

MUNICÍPIO
DE
CORDILHEIRA ALTA

Projeto: Pavimentação Asfáltica

Local: Rodovia EMCA-211

MUNICÍPIO DE CORDILHEIRA ALTA
PROJETO: Pavimentação Asfáltica
LOCAL: Rodovia EMCA-211

MEMORIAL DESCRITIVO

O presente memorial descritivo refere-se à execução de pavimentação asfáltica da rodovia EMCA-211, ciclovia e passeio lateral, num total de 5.667,20 m², sendo a pavimentação executada sobre terreno natural.

• **SERVIÇOS PRELIMINARES**

Dentre os serviços preliminares podemos destacar a mobilização das forças de trabalho até o local onde serão executados os trabalhos e a administração local da obra. Por ser uma obra de pequeno porte não se faz necessária a instalação de um canteiro e acampamento de obra próximo, porém é de suma importância prever os gastos com a mobilização e a administração local.

Também se deve levar em consideração custos relativos do encarregado geral da obra e do engenheiro responsável pela execução e fiscalização dos serviços executados.

Deverá ser instalada a placa referente ao convênio responsável pelo repasse como indicado abaixo no item "Placas da obra".

• **DRENAGEM PLUVIAL**

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

Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo captar e interceptar as águas que precipitam sobre o corpo estradal, taludes e áreas que a eles convergem, conduzindo-as para locais de deságüe seguro, sem causar erosão nas áreas vizinhas ou comprometer a estabilidade do maciço.

As vazões de contribuição foram determinadas através do método racional, adotando-se os parâmetros a seguir:

- | | |
|--|--------------|
| • asfalto e concreto: | C = 0,90 |
| • talude gramado: | C = 0,70 |
| • área entre offset e valeta de coroamento: | C = 0,50 |
| • período de recorrência para bueiros tubulares: | 25 anos |
| • período de recorrência para bueiros celulares: | 25 anos |
| • período de recorrência para demais dispositivos: | 10 anos |
| • tempo de concentração: | 6 minutos |
| • intensidade de precipitação para Tr = 10 anos: | 161,80 mm/h. |

Na determinação da capacidade de vazão utilizou-se a fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{i_L}$$

onde:

- V = velocidade, em m/s;
- n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- R = raio hidráulico, em m;
- i_L = declividade longitudinal, em m/m;

$$Q = V \times A$$

onde:

- Q = vazão afluente, em m³/s;
- V = velocidade, em m/s;
- A = área da seção molhada, em m².

Adotou-se, para o presente projeto, coeficiente de rugosidade $n = 0,014$, tanto para superfícies revestidas em concreto quanto asfaltadas.

Valeta de Proteção

As valetas de proteção têm por objetivo proteger os taludes de corte e de aterro da ação das águas que a eles convergem.

Foi adotada a seção transversal trapezoidal revestida com grama em leiva para ambas as valetas. Os dispositivos escolhidos recebem a denominação VPC (corte), VPA (aterro), com seção trapezoidal, taludes 1 (H):1 (V), largura da base 0,40 m e altura de 0,40m.

a) Corte

As valetas de proteção de corte têm a função de interceptar e conduzir as águas que demandam aos taludes de corte para locais adequados, tais como talvegues, valas ou bueiros. Esses dispositivos são posicionados a uma distância mínima de 3,00 m do offset.

Quando houver necessidade de declividades mais suaves, para evitar erosão na valeta, esta será progressivamente afastada da crista do corte.

b) Aterro

As valetas de proteção de pé de aterro têm a função de proteger o talude de aterro da erosão. São recomendadas quando a declividade transversal do terreno natural está voltada em direção ao talude. São posicionadas a 1,00 m do offset, de forma a coletar e conduzir as águas para locais que não tragam prejuízo aos taludes.

Sarjetas

As sarjetas foram projetadas ao longo dos cortes para drenar as águas precipitadas sobre a plataforma e taludes de corte. Sua seção é triangular e seu revestimento em concreto.

Foi adotada para a sarjeta em concreto com a seção triangular para corte em solo Tipo – II.

Dimensionamento de valetas e sarjetas

O dimensionamento hidráulico das valetas, sarjetas e meios-fios foi elaborado com o emprego da fórmula de Manning, associada à Equação da Continuidade. Consiste em determinar a extensão máxima admissível sem que ocorra o transbordamento, ou seja, o comprimento crítico. Assim, para extensões maiores que o limite admissível deve ser implantado uma saída ou um dispositivo de captação para esgotamento das valetas, sarjetas e meios-fios.

Com base nas características físicas das seções das valetas, sarjetas e meios-fios e considerando uma largura de contribuição, calculou-se a capacidade (vazão máxima de escoamento), a velocidade e comprimento crítico para várias inclinações longitudinais.

Para tanto, foi adotado o coeficiente de Manning para revestimento de concreto, $n=0,015$. A velocidade limite para o escoamento em dispositivos com revestimento em concreto é 4,0 m/s.

As fórmulas empregadas no cálculo da vazão máxima, da velocidade e comprimento crítico dos das valetas, sarjetas e meios-fios são apresentadas a seguir. Para o cálculo do comprimento crítico, usou-se a fórmula do Método Racional, onde "d" é o comprimento crítico e L a largura máxima da área de contribuição. Adotou-se, também, o coeficiente de escoamento superficial da área de contribuição como sendo $c=0,90$.

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

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

$$d = 36 \times 10^4 \times \frac{Q}{c \times i \times L}, \text{ onde:}$$

- Q =vazão máxima admissível (m³/s);
- A = área molhada (m²);
- R = raio hidráulico (m);
- I = declividade longitudinal (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade;
- V = velocidade de escoamento (m/s);
- d = comprimento crítico (m);
- c = coeficiente de escoamento da área de contribuição;
- i = intensidade pluviométrica (cm/h); e
- L= largura máxima da área de contribuição (m).

Admitiu-se um tempo de concentração de 6 minutos e período de recorrência de 10 anos, resultando, assim, uma intensidade pluviométrica de $i=16,18$ cm/h. Os valores calculados para os dispositivos são apresentados a seguir.

I (m/m)	VPC / VPA			STC-I			Meio-fio		
	L (m)	150,00		L (m)	15,00		L (m)	7,00	
	P (m)	1,5314		P (m)	0,9126		P (m)	0,8807	
	A (m ²)	0,32		A (m ²)	0,0938		A (m ²)	0,0388	
	R (m)	0,21		R (m)	0,103		R (m)	0,04	
	N	0,035		N	0,015		N	0,015	
	Q (m ³ /s)	V (m/s)	D (m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	D (m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	D (m)
0,005	0,228	0,71	47	0,097	1,04	160	0,022	0,55	77
0,010	0,323	1,01	67	0,137	1,46	226	0,031	0,77	109
0,015	0,396	1,24	82	0,168	1,79	277	0,038	0,94	134
0,020	0,457	1,43	94	0,194	2,07	320	0,044	1,09	154
0,025	0,511	1,60	105	0,217	2,32	358	0,049	1,22	173
0,030	0,559	1,75	115	0,238	2,54	392	0,054	1,34	189
0,035	0,604	1,89	124	0,257	2,74	424	0,058	1,44	204

0,040	0,646	2,02	133	0,275	2,93	453	0,062	1,54	218
0,045	0,685	2,14	141	0,291	3,11	480	0,066	1,64	232
0,050	0,722	2,26	149	0,307	3,28	506	0,069	1,72	244
0,055	0,758	2,37	156	0,322	3,44	531	0,072	1,81	256
0,060	0,791	2,47	163	0,337	3,59	555	0,076	1,89	267
0,065	0,824	2,57	170	0,350	3,73	577	0,079	1,97	278
0,070	0,855	2,67	176	0,364	3,88	599	0,082	2,04	289
0,075	0,885	2,76	182	0,376	4,01	620	0,085	2,11	299
0,080	0,914	2,86	188	0,389	4,14	641	0,087	2,18	309
0,085	0,842	2,94	194	0,401	4,27	660	0,090	2,25	318
0,090	0,969	3,03	200	0,412	4,39	679	0,093	2,31	327
0,095	0,996	3,11	205	0,424	4,52	689	0,095	2,38	336
0,100	1,021	3,19	210	0,435	4,63	716	0,098	2,44	345

Transposição de segmentos de sarjetas

Nos locais onde existem acessos secundários que coincidam com segmentos das sarjetas foram projetadas as transposições.

As transposições serão executadas com tubos de 0,30 m de diâmetro, envelopado com concreto fck > 11,0 MPa, conforme detalhe tipo apresentado no Projeto Executivo.

Obras de Arte Correntes

Os bueiros têm por objetivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural ou por quaisquer dispositivos de drenagem, de um lado para o outro do corpo estradai.

Deste modo, o sistema de drenagem aqui proposto consiste na condução das águas providas de talvegues, sarjetas e valetas até as caixas coletoras ou bocas, onde serão captadas e conduzidas, através de bueiros para deságue em local apropriado.

Foram projetados, também, bueiros de greide ao longo do trecho. Sua função é a de captar as águas provenientes dos dispositivos de drenagem superficiais e profundos, conduzindo estas águas para locais apropriados.

No projeto foram previstos bueiros tubulares com dimensões variadas sendo estas, de acordo com as descargas das bacias hidrográficas calculadas nas planilhas de dimensionamento hidrológico.

O dimensionamento hidráulico para a verificação da capacidade das obras existentes foi feito com o emprego da fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{i_L}$$

$$Q = V \times A$$

onde:

- V = velocidade, em m/s;
- Q = vazão afluente, em m³/s;
- n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- R = raio hidráulico, em m;
- i_L = declividade longitudinal, em m/m;
- A = área da seção molhada, em m².

Adotou-se coeficiente de rugosidade $n = 0,017$, para considerar o aumento da rugosidade com o passar dos anos e lâmina de no máximo 70% da altura da seção de vazão.

O dimensionamento geométrico foi feito com base no levantamento topográfico das seções transversais no local de cada uma das obras.

