



**PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ**  
**Secretaria Municipal de infraestrutura - SEMINFRA**

**AV. VALE DO REGINALDO – 1ª ETAPA**  
**DA AV. GERALDO MELO ATÉ A AV. GOV. AFRÂNIO LAGES**



**PROJETO BÁSICO**  
**TERRAPLENAGEM, DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS,**  
**PAVIMENTAÇÃO, SINALIZAÇÃO E OBRAS**  
**COMPLEMENTARES**  
**2023**

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - APRESENTAÇÃO

CAPÍTULO 2 – MAPA DE SITUAÇÃO

CAPÍTULO 3 – JUSTIFICATIVA DO PROJETO / CONCEPÇÃO

CAPÍTULO 4 – ESTUDOS

CAPÍTULO 5 - PROJETOS

CAPÍTULO 6– ESPECIFICAÇÕES

CAPÍTULO 7 – DESENHOS

## **CAPÍTULO 1 - APRESENTAÇÃO**

Apresentamos o PROJETO BÁSICO da primeira etapa de vias do VALE DO REGINALDO – trecho que vai da Ladeira Geraldo Melo, no bairro do Poço até a Av. Governador Afrânio Lages, no bairro do Feitosa; obra que deverá ser licitada pela SEMINFRA.

Este relatório, apresenta os Projetos de Terraplenagem, de Drenagem de Águas Pluviais, de pavimentação, de sinalização e obras complementares ao longo das vias que serão pavimentadas.

Maceió,





CAPÍTULO 2 – MAPA DE SITUAÇÃO



## **CAPÍTULO 3 – JUSTIFICATIVA DO PROJETO / CONCEPÇÃO**

### **DIAGNÓSTICO DOS PROBLEMAS EXISTENTES E SOLUÇÕES PROPOSTAS**

O 1º trecho do Reginaldo está localizado no bairro do Poço, é uma comunidade que começou a se formar na década de 1960, primeiro sendo ocupada no fundo do vale, depois em suas encostas. O córrego no fundo do vale foi canalizado nas décadas de 1970/80. A foz do Riacho Reginaldo tem a denominação de Riacho Salgadinho.

A proposta para este projeto são as pavimentações da margem direita do córrego, no trecho que vai da Ladeira Geraldo Melo até a Ponte que cruza, no alto, o canal, via denominada de Governador Afrânio Lages que tem uma extensão de 1.340,00 metros e mais o trecho do Canal Pau D'arco, o canal e uma via até a Av. Governador Afrânio Lages que tem uma extensão de 660,00 metros. Essas vias são complementadas por alças, acessos, faixas de desaceleração, abrigos de ônibus, ciclofaixas e passeios adiante especificados:

A via principal tem uma largura de faixa de rolamento de 7,00 m, ciclofaixa no lado direito com 1,60 m e 1,50 m de passeio somente no lado das casas (pois no canal corre o canal para tratamento de esgoto algas, denominado de jardim filtrante).

A pavimentação desse primeiro trecho do Vale do Reginaldo é necessária pois irá dar maiores condições de vida a seus moradores que ficam sem acesso ao transporte urbano e outras assistências necessárias que a municipalidade pode oferecer.

As vias receberão um pavimento asfáltico, sobre uma base de brita corrida e uma sub base granular, material esse que deverá ser colocado sobre uma GEOGRALHA devido ao subleito ser solo mole.

O sistema de drenagem principal é o canal, mas serão implantadas galerias complementares para drenar a água da pista e prolongar as águas que são coletadas nas partes altas do bairro do farol. Todo o trecho do Canal Pau D'arco será canalizado até o Canal Reginaldo existente, conforme previsto nesse projeto básico.

Os passeios serão em concreto cimento com largura de 1,50 m e espessura de 7 cm. A pista terá meios-fios e linha d'água em ambos os lados.

## **CAPÍTULO 4 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS**

Foram feitos novos estudos topográficos com aerofotogrametria realizada com drone da área de todo o Vale e do trecho do Pau D'arco.

No que diz respeito aos dados pluviométricos da região, o projeto tomou por base os parâmetros contidos na equação de chuvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) propostas por Chen (1983). Daí então se adotou a metodologia preconizada nessa publicação para a determinação das curvas de intensidade – duração – frequência, cujas planilhas são apresentadas a seguir.

Os estudos geotécnicos aqui apresentados foram aproveitados aqueles feitos para os serviços que já foram executados na obra, visto que o trecho em questão já havia sido anteriormente contratado e elaborado obras com recursos federais.

## CAPÍTULO 5 – PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

O Projeto de drenagem tem seu dimensionamento da rede de galerias baseado Método Racional, descrito adiante:

Método Racional que consiste no cálculo da descarga máxima de uma enchente de projeto por uma expressão muito simples, relacionando o valor desta descarga com a área da bacia e a intensidade da chuva através de uma expressão simples e facilmente compreensiva. Entretanto, por sua simplicidade, o método exige a definição de um único parâmetro expressando o comportamento da área na formação do deflúvio, consequentemente reunindo todas as incertezas dos diversos fatores que interferem neste parâmetro, conhecido como coeficiente de deflúvio.

O coeficiente de deflúvio representa essencialmente a relação entre a vazão e a precipitação que lhe deu origem, o que envolve além do volume da precipitação vertida, a avaliação do efeito da variação da intensidade da chuva e das perdas por retenção e infiltração do solo durante a tempestade de projeto.

Contudo, por sua extraordinária facilidade de cálculo, esta expressão é, dentre todos os métodos de avaliação de descargas de projeto para os sistemas de drenagem, aquele que é utilizado com mais frequência, não só no Brasil, mas em todo o mundo, principalmente nas bacias de pequeno porte ou em áreas urbanas.

No estabelecimento do valor da descarga pelo Método Racional, admite-se que a precipitação sobre a área é constante e uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia. Para considerar que todos os pontos da bacia contribuem na formação do deflúvio é estabelecido que a duração de chuva deve ser igual ou maior que o seu tempo de concentração e, como a intensidade da chuva decresce com o aumento da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Nesse caso, a descarga máxima (Q) é dada pelo produto da área da bacia (A), pela intensidade da precipitação (i), com duração igual ao tempo de concentração, tc, multiplicado pelo coeficiente de deflúvio (c).

Tem-se, dessa forma:  $Q = (c.i.A) \div 3,6$  Sendo:

Q = descarga máxima, em m<sup>3</sup>/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva definida, em mm/h; e

A = área da bacia hidrográfica, em km<sup>2</sup>

A intensidade pluviométrica i, é dada por:  $i = P \div tc$

O tempo de concentração pode ser calculado pela fórmula:  $Tc = 56,9 (L^3/H)^{0,385}$

A intensidade da chuva pode ser determinada de acordo com a metodologia apresentada por Chen. O quadro anexo mostra a intensidade da chuva para vários tempos de duração e períodos de recorrência que vai de 2 a 100 anos. Em nosso projeto vamos usar um período de retorno de 15 anos.

O coeficiente de escoamento superficial (run-off) depende do tipo de ocupação da área associada a sua superfície (quadros anexos):

Para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas nas bacias hidrográficas, consideradas uniformes pelo Método Racional, principalmente em bacias de médio porte com áreas superiores a 1 km<sup>2</sup>, são introduzidos coeficientes redutores das chuvas de ponta designados Coeficientes ou Fatores de Distribuição.

O mais comum destes fatores, normalmente utilizados em projetos rodoviários é dado por:

- 0,10

$n = A^{-0,10}$ , onde A = área da bacia, em km<sup>2</sup>

Para obras urbanas, como é recomendado pela Fundação Rio Águas, por exemplo, utiliza-se o coeficiente definido por Burkli-Ziegles, ainda mais redutor, que é dado por

$$n = A^{-0,15}, \text{ onde } A = \text{área da bacia, em km}^2$$

Os parâmetros para dimensionamento do sistema de drenagem serão assim definidos:

Tempo de recorrência	15 anos
Tempo de concentração mínimo	10 minutos $T_c = 56,9 (L^3/H)^{0,385}$
Coeficiente de runoff	0,60
Rugosidade para tubos PEAD	0,010
Rugosidade para peças de concreto	0,013
Fator de distribuição da chuva (áreas acima de 1 km <sup>2</sup> )	- 0,15 $n = A$
Galerias existentes que fazem parte da bacia	Serão recalculadas para execução futura
Vazão de contribuição da bacia	$Q1 = CinA \div 3,6$
Capacidade de vazão das galerias	$Q2 = V \times S$ (v = velocidade do líquido) S = área molhada da galeria

Tabela para Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-Off, em função do uso da área

Descrição das áreas das bacias tributárias	Coeficiente de deflúcio “c”
<b>Comércio</b>	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
<b>Residencial</b>	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,50
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,70
Residencial (suburbanas)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
<b>Industrial</b>	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

O coeficiente de deflúvio de uma bacia deve ser medido pela média ponderada dos coeficientes das diferentes superfícies que a compõem, sendo os pesos proporcionais às áreas dessas superfícies

Tabela para Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-Off, em função da superfície

Tipo de superfície	Coeficiente de deflúcio “c”
<b>Ruas:</b>	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajetos de acessos e calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
<b>Gramados; solos arenosos:</b>	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
<b>Gramados; solo compacto:</b>	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

**QUADRO DE CHUVAS PARA MACEIÓ**

<b>QUADRO DE CHUVAS PARA MACEIÓ - AL</b>								
I (MM/MIN) - INTENSIDADE DA CHUVA								
CURVAS IDF - MÉTODO CHEN (MICRODRENAGEM)								
<b>DURAÇÃO (minutos)</b>	<b>PERÍODO DE RETORNO (ANOS)</b>							
	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>5</b>	2,473	3,248	3,873	4,072	4,278	4,437	5,030	5,583
<b>10</b>	1,945	2,528	3,008	3,157	3,317	3,440	3,820	4,312
<b>15</b>	1,620	2,095	2,495	2,617	2,750	2,852	3,893	3,573
<b>20</b>	1,397	1,803	2,150	2,255	2,370	2,458	3,227	3,082
<b>25</b>	1,252	1,617	1,930	2,025	2,128	2,208	2,721	2,771
<b>30</b>	1,107	1,430	1,710	1,795	1,887	1,957	2,215	2,460
<b>60</b>	0,708	0,922	1,110	1,168	1,228	1,273	1,447	1,615
<b>120</b>	0,435	0,572	0,697	0,737	0,773	0,803	0,917	1,032
<b>240</b>	0,260	0,348	0,428	0,457	0,480	0,497	0,572	0,648
<b>360</b>	0,192	0,258	0,320	0,343	0,360	0,373	0,430	0,492
<b>480</b>	0,165	0,224	0,278	0,299	0,313	0,325	0,375	0,429
<b>600</b>	0,138	0,189	0,237	0,254	0,267	0,277	0,320	0,367
<b>720</b>	0,112	0,155	0,195	0,210	0,220	0,228	0,265	0,305
<b>840</b>	0,107	0,145	0,182	0,196	0,206	0,213	0,248	0,286
<b>1440</b>	0,086	0,093	0,118	0,128	0,133	0,138	0,163	0,190



## DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS

As galerias irão corresponder a complementação do sistema de drenagem da parte alta do bairro Farol e um sistema de drenagem final com diâmetros variáveis conforme dimensionamento adiante:

QUADRO GERAL DE DRENAGEM			
TIPO	COMPRIMENTO TOTAL (m)	QUANTIDADE TOTAL (und)	SEÇÃO
BOCA DE LOBO	-	36	VER DETALHE
TUBO PEAD DE Ø450	64,00	-	VER DETALHE
TUBO PEAD DE Ø600	91,00	-	VER DETALHE
TUBO PEAD DE Ø750	83,00	-	VER DETALHE
TUBO PEAD DE Ø900	149,00	-	VER DETALHE
TUBO PEAD DE Ø1200	6,00	-	VER DETALHE
ESCADARIA PROJETADA	38,00	3	VER DETALHE
CANALETAS DE CRISTA ,MEIA ENCOSTA, LATERAL AO PASSEIO	591,00	-	VER DETALHE
POÇO DE VISITA	-	4	VER DETALHE
CAIXA DE LIGAÇÃO/ AMORTIZAÇÃO	-	9	VER DETALHE
SAÍDA DE BUEIRO	-	1	VER DETALHE
CANAL PAU D'ARCO FECHADO	167,19	-	4,90(L) x 2,00 (H)
CANAL PAU D'ARCO ABERTO	247,65	-	4,90(L) x 2,00 (H)

DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS														
OBRA: VALE DO REGINALDO - 1ª ETAPA														
LOCALIZAÇÃO	TRECHO	ELEMENTOS DA BACIA								ELEMENTOS DA GALERIA				
		A1 (BACIA) (m²)	A1 (BACIA) (km²)	A2 (ACUM.) (km²)	H (m)	L (km)	Tct (min)	i (mm/h)	Q1 (m³/s)	A (SEÇÃO)	I (m/m)	V (m/s)	Q2 (m³/s)	%
	1A - 2A	11.815,00	0,01182	0,01182	10,30	0,20	10,00	189,40	0,373	Ø600 (TPE)	0,0025	1,41	0,3986	93,57%
	2A - 3A	8.932,00	0,00893	0,02075	-	-	10,39	186,90	0,646	Ø750 (TPE)	0,0025	1,64	0,7246	89,19%
	1X - 2X	40.714,00	0,04071	0,04071	9,30	0,42	10,00	189,40	1,285	Ø900 (TPE)	0,0040	2,34	1,4887	86,33%
	1A - 1B	52.350,00	0,05235	0,05235	35,40	0,60	10,00	189,40	1,653	Ø900 (TPE)	0,0055	2,74	1,7432	94,80%
	1D	10.871,00	0,01087	0,01087			10,00	189,40	0,343	Ø600 (TPE)	0,0035	1,67	0,4721	72,69%
	1E	4.349,00	0,00435	0,00435			10,00	189,40	0,137	Ø450 (TPE)	0,0030	1,27	0,2019	68,00%
	1F - 4F	29.928,00	0,02993	0,02993			10,00	189,40	0,945	Ø900 (TPE)	0,0025	1,85	1,1770	80,27%
	1G - 2G	23.988,00	0,02399	0,02399			10,00	189,40	0,757	Ø750 (TPE)	0,0035	1,94	0,8571	88,35%
	1H - 2H	18.863,00	0,01886	0,01886			10,00	189,40	0,595	Ø750 (TPE)	0,0030	1,80	0,7952	74,88%
	1I	7.768,00	0,00777	0,00777			10,00	189,40	0,245	Ø450 (TPE)	0,0050	1,64	0,2608	94,02%
	1J	8.208,00	0,00821	0,00821			10,00	189,40	0,259	Ø450 (TPE)	0,0060	1,80	0,2862	90,53%
	1K	5.033,00	0,00503	0,00503			10,00	189,40	0,159	Ø450 (TPE)	0,0030	1,27	0,2019	78,69%
	1L - 2L	30.466,00	0,03047	0,03047			10,00	189,40	0,962	Ø750 (TPE)	0,0050	2,32	1,0250	93,83%
	1M	6.681,00	0,00668	0,00668			10,00	189,40	0,211	Ø450 (TPE)	0,0040	1,47	0,2337	90,24%
	1N	7.222,00	0,00722	0,00722			10,00	189,40	0,228	Ø450 (TPE)	0,0045	1,56	0,2480	91,93%
ESCADARIA 01	1Q - 2Q	2.835,00	0,00284	0,00284			10,00	189,40	0,089	0,60x0,40 (ESC)	0,0020	0,97	0,1746	51,26%
	2Q - 3Q	-	-	0,00284			10,29	187,54	0,089	Ø450 (TPE)	0,0025	1,16	0,1844	48,05%
	1R - 2R	3.579,00	0,00358	0,00358			10,00	189,40	0,113	Ø450 (TPE)	0,0030	1,27	0,2019	55,96%
	1S - 2S	9.774,00	0,00977	0,00977			10,00	189,40	0,309	Ø600 (TPE)	0,0030	1,55	0,4382	70,41%
	1T - 2T	46.207,00	0,04621	0,04621			10,00	189,40	1,459	Ø900 (TPE)	0,0045	2,48	1,5778	92,45%
ESCADARIA 02	2T - 3T	-	-	0,04621			10,06	189,04	1,456	0,80x0,60 (ESC)	0,0250	4,46	1,7840	81,60%
	3T - 4T	-	-	0,04621			10,15	188,43	1,451	Ø900 (TPE)	0,0045	2,48	1,5778	91,97%
	1U	145.233,00	0,14523	0,14523			10,00	189,40	4,585	Ø1200 (TPE)	0,0100	4,48	5,0669	90,48%
	1V - 2V	99.609,00	0,09961	0,09961			10,00	189,40	3,144	Ø900 (TPE)	0,0250	5,85	3,7218	84,48%
ESCADARIA 03	2V - 3V	-	-	0,09961			10,02	189,29	3,143	1,20x0,60 (ESC)	0,0350	6,06	3,6360	86,43%

PROJETO CALCULADO PARA MÉTODO RACIONAL (CHEN)

PERÍODO DE RETORNO: 15 ANOS

$Q1 = CIA \div 3,6$     $Q2 = S.V$     $C = 0,60$     $V = ((Rh^{2/3})/n) \times \sqrt{i}$     $Rh = S/P$     $\% = (Q1/Q2) \times 100$

$Tc = 56,9 (L^3/H)^{0,385}$     $TP = \text{Comp. trecho} / (V \times 60)$     $Tct = Tc + TP$

onde:

$Q1 = \text{vazão, em m}^3/\text{seg.};$     $Q2 = \text{vazão, em m}^3/\text{seg.}$   
 $S = \text{seção do tubo ou gal., em m}^2;$     $V = \text{velocidade do líquido, em m/seg.};$   
 $Rh = \text{raio hidráulico, em metros};$     $I = \text{declividade, em m/m};$   
 $n = \text{coeficiente de rugosidade, adimensional};$     $\% = \text{capacidade da seção}$

Legenda:

$Q = \text{deflúvio superficial direto}$     $Tc = \text{tempo de concentração}$   
 $C = \text{coeficiente de escoamento superficial}$     $TP = \text{tempo de percurso}$   
 $A = \text{área da bacia contribuinte}$     $V = \text{velocidade de escoamento}$   
 $TPE = \text{tubo em pead}$     $GRC = \text{galeria retangular em concreto}$   
 $ESC = \text{escadaria em concreto}$     $TCO = \text{tubo em concreto}$   
 $CAC = \text{canal aberto em concreto}$   
 $I = \text{intensidade média de chuva ocorrida durante o tempo de concentração.}$   
 $H = \text{diferença de nível do ponto mais alto e o mais baixo da bacia}$

PROJETO DIMENSIONADO PARA TUBOS PEAD DE DUPLA PAREDE COM COEFICIENTE DE RUGOSIDADE 0,010 E TUBOS EM CONCRETO COM COEFICIENTE DE RUGOSIDADE 0,013

DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS														
CANAL PAU D'ARCO														
LOCALIZAÇÃO	TRECHO	ELEMENTOS DA BACIA								ELEMENTOS DA GALERIA				
		A1 (BACIA) (m²)	A1 (BACIA) (km²)	A2 (ACUM.) (km²)	H (m)	L (km)	Tct (min)	i (mm/h)	Q1 (m³/s)	A (SEÇÃO)	I (m/m)	V (m/s)	Q2 (m³/s)	%
CANAL PAU D'ARCO	COMPLETO	2.240.000,00	2,24000	2,24000	60,51	3,60	52,61	86,50	37,674	4,90x2,00 (ESC)	0,0060	6,11	53,8902	69,91%

PROJETO CALCULADO PARA MÉTODO RACIONAL (CHEN)

PERÍODO DE RETORNO: 25 ANOS

$Q1 = CIA \div 3,6$     $Q2 = S.V$     $C = 0,70$     $V = ((Rh^{2/3})/n) \times \sqrt{i}$     $Rh = S/P$     $\% = (Q1/Q2) \times 100$

$Tc = 56,9 (L^3/H)^{0,385}$     $TP = \text{Comp. trecho} / (V \times 60)$     $Tct = Tc + TP$

onde:

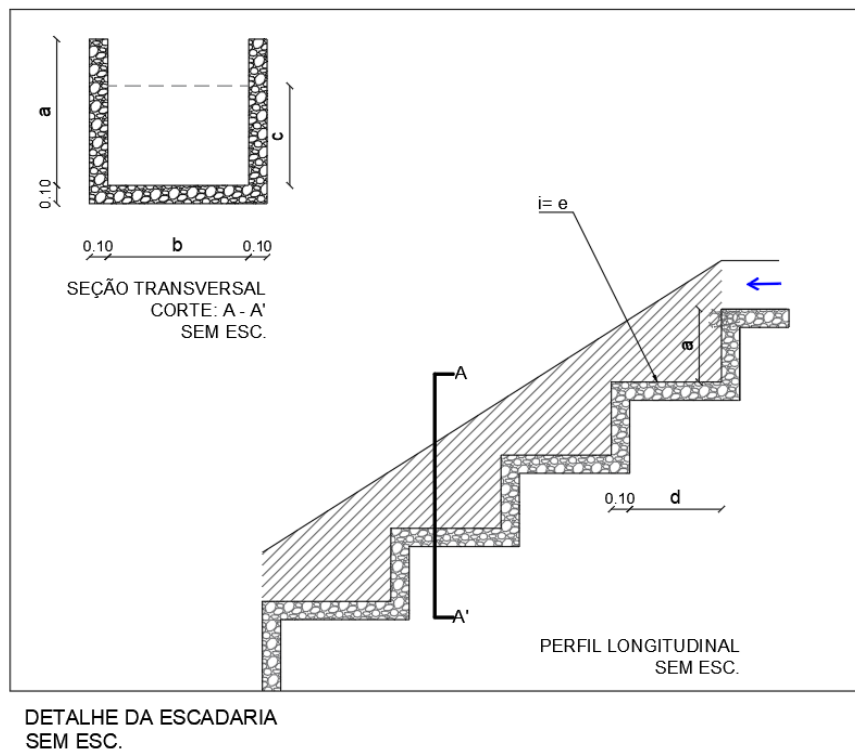
$Q1 = \text{vazão, em m}^3/\text{seg.};$     $Q2 = \text{vazão, em m}^3/\text{seg.}$   
 $S = \text{seção do tubo ou gal., em m}^2;$     $V = \text{velocidade do líquido, em m/seg.};$   
 $Rh = \text{raio hidráulico, em metros};$     $I = \text{declividade, em m/m};$   
 $n = \text{coeficiente de rugosidade, adimensional};$     $\% = \text{capacidade da seção}$

Legenda:

$Q = \text{deflúvio superficial direto}$     $Tc = \text{tempo de concentração}$   
 $C = \text{coeficiente de escoamento superficial}$     $TP = \text{tempo de percurso}$   
 $A = \text{área da bacia contribuinte}$     $V = \text{velocidade de escoamento}$   
 $TPE = \text{tubo em pead}$     $GRC = \text{galeria retangular em concreto}$   
 $ESC = \text{escadaria em concreto}$     $TCO = \text{tubo em concreto}$   
 $CAC = \text{canal aberto em concreto}$   
 $I = \text{intensidade média de chuva ocorrida durante o tempo de concentração.}$   
 $H = \text{diferença de nível do ponto mais alto e o mais baixo da bacia}$

