$$

Obtém-se para seções trapezoidais, retangulares e triangulares:

$$Y = \left(\frac{n \cdot Q}{\sqrt{I}} \right)^{0,6} \cdot \left[\frac{(b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2})^{0,4}}{b + z \cdot y} \right]$$

$$U = \left(\frac{Q}{y} \right) \cdot \frac{1}{b + z \cdot y}$$

$$y_c = \left(\frac{Q^2}{g} \right)^{1/3} \cdot \left[\frac{(b + 2 \cdot z \cdot y_c)^{1/3}}{b + z \cdot y_c} \right]$$

$$U_c = \left(\frac{Q}{y_c} \right) \cdot (b + z \cdot y_c)$$

$$I_c = (n \cdot U_c)^2 \cdot \left[\frac{(b + 2 \cdot y_c \cdot \sqrt{1 + z^2})}{y_c \cdot (b + z \cdot y_c)} \right]$$

Na seção retangular: z = 0 e na seção triangular: b = 0.

No caso de seções retangulares, as expressões se tornam mais simples:

$$y_c = 0,47 \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^{2/3}$$

$$U_c = \sqrt{g \cdot y_c}$$

$$I_c = (n \cdot U)^2 \cdot \left[\frac{b + 2 \cdot y_c}{y_c \cdot b}\right]$$

Em função do ângulo α :

$$x = \frac{y}{\text{sen } \alpha} \text{ e } z = \frac{y}{\text{tag } \alpha} \text{ (ângulo em radiano).}$$

$$B = b + 2 \cdot z = b + 2 \cdot \frac{y}{\text{tag } \alpha}$$

Poços de Visita

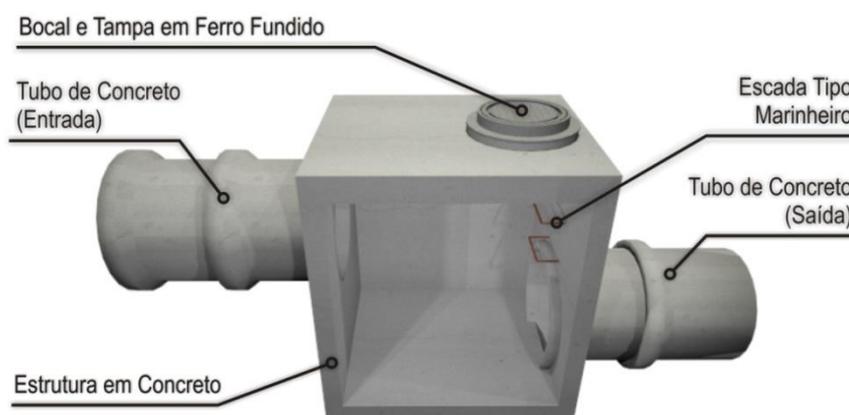
O poço de visita tem a função primordial de permitir o acesso às canalizações, para efeito de limpeza e inspeção, de modo que se possa mantê-las em bom estado de funcionamento bem como diminuir a velocidade da água em trechos onde a declividade do terreno é muito grande.

Para facilidade desse objetivo é conveniente a sua localização nos pontos de reunião dos condutos (cruzamento de ruas), mudanças de seção, de declividade e de direção. O espaçamento máximo recomendado é de 80 m.

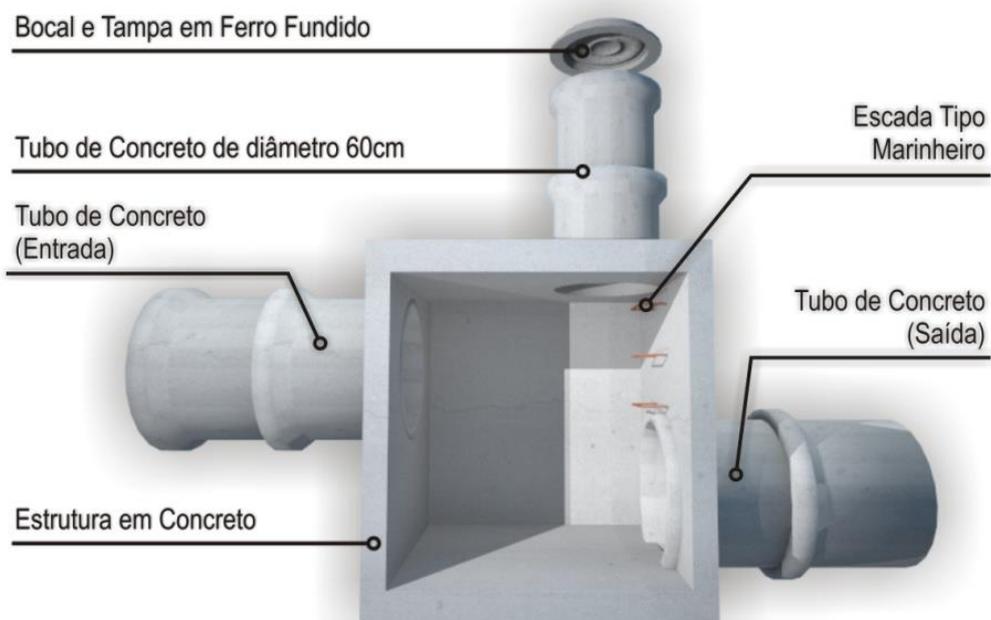
Quando a diferença de nível entre o tubo afluente e o efluente for superior a 0,70m, o poço de visita é projetado com um “degrau” limitando-se a 1,50m.

Detalhes Construtivos de Poço de Visita

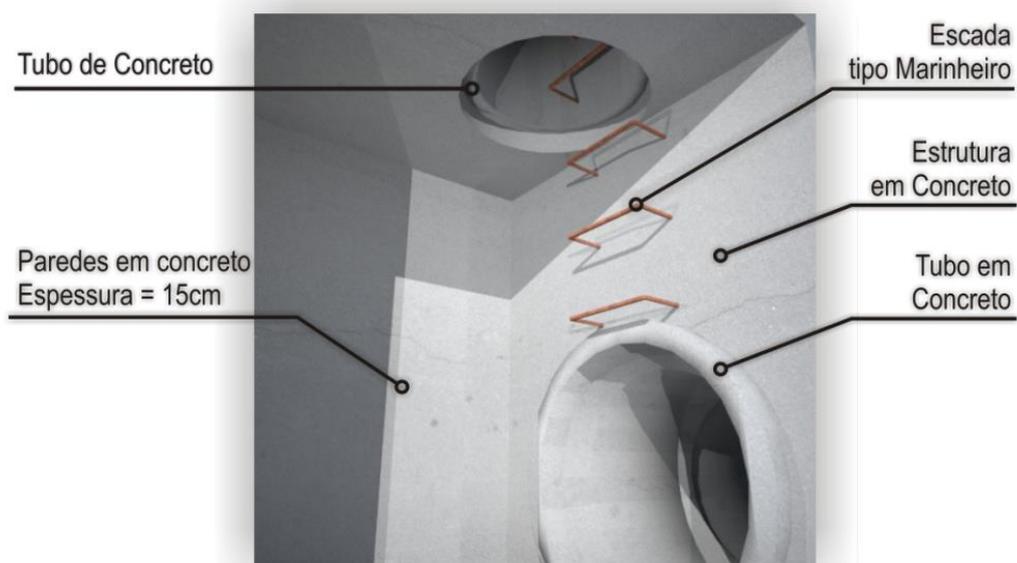
Poço de visita sem chaminé:



Poço de visita com chaminé:



Descida do poço pela chaminé:



Cálculos Hidráulicos e Hidráulicos

VAZÃO AFLUENTE X VAZÃO ADMISSÍVEL - DRENAGENS

| Método Racional | | | | Posto de Fortaleza | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|------|--------------------|-------------------------|--------|-------|----------|--------------|-------------|---------------|---------------|---------|----------------|-------------------|---------------|------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| Bacias com área até 10 km ² | | | | a= 0,2 | | | | b= 36 | | | | c= 20 | | Rugosidade (n) | Declividade e m/m | Número Froude | Lamina (m) | Velocidade (m/s) | | |
| HIDROLOGIA | PVI | PVF | TIPO | SEÇÃO (m) | ÁREA (km ²) | L (km) | H (m) | TC (min) | PRECIPITAÇÃO | | INTENSIDADE | | RUN OFF | | | | | | 2 anos (m ³ /s) | 5 anos (m ³ /s) |
| | | | | Ø = 0,80 | 0,01 | 0,120 | 1,43 | 4,29 | 2 anos (mm) | 5 anos (mm) | 2 anos (mm/h) | 5 anos (mm/h) | | | | | | | | |
| 02 | 07 | 06 | BSTC | Ø = 0,80 | 0,01 | 0,120 | 1,43 | 4,29 | 14,299 | 15,175 | 199,988 | 212,232 | 0,70 | 0,40 | 0,42 | 0,013 | 0,0025 | 0,720 | 0,463 | 1,393 |
| 02 | 06 | 05 | BSTC | Ø = 0,80 | 0,01 | 0,120 | 1,43 | 4,29 | 14,299 | 15,175 | 199,988 | 212,232 | 0,70 | 0,39 | 0,41 | 0,013 | 0,0297 | 2,701 | 0,233 | 3,459 |
| 03 | 05 | 02 | BSTC | Ø = 0,80 | 0,02 | 0,240 | 12,32 | 4,17 | 14,032 | 14,891 | 201,895 | 214,255 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,013 | 0,0050 | 0,883 | 0,598 | 2,108 |
| 04 | 02 | 01 | BSTC | Ø = 0,80 | 0,02 | 0,240 | 12,30 | 4,17 | 14,032 | 14,891 | 201,895 | 214,255 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,013 | 0,0320 | 2,760 | 0,331 | 4,320 |
| 05 | 01 | JUS | BSTC | Ø = 0,80 | 0,02 | 0,240 | 12,30 | 4,17 | 14,032 | 14,891 | 201,895 | 214,255 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,013 | 0,0250 | 2,419 | 0,355 | 3,944 |

IV. Especificações Técnicas da Obra

I – PAVIMENTAÇÃO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL

1. SERVIÇOS PRELIMINARES

1.1. Placas da Obra

Será colocada uma placa alusiva à obra com dimensões (2,00 x 3,00)m. Esta deverá ser em chapa de zinco fixada em linhas de madeira e estar de acordo com programa de financiamento.

1.2. Limpeza de Sarjeta e Meio-fio

Todos os meio-fios e sarjetas das vias a serem pavimentadas deverão ser previamente limpos para aplicação da imprimação.

1.3. Desmatamento

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviços manuais. A utilização do equipamento se fará em função da densidade e do tipo de vegetação local e do cronograma físico para execução do serviço, não sendo permitido o uso de explosivos e agentes químicos. Execução - o executante dará início às operações de desmatamento, destocamento e limpeza, que deverão obedecer rigorosamente os limites estabelecidos no projeto ou pela fiscalização, evitando acréscimos desnecessários. o desmatamento compreende o corte e a remoção de toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade, e na área estritamente necessária a execução dos serviços. o destocamento compreende a operação de corte e remoção de tocos de árvores e raízes após o serviço de desmatamento. A limpeza compreende a operação de remoção de camada de solo ou material orgânico, na profundidade de até 20cm, bem como de quaisquer outros objetos e materiais indesejáveis que ainda subsistam limpeza com profundidade superior a 20cm. o material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza será removido e estocado, obedecidos os critérios definidos de proteção ambiental. a remoção será feita após o término dos serviços não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências do corpo estradal e em locais ou regiões, que possam provocar a obstrução do sistema de drenagem natural da obra.

Todos os meio-fios e sarjetas das vias a serem pavimentadas deverão ser previamente limpos para aplicação da imprimação.

2. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Neste item estão os serviços pintura de ligação e pavimentação com AAUQ em duas camadas, a primeira de “reperfilamento” com espessura de 3,0cm e a segunda denominada “capa de rolamento” numa espessura de 2,0cm **sobre a pavimentação em Pedra tosca existente.**

Deverão ser observadas todas as exigências das normas DNIT 032/2005 – ES.

2.1. Imprimação

Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder-se-á a uma varredura da superfície de modo a eliminar todo e qualquer material solto. Serão utilizadas preferencialmente vassouras mecânicas rotativas. A critério da fiscalização, a varredura poderá ser executada manualmente. Poderá também ser utilizado o jato de ar comprimido.

Quando a base estiver muito seca e poeirenta, deve-se umedecê-la levemente antes da aplicação do material betuminoso.

Aplica-se a seguir o material betuminoso, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. A temperatura de aplicação deve ser a que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento do asfalto diluído. A faixa de viscosidade recomendada para o espalhamento é de 20 a 60 segundos Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94).

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do material betuminoso, definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo, é de $\pm 0,2$ l/m² (mais ou menos zero vírgula dois litros por metro quadrado).

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada ao tráfego. Quando isso não for possível, trabalha-se em meia pista, executando a imprimação da adjacente quando a primeira for aberta ao tráfego.

A fim de evitar a superposição ou excesso de material nos pontos inicial e final das aplicações, coloca-se faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão a seguir retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser imediatamente corrigida.

O controle da qualidade do material betuminoso utilizado se dará obedecendo as prescrições da norma DNER-ES 306/97 (imprimação), observados os limites fixados no projeto de engenharia.

A temperatura do material betuminoso deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura.

O controle da quantidade (taxa de aplicação) de material betuminoso aplicado se dará mediante a pesagem do caminhão distribuidor antes e depois da aplicação. Não sendo possível essa pesagem, o controle se dará através da colocação de bandejas, de peso e área conhecidos, na pista onde está sendo feita a aplicação. A pesagem das bandejas após a passagem do caminhão distribuidor determinará a taxa de aplicação. O controle estatístico da taxa de aplicação, para efeito de aceitação do serviço, seguirá as recomendações da norma DNER-ES 306/97 (imprimação).

Ao se iniciar o serviço, deve-se realizar uma descarga de 15 (quinze) a 30 (trinta) segundos, para que se possa controlar a uniformidade da distribuição. Essa descarga deve ser feita fora da pista, podendo ser realizada na pista quando o caminhão distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora para recolher o material betuminoso.

Os serviços não aprovados pela fiscalização deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos, correndo os encargos desses reparos por conta da executante.

A medição será realizada pela área imprimada expressa em m² (metros quadrados). Será adotado, para efeito de pagamento, o menor valor entre a área medida no campo e a área indicada no projeto.

O preço unitário definido deverá considerar todas as despesas para a execução do serviço, inclusive aquisição, fornecimento, carga, transporte e descarga de materiais, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra e encargos sociais. Após a varrição e a recuperação do Pavimento em Pedra Tosca aplica-se o ligante asfáltico adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, quando esta estiver eminente ou quando a superfície a ser pintada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento é de 30 a 60 segundos Saybolt-Furol para AD, EA e CAP.

Deve-se pintar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo-se a pintura da adjacente, quando a primeira meia-pista for aberta ao trânsito. Logo que possível dever-se-á executar a camada asfáltica sobre a superfície pintada.

A fim de evitar a superposição ou excesso nos pontos inicial e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel impermeável transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais são, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

A uniformidade depende do equipamento empregado na distribuição. Ao se iniciar o serviço, deve ser realizada uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga pode ser feita fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora, para recolher o ligante asfáltico.

Após aplicação do ligante deve ser esperado o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura.

O ligante deverá ser transportado diretamente do fornecedor para a obra, portanto existe somente o transporte local com a distância do transporte da fábrica de emulsões até a obra.

O consumo de emulsão é de 1,5 L ou 1,5 kg por metro quadrado de pista por se tratar de base em pedra tosca.