Drenagem Subterrânea

A drenagem subterrânea tem por finalidade remover as águas infiltradas no corpo estradai, bem como rebaixar o nível do lençol freático, evitando assim, que por ascensão capilar, a água subterrânea afete a estabilidade do subleito, comprometendo o desempenho do pavimento.

Assim, para a interceptação, coleta e remoção das águas subterrâneas foram projetados drenos longitudinais.

Cortes em solo

O dreno projetado foi o Tipo I, com as dimensões de 0,50 m de largura e 1,50 m de profundidade. É constituído de um tubo de concreto perfurado de 0,20 m de diâmetro e tendo como material de enchimento a brita.

Este dreno deverá se localizar na extremidade da camada de sub-base, com desenvolvimento longitudinal, nos lados de montante das seções em corte. Para o deságue dos drenos, previu-se a implantação de saídas Tipo "L". Nos locais onde os drenos são interceptados por bueiros, as suas saídas se darão nestes, sendo em suas alas ou em caixas coletoras, conforme o caso.

Drenagem do Pavimento

Nos pontos baixos do greide, e nos trechos com rampas superiores a 3,0%, com espaçamento médio de 200,00 m, o pavimento será drenado através de dreno transversal, com dimensões de 0,20 m de largura e 0,30 m de profundidade posicionados transversalmente, e com uma esconsidade de 15°.

Escavações

Serão feitas as escavações necessárias para execução da alvenaria. Nos aterros deverá ser utilizado material isento de matéria orgânica, em camadas sucessivas de 20cm, molhadas e apiloadas, garantindo-se a estabilidade do terreno.

O sentido normal da escavação será sempre de jusante para montante. Quando a coesão do solo for muito baixa deverá ser efetuado escoramento de madeira para evitar o desmoronamento.

A reposição da terra na vala deverá ser executada da seguinte maneira: - Inicialmente deverá ser colocado material de granulometria fina de cada lado da canalização, o qual irá sendo cuidadosamente apiloado. Será conveniente tomar precauções de compactar todo solo até cerca de 60 cm acima do tubo, fazendo-se sempre esta compactação lateralmente ao tubo. Depois de 60 cm a terra será compactada em camadas de no máximo 20 cm.

A largura da vala será igual ao diâmetro externo do tubo acrescido de 60 cm para tubos de diâmetro de 30 cm e 40 cm, acrescido de 70 cm para diâmetros de tubos de 50 cm e 60 cm e acrescido de 1,0m para tubos de 80 cm e 1,0m de diâmetro.

A profundidade da tubulação será de no mínimo: 100cm para tubos de $d=30\text{cm}$ e 40cm ; de 120cm para tubos de $d=60\text{cm}$; de 160cm para tubos de $d=80\text{cm}$ e de 200cm para tubos de $d=100\text{cm}$.

Alvenaria

Serão executadas em tijolo maciço, nas dimensões de projeto. Os tijolos deverão ser molhados antes de sua colocação.

O assentamento será com argamassa 1:4 ou 1:5 com areia média e produto substituto da cal. As juntas terão espessura máxima de 15mm e rebaixadas a ponta de colher.

O assentamento da tubulação deverá ser feito sobre a argila compactada ou quando o solo for rochoso deverá ser realizado um colchão em areia ou pedrisco, para então assentar a tubulação.

Tubulação

Os tubos em concreto simples utilizados na obra deverão ser da classe PS-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,30m, 0,40m e 0,50 m;

Os tubos em concreto armado utilizados na obra deverão ser da classe PA-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,60, 0,80, 1,00, 1,20, 1,50 m e 2,00m.

Os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

Órgãos complementares

Os órgãos complementares da rede pluvial serão as bocas de lobo, caixas de ligação e a canalização do esgotamento das bocas de lobo. As bocas de lobo deverão ser executadas com dimensões que se possa ter acesso à tubulação para ser realizada a limpeza quando necessária. Quando se utilizar sistemas de drenagem sem poços de visita, a manutenção será feita pelas bocas de lobo das galerias, sendo que estas deverão ser executadas com as dimensões especificadas para as caixas de ligação anexas, com a grelha na parte superior.

Os dispositivos de boca de lobo e caixas de ligação serão executados com concreto armado com $f_{ck} \geq 20,0 \text{MPa}$ e terão o traço da argamassa de revestimento interno de 1:2:8 em cimento, cal e areia. A espessura do revestimento interno da boca de lobo e caixa de ligação será de no mínimo 1,5cm.

• TERRAPLENAGEM, SUB-LEITO, SUB-BASE E BASE

A pavimentação será executada sobre o leito original, e como o mesmo se apresenta na maior parte do trecho em condições favoráveis para a pavimentação, serão feitos apenas serviços para conformação da pista.

As obras de terraplenagem deverão estar concluídas antes do início da construção do pavimento. Inicialmente será feita a marcação da terraplenagem conforme o projeto, para em seguida serem executados os serviços necessários.

A superfície do subleito deverá ser regularizada na largura de toda pista, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal do projeto. Proceder-se, então, à escarificação do material, e o seu umedecimento até o teor ótimo de umidade, determinado pelo ensaio de Proctor simples.

A compressão deverá iniciar-se nos bordos, e prosseguir para o centro, devendo cada passada do compressor cobrir, pelo menos, metade da faixa coberta na passada anterior. Nas zonas onde é impossível passar-se o compressor, a compressão deverá ser executada com soquetes manuais ou mecânicos. A compressão estará terminada quando for atingida 95% da densidade máxima, obtida pelo ensaio de Proctor simples. Nas curvas, a compressão deverá começar no bordo interno e progredir até o bordo externo.

Terminada a compressão, o acabamento deverá ser verificado por meio de réguas, devendo as saliências e reentrâncias serem corrigidas.

Sobre o subleito preparado, não será permitido trânsito, devendo a base e o pavimento asfáltico serem executados o mais rapidamente possível, para evitar danos por chuvas.

Onde o subleito não apresenta condições favoráveis à compactação como: baixo suporte, material saturado, etc., deverá o material existente ser retirado e substituído por material selecionado, de modo a conseguir-se um bom suporte.

Sub-base e base

Sobre o subleito preparado será executada uma sub-base com rachão na espessura de 30,0 cm que será travada com a camada final da base com brita graduada na espessura de 15,0 cm. As camadas serão devidamente compactadas.

• PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Para a execução da pavimentação asfáltica, deverá ser feita a utilização das normas criadas pelo DNIT. Para isto, devem ser analisados e definidos alguns pontos básicos, como por exemplo, o traço da mistura, a espessura do revestimento, o controle tecnológico dos procedimentos básicos de execução. Estas informações também podem ser visualizadas nas DNER-ME – Métodos de Ensaio.

Relatório do projeto

O presente projeto de pavimentação asfáltica tem por objetivo conceber uma estrutura construída destinada a:

- Melhorar as condições de rolamento do tráfego, proporcionando economia, comodidade e segurança;
- Resistir e distribuir ao subleito (terreno de fundação do pavimento a ser construído) os esforços verticais oriundos do tráfego de veículos;
- Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento;
- A princípio o pavimento será constituído das camadas, quais sejam:

- SUB-BASE e BASE: camadas de material granular destinadas a resistir às deformações e distribuir os esforços verticais oriundos das tensões (pressões) dos veículos, e sobre as quais se executará a capa de rolamento. No presente projeto a sub-base será de pedra rachão e a base de brita graduada.
- CAPA DE ROLAMENTO: camada composta de agregados e material betuminoso, tanto quanto possível impermeável e coesa, que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos e intempéries como água, vento, temperatura, atritos, impactos mecânicos e outros, destinada a resistir aos esforços tangenciais de cisalhamento, frenagem, aceleração movimentação centrífuga e outros.

Para este projeto optou-se pelo pavimento de concreto betuminoso asfáltico a quente – CBUQ, comumente utilizado nas obras de pavimentação urbana e rural de Santa Catarina, que vem apresentando um fator “custo x benefício” bastante apropriado para a maioria dos municípios de pequeno e médio porte do estado.

Sendo o pavimento constituído por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentadas sobre um semi-espaco infinito que é o subleito, o problema geral do dimensionamento deste tipo de pavimento consiste em considerar um ponto P qualquer do sistema, no subleito ou no pavimento, e determinar, para este ponto, quando o sistema é solicitado por uma carga de roda Q, o estado de tensão, a deformação e se vai, ou não, haver ruptura.

O sistema será considerado satisfatório, do ponto de vista do dimensionamento, quando não houver ruptura em nenhum ponto, ou quando a deformação máxima satisfizer os limites previamente fixados, sendo as espessuras das camadas aquelas necessárias e suficientes.

Este projeto tomará como referência o Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT – 66/79.

Estudo de tráfego

Com referência a este projeto, a pavimentação asfáltica será executada em área industrial, com predominância de tráfego de caminhões. Para que se possa sistematizar um procedimento de dimensionamento de pavimento flexível e utilizar o método citado, considerar-se-á a incidência de um número de solicitações de um eixo padrão de 8,2 toneladas devido ao tráfego (número N) que representa uma média adotada em ruas semelhantes ao presente projeto, ou seja, $N=10^5$.