PROJETO DIMENSIONADO PARA TUBOS PEAD DE DUPLA PAREDE COM COEFICIENTE DE RUGOSIDADE 0,010 E TUBOS EM CONCRETO COM COEFICIENTE DE RUGOSIDADE 0,013

ESCADARIAS PROJETADAS						
ESCADARIA	COMPRIMENTO TOTAL	LARGURA b(m)	ALTURA TOTAL a(m)	COMPR. LONGITUDINAL d(m)	DECLIVIDADE LONGITUDINAL e(m/m)	ALTURA MOLHADA c(m)
ESCADARIA 01	17,00	0,60	0,40	0,60	0,0020	0,30
ESCADARIA 02	15,00	0,80	0,60	0,80	0,0250	0,50
ESCADARIA 03	6,00	1,20	0,60	0,60	0,0350	0,50
TOTAL	38,00	-	-	-	-	-



#### Projeto de pavimentação:

A via será dimensionada como uma via principal de tráfego médio, pois está dentro de uma área urbana:  $N = 5 \times 10^5$

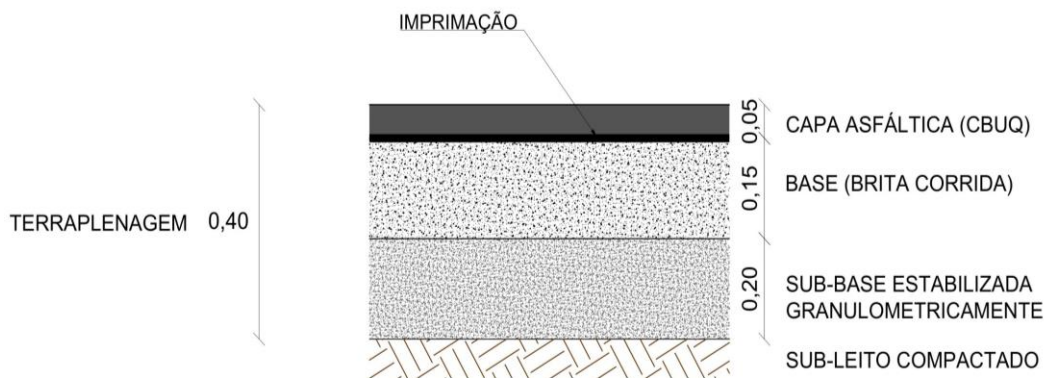
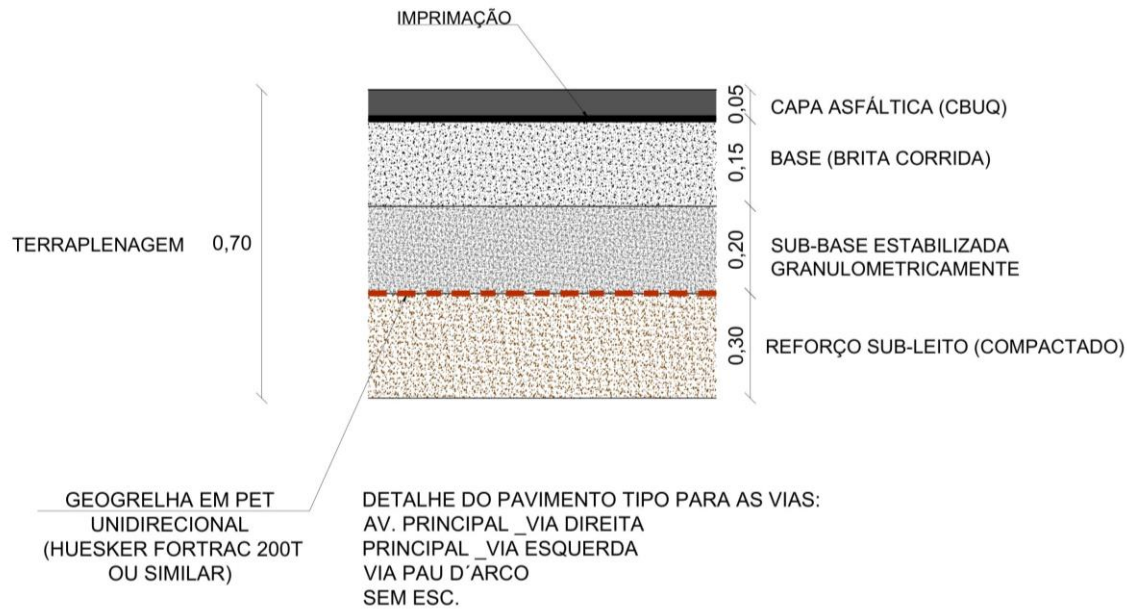
De acordo com os ensaios preliminares do subleito, a via apresenta solo mole, para isso será considerado um reforço do subleito com geogrelhas – que será revisto no projeto executivo. Daí, o dimensionamento do pavimento da via será considerada com um  $\text{CBR} \geq 10$ .

#### Dimensionamento:

- Reforço do sub leito (acima da geogrelha) – mat. $\text{CBR} \geq 10$ .....	0,30 cm
- sub base de solo estabilizado $\text{CBR} \geq 20$ .....	0, 20 x 0,8 ..... 16
- base de brita corrida .....	0,15 x 1,0 ..... 15
- Capa asfáltica em CBUQ .....	0,05 x 2,0 ..... 10
Total da espessura equivalente .....	41

Observação: para a sub base em solo estabilizado, caso haja muita dificuldade de encontrar material com  $\text{CBR} \geq 20$ , que este esteja numa distância acima de 20 km, ou até mesmo trechos que tenham um sub leito com lençol freático alto, poderá ser substituída por uma base de brita corrida de 15 cm. Então a espessura total de brita ficaria com 30 cm, que deverá ser executada em duas camadas de 15 cm.

Essa recomendação se prende ao tipo de solo no sub leito da via, por ser muito variável no seu traçado: fundo do vale: material mole; mais próximo à encosta: material estavel.



DETALHE DO PAVIMENTO TIPO PARA AS VIAS:  
ALÇA GER. MELO 1  
ALÇA "A" e "B"  
VIA PAU D'ARCO  
ALÇA LESTE-OESTE 1 e 2  
ALÇA LESTE-OESTE / JACINTINHO  
SEM ESC.



### Uso da geogrelha como elemento de reforço do solo

De acordo com a definição da Sociedade Internacional de Geossintéticos geogrelhas são estruturas em forma de grelha com função predominante de reforço e são constituídas por elementos resistentes à tração. Elas podem apresentar resistência em uma direção predominante (unidirecional) ou em duas direções ortogonais (bidirecional).

As geogrelhas são denominadas, em função do processo de fabricação, como extrudadas, soldadas ou tecidas.

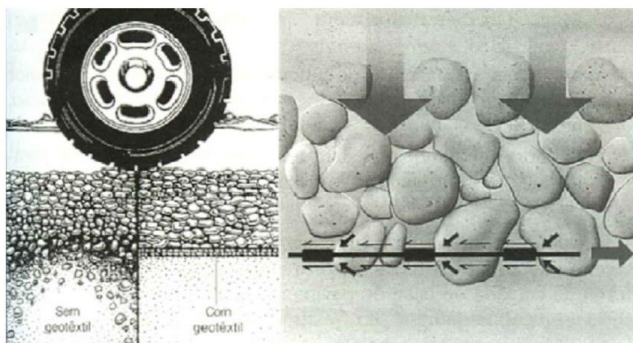
No projeto atual foi adotado uma geogrelha unidirecional, de fabricação extrudadas e no material poliéster (PET)

A geogrelha nesse projeto terá a função de reforçar o solo, que apresentou na sondagem uma classificação de material de consistência mole.

Como se sabe, os solos possuem, geralmente, elevada resistência a esforços de compressão e baixa resistência a esforços de tração. Sob carregamento, o solo sofre tanto esforços de compressão como de tração. Por exemplo, no caso de um carregamento vertical, há planos horizontais sob compressão e planos verticais sob tração. Caso a massa de solo esteja reforçada e o elemento de reforço esteja devidamente orientado na direção principal de deformação de tração, a geogrelha, que possui, relativamente ao solo, baixa deformabilidade, controlará a deformação do conjunto.



Geogrelha unidirecional



Benefícios gerados pela presença de geogrelha no reforço do solo em um via

### Instalação da Geogrelha

A área que será coberta pela geogrelha deverá ser preparada para estar em condição regular e uniforme, livre de entulhos e objetos protudentes, tal como pedras e rochas que causem obstáculos a essa cobertura.

O geotêxtil deverá ser imediatamente desenrolado (Figura 01) seguindo a sequência de cobertura, não devendo ficar exposto à luz do sol, durante a instalação e por mais de sete dias.

Após ser desenrolado, não deverá apresentar rugas excessivas, o que poderia ocasionar deformações também excessivas durante sua vida de projeto.

O geotêxtil não deverá ser arrastado sobre o solo mole ou sobre objetos pontiagudos, pois isso poderia danificá-lo permanentemente.

Todas as partes desenroladas de geotêxtil deverão ser transpassadas em no mínimo 0.30 m (Figura 02 e 03).

Pregos, pinos ou algum outro recurso recomendado pelo fabricante deverão ser usados quando se necessite fixar o geotêxtil em um determinado lugar, até que o solo de cobertura seja colocado.

O material de cobertura deverá ser colocado sobre o geotêxtil de tal maneira que um mínimo de 15 cm material esteja sempre entre as rodas dos veículos e o geotêxtil.

Os equipamentos de construção serão limitados em tamanho e peso, ou seja, recomenda-se que a máxima profundidade em trilha de roda formada na camada de solo sobre o geotêxtil seja de 10 cm a 15 cm. Não é permitido manobrar os pneus dos veículos sobre o geotêxtil ou sobre o solo de cobertura inicial (15 cm) de maneira brusca, pois isso induziria à formação de rugas ou levantamento excessivo do geotêxtil. Para entrar ou sair com veículos sobre o geotêxtil, são recomendados movimentos suaves.

A compactação da primeira camada de solo sobre o geotêxtil deverá ser limitada a apenas uma direção de colocação e espalhamento, não sendo permitido equipamento vibratório nessa camada.

Após a colocação da primeira camada, ou camada de acesso, e respeitando as recomendações citadas anteriormente, as operações de terraplanagem podem transcorrer como especificadas em projeto.