2.2. Pintura de Ligação

Após a varrição e a recuperação do Pavimento em Pedra Tosca aplicar-se-á o ligante asfáltico do tipo RR-1C na quantidade de 0,5 Kg/m² de maneira mais uniforme. A superfície a ser pintada apresentará deverá estar seca sem qualquer sinal de umidade.

Deve-se pintar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo-se a pintura da adjacente, quando a primeira meia-pista for aberta ao trânsito. Logo que possível dever-se-á executar a camada asfáltica sobre a superfície pintada.

Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

Após aplicação do ligante deve ser esperado o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura.

2.3. Pavimentação com Concreto Asfáltico - CBUQ

Após a pintura de ligação deverá se proceder a pavimentação com Concreto Betuminoso Usinado a Quente das duas camadas: Reperfilamento e capa de Rolamento.

O transporte do material será da seguinte forma: primeiro será feito o transporte comercial do CAP da fábrica até a usina e em seguida o transporte local da usina até a obra.

Devem-se levar em consideração as observações a seguir:

2.3.1. Materiais

Material Betuminoso

Deverá ser empregado o CAP Classificados por Penetração: CAP-50/70.

Agregado

O agregado pode ser constituído por uma Mistura de: Agregado Graúdo, Agregado Miúdo e Filler (material de enchimento), satisfazendo a uma das três faixas granulométricas (DNIT-ME 83) seguintes – Composição da Mistura.

| PENEIRA | | PORCENTAGEM PASSANDO, EM PESO | | | TOLERÂNCIA |
|--|-------|-------------------------------|-----------|-----------|------------|
| mm | | A | B | C | |
| 2 " | 50,8 | 100 | - | - | - |
| 1 1/2 " | 38,1 | 95 – 100 | 100 | - | ± 7 |
| 1 " | 25,4 | 75 – 100 | 95 – 100 | - | ± 7 |
| 3/4 " | 19,1 | 60 – 90 | 80 – 100 | 100 | ± 7 |
| 1/2 " | 12,7 | - | - | 85 – 100 | ± 7 |
| 3/8 " | 9,5 | 35 – 65 | 45 – 80 | 75 – 100 | ± 7 |
| Nº 4 | 4,8 | 25 – 50 | 28 – 60 | 50 – 85 | ± 5 |
| Nº 10 | 2,0 | 20 – 40 | 20 – 45 | 30 – 75 | ± 5 |
| Nº 40 | 0,42 | 10 – 30 | 10 – 32 | 15 – 40 | ± 5 |
| Nº 80 | 0,18 | 5 – 20 | 8 – 20 | 8 – 30 | ± 3 |
| Nº 200 | 0,074 | 1 – 8 | 3 – 8 | 5 – 10 | ± 2 |
| <i>Betume Solúvel no CS₂ (+)%</i> | | 4,0 – 7,0 | 4,5 – 7,5 | 4,5 – 9,0 | |

Para garantir uma quantidade mínima de CAP os vazios do Agregado Mineral (VAM) devem satisfazer os seguintes valores mínimos:

| Dmax do Agregado | 2 " | 1 1/2 " | 1 " | 3/4 " | 3/8 " |
|------------------|-----|---------|-----|-------|-------|
| % min. Do VAM | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 |

Geralmente se usa:

- ▶ Faixa A – para Camada de Ligação (Binder);
- ▶ Faixa B – Camada de Ligação e Rolamento;
- ▶ Faixa C – para Camada de Rolamento.

A faixa granulométrica a ser usada deve ter seu diâmetro máximo $D_{max} \leq 2/3 h$, sendo h a espessura da camada compactada do revestimento.

As porcentagens de betume se referem à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% do total.

Agregado Graúdo

O Agregado Graúdo a ser usado pode ser: Pedra Britada, Seixo Rolado Britado, Cascalho Britado, ou outros indicados no Projeto. Deve se constituir de partículas – sãs, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas – e apresentar as seguintes características:

▶ Durabilidade

Quando submetido a 5 ciclos de sulfato de sódio (DNIT-ME 89)

Perda $\leq 12\%$

Este ensaio somente quando a pedra tiver uma natureza mineralógica sujeita a alterações, geralmente basalto e diabásio.

▶ Resistência ao Choque e à Abrasão (Los Angeles – DNIT-ME 35)

LA $\leq 50\%$ e eventualmente LA $\leq 55\%$ (com experiência comprovada)

▶ Adesividade Satisfatória – Melhoradores de Adesividade (“Dopes”)

A Adesividade é uma propriedade do par agregado/ligante e deve ser determinada com o ligante que se vai realmente usar.

Os agregados eletronegativos (granito, gnaiss, quartzito, arenito, etc) têm geralmente adesividade não satisfatória no ensaio DNIT-ME 78, quando se deve misturar um “dope” ao CAP (geralmente de 0,4 a 1,0%), em proporção tal que resulte em adesividade satisfatória. Abaixo de 0,4% (em peso) é de difícil mistura.

O “dope” deve necessariamente ser adquirido separadamente e incorporado ao CAP no Canteiro de Serviço na % indicada no Projeto ou pela Fiscalização.

A % de filler é estudada no Projeto da Mistura levando em conta, além da Granulometria, a questão da Adesividade e Flexibilidade.

▶ Forma Satisfatória

A forma deve ser tal que o índice de forma (DNIT-ME 86) não deve ser inferior a 0,5. Opcionalmente, poderá ser determinada a porcentagem de grãos de forma defeituosa, que se enquadrem na expressão: $L + g > 6e$

Onde:

- ▶ L = maior dimensão de grão;
- ▶ g = diâmetro mínimo do anel, através do qual o grão pode passar;
- ▶ e = afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão.

Não se dispõem de anéis ou peneiras com crivos de abertura circular, o ensaio poderá ser realizado utilizando-se peneiras de malhas quadradas, adotando-se a fórmula: $L + 1,2g > 6e$

Sendo, g, a média das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.

A porcentagem de grãos defeituosos não poderá ultrapassar 20%, e eventualmente 25% (para basaltos e diabásios).

▶ Absorção Moderada de CAP

Se essa Absorção for elevada vai alterar o cálculo da % de vazios e de outras características da Mistura Asfáltica, além de consumir desnecessariamente asfalto. Os arenitos e calcáreos são os mais absorventes seguidos do basalto/diabásio, e os menos absorventes os gnaisses/granitos.

Geralmente não se especifica um máximo de absorção de CAP, considerada a metade da absorção de água (DNIT-ME 81). Em caso de agregado muito absorvente é aconselhável um estudo econômico.

▶ Textura Favorável

A textura lisa é favorável a adesividade ativa (facilidade do CAP envolver o agregado) e desfavorável ao atrito interno da Mistura (menor estabilidade e maior trabalhabilidade). A textura rugosa é mais favorável a adesividade passiva (resistência ao descolamento da película de CAP por ação do tráfego em presença de água) e ao atrito interno (maior estabilidade e menor trabalhabilidade).

Agregado Miúdo [2,0mm (# nº 10) – 0,074mm (# nº 200)]

O Agregado Miúdo a ser usado pode ser: areia, pó de pedra ou mistura de ambos.

Deve ser constituído de partículas – sãs, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas – e apresentar as seguintes características:

▶ Equivalente de Areia (DNIT-ME 54)

Deve-se ter um Equivalente de Areia (EA) - $EA \geq 55\%$

Nota – este ensaio é feito no material (geralmente mistura de areia com pó de pedra) passando na # nº 4 (4,8mm) envolvendo, pois o mais fino do Agregado Graúdo e o Filler Natural – pó que passa na # nº 200 (0,074mm).