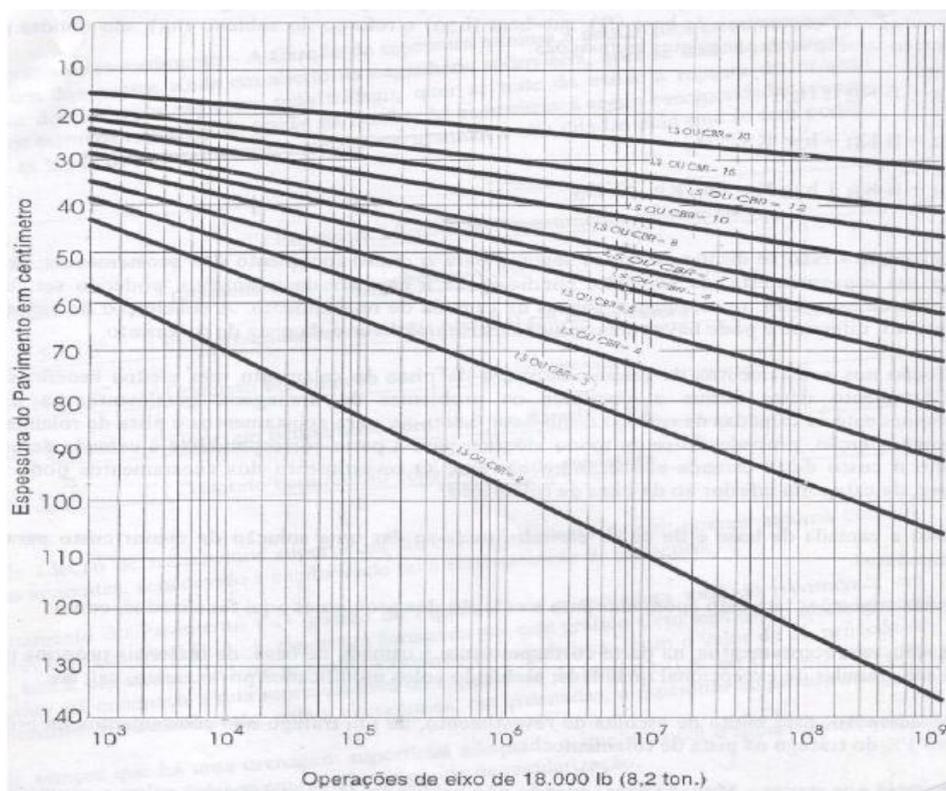


Ilustração 1: Ábaco para dimensionamento de espessuras de pavimentos

Capacidade de suporte do subleito – CBR

Neste projeto optou-se por adotar um valor de índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) do subleito considerando que o pavimento existente em pedras irregulares é existente e com muitos anos de tráfego sobre o mesmo. Portanto, o CBR mínimo do subleito adotado é de 5,0%.

DIMENSIONAMENTO DA PAVIMENTAÇÃO

Espessura mínima de revestimentos betuminosos:

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Ilustração 2: Espessuras mínimas da camada betuminosa. Fonte: DNIT (2006)

Uma vez definidos os parâmetros N e CBR do subleito, pode-se dimensionar o pavimento através do ábaco de dimensionamento e das inequações abaixo:

$$R K_r + B K_b \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R K_r + B K_b + h_{20} K_s \geq H_n \quad (2)$$

Onde:

R = espessura do revestimento

B = espessura da base

H₂₀ = espessura de sub-base

K_r = coeficiente estrutural do revestimento

K_b = coeficiente estrutural do material da base (solo granular)

K_s = coeficiente estrutural do material da sub-base (solo granular)

h₂₀ = espessura necessária acima da sub-base, admitindo material com CBR = 20%

H_n = espessura necessária acima do sub-leito com CBR = n, no caso deste projeto n = 5%

Notas:

1 – Devido às condições de tráfego desta via, adotamos a proteção da camada granular ou capa de rolamento com CBUQ executada em uma camada com espessura de 5,0 cm. A camada betuminosa então será: R = 5,0cm.

2 – Para o revestimento adotado: K_r = 2,0;

3 – Para solo granular: K_b e K_s = 1,0

Componentes do Pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento do concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	0,77 a 1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ²	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ²	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ²	1,20

Ilustração 3: Coeficiente de equivalência estrutural – K

Fonte: Manual de Técnicas de Pavimentação – Wlastermiller de Senço

Portanto temos em (1):

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

No ábaco de dimensionamento para $N = 10^5$ e $CBR = 20\%$, obtemos: $H_{20} = 20\text{cm}$

Substituindo, temos:

$$5 \times 2 + B \times 1 \geq 20\text{cm}$$

$$B \geq 10,0 \text{ cm}$$

A espessura da camada de base deve ser no mínimo de 10,0 cm. Será adotada base em brita graduada com espessura de 15 cm que é a espessura mínima preconizada.

Em (2) temos:

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

No ábaco de dimensionamento para $N = 10^5$ e $CBR = 5\%$, obtemos: $H_n = 50 \text{ cm}$

Substituindo, temos:

$$5 \times 2 + 15 \times 1 + h_{20} \times 1 \geq 50\text{cm}$$

$$h_{20} \geq 15\text{cm}$$

A espessura da camada de sub-base deve ser no mínimo de 25 cm. Será adotada camada com espessura de 30 cm.

RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Capa de rolamento em CBUQ = 5,0cm

Base granular com brita graduada = 15,0cm

Sub-base com pedra rachão = 30,0cm

PROCESSO EXECUTIVO

Imprimação

Generalidades

A imprimação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base, e tem por função proporcionar o fechamento e impermeabilização das camadas de suporte.

O material utilizado para a imprimação é derivado do petróleo, conhecido como asfalto diluído CM-30, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 1,20 litros/m².

A imprimação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor.

Execução

O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá também ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor.

A área a ser imprimada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder ao serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ambiente estiver inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis.

A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada.

Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície imprimada.

Pintura de ligação

Generalidades

A pintura de ligação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base (calçamento), e tem por função proporcionar a ligação entre a camada de base (calçamento) e a capa de rolamento (C.A.U.Q.).

O material utilizado para a pintura de ligação é derivado do petróleo, conhecido como emulsão asfáltica RR-2C, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 0,5 litros/m².

A pintura de ligação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor.

Execução

O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá também ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor.

A área a ser pintada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder com o serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ambiente estiver inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis.

A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada.

Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície pintada.

Revestimento em concreto asfáltico

Generalidades

Concreto asfáltico é um revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em uma usina adequada, de agregado mineral graduado, material de enchimento e material betuminoso, espalhado e compactado a quente sobre uma base pintada (pintura de ligação).

Materiais

- Material Betuminoso

Deverá ser empregado como material betuminoso o cimento asfáltico de petróleo (CAP-50/70).

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve ser de pedra britada, com partículas de forma cúbica ou piramidal, limpas, duras, resistentes e de qualidade razoavelmente uniforme. O agregado deverá ser isento de pó, matérias orgânicas ou outro material nocivo e não deverá conter fragmentos de rocha alterada ou excesso de partículas lamelares ou chatas.

- Agregado Miúdo

O agregado miúdo é composto de pedrisco e pó de pedra, de modo que suas partículas individuais apresentem moderada angulosidade, sejam resistentes e estejam isentas de torrões de argila ou outras substâncias nocivas.

- Composição da Mistura

O teor de asfalto será de 5,5%, sendo que a porcentagem de betume se refere à mistura de agregados, considerada como 100%.

Execução

O revestimento será em C.B.U.Q. (Concreto Betuminoso Usinado à Quente), e deve obedecer a faixa C especificada pelo DNIT.

O C.B.U.Q. será executado sobre a superfície após a realização da pintura de ligação. A massa asfáltica deverá deixar a usina a uma temperatura de no máximo 177° C, e chegar no local da obra a uma temperatura não inferior a 120° C. O transporte deste material deverá ser feito através da utilização de caminhões providos de caçamba metálica juntamente com lonas para a proteção e conservação da temperatura.

A aplicação do C.B.U.Q. sobre a pista deverá ser realizada através da vibroacabadora (camadas com espessura de acordo com o determinado em projeto). A rolagem deverá ser feita com a utilização do rolo pneumático e o fechamento com o rolo liso (tandem).

A rolagem deve ser iniciada à temperatura de 120°C e encerrada sem que a temperatura caia abaixo de 80°C. A compactação deverá ser iniciada nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro, de modo que os rolos cubram uniformemente em cada passada pelo menos a metade da largura de seu rastro da passagem anterior. Nas curvas, a rolagem deverá progredir do lado mais baixo para o lado mais alto, paralelamente ao eixo da guia e nas mesmas condições do recobrimento do rastro.

Os compressores não poderão fazer manobras sobre a camada que está sofrendo rolagem. A compressão requerida em lugares inacessíveis aos compressores será executada por meio de soquete manual ou placa vibratória.

As depressões ou saliências que aparecerem após a rolagem deverão ser corrigidas pelo afrouxamento e compressão da mistura até que a mesma adquira densidade igual ao material circundante.

Fiscalização do pavimento asfáltico

Todos os materiais utilizados na fabricação de Concreto Asfáltico (Insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor, sendo eles o cimento asfáltico de petróleo - CAP e os agregados (DNIT 031/2006 – ES).

De acordo com o DNIT um dos ensaios deve ser o de controle da quantidade de ligante na mistura. Devem ser efetuadas extrações de asfalto a cada 700 m² de pista, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053). A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de $\pm 0,3\%$.

Também deverá ser feito o ensaio de controle das características da mistura. Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNER-ME043). Os resultados obtidos deverão ser comparados com os parâmetros especificados em projeto.

O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura. Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.

Ensaio de Granulometria conforme DNER-ME 083. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

Também deverá ser verificada a espessura da camada e para isso deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras de projeto. Pare este ensaio deverão ser coletados no mínimo de 6 pontos.

Após a execução de todos os ensaios descritos acima a empresa executora deverá realizar o laudo técnico. O laudo técnico deverá ser realizado por empresa idônea e deverá ser acompanhado de ART do profissional responsável pelo serviço.

• PLACAS DA OBRA

– PLACA DO CONVÊNIO

Conforme previsto em contrato e orientações, todas as obras deverão possuir placas indicativas em conformidade com cores, medidas, proporções e demais orientações contidas no manual do convênio e deverão ser confeccionadas em chapas planas, com material resistente às intempéries, metálicas galvanizadas ou de madeira compensada impermeabilizada, com a pintura a óleo ou esmalte, condicionando-se os desembolsos à verificação do cumprimento dessas exigências.