Figura 01



Figura 02



Figura 03

RELAÇÃO DE ÁREAS PAVIMENTAÇÃO, PASSEIOS E CICLOFAIXA										RELAÇÃO DE ÁREAS MEIO-FIO, LINHA D'ÁGUA E MOV. DE TERRA							
VIAS				PASSEIO			CICLOFAIXA			ÁREA A PAVIMENTAR	TALUDE	MEIO-FIO E LINHA D'ÁGUA		GEOGRELHA	VOLUME DO MOV. DE TERRA		
ORDEM	RUA	COMP. (m)	LARG. (m)	ÁREA DA RUA (m²)	LARG. DE PASSEIO (m)	COMP. PASSEIO (m)	ÁREA PASSEIO (m²)	LARG. DE CICLOFAIXA (m)	COMP. CICLOFAIXA (m)	ÁREA CICLOFAIXA (m²)	ÁREA DA RUA + CICLOFAIXA (m²)	VEGETAÇÃO EM GRAMÍNEAS (m²)	MEIO-FIO (m)	LINHA D'ÁGUA (m)	ÁREA (m²)	CORTE (m³)	ATERRO (m³)
1	AV. PRINCIPAL - VIA DIREITA	1.377,78	7,00	10.580,82	1,50	1.377,78	2.289,94	1,60	1.377,78	2.256,79	12.837,61	-	2.755,56	1.377,78	12.837,61	8.973,38	17,80
2	AV. PRINCIPAL - VIA ESQUERDA	600,00	7,00	5.975,96	1,50	820,00	1.394,28	1,60	820,00	868,83	6.844,79	-	1.200,00	600,00	6.844,79	4.444,50	30,60
3	ALÇA A	69,88	6,00	492,32	1,50	139,76	184,82	1,60	69,88	83,46	575,78	-	139,76	139,76	-	107,65	0,20
4	ALÇA B	83,64	6,00	479,15	1,50	83,64	91,21	1,60	83,64	104,50	583,65	-	167,28	167,28	-	478,90	0,05
5	ALÇA GERALDO MELO 1	99,73	3,50	425,52	-	-	-	-	-	-	425,52	107,35	204,99	204,99	-	19,91	223,70
6	VIA PAU D'ARCO	436,12	7,00	3.441,08	1,50	814,51	1.247,61	1,60	814,51	1.325,36	4.766,44	871,79	872,24	814,51	4.766,44	4.429,64	4.019,35
7	ALÇA LESTE-OESTE 01	138,34	10,00	1.117,54	1,50	138,34	196,63	1,60	138,34	204,33	1.321,87	968,54	276,68	138,34	-	163,38	6.420,30
8	ALÇA LESTE-OESTE 02	131,90	5,00	658,23	1,50	131,90	201,98	1,60	131,90	193,32	851,55	786,85	263,80	131,90	-	1.114,50	1.749,65
9	ALÇA LESTE-OESTE / JACINTINHO	460,00	3,00	1.421,91	1,50	460,00	686,79	-	-	-	1.421,91	-	460,00	460,00	-	2.742,90	15,20
SUBTOTAL		3.397,39	-	24.592,53	-	3.965,93	6.293,26	-	3.436,05	5.036,59	29.629,12	2.734,53	6.340,31	4.034,56	24.448,84	22.474,75	12.476,85
10	CANAL PAU D'ARCO	414,84	4,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.370,83	0,00
TOTAL GERAL		3.812,23	-	24.592,53	-	3.965,93	6.293,26	-	3.436,05	5.036,59	29.629,12	2.734,53	6.340,31	4.034,56	24.448,84	24.845,58	12.476,85

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS

As presentes especificações estabelecem as condições técnicas básicas a serem obedecidas no fornecimento de materiais e na execução de serviços para as obras de **TERRAPLENAGEM, DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS e PAVIMENTAÇÃO** de vias no município de Maceió, Estado de Alagoas.

Será colocada em local previamente determinado pela fiscalização uma ou mais placa alusiva a obra com dizeres definidos pela Fiscalização.

O fornecimento de materiais e a execução de todos os serviços deverão estar em consonância com os projetos, memoriais, detalhes e prescrições contidas nas presentes Especificações e Normas Técnicas da ABNT.

A obra será fiscalizada por pessoa física ou jurídica, designada pela Contratante doravante e indicada pelo nome de Fiscalização.

Não se poderá alegar em hipótese alguma, como justificativa ou defesa, por qualquer elemento da Empreiteira, desconhecimento, incompreensão, dúvidas ou esquecimento das cláusulas e condições destas Especificações e do Contrato, bem como de tudo o que estiver contido no Projeto, nas Normas, Especificações e Métodos da ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

Deverá a Empreiteira acatar de modo imediato as ordens da Fiscalização, dentro destas Especificações e do Contrato.

Ficam reservados à Fiscalização o direito e a autoridade para resolver todo e qualquer caso singular ou omissos nestas Especificações, no Projeto e em tudo o mais que, de qualquer forma, se relacione ou venha a se relacionar, direta ou indiretamente, com a obra em questão e seus complementos.

A existência e a atuação da Fiscalização em nada diminuem a responsabilidade única, integral e exclusiva da Empreiteira, no que concernem as obras e suas implicações próximas ou remotas, sempre de conformidade com o Contrato, o Código Civil e demais leis ou regulamentos vigentes.

A Fiscalização poderá exigir a qualquer momento, de pleno direito, que seja adotada pela Empreiteira providência suplementar necessária à segurança dos serviços e ao bom andamento da obra.

Pela Empreiteira a condução geral da obra ficará a cargo de pelo menos um Engenheiro residente, registrado no Crea. Deverá esse Engenheiro ser auxiliado, em cada frente de trabalho, por um Encarregado devidamente habilitado. Antes do início dos serviços, a empreiteira deverá apresentar oficialmente a contratante seu quadro técnico responsável pela obra. Quaisquer modificações deverão ser comunicadas previamente a fiscalização para conhecimento e aprovação.

A Empreiteira deverá manter permanentemente na obra um livro para registro diário de todas as ocorrências relacionadas com a obra. Tal livro deverá ter folhas numeradas, em duas vias, destacáveis, e serão rubricadas pela fiscalização.

A citação específica de uma norma, especificação, etc., em algum item, não elimina o cumprimento de outras aplicáveis ao caso.

Antes da entrega das obras deverão ser reparados pela Empreiteira todos os defeitos e estragos verificados nos serviços acabados, qualquer que seja a causa que os tenham produzido, ainda que este reparo importe na remoção integral dos serviços comprometidos.

Os canteiros de serviços deverão se localizar nos pontos mais próximos das principais frentes de trabalho ou dos centros de gravidade das áreas com maiores construções, com acesso fácil através de áreas bem conservadas, e abrigarão todos os equipamentos, materiais e mão de obra necessários à execução dos serviços contratados. Os locais escolhidos para construção dos canteiros de serviços deverão ser aprovados pela Fiscalização. Apesar da aprovação não caberão a Contratante, em hipótese alguma, os ônus decorrentes de locação, manutenção e acesso das áreas escolhidas. A instalação dos canteiros ficará a cargo da Empreiteira que deverá apresentar croquis contendo localização do terreno e suas dependências, para prévia aprovação da Fiscalização.

Todo e quaisquer ônus decorrentes direta ou indiretamente das ligações de água, luz e força e dos respectivos consumos, são de inteira responsabilidade da Empreiteira. Não poderá ser invocado, sob qualquer motivo ou pretexto, falta ou insuficiência de águas ou energia elétrica por parte da Empreiteira, pois esta deverá estar adequada e suficientemente aparelhada para o seu fornecimento e demais tarefas relacionadas aos serviços.

As obras a serem executadas deverão obedecer aos cálculos hidráulicos e estruturais, desenhos, memórias e especificações dos projetos existentes.



No caso de eventuais divergências entre elementos de projeto será obedecido o seguinte critério: a) Divergência entre as cotas assinaladas e as suas dimensões medidas em escala, prevalecerão as primeiras; b) Divergência entre desenho de escalas diferentes, prevalecerão os de maior escala; c) Divergência entre os elementos não incluídos nos itens “a” e “b”, prevalecerão os critérios e a interpretação da Fiscalização, para cada caso.

No canteiro de trabalho deverá ser mantido, em bom estado, pelo menos um jogo de plantas, memórias e especificações do projeto para consulta pela Fiscalização.

Todos os aspectos particulares do projeto, os omissos e ainda os de obras complementares não considerados no projeto, serão em ocasião oportuna especificados e detalhados pela Fiscalização. Deverão ser obrigatoriamente executados, desde que sejam necessários à complementação técnica do projeto.

Caberá a Empreiteira a locação das obras e demais elementos necessários, a critério da Fiscalização.

A Empreiteira deverá manter, durante o expediente da obra e no canteiro de trabalho, uma equipe de topografia composta pelo menos de um topógrafo devidamente habilitado, equipamento topográfico adequado e aprovado como também dois auxiliares de topógrafo.

Todos os serviços de topografia deverão ser executados domando-se como referência de nível aquele utilizado por ocasião do detalhamento do projeto.

Deverão ser cadastrados todos os trechos executados de galerias pluviais e pavimentação e ou recuperação de pavimentos.

A EMPREITEIRA deverá apresentar, juntamente com a medição final, o Cadastro Final das obras, devidamente conferido e liberado pela FISCALIZAÇÃO, a fim de obter a autorização de emissão da respectiva fatura de serviço.

A EMPREITEIRA deverá fornecer todos os materiais necessários à plena execução das obras e/ou serviços licitados, conforme as presentes especificações e de acordo com o estabelecido em projeto.

O material que, por motivo, for recusado pela FISCALIZAÇÃO deverá, dentro de 72 horas, ser retirado e substituído pela EMPREITEIRA sem nenhum ônus adicional para a CONTRATANTE.

## **DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS E SEUS COMPONENTES**

Os poços de visita deverão ser executados com os detalhes de projeto. As paredes laterais serão executadas com alvenaria de blocos estruturais (e = 20 cm) formando fichas perfeitamente alinhadas e aprumadas, sem coincidência de juntas laterais, assentes com argamassa de cimento e areia no traço 1:6, revestidas internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, com espessura de 1,5 a 2,0 cm, após a aplicação de chapisco no traço 1:4 (cimento e areia).

As bocas de lobo, quando tiver, terão embasamento em concreto simples na espessura de 10 cm, perfeitamente desempenado, lançado sobre lastro de brita com espessura mínima de 5 cm. As paredes laterais serão executadas em alvenaria de blocos estruturais 0,15 x 0,20 x 0,40, na espessura livre de 0,15 m. As fiadas serão perfeitamente alinhadas e aprumadas, sem coincidência de juntas verticais, assentes com argamassa de cimento e areia e traço 1:6, revestidas internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, com espessura de 1,5 a 2,0 cm, após a aplicação do chapisco no traço 1:4 (areia e cimento).

Os meios-fios serão em concreto pré-moldado. Deverão atender as disposições das ND-1 e B-4 da ABNT e PNB-49. O comprimento do meio-fio deverá ser de 1,0 m; altura de 0,40 m e espessura de 0,15 m (em baixo) e 0,12 m (em cima). O espelho do meio-fio deverá ser entre 15 a 18 cm. Meios-fios existentes deverão ser arrancados e reassentados para a cota de greide do projeto. Quando o meio-fio ficar desprotegido pelo lado oposto da rua (lado do passeio) este deverá ser escorado com material de jazida ou do antigo sub-leito da rua, devidamente compactado

A linha d'água deverá ter largura de 0,45 m com 15 cm de espessura. Serão em concreto com FCK igual a 13 MPa.

Os passeios terão uma largura de 1,20 m, serão em concreto cimento com espessura de 7 cm FCK igual a 13 Mpa; bem assim serão as rampas de acessibilidade. Os passeios com largura acima de 1,20 m, serão cimentados a partir dos meios-fios (ou o contrário, de acordo com a fiscalização). As ruas com passeios inferior a 1,20 m, estes serão pavimentados com largura total. As ruas com largura inferior a 3,0 m não terão passeios, serão pavimentadas em paralelepípedos com largura total, com declividade para o centro da rua, por onde serão escoadas as águas pluviais. Os passeios receberão uma malha de aço.

A tubulação a ser usada na drenagem pluvial serão os tubos corrugados de PEAD (polietileno de alta densidade) são usados em aplicações de drenagem pluvial, sanitária, rodovias e similares. São largamente usados nos Estados Unidos e na Europa há bastante tempo. É um material que tem substituído com muitas vantagens os tubos de concreto (simples e armados) e de aço. São leves (10% do peso) e tem a parede interna lisa e por isso tem uma condutividade hidráulica aos dos tubos de concreto. Tem boa resistência estrutural e grande vida útil (70 anos).

O descarrego na obra deverá ser com equipamentos que não danifiquem a tubulação. Não devem cair. A tubulação deve ser armazenada em terreno plano, em pilhas em forma de pirâmide com altura inferior a 1,80m. Devem ser colocada com as bolsas alternadas em cadadas sucessivas. As bolsas devem sobressair à camada inferior para evitar deformações. A camada protetora que envolve os tubos não devem ser retiradas até o momento de sua instalação. Acompanha as tubulações lubrificantes, encaixes e acessórios que devem ser armazenados em lugares seguros e não exposto ao sol. Para evitar danos às pontas e bolsas na movimentação de tubos estes não devem ser arrastados.