► **Adesividade Satisfatória**

O ensaio correspondente DNIT-ME 79 não é prático, sendo aconselhado o chamado ensaio acelerado: com 100g do material da mistura seca (sem CAP) passando na # nº 10 (2,0mm), englobando o Filler Natural e o Filler Artificial, é preparada uma mistura asfáltica acrescentando-se ρ gramas de CAP, sendo $\rho = 7,0 (5 + 1,3f)0,2$ onde f - % passando na # nº 200, que é posta em água deixando ferver durante 3 minutos. Se não houver descolamento da película de CAP a adesividade é considerada satisfatória, e em caso contrário não satisfatória quando se ensaia a % de “dope” necessária (geralmente entre 0,4 a 1,0% - menor que 0,4% é difícil de misturar na obra) para torná-la satisfatória.

► **Material de Enchimento (Filler)**

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos. – destinado a simultaneamente:

- Diminuir os vazios da mistura de agregados, isto é, a funcionar como um “enchedor” (“filler” em inglês);
- Melhorar a adesividade com a maioria dos agregados (que são eletronegativos: granito, gnaisse, arenito, quartzito, etc).

Obs.: o material passando na peneira nº 200 (0,074mm) provenientes dos agregados graúdo e miúdo é considerado como “filler natural”.

Os “fillers” usuais são geralmente: cal hidratada, pó calcáreo e cimento portland.

O filler quando de sua aplicação, deverá estar seco e isento de grumos, apresentando a seguinte granulometria tradicional:

| PENEIRA | PORCENTAGEM MÍNIMA PASSANDO (EM PESO) |
|------------------|---------------------------------------|
| Nº 40 (0,42mm) | 100 |
| Nº 80 (0,18mm) | 95 |
| Nº 200 (0,074mm) | 65 |

2.3.2. Mistura Asfáltica

A Mistura Asfáltica quando dosada pelo Método Marshall, podendo o Projeto indicar outro Método, desde que aceito pela Fiscalização, deve satisfazer as seguintes características (DNIT-ME 43): 50 golpes – (2) 75 golpes (O Projeto pode fixar outros valores)

| CARACTERÍSTICAS | CAMADA DE ROLAMENTO | CAMADA DE LIGAÇÃO (BINDER) |
|----------------------------|--|--|
| Estabilidade (60°C): kgf | 350 a 700 ⁽¹⁾ 500 a 1.000 ⁽²⁾ | 300 a 600 ⁽¹⁾ 400 a 800 ⁽²⁾ |
| Fluência (60°C): 1/100 “mm | 8 a 18 2,0 a 4,5 | 8 a 18 2,0 a 4,5 |
| Vazios (%) | 3,0 a 5,0 | 4,0 a 6,0 |
| Relação Betume/Vazios (%) | 75 a 82 | 65 a 72 |

Notas

- 1) O Ensaio Marshall com 75 golpes é mais indicado para cargas pesadas e lentas em temperaturas elevadas (principalmente em rampas, paradas de ônibus e curvas acentuadas).
- 2) Estabilidade muito alta não é desejada, pode comprometer sua resistência à fadiga para espessuras não suficientemente altas.

2.3.3. Temperatura de Aplicação

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 e 150 segundos, "SAYBOLT-FUROL" (DNIT-ME 004), indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 + 10 segundos, "SAYBOLT-FUROL". Entretanto, não devem ser feitas misturas a temperaturas inferiores à 120°C e nem superiores a 177°C.

Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10°C a 15°C, acima da temperatura do cimento asfáltico (CAP), não devendo, entretanto, ultrapassar a temperatura de 177°C, para evitar o "Craqueamento" do cimento asfáltico (CAP).

2.3.4. Produção da Massa Asfáltica

A produção da Massa de Concreto deve ser efetuada em usinas apropriadas, sendo obrigatórias as Gravimétricas. A usina utilizada terá capacidade mínima de produção de 2000 T/mês.

2.3.5. Transporte da Massa Asfáltica

A Massa de Concreto produzida deverá ser transportada, da usina a ponto de aplicação, nos veículos basculantes providos de caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura à chapa. 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.

2.3.6. Distribuição e Compressão da Massa Asfáltica

A Massa de Concreto produzida deve ser distribuída somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso.

A distribuição da Massa de Concreto deve ser feita por máquinas acabadoras.

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

Após a distribuição do Concreto Asfáltico tem início a compressão. Como regra geral, a temperatura de compactação é a mais elevada que a mistura Asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente para cada caso.

A rolagem com rolos de pneus de pressão variável é iniciada com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura for sendo compactada, e, conseqüentemente, suportar 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 recoberta, na seguinte, de, pelo menos, a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compressão especificada.

Durante a compactação não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo metálico deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura e as rodas do rolo pneumático deverão, no início da rolagem, ser levemente untadas com óleo queimado, com a mesma finalidade.

Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém acabados devem ser mantidos sem tráfego, até o seu completo resfriamento.

II – MICRO-DRENAGEM – GALERIA SIMPLES TUBULAR

3. OBRAS D'ARTE CORRENTE E LANÇAMENTO FINAL

3.1. Galeria Tubular de Concreto Armado

O concreto utilizado na fabricação dos tubos deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica à compressão (f_{ck})_{min.}, aos 28 dias de 25MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118 e NBR 7187 da ABNT.

Os tubos de concreto armado a serem empregados terão armadura simples ou dupla de acordo com o Projeto e serão do tipo de encaixe macho e fêmea ou ponta e bolsa, devendo atender às prescrições contidas na NBR 9794 da ABNT – “Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais”. A classe de tubo a empregar deverá ser compatível com a altura de aterro prevista. Os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento-areia, traço 1:4.

As etapas executivas a serem atendidas na construção dos bueiros tubulares de concreto são as seguintes:

- ▶ Locação da obra, de acordo com os elementos especificados no projeto;
- ▶ Escavação das trincheiras necessárias à moldagem dos berços, a qual poderá ser executada manual ou mecanicamente, devendo ser prevista uma largura superior em 30cm à do berço, para cada lado.
- ▶ Instalação das formas laterais aos berços;
- ▶ Execução da porção inferior do berço em areia grossa, até se atingir a linha correspondente à geratriz inferior dos tubos;
- ▶ Instalação dos tubos sobre a porção inferior do berço, tão logo a alvenaria de pedra argamassada apresente resistência para isto. Se necessário, utilizar guias ou calços de madeira ou de concreto pré-moldado para fixar os tubos na posição correta;
- ▶ Complementação do berço, imediatamente após a instalação dos tubos;
- ▶ Retirada das formas;
- ▶ Rejuntamento dos tubos com argamassa de cimento-areia, traço 1:4;
- ▶ Execução do reaterro, preferencialmente com o próprio material escavado, desde que seja de boa qualidade;
- ▶ Execução das bocas de montante e jusante. Caso as bocas de montante sejam do tipo caixa coletora de sarjeta (bueiros de greide) ou de talvegue (bueiro de grotá), deverão ser atendidos procedimentos executivos previstos na especificação correspondente a estes dispositivos;
- ▶

3.2. Bocas de Bueiro (Alas de Lançamento)

As bocas de bueiros serão executadas conforme o tipo de bueiro construído, utilizando os procedimentos acima apresentados.

4. MOVIMENTO DE TERRA

4.1. Escavações

O serviço de escavação das trincheiras necessário à execução da obra deverá ser executado mecanicamente, em largura de 50cm superior à do corpo, para cada lado. Nas situações em que a resistência do terreno de fundação for inferior à tensão admissível sob a obra prevista no projeto, deverá ser indicada solução especial que assegure adequada condição de apoio para a estrutura, como substituição de parte do material do terreno de fundação por material de maior resistência, apoio sobre estacas, etc.

O volume será determinado da seguinte forma: toma-se a média das profundidades de um trecho situado entre 2 (dois) poço de visita ou caixa consecutivos através da fórmula seguintes:

$$HM = \frac{h1 + h2}{2}$$

Onde:

⇒ h1 é a profundidade da primeira Estrutura e h2 a cota da chegada no tubo na segunda estrutura, estando o trecho situado entre o primeira e a segunda estrutura, e assim sucessivamente até completar a distância entre 02 (dois) poços consecutivos;

Para a determinação da extensão total da vala considera-se a distância entre os eixos de 02 (dois) poços consecutivos; Temos o volume do trecho compreendido entre 2 (dois) poços consecutivos, pela extensão multiplicada pela média das profundidades e largura especificada.