As placas serão afixadas pelo agente promotor/mutuário, em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização das placas, e deverão ser mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras, substituindo-as ou recuperando-as quando verificado o seu desgaste ou a sua precariedade, ou ainda por solicitação.

As placas devem ter sempre o formato retangular na proporção de 4 para 3. O tamanho e as medidas não poderão ser inferiores aos das outras diferentes placas presentes na obra, respeitadas, no mínimo, as dimensões de 2,00m X 1,50m.

– PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA RUA

Serão colocadas placas de identificação do nome das ruas no início e final do trecho a ser pavimentado.

Características da placa e poste

- Poste: Deve ser em tubo de aço carbono 1010/1020 com diâmetro externo de 60,3mm, com espessura de 2,25mm, comprimento total de 3,5m, galvanizado à fogo e com dispositivo anti-giro. Deve ser fixado com 0,5m de profundidade diretamente ao solo, sendo que o passeio dará a firmeza necessária para não ocorrer a inclinação do poste.

- Placas de nomenclatura: As placas de nomenclatura de vias públicas devem ter 0,5m de largura por 0,25m de altura e 1,25mm de espessura, devendo ser confeccionadas em aço carbono 1010/1020, galvanizadas e com vincos dispostos longitudinalmente a fim de evitar a flambagem. Devem ser pintadas na cor azul e com informações em vinil adesivo branco.

- Braçadeiras: As placas de nomenclatura devem ser fixadas ao poste por meio de braçadeiras fundidas em alumínio.

- Acabamento superior: Na parte superior do poste deve haver uma peça para fechamento e acabamento do poste, podendo ser de aparência esférica ou plana, tendo a finalidade de evitar a entrada de água no poste.



Ilustração 1: Detalhe da placa

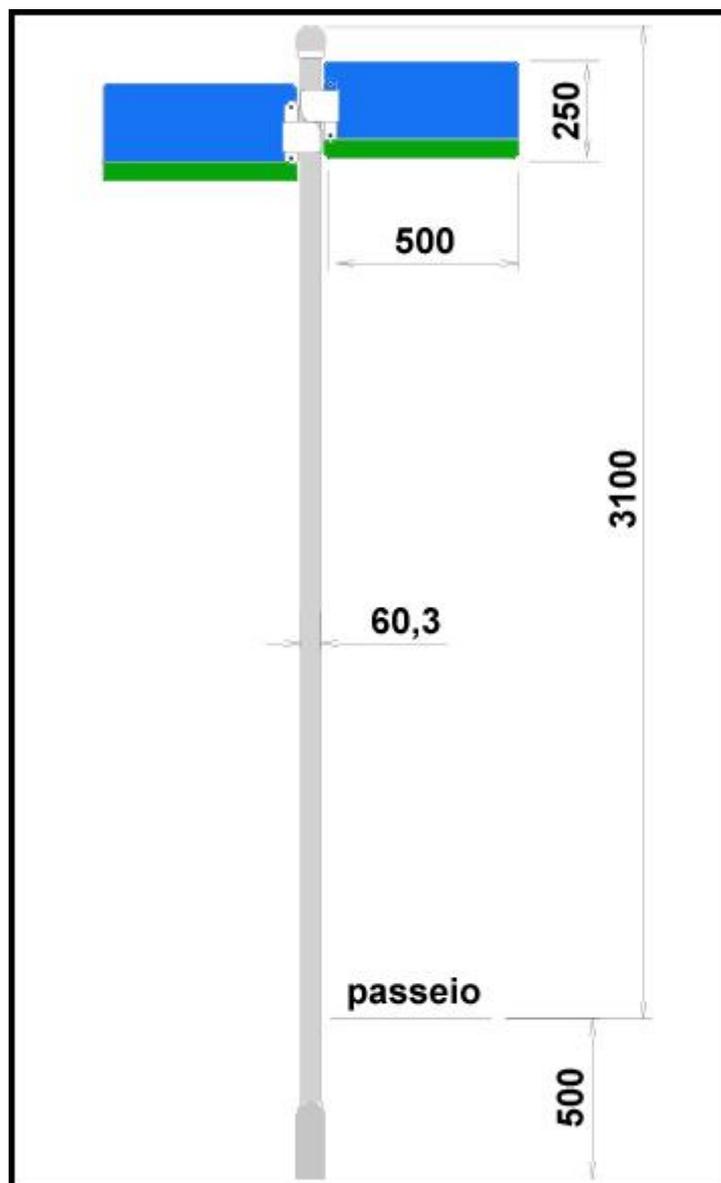


Ilustração 2: Detalhe do poste (medidas em mm)

• SINALIZAÇÃO VERTICAL

Serão instaladas placas de sinalização novas e mesmo onde as mesmas já existam, serão substituídas por placas novas.

Serão colocadas placas de sinalização vertical nos pontos indicados em projeto, de acordo com as medidas e indicações constantes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I – “Sinalização Vertical de Regulamentação” e Volume II – “Sinalização Vertical de Advertência”.

As placas serão de chapas metálicas com espessura de 2,0mm e o poste de sustentação será de aço galvanizado de diâmetro DN50 (DE60,3mm) e com dispositivo anti-giro.

Os postes serão fixados no solo em buraco feito previamente nas dimensões de 30x30x50cm e após o poste estar devidamente apurcado será colocado no fundo da vala uma camada de concreto de 20,0cm e o restante do buraco preenchido com cascalho e parte do solo escavado.

PINTURA DAS PLACAS DE SINALIZAÇÃO

Como as placas serão em chapa galvanizada, isto é, um metal não-ferroso, necessitam ser tratadas adequadamente para promover a aderência das tintas.

Como as chapas saem da fábrica com uma camada de proteção, normalmente à base de óleos minerais. Esta camada precisa ser removida, pois é anti-aderente por natureza. Com o passar do tempo, se a superfície estiver exposta ao tempo, esta camada se desgasta e por isso se diz que galvanizado envelhecido pode ser pintado. Só que junto com a camada de óleo, se perdeu também um pouco a camada de zinco que é a proteção do aço abaixo dela.

Outro problema do galvanizado é a saponificação do filme acima dele, pois zinco é um metal alcalino. Em outras palavras: se pintar galvanizado com tinta esmalte e/ou sintética (alquídicas em geral), sem o uso de um primer adequado, o próprio zinco provocará a degradação da tinta e em pouco tempo começará a descascar.

Primeiramente é necessário proceder a uma boa limpeza para remover óleos e outros contaminantes. Em seguida é necessário aplicar um primer adequado. Em se tratando de aço galvanizado, o mais adequado é a aplicação de um primer à base de epóxi ou de PU-epóxi em espessura de 25 a 40 micrometros, preferentemente à pistola para garantir uma camada uniforme.

Após a secagem da superfície a placa é pintada com tinta esmalte sintético automotivo.

DISPOSIÇÕES GERAIS

É um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de placas, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, mediante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidas e legalmente instituídas. As placas, classificadas de acordo com as suas funções, são agrupadas em um dos seguintes tipos de sinalização vertical:

- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação.

– SINALIZAÇÃO DE REGULAMENTAÇÃO

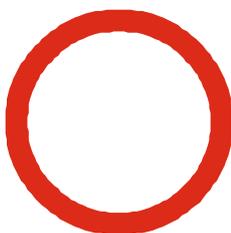
Tem por finalidade informar aos usuários das condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração.

Observação: Todas as placas deverão ter sua pintura realizada com tinta refletiva.

Forma e cores

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, nas seguintes cores:

Cores:



Obrigação



Proibição

Fundo: Branco
Tarja: Vermelha
Orla: Vermelha
Símbolo: Preto
Letras: Pretas

Constituem exceção quanto a forma, os sinais "Parada Obrigatória" - R-1 e "Dê a Preferência" - R-2, com as seguintes características:



R-1

Cores:
Fundo: Vermelho
Letras: Brancas
Orla Interna: Branca
Orla Externa: Vermelha



R-2

Cores:
Fundo: Vermelho
Letras: Brancas

- SINALIZAÇÃO DE ADVERTÊNCIA

Tem por finalidade alertar aos usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

Forma e cores

A forma padrão do sinal de advertência é quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, nas seguintes cores:



Cores:
Fundo: Amarelo.
Orla Interna: Preta.
Orla Externa: Amarela.
Símbolo e/ou Legenda: Pretos.

DIMENSÕES

As dimensões serão aquelas indicadas em prancha própria, podendo mudar para valores maiores até o limite constante no manual indicado acima.

Dimensões mínimas

a) PLACAS COM FORMA CIRCULAR

Área Urbana:

Diâmetro - 0,400 m
Tarja - 0,040 m
Orla - 0,040 m

Área Rural - estrada:

Diâmetro - 0,500 m
Tarja - 0,050 m
Orla - 0,050 m

b) PLACAS COM FORMA OCTOGONAL - R-1

Área Urbana:

Lado - 0,250 m
Orla Interna Branca - 0,020 m
Orla Externa Vermelha - 0,010 m

Área Rural - estrada:

Lado - 0,350 m
Orla Interna Branca - 0,028 m
Orla Externa Vermelha - 0,014 m

c) SINAL DE FORMA QUADRADA

Área Urbana:

Lado - 0,450 m
Orla Externa - 0,009 m

Orla Interna - 0,018 m
Área Rural - estrada:
Lado - 0,500 m
Orla Externa - 0,010 m
Orla Interna - 0,020 m

Obs.: O aumento no tamanho dos sinais implicará em variações proporcionais de orlas e símbolos.

• SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias.

Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.

Características

Diferentemente dos sinais verticais, a sinalização horizontal mantém alguns padrões cuja mescla e a forma de colocação na via definem os diversos tipos de sinais.

Padrão e traçado

Seu padrão de traçado pode ser:

- Contínua: são linhas sem interrupção pelo trecho da via onde estio demarcando; podem estar longitudinalmente ou transversalmente opostas à via;
- Tracejada ou Seccionada: são linhas seccionadas com espaçamentos de extensão igual ou maior que o traço;
- Símbolos e Legendas: são informações escritas ou desenhadas no pavimento indicando uma situação ou complementando sinalização vertical.