As tubulações são confeccionadas com comprimento de 6,00 m. Seu peso está em torno de:

<b>Ø nominal</b>	<b>Peso (kg/m)</b>	<b>Método de assentamento</b>
300 mm	4,90	manual
375 mm	6,80	manual
450 mm	9,80	manual
600 mm	16,60	equipamento
750 mm	24,00	equipamento
900 mm	29,30	equipamento
1050 mm	36,20	equipamento
1200 mm	50,80	equipamento

Os tubos devem ser assentados nas cotas estabelecidas no projeto. As valas para assentamento da tubulação devem ter largura suficiente para sua colocação e enchimento ao seu redor.

Em condições normais as larguras das valas devem ter:

<b>Ø nominal</b>	<b>Largura da vala (mm)</b>	<b>Ø nominal</b>	<b>Largura da vala (mm)</b>
300 mm	770	750 mm	1450
375 mm	860	900 mm	1600
450 mm	970	1050 mm	1820
600 mm	1200	1200 mm	1010

Nas tubulações em paralelo, pede-se permitir espaço suficiente entre as tubulações para uma compactação adequada:  $\varnothing \leq 600$  mm a largura deve ser de 300 mm;  $\varnothing \geq 600$  a largura deve ser metade do diâmetro interno da tubulação. Para aquelas tubulações com conexão ponta-bolsa, é fundamental realizar a união de forma apropriada de modo a garantir o desempenho especificado para a tubulação. Estas conexões são facilmente instaladas por meio do seguinte procedimento:

Coloque a tubulação na vala (seja de forma manual ou com o uso de equipamentos mecânicos). Limpe completamente as extremidades da ponta e da bolsa, certificando-se que estejam livres de lama, areia ou outras partículas estranhas. Remova a envoltura protetora do anel de vedação de borracha. Se a embalagem tiver sido removida, certifique-se que a base de colocação esteja limpa e reinstale esticando-o sobre o tubo e ajuste-o. As embalagens devem ser instaladas com a marca, letras ou linha da cor de frente para a ligação.

Utilizando um pano ou brocha, aplicar lubrificante tanto na bolsa como no anel de vedação de borracha localizada na ponta do tubo. A função principal do lubrificante é facilitar as operações de deslizamento e acoplamento entre as diferentes peças e tubulações durante sua instalação.

Os tubos devem ser instalados com as bolsas dirigidas para águas acima e sempre empurrar a ponta dentro da bolsa, não a bolsa dentro da ponta.

Recomenda-se a instalação da tubulação da seguinte maneira:

**As galerias retangulares serão em concreto armado, serão na seção e declividade indicada no projeto. A dosagem do concreto e ferragem será de acordo com o projeto estrutural, elaborado por projetista contratado pela Empresa executora da obra. As galerias poderão ser moldadas na obra o pré-moldadas.**

**Manual:**

Colocar um tampão dentro da bolsa, para não empurrar diretamente sobre o tubo a inserir e evitar danificar a bolsa.

Pôr um bloco de madeira verticalmente contra o tampão.

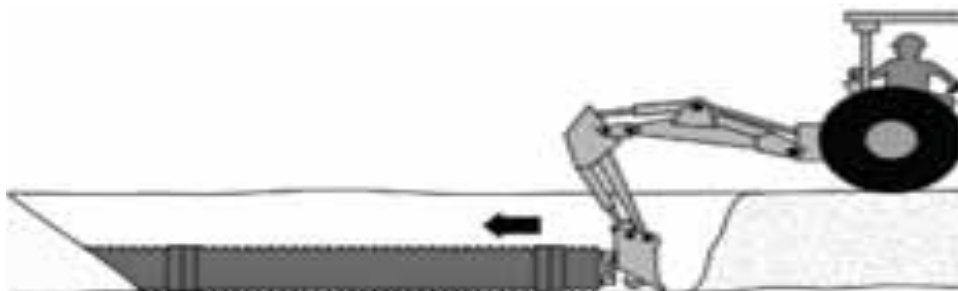
- Com uma barra ou alavanca, empurrar contra o bloco de madeira, e alavancar de forma a empurrar o tubo até que a inserção se realize de maneira adequada.

**Mecânico 01:**

Colocar um tampão dentro da bolsa, para não empurrar diretamente sobre o tubo a inserir e evitar danificar o bocal.

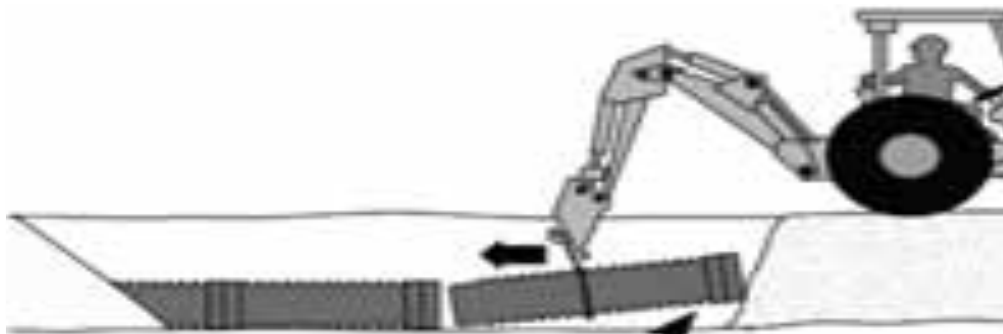
Pôr um bloco de madeira verticalmente contra o tampão.

Com cuidado empurrar a pá da escavadeira contra o bloco de madeira até que a ponta da tubulação fique inserida adequadamente dentro da bolsa.

**Mecânico 02:**

Colocar a corda ou linga ao redor da tubulação. A linga deve estar amarrada à pá da escavadeira.

O operador do equipamento deverá jogar cuidadosamente a linga em direção da bolsa onde será inserido o tubo, até que a ponta fique inserida adequadamente dentro da bolsa.



Para conseguir o encaixe adequado entre as tubulações e garantir a integridade da junta utilizando qualquer um dos métodos antes mencionados, deve-se cuidar que a ponta seja inserida totalmente dentro da bolsa. As tubulações podem suportar cargas vivas até 19 toneladas por eixo com um recobrimento de 30cm.

Durante a construção deve-se evitar cargas de equipamentos pesados (> 90 toneladas por eixo) sobre o tubo. Deve-se evitar golpes diretos na tubulação com os equipamentos de compactação. As zonas expostas ao tráfego de veículos de construção pesados entre 30 e 60 toneladas, precisam de pelo menos 90 cm de recobrimento sobre o tubo. Se o recobrimento foi insuficiente, amontoe e compacte o material sobre a tubulação para proporcionar a cobertura mínima necessária para as cargas durante o processo construtivo.

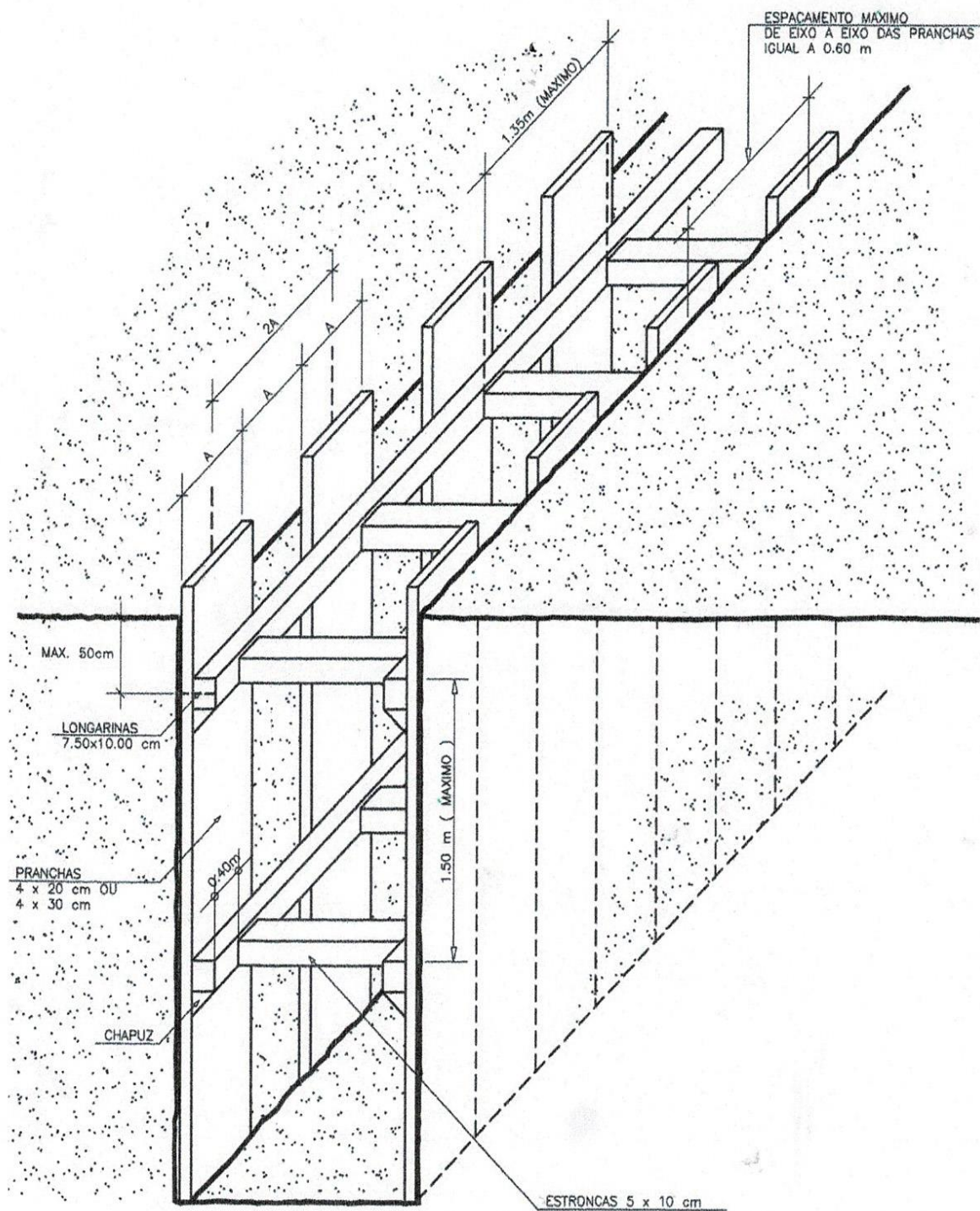
É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,25 m, conforme estabelece a portaria nº. 3214 do Ministério do Trabalho, de 08/06/1978, regulamentada pela NR 18 e pela portaria nº 17, de 07/07/83.

Em todos os serviços de escavação, a contratada deve seguir as Instruções de Segurança e demais normas internas da Sanepar, a NBR 9061 – Segurança de escavação a céu aberto, bem como todas as alterações posteriores as datas citadas acima. Em valas com profundidade inferior a 1,25 m deve ser utilizado escoramento sempre que as paredes laterais forem constituídas de solo passível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, constate-se a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços. A responsabilidade pela definição do tipo de escoramento a empregar é da contratada e depende da qualidade do terreno, da profundidade da vala e das condições locais, e ainda das considerações da fiscalização. No caso de escavação manual de valas, o escoramento deve ser executado concomitantemente à escavação, ficando a profundidade da vala, para escavação manual limitada em até 2,00m. No caso de escavação mecânica, a distância máxima entre o último ponto escorado e a frente da escavação deve ser de 2,00 m. A remoção do escoramento deve ser feita cuidadosamente a medida que for sendo feito o reaterro.