4.2. Reaterro de Valas

Nos serviços de reaterro, será utilizado o próprio material das escavações, e, na insuficiência desse, material de empréstimo, selecionado pela FISCALIZAÇÃO, podendo a mesma determinar, se necessário, o uso de areia.

O reaterro será executado com máximo cuidado, a fim de garantir a proteção das fundações e da tubulação e evitar o afundamento posterior dos pisos e do pavimento das vias públicas, por efeito de acomodações ou recalques.

De maneira geral, o reaterro será executado em camadas consecutivas, convenientemente apiloadas, manual ou mecanicamente, em espessura máxima de 0,20m. Tratando-se de areia, o apiloamento será substituído pela saturação da mesma, com o devido cuidado para que não haja carreamento de material.

Em nenhuma hipótese será permitido o reaterro das valas ou cavas de fundação, quando as mesmas contiverem água estagnada, devendo a mesma ser totalmente esgotada, antes do reaterro.

Cuidados especiais deverão ser tomados nas camadas inferiores do reaterro das valas até 0,30m acima da geratriz superior dos tubos. Esse reaterro será executado com material granular fino, preferencialmente arenoso, passando 100% na peneira 3/8", convenientemente molhado, e adensado em camadas nunca superiores a 0,10m, com cuidados especiais para não danificar ou deslocar os tubos assentados, precedendo-se o reaterro simultaneamente em ambos os lados da tubulação.

Quando o greide das vias públicas, sob os quais serão assentadas as tubulações, apresentarem grandes declividades, originado a possibilidade de carreamento do material, as camadas superiores do reaterro serão executadas com material selecionado, preferencialmente com elevada percentagem de pedregulho e certa plasticidade, sendo feitas, se necessários, recravas em concreto ou alvenaria, transversais à rede com as extremidades reentrantes no talude das valas.

Caso haja perigo de ruptura da tubulação, por efeito de carga do reaterro ou sobrecarga, ou ainda de carreamento de material, será executada proteção conveniente definida para cada caso pela FISCALIZAÇÃO.

Os serviços que venham a ser refeitos, devido a recalques do reaterro, correrão a ônus exclusivo da EMPREITEIRA.

5. MICRO-DRENAGEM

5.1. Bocas de Lobo

As Bocas-de-Lobo são dispositivos a serem executados junto aos meios-fios ou meios-fios com sarjetas, em áreas urbanizadas, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las à rede condutora. Na dependência da vazão de chegada a ponto de coleta d'água poderão ser executadas bocas-de-lobo simples ou duplas, ambas com tampa de concreto estrutural, sendo as etapas executivas a seguir descritas aplicáveis a ambas:

- ▶ Escavação e remoção do material existente, de forma a comportar a boca-de-lobo prevista;
- ▶ Compactação da superfície resultante no fundo da escavação, e execução de base de concreto com espessura de acordo com o projeto;
- ▶ Execução das paredes de concreto, conectando a boca-de-lobo à rede condutora a jusante o(s) tubo(s) de entrada e/ou saída à alvenaria executada, através de rejunte com argamassa, traço 1:4;
- ▶ Instalação do meio-fio;

5.2. Poços de Visita

Poços de vista são os dispositivos auxiliares implantados nas redes de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação das bocas-de-lobo à rede coletora e permitir as mudanças de direção, de declividade e dos diâmetros de tubos empregados, além de propiciar acesso para efeito de limpeza e inspeção da rede, devendo, para isso, ser instalados em pontos convenientes. São constituídos por uma câmara similar às caixas de ligação e passagem, a qual é acoplada uma chaminé protegida por uma tampa. As etapas executivas são as seguintes:

Câmara dos Poços de Visitas

- ▶ Compactação da superfície resultante da escavação das valas da rede coletora, no local de instalação do poço de visita;
- ▶ Instalação da forma do fundo da câmara, e dos tubos da rede coletora e/ou conexão à boca-de-lobo;
- ▶ Execução do fundo, sucedida da instalação das formas das paredes da caixa em concreto;
- ▶ Execução das paredes da caixa em concreto;
- ▶ Retirada das formas das paredes e fundo;
- ▶ Instalação das formas e armaduras da tampa, e concretagem "in loco", ou conforme projeto; e.
- ▶ Retiradas das formas da tampa, através do orifício da chaminé.

Chaminé dos Poços de Visita

- ▶ Execução do corpo da chaminé, com tudo de concreto de 600mm ou de acordo com o projeto;
- ▶ Execução da escada interna tipo "marinheiro", com aço CA-25 de 16mm dobrado, chumbada no corpo da chaminé;
- ▶ O tampão de ferro fundido será de ferro fundido dúctil DN 600 mm CL-300.

5.3. Galerias de Concreto Armado

As galerias serão construídas com estrutura de concreto armado, em seções quadradas ou retangulares, conforme dimensionamento do projeto.

A estrutura das galerias será executada sobre lastro de concreto, após a escavação e regularização da superfície do terreno. Serão instalados junto a estrutura de concreto, pequenos drenos com barbacãs ligados diretamente ao interior das galerias. Após a construção da estrutura de concreto armado será executado o reaterro das valas escavadas.

O concreto utilizado no corpo e nas bocas deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica à compressão (fck)min., aos 28 dias de 15 MPa, devendo ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118 e NBR 7187.

Para revestimento da laje de fundo do corpo e de entre-alas será utilizado argamassa de cimento-areia, traço 1:3. O aço utilizado nas armaduras será de classe CA-50 e CA-60.

As etapas executivas a serem atendidas na construção dos bueiros celulares de concreto são as seguintes:

- ▶ **Locação:** A execução dos bueiros celulares deverá ser precedida da locação da obra, de acordo com os elementos de projeto.
- ▶ **Escavação:** Os serviços de escavação das trincheiras necessárias à execução da obra poderão ser executados manual ou mecanicamente, em uma largura de 50cm superior à do corpo, para cada lado.
- ▶ **Lastro:** Concluída a escavação das trincheiras, será efetuada a compactação da superfície resultante, e as irregularidades remanescentes serão eliminadas mediante a execução de um lastro de concreto magro, com espessura da ordem de 10cm, aplicado em camada contínua em toda a área abrangida pelo corpo e pela soleira das bocas, mais um excesso lateral de 15cm para cada lado.
- ▶ **Corpo:** A execução do corpo dos bueiros celulares será feita segundo três etapas de concretagem, desenvolvidas a partir da parte inferior da obra.

- Primeira Etapa de Concretagem:

Serão instaladas as armaduras da laje inferior e as formas das laterais, estas para dar apoio às armaduras laterais vinculadas. Segue-se a concretagem da laje de piso, até a cota superior das mísulas inferiores e a conseqüente vibração do concreto lançado.

- Segunda Etapa de Concretagem:

Serão posicionadas as armaduras das paredes e as formas laterais remanescentes. Segue-se a concretagem das paredes, até a cota inferior das mísulas superiores, e a conseqüente vibração do concreto lançado.

- Terceira Etapa de Concretagem:

Serão instaladas as formas e as armaduras da laje superior, e em seguida lançado e vibrado o concreto necessário à complementação do corpo do bueiro celular.

- ▶ **Vigas das Cabeceiras:** Nas extremidades dos bueiros serão executadas as vigas de topo inferior e superior, simultaneamente com a primeira e terceira etapas de concretagem.
- ▶ **Juntas de Dilatação:** Serão executadas juntas de dilatação a intervalos de no máximo 15m. Estas juntas serão executadas interrompendo-se dois "panos" anexos de concretagem, segundo uma transversal à obra, com uma peça de "madeirite" e

uma placa de isopor, cada uma delas com espessura de 1cm. Concretado o 20 “pano” a peça de “madeirite” e o isopor serão retirados, e a junta será preenchida com mistura de cimento asfáltico e areia, vertida a quente. Opcionalmente poderá ser executada junta do tipo “fungband” ou similar, que assegure a estanqueidade da obra.