Cores

A sinalização horizontal se apresenta em cinco cores:

- Amarela: utilizada na regulação de fluxos de sentidos opostos, na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e na marcação de obstáculos;
- Vermelha: utilizada na regulação de espaço destinado ao deslocamento de bicicletas leves (ciclovias). Símbolos (Hospitais e Farmácias/cruz);
- Branca: utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais, de trechos de vias, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas; utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais, de trechos de vias, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas;
- Azul: utilizada nas pinturas de símbolos em áreas especiais de estacionamento ou de parada para embarque e desembarque;
- Preto: utilizada para proporcionar contraste entre o pavimento e a pintura.

Classificação

A sinalização horizontal é classificada em:

- Marcas longitudinais;
- Marcas transversais;
- Marcas de canalização;
- Marcas de delimitação e controle de Estacionamento e/ou Parada;
- Inscricões no pavimento.

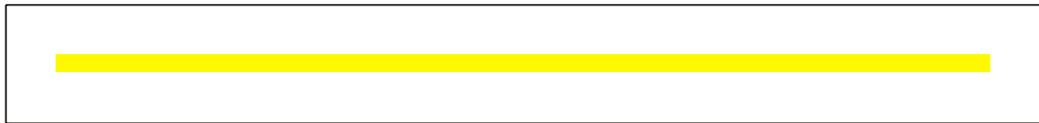
Marcas longitudinais

Separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem.

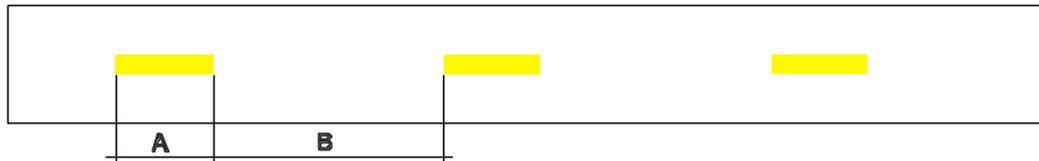
De acordo com a sua função as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

a) LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS (COR AMARELA):

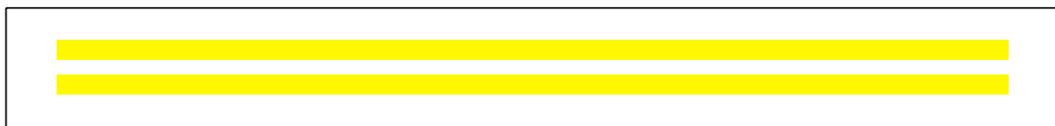
SIMPLES CONTÍNUA



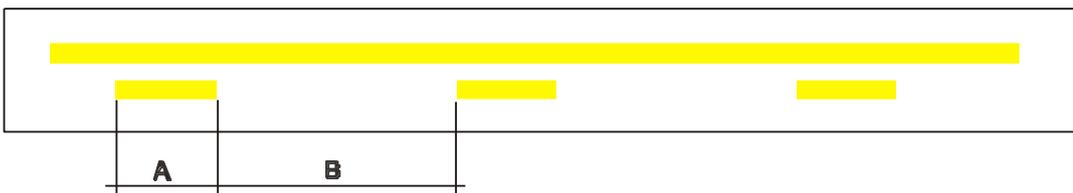
SIMPLES SECCIONADA



DUPLA CONTÍNUA

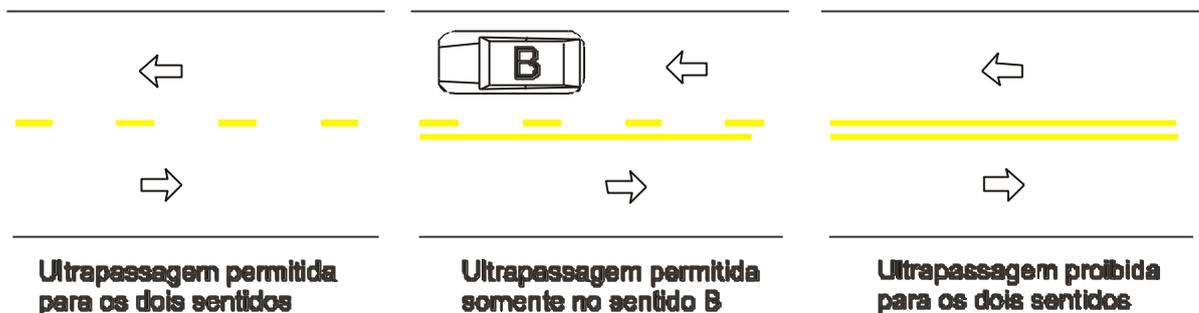


DUPLA CONTÍNUA / SECCIONADA



- Largura das Linhas: 0,10 m;
- Distância entre as Linhas (quando for o caso de faixa dupla): 0,10 m;

Exemplos de Aplicação:



Será pintada uma faixa longitudinal contínua demarcando a lateral da pista com faixa na cor branca e largura de 0,10m, afastada 0,10m da lateral do asfalto e uma faixa igualmente contínua separando a pista dos veículos da ciclovia, onde também serão colocados os segregadores. A pintura da linha central longitudinal de divisão de fluxo será amarela, contínua e com largura de 0,10m. Serão pintadas também faixas de pedestre para travessia das ruas como indicado em projeto.

Nos pontos indicados em projeto onde houver cruzamento da ciclovia com a via será pintada a ciclovia de vermelho. Ao longo da ciclovia será pintada uma faixa longitudinal segmentada na cor

branca, com largura de 0,10m, para divisão dos dois fluxos. A cada 100,0m será feita a pintura indicando a ciclovia e o sentido do fluxo.

Junto à ciclovia será instalado um segregador produzido em resina de poliéster, nas dimensões de 490x170x85mm. O segregador serve para separar a ciclovia da via automotiva, isolando parte da pista. Serão fixados por pinos de segurança e cola epóxi. O segregador será instalado a cada 2,0m e fixado na lateral da faixa longitudinal branca.

• PAVIMENTAÇÃO DO PASSEIO EM CONCRETO ESTAMPADO¹

Será executada pavimentação dos passeios com acessibilidade a portadores de necessidades especiais, conforme especificado em projeto e de acordo com a NBR 9050/2015. A calçada deverá ser executada em concreto estampado conforme especificado, obedecendo às normas pertinentes ao assunto. Para a execução da calçada em concreto estampado, inicialmente deve ser feito o preparo do terreno, o nivelamento e compactação do subleito.

O passeio em concreto estampado é um pavimento de concreto, executado no local, que recebe um tratamento na superfície, no mesmo instante em que é feita a sua concretagem.

A técnica de pavimentação em concreto estampado nada mais é do que um sistema de impressão, que reproduz um desenho no piso e lhe confere maior resistência à abrasão e ao atrito. Incorpora beleza, durabilidade, facilidade de manutenção e custos baixos, além de reproduzir o charme de outros tipos de pisos, como: pedras, tijolos, cerâmicas, blocos, madeiras etc.

Características do concreto estampado

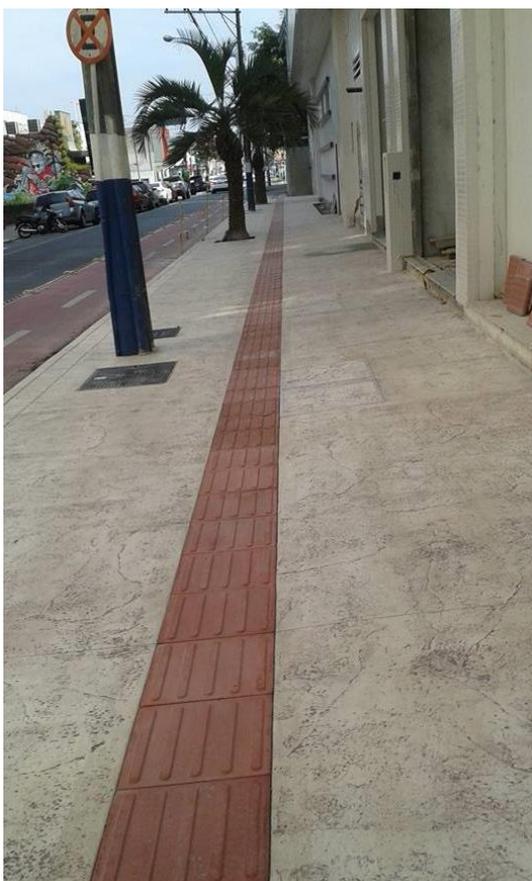
- Conforto de rolamento: a regularidade da superfície é obtida por estampas que não proporcionam juntas salientes.
- Superfície antiderrapante: o concreto proporciona segurança aos pedestres, mesmo em condições de piso molhado.
- Conforto térmico: a utilização de concreto com pigmentação clara proporciona menor absorção de calor, melhorando o conforto térmico das calçadas.
- Liberação ao tráfego: de 24 h para tráfego leve de pedestres a 48 h para tráfego de veículos leves.
- Resistência e durabilidade: a elevada resistência do concreto confere grande durabilidade à calçada.
- Produto ecológico: os produtos à base de cimento podem ser totalmente reciclados e reutilizados na produção de novos materiais. Isto ajuda na preservação de jazidas de calcário e evita a saturação de aterros.
- Diversidade de cores e texturas: o concreto estampado moldado in loco pode ser fabricado com uma ampla variedade de cores e texturas.

Estampa utilizada no passeio

No presente projeto a estampa será a denominada “pedra rústica”, conforma algumas imagens ilustrativas abaixo.



¹ As informações contidas neste memorial e especificações técnicas do processo de execução do passeio público foi extraído do: Manual de Concreto Estampado e Concreto Convencional moldados *in loco* – Passeio Público. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010.