Escoramento descontínuo deve ser executado com madeira de boa qualidade, de forma a obter-se um conjunto rígido, utilizando-se pranchas de 4 x 20 cm ou 4 x 30 cm. O espaçamento entre as pranchas deve ser de, no máximo, 0,60 m (eixo a eixo) e devem ser travadas por longarinas de 7,5 x 10 cm em toda a extensão da vala, espaçadas verticalmente de, no máximo, 1,50 m e com estroncas de, no mínimo, 5 x 10 cm ou madeira roliça com diâmetro mínimo de 10 cm, ou ainda metálicas espaçadas de, no máximo, 1,35 m. A primeira estronca deve ser colocada a 0,40 m da extremidade da longarina, conforme desenho adiante apresentado

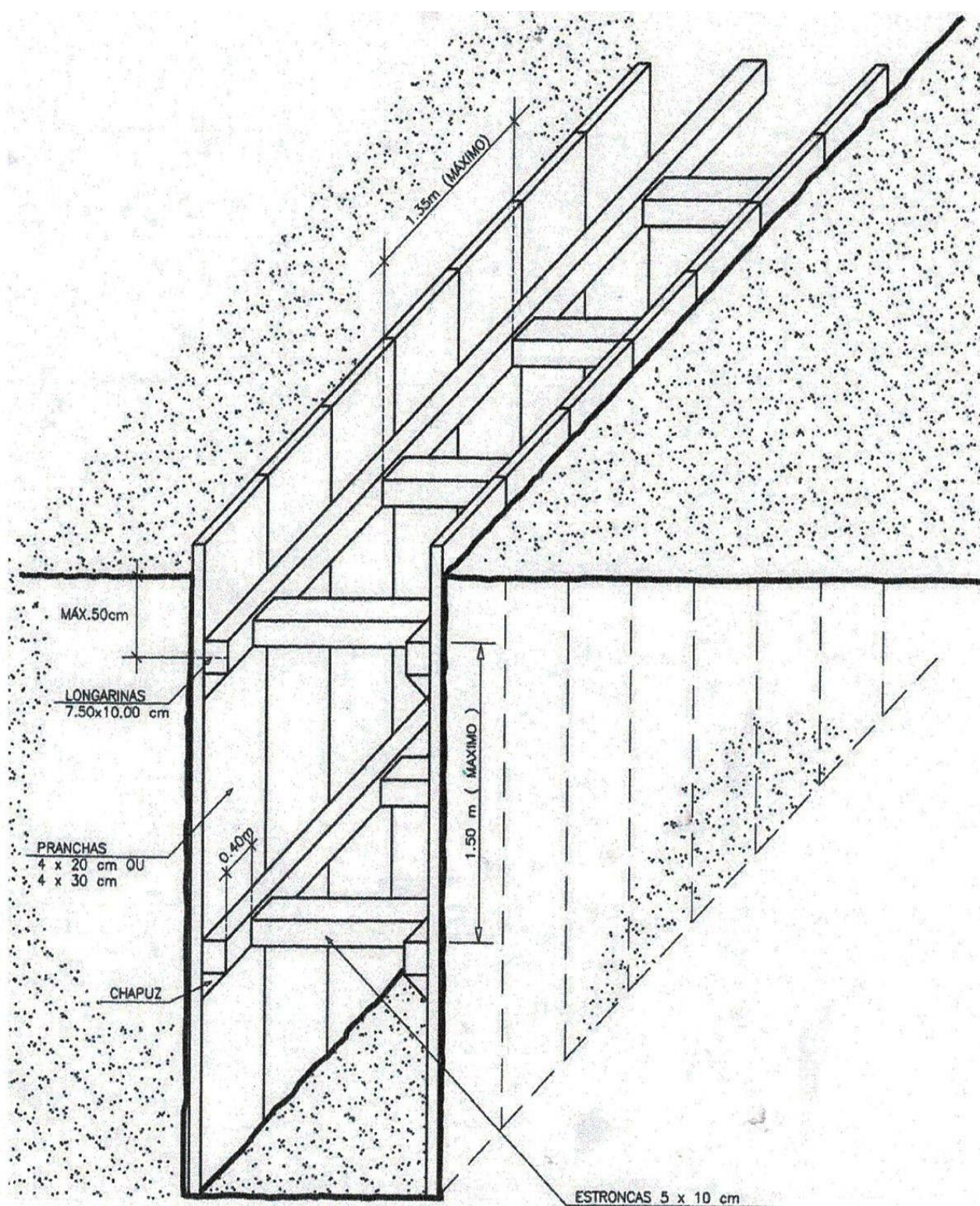
Escoramento contínuo deve ser executado com madeira de boa qualidade, de forma a obter-se um conjunto rígido a cobrir inteiramente as paredes da vala. A medida em que a escavação vai sendo aprofundada, são colocadas pranchas de 4 x 20 cm ou 4 x 30 cm, dispostas verticalmente, travadas por longarinas de 7,5 x 10 cm em toda a extensão da vala, espaçadas verticalmente de, no máximo, 1,50 m e com estroncas de, no mínimo, 5 x 10 cm ou madeira roliça com diâmetro mínimo de 10 cm, ou ainda metálicas espaçadas de, no máximo, 1,35 m. A primeira estronca deve ser colocada a 0,40 m da extremidade da longarina, conforme desenho adiante apresentado.



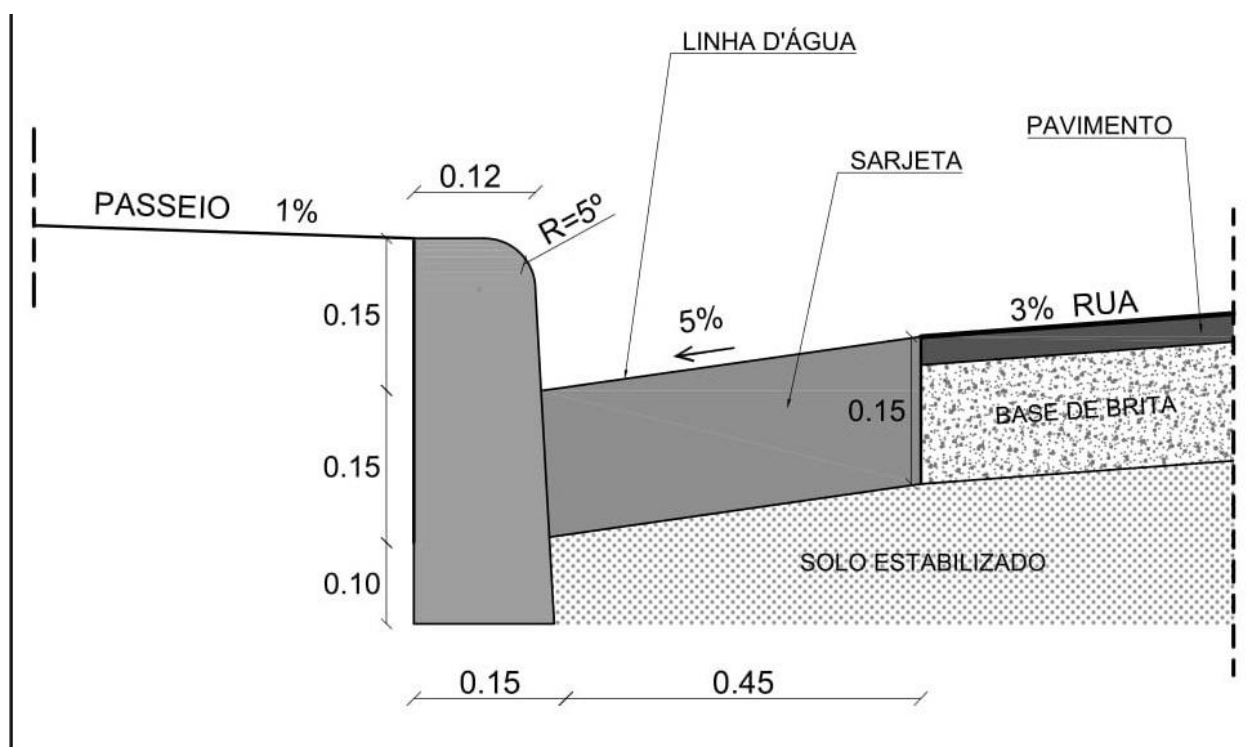


ESCORAMENTO DE MADEIRA DESCONTÍNUO





ESCORAMENTO DE MADEIRA CONTÍNUO



DETALHE DE MEIO-FIO, LINHA D'ÁGUA E SARJETA SEM ESC.

## TERRAPLENAGEM – CORTES/ATERROS

Cortes são segmentos de rodovia, em que a implantação requer a escavação do terreno natural, ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projeto ("Off sets") que definem o corpo estradal, o qual corresponde à faixa terraplanada.

Corte a céu aberto são escavações praticadas na superfície do solo.

Corte a meia encosta são escavações para a passagem de uma rodovia, que atinge apenas parte de sua seção transversal.

Corte em Caixa são escavações em que os taludes estão praticamente na vertical.

Plataforma são superfícies do terreno ou do terrapleno, compreendido entre os dois pés dos cortes, no caso da seção em corte; de crista a crista do aterro, no caso de seção e aterro; e do pé do corte a crista do aterro, no caso de seção mista. No caso dos cortes, a plataforma compreende também a sarjeta.

Talude é uma superfície inclinada do terreno natural, de um corte ou de um aterro, conforme as figuras abaixo:

Talude escalonado é um talude em geral alto, em que se praticam banquetas, com vistas à redução da velocidade das águas pluviais superficiais, para facilitar a drenagem e aumentar a estabilidade do maciço.

Faixa terraplanada correspondente à largura que vai de crista a crista do corte, no caso de seção plena em corte; do pé do aterro ao pé do aterro, no caso de seção plena em aterro; e da crista do corte ao pé do aterro, no caso da seção mista. É a área compreendida entre as linhas "Off sets".

Material de 1ª categoria compreende os solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado. O processo de extração é compatível com a utilização de "Dozer" ou "Scraper" rebocado ou motorizado.

Material de 2ª categoria compreende os solos de resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente; a extração eventualmente pode envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Estão incluídos nesta categoria os blocos de rocha de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetros médio compreendido entre 0,15 m e 1,00 m.

Material de 3ª categoria compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 m, ou de volume igual ou superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem com o emprego contínuo de explosivos.

Bota-fora é o material de escavação dos cortes, não aproveitados nos aterros, devido à sua má qualidade, ao seu volume, ou à excessiva distância de transporte, e que é depositado fora da plataforma da rodovia, de preferência nos limites da faixa de domínio, quando possível.

Local do bota-fora é o lugar estabelecido para depósito de materiais inservíveis.

Corta-rio é uma escavação destinada à alteração do percurso dos cursos d'água, com o objetivo de eliminá-los ou fazer com que se desenvolvam em local mais conveniente, de maneira a eliminar ou minimizar a sua interferência com a rodovia.

Equipamentos em geral são máquinas, veículos, equipamentos outros e todas as unidades móveis utilizadas na execução dos serviços e obras.

As áreas a ser objeto de escavação, para efeito da implantação do segmento de corte reportado, devem se apresentar convenientemente desmatadas e destocadas e estando o respectivo entulho removido, na forma do disposto na Norma DNIT 104/2009 – ES – Terraplanagem – Serviços Preliminares – Especificações de Serviço.

Os segmentos em aterro, em cujas execuções serão utilizados, de forma parcial ou total, os materiais escavados do segmento do corte a ser implantado, devem estar devidamente tratados em termos de desmatamento, destocamento e remoção do entulho e obstruções outras e, assim, em condições de receber as correspondentes deposições dos materiais provenientes do corte em foco.

As caixas de empréstimos que, de forma conjugada com os cortes focalizados na subseção 4.1, serão utilizados na execução dos aterros reportados em 4.2 deverão estar devidamente tratadas em termos de desmatamento, destocamento e remoção dos entulhos e, assim, em condições de serem exploradas.

As obras-de-arte correntes, previstas para execução nos segmentos em aterro de que trata a subseção 4.2, devem estar devidamente construídas e concluídas.