- ▶ Reaterro: Após concluída a execução do corpo do bueiro celular dever-se-á proceder à operação de reaterro. O material para o reaterro poderá ser o próprio material escavado, se este for de boa qualidade, ou material especialmente selecionado.
- ▶ Boca: A confecção das bocas (cabeceiras ou extremidades) dos bueiros celulares será iniciada pela escavação das valas necessárias à execução da viga de topo frontal. Segue-se a instalação das formas necessárias a concretagem desta viga e da própria soleira, a disposição das armaduras, o lançamento e a vibração do concreto. Nesta ocasião, deverão ser ainda posicionadas as armaduras das alas que se ligam à soleira, apoiadas em uma das formas de cada ala. Posteriormente, serão instaladas as formas e armaduras remanescentes das alas, lançado e vibrado o concreto, concluindo-se a execução da boca.
- ▶ Acabamentos: Concluída a execução do corpo e das bocas, será efetuado o revestimento da laje de fundo do corpo e da soleira, utilizando-se argamassa de cimento-areia, traço 1:3.

5.4. Bocas de Bueiro (Alas de Lançamento)

As bocas de bueiros serão executadas conforme o tipo de bueiro construído, utilizando os procedimentos acima apresentados.

5.5. Tubos de Ligação entre Caixas de Visita e Boca de Lobo

A rede coletora será constituída por tubos de concreto armado de seção circular, que deverão preferencialmente, ser instalados sob canteiros anexos ao pavimento.

No caso de instalação da rede sob a área trafegável, os tubos se apoiarão sobre berços idênticos aos previstos para bueiros tubulares ou conforme projeto. A seqüência executiva envolve as seguintes etapas:

- ▶ Escavação das valas com as declividades e profundidades previstas no projeto, em largura superior ao diâmetro do tubo em 60cm ou na largura indicada pela Fiscalização;
- ▶ Compactação do fundo das valas com soquetes manuais ou mecânicos;
- ▶ Instalação dos tubos, conectando-se às bocas-de-lobo, caixas de ligação e passagem, poços de visitas ou saídas de concreto;
- ▶ Rejuntamento dos tubos com argamassa cimento-areia, traço 1:4; e;
- ▶ Execução do reaterro.

Os tubos de concreto armado a serem empregados terão armadura simples e serão do tipo de encaixe macho e fêmea ou ponta e bolsa, devendo atender às prescrições contidas na NBR 9794 da ABNT – “Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais”. A classe de tubo a empregar deverá ser compatível com a altura de aterro prevista. Os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento-areia, traço 1:4.

5.6. Concreto Armado para Obras de Arte Correntes (25,0 Mpa)

5.6.1. Materiais

- **Cimento** - Não havendo indicação em contrário, o cimento a empregar será o Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer as prescrições das NBR 5732 e NBR 5735 da ABNT. Caberá a Fiscalização aprovar o cimento a ser empregado, podendo exigir a apresentação de certificado de qualidade, quando julgar necessário. Todo cimento deverá ser entregue no local da obra, em sua embalagem original. O cimento deverá ser armazenado em local seco e abrigado, por tempo e forma de empilhamento que não comprometam a sua qualidade. Será permitido o uso de cimento a granel, desde que, em cada silo, seja depositado cimento de uma única procedência. O cimento, em silo, só poderá ficar armazenado por período tal que não venha a comprometer a qualidade.
- **Agregados** - Os agregados para a confecção de concreto ou argamassa deverão ser materiais resistentes e inertes, de acordo com as definições a seguir. Deverão ser armazenados separadamente, isolados do terreno natural, procurando-se evitar a contaminação.
- **Agregado Miúdo** – O Agregado miúdo é a areia natural quartzosa de diâmetro menor ou igual a 4,8mm. Deve ser limpo e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação Pertinente. Somente mediante autorização da Fiscalização, poderão ser empregadas areias artificiais provenientes de rocha sadia.
- **Agregado Graúdo** - Consistirá de pedra britada, seixo rolado britado ou não, de diâmetro máximo superior a 4,8mm e inferior a 75mm isento de partículas aderentes, e não podendo apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação Pertinente. O agregado graúdo será constituído pela mistura de partículas de diversos diâmetros, em proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.
- **Água** - A água para preparação dos concretos e argamassas deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleos, ácidos, álcalis, matéria orgânica, etc., e obedecer à Especificação Pertinente.
- **Aço para as Armaduras e/ou Tela em Aço** - A qualidade do aço a empregar deverá atender às prescrições da ABNT.
- **Formas para Concretos**- As formas deverão ser constituídas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões do projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Deverão ser projetadas de modo que sua remoção não cause dano ao concreto e que comportem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto. As dimensões, nivelamento e verticalidade das formas deverão ser verificados cuidadosamente. Deverão ser removido do interior das formas todo pó de serra, aparas de madeira e outros restos de material. Em pilares, nos quais o fundo é de difícil limpeza, devem-se deixar aberturas provisórias para facilidade desta operação. As juntas das formas deverão obrigatoriamente, ser vedadas, para evitar perda de argamassa do concreto ou de água. Nas formas para superfícies à vista, o material deve ser madeira compensada, chapas de aço ou tábuas revestidas com lâminas de compensado ou folhas metálicas. Para superfícies que não fiquem aparentes, o material utilizado pode ser a madeira comumente usada em construções (tábuas de pinho do Paraná de 3ª, por exemplo). Antes da concretagem, as formas deverão ser abundantemente molhadas. As braçadeiras de aço para as formas deverão ser construídas e aplicadas de modo a permitir a sua retirada sem danificar o concreto. O prazo para desmoldagem será o previsto pela NBR 6118, da ABNT. O cimbramento deverá ser projetado e construído de modo que receba todos os esforços atuantes sem sofrer deformações. Para isto, deverão ser evitados apoios em elementos sujeitos a flexão, bem como adotados contraventamento para a obtenção da rigidez necessária. Quando o terreno natural for rochoso ou mesmo

de uma boa consistência, sem ser suscetível à erosão ou ao desmoronamento, o cimbramento poderá apoiar-se diretamente sobre o mesmo, no caso de rocha, ou sobre pranchões dispostos horizontalmente, no outro caso.

5.6.2. Preparo

O concreto poderá ser preparado no local da obra ou recebido pronto para emprego imediato, quando preparado em outro local, e transportado.

O preparo do concreto no local da obra deverá ser feito em betoneira de tipo e capacidade aprovados pela Fiscalização e somente será permitida a mistura manual em casos de emergência, com a devida autorização da Fiscalização, desde que seja enriquecida a mistura, com pelo menos 10% do cimento previsto no traço adotado. Em hipótese alguma a quantidade total de água de amassamento será superior à prevista na dosagem, havendo sempre um valor fixo para o fator água/cimento.

Os materiais serão colocados no tambor de modo que uma parte da água de amassamento seja admitida antes dos materiais secos; a ordem de entrada na betoneira será: parte do agregado graúdo, cimento, areia, e o restante da água de amassamento e, finalmente, o restante do agregado graúdo. Os aditivos deverão ser adicionados à água em quantidades certas, antes do seu lançamento no tambor, salvo recomendações de outro procedimento, pela Fiscalização.

A mistura volumétrica do concreto deverá ser sempre preparada para uma quantidade inteira de sacos de cimento. Os sacos de cimento que, por qualquer razão, tenham sido parcialmente usados, ou que contenham cimento endurecido, serão rejeitados. O uso de cimento proveniente de sacos usados ou rejeitados não será permitido.

Todos os dispositivos, destinados à medição para preparo do concreto deverão estar sujeitos à aprovação da Fiscalização.

Quando a mistura for feita em central de concreto, situada fora do local da obra, a betoneira e os métodos usados deverão estar de acordo com os requisitos deste item.

O concreto deverá ser preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato. O concreto que estiver parcialmente endurecido não deverá ser remisturado.