PASSEIO EM CONCRETO ESTAMPADO

Componentes para execução

Concreto usinado: Será fornecido na obra em caminhões betoneira e com resistência à compressão de 25 Mpa;

Endurecedor de superfície: Pigmento que forma uma película superficial completamente incorporada ao concreto, através do processo de “queima” no momento da execução da concretagem.

Desmoldante: Tem a função de não permitir a aderência do concreto às estampas durante a estampagem e evita “manchas” no piso, dando maior veracidade ao aspecto final;

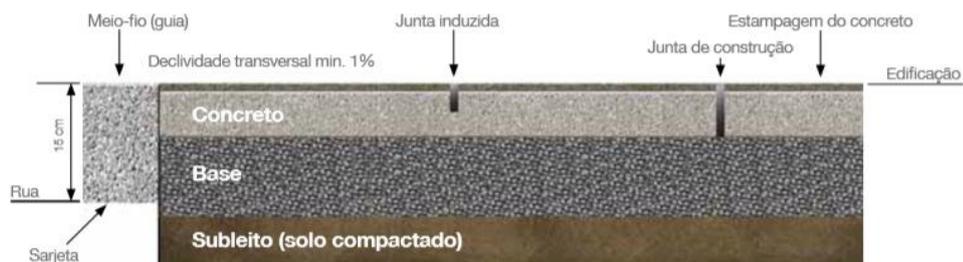
Fôrmas de estampagem: Sobre os produtos acima citados, são aplicadas as estampas, que modificam fisicamente a superfície com variados desenhos de pedras, cerâmicas, tijolos e madeira;

Selante: Tem a finalidade de dar o acabamento final ao pavimento, que neste caso será antiderrapante. Um granulado antiderrapante será aplicado nos selantes, pois este local exige especialmente um cuidado maior com o tráfego.

SEÇÃO TIPO

Camadas da seção tipo

- Subleito: constituído de solo natural ou proveniente de empréstimo (troca de solo). Deve ser compactado em camadas de 15 cm, dependendo das condições locais.
- Base: constituída de material granular de brita graduada, sendo a brita 1 a de maior tamanho, com espessura mínima de 6,0 cm. A camada deve ser compactada após a finalização do subleito.
- Revestimento: camada constituída por concreto com $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$.



Seção tipo do passeio - © ABCP

ETAPAS DA EXECUÇÃO

Preparação do subleito

A primeira providência a ser tomada é verificar a camada de subleito. Esta camada pode ser constituída de solo natural do local ou solo de empréstimo. Devem ser observados, e reparados quando necessário, os seguintes detalhes:

- O solo utilizado não pode ser expansível – não pode inchar na presença de água.
- A superfície não pode ter calombos nem buracos.
- O caimento da água deve estar de acordo com a especificação do projeto.
- A superfície deve estar na cota prevista em projeto.
- Deve ser compactado em camadas de 15cm, dependendo das condições locais. Antes da compactação deverão ser passadas todas as tubulações sob o passeio. Onde existirem caixas de passagem de energia, telefonia, água ou esgoto, se necessário, deverão ter suas tampas levantadas ou rebaixadas, deixando no nível do piso a ser executado. Este nivelamento é executado, dependendo da situação, com uso de pequenos blocos cerâmicos ou de concreto, assentados sobre argamassa de cimento e areia ou somente com argamassa de cimento e areia quando a altura de levantamento for pequena.

Preparação da base

Após a execução do subleito será executada a camada granular, que servirá de base para lançamento do concreto. Tem a função de regularizar, nivelar e dar declividade ao piso. Deve-se fazer o espalhamento do material granular (brita graduada) em camada com espessura mínima de 6,00cm depois de compactada. A base deverá estar perfeitamente nivelada e regularizada, de modo que não interfira na qualidade final do pavimento.

Sobre a base regularizada e compactada nas cotas de projeto, as fôrmas de madeira serão fixadas com ponteiros a cada um metro, no máximo, de modo a suportarem, sem deslocamento, os esforços inerentes ao trabalho. O topo das fôrmas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento (respeitando as especificações de projeto). Deverá ser feita a verificação de fundo de caixa. Não é admitida, ao longo de toda a seção transversal, espessura inferior à especificada no projeto. O posicionamento das fôrmas e a espessura devem seguir sempre as orientações do projeto. As fôrmas deverão ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.



Fixação das fôrmas de madeira e conferência das espessuras mínimas - © ABCP

Distribuição da Ferragem

Com o objetivo de evitar fissuras de retração e aumentar a resistência da calçada será executada armação em tela de aço soldada nervurada aço CA-60 4,2mm, malha 15x15cm.

Assentamento das placas do piso tátil direcional e alerta

O assentamento das placas táteis deverá ser feito com argamassa de cimento e areia na posição e cota final, especificada em projeto. As placas deverão ser protegidas com lona plástica para a sequência dos trabalhos, de tal forma que não sejam afetadas pelos demais serviços.

A colocação do piso tátil também poderá ser aplicado depois da execução do concreto, deixando para isso o vão necessário para a colocação das placas.



Proteção das placas táteis com lona plástica

Aplicação do concreto usinado

O concreto simples deverá ser pré-misturado e fornecido na obra em caminhões-betoneira, por empresas especializadas, atendendo às características definidas neste memorial. O fornecimento de concreto deve ser programado de acordo com a frente de serviço que está apta a receber o concreto. Assim evita-se desperdício ou falta de material. O piso será executado em concreto usinado com fck = 25 MPa e com espessura mínima de 6,0cm. O lançamento do concreto será feito em faixas longitudinais, sendo o seu espalhamento executado pela passagem de régua metálicas deslizando sobre as “mestras” niveladoras executadas em concreto ou utilizando-se as formas como mestras.

Sarrafeamento do concreto

Imediatamente após o adensamento deve começar a operação de sarrafeamento do concreto, realizada com régua metálica e movimento de vaivém, até que se obtenha uma superfície plana. O atraso desta etapa comprometerá todas as demais.

Rebaixamento do agregado

O rebaixamento de agregado é executado com o rolo rebaixador. A finalidade desse procedimento é garantir maior adensamento do concreto e trazer a argamassa para a superfície, evitando o afloramento dos agregados e aumentando a resistência do concreto.



Sarrafeamento do concreto e rebaixamento do agregado - © ABCP

Desempeno da área concretada

O desempeno do concreto deverá ser executado com desempenadeira float de magnésio ou alumínio, provida de cabo longo e com 1,50m de comprimento no mínimo, para eliminar as depressões e ressaltos, garantindo a regularidade superficial do pavimento. O objetivo é permitir a homogeneização e abertura dos poros do concreto antes da aplicação do endurecedor de superfície.



Desempeno do concreto - © ABCP

Aplicação do endurecedor de superfície colorido

Após a camada de concreto ser trabalhada, faz-se a aspersão manual do pigmento endurecedor, de maneira a cobrir uniformemente toda a superfície. A tonalidade a ser utilizada será o cinza escuro.

Aplicação do desmoldante

Após a fixação do endurecedor, o desmoldante deve ser lançado manualmente, cobrindo por completo a superfície já queimada (A função desse componente é isolar a superfície de concreto, podendo ser utilizado para obter uma cor secundária). O desmoldante é lançado na superfície quando o concreto assumir o ponto de plasticidade ideal, antes do início de pega.



Lançamento do pó endurecedor, queima do endurecedor e lançamento do desmoldante - © ABCP

Estampagem

Após o espalhamento do desmoldante, a superfície está pronta para estampar. A estampagem será feita com moldes flexíveis ou semiflexíveis. A estampa a ser utilizada neste passeio será em formato de *pedra rústica*. Nesta fase é importante que a equipe saiba reconhecer o ponto exato de moldagem. O início antecipado pode acarretar afloramento e o retardamento poderá comprometer a impressão de fôrmas.

O jogo de estampas é disposto sobre o piso de concreto e, pressionando-se os moldes com um batedor contra a superfície, estampa-se o piso, fazendo-se ao mesmo tempo acabamentos manuais com ferramental apropriado. Durante este processo de estampagem, assim como nos processos anteriores, a área deverá ficar isolada, sendo permitido somente o trânsito das pessoas da equipe responsável pela estampagem. Após a estampagem, o piso deverá ficar isolado e intransitável até completar a secagem, em torno de 48 horas.



Estampagem do piso, compressão dos moldes e posicionamento das estampas - © ABCP

Execução das juntas de dilatação

Há dois tipos de juntas: juntas de construção, que separam diversos panos de trabalho, e juntas provocadas, criadas para reduzir fissuras. Para isso, os locais dos cortes são definidos e marcados com régua e lápis de superfície.

Todas as juntas devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto, não sendo permitidos desvios de alinhamento superiores a 5 mm. As juntas transversais deverão ser retilíneas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo em situações particulares indicadas no projeto.

Estes cortes devem ser feitos com uma profundidade suficiente ao enfraquecimento do concreto no ponto definido no projeto.

A junta transversal serrada exigirá um concreto semi-endurecido. Nele se aplicará um plano de abertura de juntas em que as idades do concreto estarão entre 6 h e 12 h quando é o momento do corte (a ser definido experimentalmente). Após o término do acabamento superficial, o corte é executado com máquina apropriada dotada de disco diamantado. A distância entre as juntas será de no máximo 2,0m (ver indicação no projeto gráfico).

Lavagem

Para finalizar o processo, deve-se realizar uma lavagem com água, a fim de retirar o desmoldante da superfície.

A superfície é lavada com máquina lava-jato, de água sob pressão, para a retirada do desmoldante.

Camada seladora

Após a secagem completa da superfície, aplica-se uma demão de seladora. Sua principal função é estancar e proteger a superfície contra agentes infiltrantes, tais como óleos, graxas, tintas etc.

Sobre o piso já selado aplica-se uma demão de resina, que tem a função de proteger a superfície contra agentes abrasivos.



Lavagem para retirada do Desmoldante e aplicação da resina - © ABCP

Especificações

A especificação das calçadas deve ser cautelosa. Para o correto dimensionamento é preciso determinar a carga à qual o piso será exposto, critério fundamental para definir o traço do concreto, as juntas e o uso de tela soldada.