As marcações do eixo e dos “Off sets”, bem como as referências de nível (RN) relacionadas com os segmentos reportados nas subseções 4.1 e 4.2, já devidamente atendido o disposto nas subseções 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.4 da Norma DNIT104/2009 – ES – Terraplanagem - Serviços Preliminares, devem, após as operações de desmatamento e destocamento, ser devidamente checadas e, se for o caso, revistas, de sorte a guardarem consonância com a nova configuração da superfície do terreno e com o projeto geométrico.

Neste sentido, e em consequência, deve ser procedido novo levantamento de seções transversais de forma solidária com os RN instituídos no Projeto de Engenharia.

Tais seções transversais constituir-se-ão, então, nas “seções primitivas” a serem efetivamente consideradas, para efeito de elaboração e de marcação da “Nota de Serviço de Terraplanagem” (respeitadas as cotas do projeto geométrico), do controle geométrico dos serviços e da medição dos serviços executados.

As correspondentes fontes ou tomadas d'água, indicadas no Projeto de Engenharia, devem estar, na forma devida, preparadas e equipadas, e em condições de municiarem, regularmente, as operações de compactação dos aterros reportados na subseção 4.2.

Os locais definidos em projeto para “bota-fora” e/ou “praças para depósitos provisórios” de materiais oriundos do corte em foco devem estar convenientemente preparados e aptos a receberem os respectivos materiais de deposição e as operações consequentes.

Os caminhos de serviço, concernentes aos vários trajetos, então definidos em função do disposto nas subseções 4.1, 4.2, 4.3, 4.6 e 4.7, devem estar devidamente concluídos e atendendo ao estabelecido na Norma DNIT105/2009 – ES – Terraplanagem – Caminhos de serviço.



O processo de execução dos cortes compreende a escavação do terreno natural, cuja constituição envolve formações de solos, de alteração de rocha, rocha ou associações destes tipos.

A caracterização precisa do terreno natural, configurado através do perfil geotécnico do subleito, estabelecido no projeto de engenharia, se distribuirá, para efeito de escavação, nas três categorias, a saber: 1ª categoria, 2ª categoria e 3ª categoria, definidas na seção 3.

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

A seleção do equipamento deve obedecer às indicações seguintes:

- a)** Corte em solo – utilizam-se, em geral, tratores equipados com lâminas, escavo-transportadores, ou escavadores conjugados com transportadores diversos. A operação deve incluir, complementarmente, a utilização de tratores e moto-niveladoras para escarificação, manutenção de caminhos de serviço e áreas de trabalho, além de tratores empurradores (“pushers”).
- b)** Corte em rocha – empregam-se perfuratrizes pneumáticas ou elétricas para o preparo das minas, tratores equipados com lâmina para a operação de limpeza da praça de trabalho, e carregadores conjugados com transportadores para a carga e transporte do material extraído. Nesta operação, utilizam-se explosivos e detonadores adequados à natureza da rocha e às condições do canteiro de serviço.
- c)** Remoção de solos orgânicos, turfa ou similares, inclusive execução de corta-rios, utilizam-se retroescavadeiras e escavadeiras com implementos adequados, e complementados por outros equipamentos citados nas alíneas anteriores.

O início e o desenvolvimento dos serviços de escavação dos cortes devem obedecer rigorosamente e consignada na “Segmentação do Diagrama de Bruckner”, enfocada na subseção 4.2.7 da Norma DNIT 104/2009 – ES – Serviços preliminares.

Uma vez atendida esta condição, as operações de cortes devem ser executadas, após devida autorização da Fiscalização, mediante a utilização dos equipamentos focalizados na subseção 5.2 e compreendendo e/ou atendendo ao contido nas subseções 5.3.1 a 5.3.17.

A escavação dos cortes deve subordinar-se aos elementos técnicos fornecidos ao executante e constantes das Notas de Serviço elaboradas em conformidade com o projeto de engenharia e considerando, ainda, o disposto na seção 4 desta Norma.

O transporte e deposição adequada dos materiais escavados para aterros, bota-fora ou “praças de depósito provisório”, conforme definido no Projeto de Engenharia.

Cumpra observar que apenas devem ser transportados, para constituição dos aterros, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas nas cortes, sejam compatíveis com as especificações da execução dos aterros, em conformidades com o projeto.

A retirada das camadas de má qualidade, visando o preparo do subleito, de acordo com o projeto de engenharia.

Tais materiais removidos devem ser transportados para locais previamente indicados, de modo a não causar transtorno à obra em caráter temporário ou definitivo.

Quando alcançado o nível da plataforma dos cortes,

- a)** Se for verificada a ocorrência de rocha sã ou em decomposição, deve-se promover o rebaixamento do greide, da ordem de 0,40 m, e o preenchimento de rebaixo com material inerte, indicado no projeto de engenharia ou em revisão;
- b)** Se for verificada a ocorrência de solos de expansão maior que 2% e baixa capacidade de suporte, deve-se promover sua remoção, com rebaixamento de 0,60 m, em se tratando de solos orgânicos, o projeto ou sua revisão fixarão a espessura a ser removida. Em todos os casos, deve-se proceder à execução de novas camadas, constituídas de materiais selecionados, os quais devem ser objeto de fixação no projeto de engenharia ou em sua revisão;
- c)** No dos cortes em solo, considerando o preconizado no projeto de engenharia, devem ser verificadas as condições do solo “in natura” nas camadas superficiais (0,60 m superiores, equivalentes à camada final do aterro), em termos de grau de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e, então, devidamente compactados, de sorte a alcançar a energia estabelecida no Projeto de Engenharia.

Os taludes dos cortes devem apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto de engenharia, para cuja definição foram consideradas as indicações provenientes das investigações geológicas e geotécnicas. Qualquer alteração posterior da inclinação só deve ser efetivada, caso o controle tecnológico, durante a execução, a fundamentar. Os taludes devem se apresentar com a superfície devidamente desempenada, obtida pela normal utilização do equipamento de escavação.

Durante as operações de escavação devem ser tomados os cuidados especiais, no sentido de que a medida que os cortes venham sendo executados, os taludes se apresentem sempre com a devida inclinação. À medida que o corte for sendo rebaixado, a inclinação do talude deve ser acompanhada e verificada, mediante a utilização de gabarito apropriado e procedendo-se as eventuais correções.

Não deve ser permitida a presença de blocos de rocha nos taludes que possam colocar em risco a segurança do trânsito.

Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção das camadas superficiais da plataforma, deve ser procedido o depósito dos referidos materiais, para sua oportuna utilização.

Atendido o projeto e, desde que técnica e economicamente aconselhável, a juízo da Fiscalização, as massas em excesso, que resultariam em bota-foras, podem ser integradas aos aterros, constituindo alargamentos da plataforma, adoçamento dos taludes ou bermas de equilíbrio. Referida operação deve ser efetuada desde a etapa inicial da construção do aterro, observada a respectiva Nota de Serviço e submetido ao mesmo processo de compactação preconizado na subseção 5.3.5 da Norma DNIT-108/2009 – ES – Terraplanagem – Aterros. As massas excedentes que não se destinarem ao fim indicado na subseção anterior devem ser, então, objeto de deposição em bota-foras e de modo a não se constituírem em ameaça à estabilidade da rodovia e nem prejudicarem o aspecto paisagístico da região, atendendo ao preconizado no projeto de engenharia.

Na execução dos cortes em rochas devem ser tomados os seguintes cuidados, objetivando a segurança do pessoal e dos equipamentos:

- a) Estabelecer um horário rígido de detonação, com horas certas de fogo, e cumpri-lo à risca.
- b) Não trabalhar com explosivos a noite.
- c) Abrigar bem o equipamento e fazer com que o pessoal proteja, de modo que as pedras da explosão não o atinjam.
- d) Avisar a comunidade local e ao tráfego usuário, eventualmente existente, e colocar vigias para evitar a aproximação de pessoal estranho nas vizinhanças do corte na hora da explosão.
- e) Não permitir a permanência de pessoas estranhas ao serviço durante qualquer fase do ciclo, pois todas elas são perigosas.
- f) Somente permitir o manuseio de explosivo por pessoa habilitada e usar sempre as mesmas pessoas nesse serviço, e num número o mais reduzido possível (somente o estritamente necessário)
- g) Somente trazer do depósito a quantidade de explosivo necessária à detonação, não permitindo sobras. No caso de haver qualquer excesso, por erro de cálculo na quantidade, esse material, inclusive os acessórios (espoleta, estopim, etc.), deve ser levado de volta ao paiol, antes da detonação.

Nos cortes de altura elevada, em função do definido no projeto de engenharia, deve ser procedida a implantação de patamares, com banquetas de largura mínima de 3 m, valetas revestidas e proteção vegetal.

Nos pontos de passagem de corte para aterro, a Fiscalização deve exigir, procedendo a execução deste último, a escavação transversal ao eixo, até a profundidade necessária para evitar recalques diferenciais.

Os dispositivos de drenagem superficial e de drenagem profunda devem ser executados, obrigatoriamente, de conformidade com o preconizado no projeto de engenharia.

Nos cortes em que, eventualmente, vierem a ocorrer deslizamentos, devem ser executados o terraceamento e respectivas obras de drenagem dos patamares, bem como o revestimento das saias dos taludes, para proteção contra a erosão. Quando necessário, antes da aplicação do revestimento de proteção, a saia do talude deve ser compactada.

As escavações destinadas à alteração de curso d'água, objetivando eliminar travessias ou fazer com que as mesmas se processem em locais mais convenientes (corta-rios) devem ser executadas em conformidades com o projeto de engenharia. A fiscalização deve analisar e verificar quanto à conveniência de se pesquisar a existência de lençol subterrâneo remanescente, segundo o percurso original do curso d'água.

No caso de acentuada interferência com o tráfego usuário, e desde que este acuse significativa magnitude, o transporte dos materiais dos cortes para os locais de deposição deve ser efetivado, obrigatoriamente, por caminhões basculantes.

Nas operações destinadas à execução de cortes, objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental, definidos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia, os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

O conjunto de soluções e procedimentos acima reportados constitui elenco bastante diversificado de medidas condicionantes que, à luz do instrumental técnico pertinente e referenciado à Norma DNIT 070/2006 PRO, comporta o desdobramento apresentado na forma das subseções 6.1 a 6.3, que se seguem.

Medidas condicionantes de cunho genérico, focalizadas na subseção 4.2 da Norma DNIT 070/2006-PRO, e que contemplam, entre outros, os seguintes tópicos:

- O atendimento à plena regularidade ambiental;
- A observância rigorosa da legislação referente ao uso e a ocupação do solo, vigente no município envolvido;
- O estabelecimento de horário de trabalho compatível com a lei do silêncio (regional ou local);
- O atendimento à segurança e ao conforto dos usuários da rodovia e dos moradores das faixas lindeiras;
- A segurança operacional dos trabalhadores da obra;
- O planejamento e a programação das obras;
- O disciplinamento do fluxo de tráfego e do estacionamento dos veículos e equipamentos;
- A devida recuperação ambiental das áreas afetadas pelas obras, após o encerramento das atividades.

Medidas condicionantes de cunho específico, focalizadas na subseção 5.1 da Norma DNIT 070/2006-PRO, e que contemplam os tópicos “canteiros de obras”, instalações industriais” e “equipamentos em geral”, em suas etapas de instalação / mobilização, de operação e de desmobilização.

Medidas condicionantes de cunho específico, focalizadas na subseção 5.5 da Norma DNIT 070/2006-PRO, e que, contemplando as atividades e ocorrências relacionadas com a execução dos cortes, se detêm, entre outros tópicos, nos seguintes:

- Ocorrências e/ou aceleração de processos erosivos;
- Problemas de instabilidade física dos maciços;
- Implantação de sistema de drenagem específica;
- Execução de obras e serviços de proteção;
- Operações de terraplanagem em rocha;
- Execução de corta-rios e execução de bota-fora.