5.6.3. Transporte

Quando a mistura for preparada fora do local da obra, o concreto deverá ser transportado para o canteiro de serviço em caminhões betoneiras. O fornecimento do concreto deverá ser regulado de modo que a concretagem seja feita continuamente, a não ser quando retardada pelas operações próprias da concretagem. Os intervalos entre as entregas deverão ser tais que não permitam o endurecimento parcial do concreto já colocado, não devendo exceder a 30 minutos.

5.6.4. Lançamento

O lançamento do concreto de uma altura superior a dois metros, bem como o acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e o seu posterior deslocamento, ao longo das formas, não serão permitidos.

Calhas, tubos ou canaletas poderão ser usados como auxiliares no lançamento do concreto. Deverão estar dispostos e ser usados de modo que eles próprios não provoquem segregação do concreto.

Todas as calhas, canaletas e tubulões deverão ser mantidas limpas e isentas de camada de concreto endurecido, devendo ser preferencialmente feitas ou revestidas com chapas metálicas.

Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a água parada no local do lançamento. O método de lançar o concreto deverá ser regulado de modo a que sejam obtidas camadas aproximadamente horizontais.

5.6.5. Adensamento

O concreto deverá ser bem adensado dentro das formas mecanicamente, usando-se para isso vibradores de tipo e tamanho aprovados pela Fiscalização. Somente será permitido o adensamento manual em caso de interrupção no fornecimento de força

motriz aos aparelhos mecânicos empregados, e por período de tempo mínimo indispensável ao término da moldagem da peça em execução, devendo-se, para este fim, elevar o consumo de cimento de 10%, mantido o fator água/cimento.

Para a concretagem de elementos estruturais, serão empregados, preferivelmente, vibradores de imersão com diâmetro da agulha vibratória adequado às dimensões da peça, ao espalhamento e à densidade de ferros da armadura metálica, a fim de permitir a sua ação em toda a massa a vibrar, sem provocar, por penetração forçada, o afastamento das barras de suas posições corretas.

A posição correta de emprego de vibradores de imersão é a vertical, devendo ser evitado seu contato demorado com as paredes das formas ou com as barras da armadura, assim como sua permanência demasiada em um mesmo ponto, o que poderá causar refluxo excessivo da pasta em torno da agulha.

O afastamento de dois pontos contíguos de imersão do vibrador deverá ser de no mínimo 30cm.

A consistência dos concretos deverá satisfazer às condições de adensamento com a vibração e a trabalhabilidade exigida pelas peças a moldar.

5.6.6. Cura e Proteção

O concreto a fim de atingir sua resistência total, deverá ser curado e protegido eficientemente contra o sol, vento e chuva. A cura deve continuar durante um período mínimo de 3 dias após o lançamento, caso não existam indicações em contrário.

A água para a cura deverá ser da mesma qualidade da usada para a mistura do concreto.

6. ENTRADAS E DESCIDAS D'ÁGUA EM TALUDES (ENTRADAS – CALHAS)

Entradas d'água são dispositivos de drenagem que coletam as águas conduzidas por meios-fios ou sarjetas e as conduzem às descidas d'água, em pontos baixos ou em pontos de greide contínuo em que a vazão-limite dos dispositivos de condução longitudinal é atingida. No caso de pontos baixos a entrada d'água recebe fluxo pelos dois lados e no caso de greide contínuo, apenas do lado de montante.

Todos os materiais utilizados deverão atender integralmente às especificações em vigor para execução de Obras de Drenagem:

O concreto utilizado deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica à compressão (fck) min., aos 28 dias de 20MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 7187.

O concreto utilizado deverá ser preparado em betoneiras, com fator água/cimento apenas suficiente para se alcançar boa trabalhabilidade. Deverá ser preparado em quantidade suficiente para seu uso imediato, não se permitindo o lançamento após decorrida mais de 1 hora do seu preparo.

Deverão ser executadas juntas de dilatação a intervalos de no máximo 10m, medidos segundo o talude, preenchendo-se estas juntas com cimento asfáltico.

Especial atenção deve ser dada à conexão da descida d'água com os dispositivos de entrada (entrada d'água ou boca jusante de bueiro tubular) e com a sua descarga em caixa coletora ou dissipador de energia.

6.1. DISSIPADORES DE ENERGIA (SAÍDAS D'ÁGUA)

Dissipadores de energia são dispositivos de drenagem superficial aplicáveis a extremidades de outros dispositivos, cujo deságüe no terreno natural possa provocar erosões. Os dissipadores usualmente são moldados "in loco", têm como finalidade reduzir a velocidade de escoamento das águas, para evitar os efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

O concreto utilizado deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica à compressão (fck) min., aos 28 dias de 20MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 7187.

A pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção de concreto. O diâmetro da pedra-de-mão deve se situar na faixa de 20 a 25cm.

O método construtivo destes dispositivos desenvolve-se da mesma forma dos dissipadores com redentes, ressalvando-se que, para suas implantações, a escavação deverá dispor de fundo de canalização com o escalonamento dos diversos patamares, com declividade inferior ao terreno natural. Por esta razão, torna-se necessário um rigoroso controle da altimetria do dispositivo e cuidados particulares quanto às paredes da canalização que, dispondo de alturas variáveis, necessitam de maior atenção na compactação do terreno de fundação, no reaterro e na estrutura dos degraus.

O nível das saídas d'água deverá se dar no mesmo nível do terreno;

Se possível evitar escavações que excedam às dimensões do dissipador de energia e requeiram complementação com solo local compactado, gerando possíveis pontos de erosões;

O concreto utilizado deverá ser preparado em betoneiras, com fator água/cimento apenas suficiente para se alcançar boa trabalhabilidade. Deverá ser preparado em quantidade suficiente para seu uso imediato, não se permitindo o lançamento após decorrida mais de 1 hora do seu preparo.

A argamassa cimento-areia deverá ser preparada, preferencialmente, em betoneiras; e

Especial atenção deverá ser dada à conexão das saídas dos dispositivos com os dissipadores de energia, de forma a evitar pontos fracos ou de infiltração de água. Se necessário, rejuntar a zona de contato com cimento asfáltico.

7. SINALIZAÇÃO

7.3 Faixa Horizontal com Tinta Reflexiva a Base de Resina Acrílica Emulsificada em Água

A fase de execução envolve as etapas de preparação do revestimento, pré-marcação e pintura.

A tinta utilizada deverá atender a norma NBR 13699.

A espessura da tinta após aplicação, quando úmida, deverá ser no mínimo 0,5 mm. a sua espessura após a secagem deverá ser no mínimo 0,3 mm, quando medida sem adição de micro-esferas de vídeo "drop on".

7.1.1. Preparação do Revestimento

A superfície a ser demarcada deve estar limpa, seca e isenta de detritos ou outros elementos estranhos;

Quando a simples varredura ou jato de ar não sejam suficientes para remover todo o material estranho, o revestimento deve ser limpo de maneira adequada e compatível com o tipo de material a ser removido;

Nos revestimentos novos deve ser previsto, um período para a sua cura antes da execução da sinalização definitiva.

7.1.2. Pré-Marcação

A pré-marcação consiste no alinhamento dos pontos locados pela topografia, pela qual o operador da máquina irá se guiar para aplicação do material.

A locação topográfica tem por base o projeto de sinalização, que norteará a aplicação de todas as faixas, símbolos e legendas.

7.1.3. Pintura

A pintura consiste na aplicação do material por equipamentos adequados, de acordo com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização;

A tinta aplicada deve ser suficiente, de forma a produzir marcas com bordas claras e nítidas e uma película de cor e largura uniformes;

A tinta deve ser aplicada de tal forma a não ser necessária nova aplicação para atingir a espessura especificada;

No caso de adição de microesferas de vidro tipo “pré-mix”, pode ser adicionada à tinta no máximo 5% em volume de solvente compatível com a mesma, para ajustagem da viscosidade. No caso de tinta à base de água, o solvente usado é água potável.