- Resistência à compressão: mínima $f_{ck} \geq 20$ Mpa
- Modulação: definida em projeto

Normas técnicas

Atualmente, não existem normas específicas para o concreto estampado. No entanto, as normas abaixo devem ser atendidas.

- NBR 12655/2015 – Concreto - Preparo, Controle e Recebimento - Procedimento.
- NBR 9050/2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
- NBR 12255/1990 – Execução e utilização de passeios públicos.

Acessibilidade e rampas de acesso aos passeios

A largura e a cor das faixas que compõem uma sinalização tátil direcional devem ser constantes. A sinalização tátil de alerta utilizada nas mudanças de direção deve possuir a mesma cor da sinalização tátil direcional. Se houver variação de cor do piso adjacente nos diferentes ambientes pelos quais passa a sinalização tátil direcional, deve ser utilizada uma única cor que contraste com todas elas ao mesmo tempo.

Deverão ser executadas rampas de acesso aos passeios de acordo com detalhes constantes nos desenhos da prancha de sinalização viária e/ou pavimentação dos passeios.

Nos passeios existentes o mesmo será rebaixado como também o meio-fio para dar acesso à rampa. Nos locais em que o meio-fio será executado este deverá ser feito de acordo com as medidas e posições indicadas.

A rampa será feita com blocos de concreto, como descrito nos serviços dos passeios.

Os rebaixamentos de calçadas devem ser construídos na direção do fluxo da travessia de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33 % (1:12) no sentido longitudinal da rampa central e na rampa das abas laterais. A largura mínima do rebaixamento é de 1,50 m. O rebaixamento não pode diminuir a faixa livre de circulação, de no mínimo 1,20 m, da calçada.

O modelo abaixo é indicado para passeios com largura suficiente de tal forma que além da rampa ainda tenha a largura mínima de 1,20m para a faixa de circulação.

ABNT NBR 9050:2015

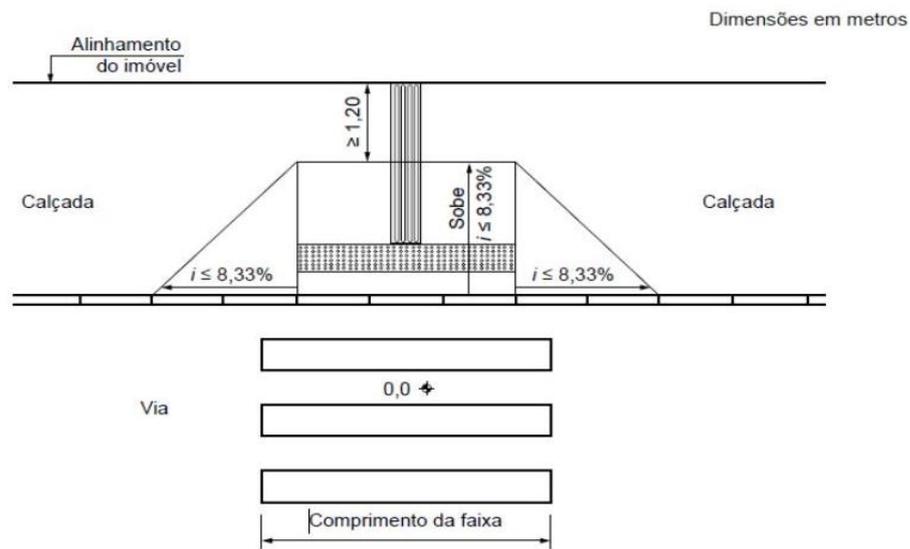


Figura 93 – Rebaixamentos de calçada – Vista superior

O modelo de rampa abaixo é indicado para passeios com largura insuficiente, onde além da rampa não tenha a largura mínima de 1,20m para a faixa de circulação.

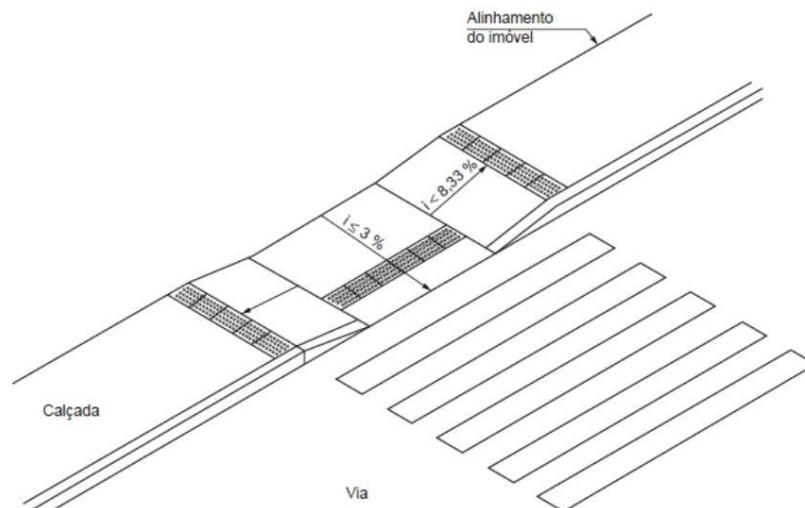


Figura 96 – Rebaixamentos de calçadas estreitas

Mudanças de direção nos passeios

Quando houver a necessidade de realizar indicação de mudança de direção na sinalização tátil direcional, deve-se executar como indicado abaixo. Se ocorrerem outras situações, verificar a norma respectiva.

Quando houver mudança de direção com ângulo entre 150° e 180° não há necessidade de se utilizar sinalização tátil de alerta.

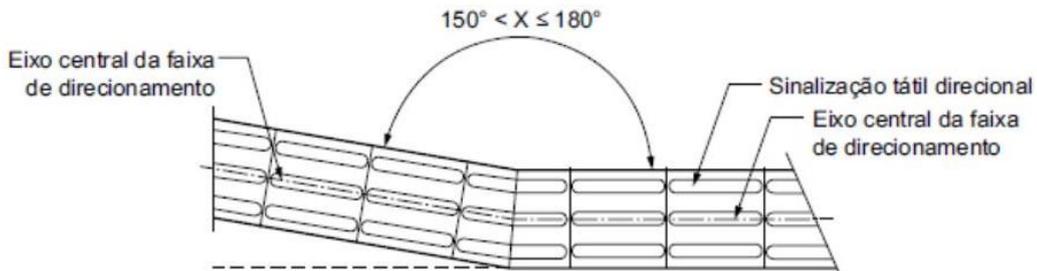


Figura 46 – Mudança de direção $150^\circ < X \leq 180^\circ$

Indicação de sinalização quando houver mudança de direção com ângulo entre 90° e 150° .

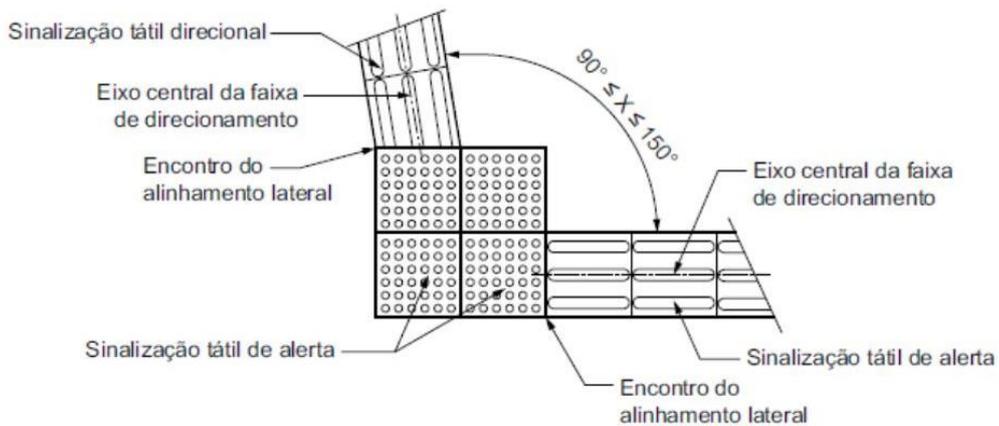


Figura 47 – Mudança de direção – $90^\circ \leq X \leq 150^\circ$

Indicação de sinalização quando houver encontro de três faixas direcionais ortogonais.

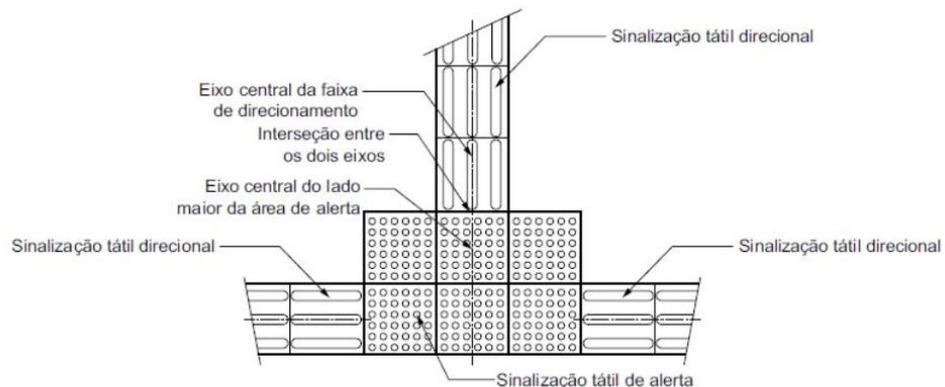


Figura 48 – Encontro de três faixas direcionais ortogonais

Indicação do afastamento mínimo entre a sinalização tátil e obstáculos.