A pintura deverá ser aplicada quando o tempo estiver bom ou seja, sem ventos excessivos, poeiras e neblinas.

Na aplicação da pintura deverá ser respeitada a temperatura ambiente e da superfície da via, bem como a umidade relativa do ar, com obediência aos seguintes limites: temperatura entre 10°C a 40°C e a umidade relativa do ar até 90%.

Na execução das faixas retas, qualquer desvio das bordas excedendo 0,01m, em 10m, deve ser corrigido.

7.2. Tachão Reflexivo Bidirecional

Tachão refletivo é um dispositivo com retrorefletor, que vai fixado no pavimento da via como complemento de sinalização horizontal (lombada, redutor de velocidade). Ele pode ser composto por dois refletivos (bidirecional) e será confeccionado em resina poliéster de alta resistência na cor amarela.

7.3. Placas de Advertência e Regulamentação

A superfície da placa deverá ser lisa e plana em ambas as faces, de fácil limpeza e deverá manter a *performance* mesmo quando molhada;

Todas as placas deverão ter acabamento uniforme e bordas não serrilhadas. As mensagens e tarjas devem ser bem definidas;

Chapas de aço 1010/1020 – bitola nº 16, cristais normais galvanizadas, na espessura nominal de 1,55 mm, e devem atender a norma NBR -7008;

As placas de aço 1010/1020 serão desengraxadas, decapadas e fosfatizadas com tratamento antiferruginoso, e terão aplicação de fundo à base de cromato de zinco e acabamento em esmalte sintético semibrilho de secagem em estufa a 140°C., ou pintura eletrostática a pó poliéster;

A película refletiva deve ser constituída de microesferas de vidro aderidas a uma resina sintética. Deve ser resistente a intempérie, possuir grande angularidade, de maneira a proporcionar ao sinal às características de forma, cor e legenda ou símbolos e visibilidade sem alterações, tanto a luz diurna, como a noite sob a luz refletida.

Os suportes metálicos para fixação das placas deverão ser executados, de acordo com o projeto de sinalização, em tubos de aço galvanizado.

As placas serão fixadas aos suportes através de parafusos de aço, cabeça francesa, com porcas e arruelas lisa de pressão, galvanizados, 5/16”x3.1/2” (suportes) e 1/4” x 1 1/2” (travessas).

OBS.: DEVERÁ SER APRESENTADO JUNTAMENTE COM O BOLETIM DE MEDIÇÃO, O RELATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE, CONTENDO RESULTADOS DOS ENSAIOS DEVIDAMENTE INTERPRETADOS, CARACTERIZANDO A QUALIDADE DO SERVIÇO EXECUTADO DE ACORDO COM A NORMA DO DNIT 031/2006-ES CITADAS NAS ESPECIFICAÇÕES.

8. PISOS

8.1. Piso Intertravado

Piso intertravados são elementos pré-fabricados de concreto de com formato que permite transmissão de esforços. Para o bom funcionamento do piso deve-se observar os seguintes elementos:

8.1.1. Confinamento

O confinamento externo é constituído por um passeio associado a meio-fio de concreto especificado a seguir.

8.1.2. Assentamento

Os blocos são assentados diretamente sobre a camada de areia previamente rasada.

Cada bloco é pego com a mão, encostado firmemente contra os outros já assentados, para então deslizar verticalmente até tocar no colchão.

O cuidado na colocação permite que se tenha a junta com abertura mínima: em média de 2,5 mm, quando a abertura ficar maior, é possível fechá-la com batidas de marreta de madeira ou borracha, na lateral do bloco e na direção aos blocos já assentados.

Os Blocos não devem ser golpeados na vertical para que fiquem rentes entre si: os golpes devem ser utilizados apenas para minimizar as juntas ou para corrigir o alinhamento.

Em pistas inclinadas é aconselhável executar a colocação de baixo para cima.

8.1.3. Compactação Inicial

As atividades de compactação são realizadas sobre o piso com o uso de vibrocompactadora e/ou placas vibratórias.

Em pavimentos com blocos de 6 cm de espessura é importante evitar o uso de equipamentos muito potentes, que podem provocar a quebra das peças.

Na primeira etapa de compactação, a vibrocompactadora e/ou placa vibratória passa sobre o piso pelo menos duas vezes e em direções opostas: primeiro completa-se o circuito num sentido e depois no sentido contrário, com sobreposição dos percursos para evitar a formação de degraus.

A compactação e o rejuntamento com areia fina avançam até um metro antes da extremidade livre, não-confinada, na qual prossegue a atividade de pavimentação.

Esta faixa não compactada só é compactada junto com o trecho seguinte.

Caso haja quebra de peças na primeira etapa de compactação, é preciso retirá-las com duas colheres de pedreiro ou chaves de fenda e substituí-las; isso fica mais fácil antes das fases de rejunte e compactação final.

8.1.4. Rejuntamento

O rejuntamento com areia fina diminui a permeabilidade do piso de água e garante o funcionamento mecânico do pavimento. Por isso é preciso utilizar materiais e mão-de-obra de boa qualidade na selagem e compactação final. Com rejunte mal feito os blocos ficam soltos, o piso perde travamento e se deteriora rapidamente.

Na hora da colocação, a areia precisa estar seca, sem cimento ou cal: nunca se utiliza argamassa porque isso tornaria o rejunte quebradiço.

Quando a areia estiver muito molhada, pode-se estendê-la em camadas finas para secar ao sol ou em área coberta.

A areia é posta sobre os blocos em camadas finas para evitar que sejam totalmente cobertos.

O espalhamento é feito com vassoura até que as juntas sejam completamente preenchidas.

8.1.5. Compactação Final

A compactação final é executada da mesma forma que o indicado para primeira etapa dessa atividade.

Deve-se evitar o acúmulo de areia fina, para que ela não grude na superfície dos blocos, nem forme saliências que afundem os blocos quando da passagem da vibrocompactadora e/ou placa vibratória.

É preciso fazer pelo menos quatro passadas da placa vibratória em diversas direções, numa atividade que se desenvolve por trechos de percursos sucessivos.

Encerrada esta operação o pavimento pode ser aberto ao tráfego.

Se for possível, deixar o excesso da areia.

8.2. Piso Podotátil

O piso terá as dimensões de 25 x 25 cm, PMC, Padrão Médio. A colocação será efetuada de modo a deixar as juntas perfeitamente alinhadas, com as espessuras a seguir definidas: As juntas entre os medirão dois milímetros. A cada 6 m ou 36 m², haverá uma junta de dilatação de 10 mm.

O lastro para receber argamassa de assentamento terá acabamento desempenado e sua execução antecederá de, no mínimo, 10 dias a colocação dos ladrilhos.

Na eventualidade de vir a ser necessário o corte de piso podotátil, esta operação será executada com cortadores e separadores mecânicos. A superfície inferior do piso podotátil, por ocasião do assentamento, estará perfeitamente limpa. Poderão ser assentes, também, com argamassa de alta adesividade. Neste caso, não serão umedecidos.

9. SERVIÇOS DIVERSOS

9.1 Limpeza da Obra

A obra será entregue em perfeito estado de limpeza e conservação: deverão apresentar funcionamento perfeito todas as suas instalações, equipamentos e aparelhos, com as instalações definitivamente ligadas às redes de serviços públicos. Será removido todo o entulho do terreno, sendo cuidadosamente limpos e varridos os acessos. Todas as cantarias, alvenarias de pedra, pavimentação, revestimentos, cimentados, ladrilhos, pedras, azulejos, vidros, aparelhos sanitários, etc., serão limpos, abundante e cuidadosamente lavados, de modo a não serem danificadas outras partes da obra por estes serviços de limpeza.

V. Quadro de Cubação

VII. *Planilha de Quantitativos*

VIII. *Cronograma Físico Financeiro*

IX. Composição do BDI

X. Encargos Sociais

XI. Composições

XII. Peças Gráficas