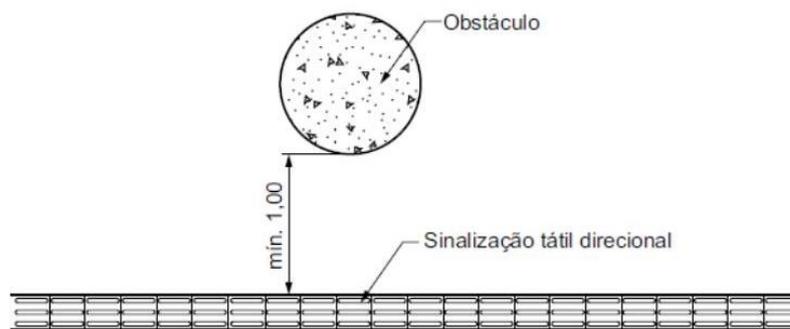


Figura 58 – Distância mínima entre a sinalização tátil direcional e obstáculos

MEMORIAL DE CÁLCULO

Abaixo estão levantados os quantitativos referentes ao orçamento deste projeto. O presente memorial de cálculo refere-se ao levantamento dos quantitativos físicos do projeto de pavimentação asfáltica com CBUQ.

• Serviços preliminares

Placa da obra: $2,0 \times 1,5 = 3,00 \text{ m}^2$
Transporte de equipamentos e veículos: 20 horas
Serviços topográficos para pavimentação: $8.243,20 \text{ m}^2$
Mão-de-obra do encarregado geral da obra: 400 horas
Mão-de-obra do engenheiro da obra: 200 horas

• Drenagem pluvial e obras de arte corrente

Escavações em solo = comprimento de tubo $d=80 \times 2,8 \text{ m}^3$ + comprimento de tubo $d=60 \times 1,44 \text{ m}^3$ + comprimento de tubo $d=40 \times 1,0 \text{ m}^3$ + comprimento de tubo $d=30 \times 0,7 \text{ m}^3$ + $1,0 \text{ m}^3$ por boca de lobo e caixa de ligação = $139 \times 1,0 + 4 \times 1,0 = 143,00 \text{ m}^3$

Reaterro de vala compactado com "sapo" com material reaproveitado sem controle de compactação (volume escavado – volume da tubulação e equipamentos) = $143 - 4 - 139 \times 0,2 = 111,20 \text{ m}^3$

Boca de lobo em galeria de 40cm = 4
Tubo concreto simples 40cm = 139,0 m
Bueiro simples em tubo de concreto $d=60\text{cm}$: 16,0 m
Boca de bueiro em pedra argamassada $d=60\text{cm}$ = 1
Sarjeta triangular tipo I: 100 m
Caixa coletora: 1
Galeria pluvial em concreto pré-moldado $2,0 \times 1,5 \text{ m} = 40,0 \text{ m}$

• Pavimentação asfáltica

Escavação e aterro – Serviço de nivelamento da cancha

Escavação inclusive carga, descarga e transporte de material de 1ª cat DMT 800m: $3.321,70 \text{ m}^3$

Aterro compactado em pedra rachão para nivelamento da via: $906,80 \text{ m}^3$

Preparo do sub-leito – Pista + passeio (largura de 16,0m)

Regularização e compactação do subleito: $515,2 \times 16 = 8.243,20 \text{ m}^2$

Preparo da base – Pista + passeio (largura de 15,0m)

Área da base de pedra rachão: $515,2 \times 15 = 7.728,00 \text{ m}^2$

Base de pedra rachão: área da via $\times 0,30 \text{ m} = 7.728,00 \times 0,30 = 2.318,40 \text{ m}^3$

Transporte (DMT 5km, densidade $1,55 \text{ t/m}^3$) = $17.967,60 \text{ t km}$

Travamento com brita graduada – Pista (largura de 12,00m)

Área: $515,2 \times 12 = 6.182,40 \text{ m}^2$

Travamento com brita graduada: área $\times 0,15 \text{ m} = 6.182,40 \times 0,15 = 927,40 \text{ m}^3$

Transporte (DMT 5km, densidade $1,65 \text{ t/m}^3$) = $7.651,00 \text{ t km}$

Imprimação – asfalto diluído CM-30: área da via = $6.182,40 \text{ m}^2$

Camada de rolamento – Pista (largura 11,0m) e espessura de 5,0cm:

Área de pavimentação asfáltica: $515,2 \times 11 = 5.667,20 \text{ m}^2$

Pintura de ligação – emulsão asfáltica RR-2C: área da via = $5.667,20 \text{ m}^2$

Concreto betuminoso usinado quente: área da via $\times 0,05 = 5.667,20 \times 0,05 = 283,40 \text{ m}^3$

Transporte – DMT 20km = $283,40 \times 2,5 \times 20 = 14.170,00 \text{ t x km}$

Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente = $283,40 \times 2,5 = 708,50 \text{ t}$

Meio-fio moldado no local = $515,20 \text{ m}$

OBS: A usina de CBUQ considerada na DMT foi a CONCISA, localizada em Nova Itaberaba (20,5km)

- **Sinalização viária**

Horizontal

Faixa longitudinal contínua central amarela = $516 \times 0,10 = 51,60 \text{ m}^2$

Faixa longitudinal contínua lateral branca = $(520 + 496) \times 0,10 = 101,60 \text{ m}^2$

Faixa longitudinal segmentada central branca (ciclovía) relação 1:2 = $495/3 \times 0,10 = 16,50 \text{ m}^2$

Faixa de pedestre – largura de 11,0m

Área de uma faixa pedestre ($14 \times 3\text{m} \times 0,4\text{m}$) e uma linha de retenção ($5,5\text{m} \times 0,40\text{m}$) = $16,8 + 2,2 = 19,0 \text{ m}^2$ por faixa / linha de retenção

Pintura de faixa de pedestre na cor branca: 1 faixa $\times 19,00 = 1,90 \text{ m}^2$

Pintura do piso asfáltico na ciclovía com cor vermelha: $10,3 \times 2,5 = 25,70 \text{ m}^2$

Pintura do piso asfáltico na ciclovía com cor branca (ciclista e seta): 5 unidades = $5 \times 0,5 = 2,50 \text{ m}^2$

Vertical

Placas de regulamentação octogonais de parada obrigatória (Lado=0,25m) = 2

Placas de regulamentação circulares de velocidade máxima (40km) (Diâmetro=0,50m) = 2

Placas de regulamentação circulares de proibido ultrapassar (Diâmetro=0,50m) = 2

Placas de regulamentação circulares de ciclovía (Diâmetro=0,50m) = 1

Placa de identificação de rua (2 placas $45\text{cm} \times 20\text{cm}$), com suporte de aço galvanizado DN50 e altura = 3,0 m, inclusive base de concreto não estrutura = 1

Diversos

Segregador ($49 \times 17 \times 8,5\text{cm}$) com pinos para fixação com cola: 240,0 unidades

- **Ensaio e laudos técnicos do pavimento asfáltico**

Ensaio de determinação do teor de Betume – CAP (um ensaio a cada 700 m^2) – 8 ensaios

Ensaio de Controle do grau de compactação (um ensaio a cada 700 m^2) – 8 ensaios

Ensaio Marshall – Mistura Betuminosa a Quente (3 ensaios por jornada de 8 horas) – 9 ensaios

Ensaio de granulometria do agregado (um ensaio a cada 700 m^2) – 8 ensaios

- **Passeios em concreto estampado e placas táteis**

Passeios em concreto estampado

Comprimento total = 484,00 m

Área bruta do passeio = $484,00 \times 2,00 = 968,00 \text{ m}^2$

Área de passeio (conc. estampado + placas podotáteis + área gramada) = $484,0 \times 1,9 = 919,60 \text{ m}^2$

Área de faixas de serviço gramadas = $80 \times 4 \times 0,7 = 235,20 \text{ m}^2$

Faixa de placa podotátil direcional = $[484,0 - (5 \times 5,6)] \times 0,25 = 114,00 \text{ m}^2$

Faixa de placa podotátil de alerta das rampas = 5 rampas $\times (2 \times 1,2 \times 0,25 + 2,0 \times 0,5) + 2$ rampas $\times (2,0 \times 0,25) = 8,50 \text{ m}^2$

Área total de concreto estampado = $919,6 - 235,2 - 114,0 - 8,5 = 561,90 \text{ m}^2$

Regularização e compactação do subleito para execução do passeio (área sob o concreto estampado e placas podotáteis) = $561,9 + 114,0 + 8,5 = 684,40 \text{ m}^2$

Base para pavimentação com compactação de brita graduada $e=6,0\text{cm} = 684,4 \times 0,06 = 41,10 \text{ m}^3$

Pavimentação com concreto usinado fck 20MPa, $e=6,0\text{cm}$, com estampa conforme projeto, com aplicação de endurecedor e desmoldante = $561,90 \text{ m}^2$

Pavimentação com placas podotáteis direcionais e alerta, fck 35 MPa, na cor amarela = $114,0 + 8,5 = 122,50 \text{ m}^2$

Aplicação de selante com uma demão de resina para acabamento do piso e aplicação de granulado antiderrapante = $684,40 \text{ m}^2$

Chapecó, 24 de maio de 2019.

DECLARAÇÃO

Eu, Fernando L. Becker, autor das planilhas orçamentárias do empreendimento de Pavimentação Asfáltica da Rodovia EMCA-211, declaro que os quantitativos e custos constantes das planilhas orçamentárias, estão compatíveis com os quantitativos do projeto de engenharia e os custos da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), mantida e divulgada, na internet, pela Caixa Econômica Federal.

Chapecó, 24 de maio de 2019.

Fernando L. Becker
Engenheiro Civil – Crea/SC 21.266-9

DECLARAÇÃO

Eu, Fernando L. Becker, autor do projeto de Sinalização Viária do empreendimento de Pavimentação Asfáltica da Rodovia e EMCA-211, declaro que os projetos estão de acordo com os manuais “Sinalização vertical de regulamentação”, “Sinalização vertical de advertência” e “Sinalização horizontal” do CONTRAN/DENATRAM, as normas da ABNT e do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

Chapecó, 24 de maio de 2019.

Fernando L. Becker
Engenheiro Civil – Crea/SC 21.266-9