Em função de necessidades e particularidades específicas, detectadas ao longo do desenvolvimento dos serviços, a Fiscalização deve acatar, acrescentar, complementar ou suprimir itens integrantes do elenco de condicionantes, instituído na documentação técnica reportada.

Objetivando o atendimento ao preconizado nas Normas DNIT 011/2004-PRO e DNIT 013/2004-PRO, a Fiscalização deve elaborar e cumprir competente Programa de Inspeções, de sorte a exercer o controle externo da obra.

Neste sentido, e de conformidade com o instituído no “Planejamento Geral da Obra ou Plano da Qualidade (PGQ)”, referidas inspeções, de forma sistemática e contínua, devem atender ao disposto nas subseções 7.1 a 7.4 que seguem:

O controle tecnológico dos materiais utilizados para a eventual substituição e/ou tratamento das camadas superficiais dos cortes, conforme preconizado na subseção 5.3.4 desta Norma, deve ser procedido na forma da subseção 7.1 – Controle dos insumos, da Norma DNIT 108/2009-ES – Aterros – Especificação de serviço.

Deve ser verificado, para cada corte escavado, se:

- A sua execução foi, na forma devida, formalmente autorizada pela Fiscalização;
- O avanço longitudinal dos serviços de execução dos cortes se processa sem prejuízo no desenvolvimento adequado dos serviços de acabamento dos cortes já atacados;
- O estágio e o ritmo desenvolvido nos serviços de escavação são compatíveis com o desenvolvimento das atividades pertinentes, nas unidades/componentes interferentes com o respectivo plano de utilização/distribuição dos materiais;

- O disposto nas seções 4 e 5 desta Norma está sendo devidamente atendido.
- Relativamente à substituição e/ou tratamento das camadas superficiais dos cortes deve ser procedido o seguinte:

- Quanto aos atributos genéricos, deve ser observado o disposto na subseção 7.2.1 da Norma DNIT 108/2009-ES – Aterros – Especificações de serviço.

- Quanto à compactação, deve ser observado o disposto na subseção 7.2.3 da Norma DNIT 108/2009-ES – Aterros – Especificação de serviço.

O controle geométrico da execução dos serviços deve ser feito por levantamento topográfico e com gabarito apropriado, e considerando os elementos geométricos estabelecidos nas “Notas de Serviço”, com as quais deve ser feito o acompanhamento da execução dos serviços. Através do nivelamento do eixo e das bordas e de medidas da largura, deve ser verificado se foi alcançada a conformação da seção transversal do projeto de engenharia, admitidas as seguintes tolerâncias:

a) Variação de altura máxima, para eixo e bordas:

- Cortes em solo:  $\pm 0,05$  m;
- Cortes em rocha:  $\pm 0,10$  m.

b) Variação máxima de largura de + 0,20 m para cada semi-plataforma, não se admitindo variação negativa.

Quanto à configuração dos taludes o controle deve ser visual, considerano-se definido no projeto de engenharia.

Quanto ao atendimento ambiental deve ser verificada a devida observância e atendimento ao disposto na seção 6 desta Norma, bem como procedida a análise dos resultados, então alcançados em termos de preservação ambiental.

## BASE DE BRITA CORRIDA

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte, descarga e usinagem dos materiais britados, necessária à obtenção da brita graduada, assim como a mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade da camada de brita graduada de conformidade com a diretriz apresentada na seqüência e detalhes executivos contidos no projeto.

A base de brita graduada são camadas constituídas de uma mistura, composta em usina, de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

A camada de base de brita graduada será executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, deverão ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais, tais como torrões;
- Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de fosfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89-94, os agregados utilizados deverão apresentar perdas seguindo os limites:
  - agregados graúdos :fração retida na peneira de 4,8 mm ..... <15%
  - agregados miúdos :fração que passa na peneira de 4,8 mm..... <18%
- Para o agregado retido na peneira de 2,00 mm (nº 10) a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão "Los Angeles" (ME-23 da PCR, correspondente à norma NBR-6465 da ABNT) não deverá ser superior a 40%;
- A composição granulométrica da brita graduada poderá estar enquadrada em uma das faixas indicadas no quadro 3.1.

**Quadro 3.1****Faixas Granulométricas Recomendadas**

PENEIRAS DE MALHA QUADRADA		FAIXA GRANULOMÉTRICA PORCENTAGEM, EM PESO, QUE PASSA	
mm	POLEGADAS/nº.	I	II
50 mm	(2")	100	
38 mm	(1 1/2")	90-100	100
19 mm	(3/4")	50-85	60-95
9,5 mm	(3/8")	35-65	40-75
4,8 mm	nº 4	25-45	25-60
2,0 mm	nº 10	18-35	15-45
0,420 mm	nº 40	8-22	8-25
0,075 mm	nº 200	3-9	2-10

**Nota:**

As peneiras de malha quadrada deverão obedecer à norma NBR-5734 da ABNT.

A porcentagem de material que passa na peneira 0,075 mm (Nº 200) não deverá ultrapassar a 2/3 da porcentagem que passa na peneira de 0,42 mm (nº 40);

e) Para camadas de base, a porcentagem que passa na peneira 0,42 mm (nº 40) não deverá ser inferior a 12%;

f) A diferença entre as porcentagens que passam nas peneiras de 4,8 mm (nº 4) e de 0,42 mm (nº 40) deverá estar compreendida entre 20 e 30%;

g) A fração que passa na peneira de 4,8 mm (nº 4) deverá apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54-97, superior a 40%;

h) O índice de suporte Califórnia, (CBR) obtido através do Método de Ensaio ME-9 da PCR (correspondente à norma NBR-9895 da ABNT), com a energia intermediária, não deverá ser inferior a 100%.

i) Para o agregado graúdo, fração retida na peneira de 4,8 mm (nº 4), a porcentagem de grãos de forma lamelar, determinada como indicada abaixo, não poderá ser superior a 20%;

$$(1 + 1,25g) \geq 6 \text{ e}$$

Onde:

l = maior dimensão de grão;

e = afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g = média das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão;

O conjunto de equipamentos deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir vistoria desses equipamentos por engenheiro mecânico ou técnico mecânico responsável.

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução da camada de brita graduada:

a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;

b) O confinamento lateral da brita graduada é dado pela sarjeta;

c) A camada de brita graduada deverá ser drenada através de um lastro sob a sarjeta.

Este lastro deverá estar interligado à caixa receptora das "bocas de lobo" ou drenos laterais à via, a fim de permitir o escoamento d'água;

d) Quando se desejar camadas de base de espessura superior a 17 cm, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada.

a) A superfície a receber a camada de base de brita graduada deverá estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;

b) Eventuais defeitos existentes deverão ser necessariamente reparados, antes da distribuição da camada de brita graduada.

A rocha sã extraída da pedreira indicada, será previamente britada e classificada em bitolas, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura;

A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;

As bitolas obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, serão combinadas no misturador, acrescentando ainda a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subseqüentes. Deverá ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

A brita corrida produzida na central será descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista;



Não será permitida a estocagem do material usinado;

Não será permitido o transporte da brita graduada para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação dos equipamentos e a compactação de forma a atingir o grau de compactação preconizado.

A definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deverá ser obtida a partir da criteriosa observação de panos experimentais previamente executados;

A distribuição da mistura, sobre a camada subjacente, será realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação;

Opcionalmente, e a exclusivo juízo da Fiscalização, a distribuição da brita graduada poderá ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a brita graduada será descarregada dos basculantes em leira, sobre a camada subjacente liberada pela Fiscalização, devendo ser estabelecidos os critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço;

Será vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;

A espessura de cada camada individual acabada deverá se situar no intervalo de 10 cm no mínimo, a no máximo 17 cm. Quando se desejar maior espessura, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada, sendo a espessura mínima acabada de qualquer uma delas de 10,0 cm.

A distribuição da mistura deverá ser procedida de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, isto seja necessário, admite-se a conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

Tendo em vista a importância das condições de compactação da camada de brita graduada, recomenda-se a execução de panos experimentais, com a finalidade de definir os tipos de equipamentos de compactação e a seqüência executiva mais apropriada objetivando alcançar, de forma mais eficaz, o grau de compactação especificado;

A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da camada de brita graduada será, no mínimo, a da energia correspondente ao proctor intermediário (método ME-7 da PCR, correspondente à norma NBR-7182 da ABNT). No caso de ruas de caixa pequena ( $L < 7m$ ) e com edificações lindeiras que possam sofrer trincas ou danos devido a vibração dos equipamentos de compactação deverão ser adotadas medidas preventivas para minimizar tais efeitos.

O teor de umidade da mistura, por ocasião da compactação da camada de brita graduada, deverá estar compreendido no intervalo de  $\pm 1,5 \%$  em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação executado com a energia especificada;

A compactação da camada de brita graduada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão variável. Quando não for possível a utilização de equipamentos vibratórios em função das edificações existentes, a compactação deverá ser efetuada com equipamentos estáticos rolos tandem (10t) com tara adicional, conjugados a rolos pneumáticos de pressão variável.

Nos trechos em tangente a compactação deverá evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;

Durante a compactação, se necessário, poderá ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador;

Eventuais manobras do equipamento de compactação, que impliquem em variações direcionais prejudiciais, deverão ocorrer fora da área de compressão;

A compactação da camada deverá evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima da energia especificada. O número de passadas do trem de compactação será definido em função dos panos experimentais executados;

Em lugares inacessíveis aos equipamentos de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

Serão procedidos os seguintes ensaios:

Um ensaio de abrasão "Los Angeles" sempre que houver variação nas características da pedreira em exploração, ou a cada 10.000 m<sup>2</sup>, de camada executada, ou ainda a cada lote de serviço, quando a área pavimentada não atingir este valor;

Um ensaio de durabilidade com fosfato de sódio (método DNER-ME89/94) sempre que houver variação nas características da pedreira em exploração, ou a cada 10.000 m<sup>2</sup> de camada executada, ou ainda a cada lote de serviço, quando a área pavimentada não atingir este valor;

Controle das características da mistura na usina, com amostras coletadas na saída do misturador, no mínimo 2 (duas) determinações por período de trabalho.

- Quatro determinações do teor de umidade pelo "método expedito da frigideira", por dia de trabalho;

- Dois ensaios de granulometria por via lavada, por dia de trabalho, conforme Método de Ensaio ME-20 da PCR, correspondente à norma NBR-7217 da ABNT.

Uma determinação do teor de umidade na pista pelo "método expedido da frigideira", a cada 20 m de pista, imediatamente antes do início das operações de compactação;

Uma determinação da massa específica aparente seca "in situ" (método ME-12 da PCR, correspondente ao método ME-92-94 do DNER) imediatamente após a conclusão das operações de compactação, a cada 20 m de pista, alternando bordo direito, eixo, bordo esquerdo, etc.;

Um ensaio de compactação, com a energia especificada utilizando amostras coletadas a cada 50m de pista, e no mínimo, um ensaio por dia de trabalho;

Um ensaio do índice de suporte Califórnia (CBR) a cada 400 m<sup>2</sup> de camada executada, ou sempre que houver variação nas características do agregado utilizado;

Um ensaio de granulometria, por via lavada (método ME-20 da PCR, correspondente à norma NBR-7217 da ABNT) a cada dia de trabalho ou a cada 400 m<sup>2</sup>, com amostras coletadas em locais da determinação da massa específica aparente seca "in situ";

Um ensaio de equivalente de areia (método DNER-ME 54-97) a cada dia de trabalho ou, no mínimo, um ensaio a cada 400 m<sup>2</sup> de pista;

Um ensaio da porcentagem de grãos de forma defeituosa, segundo o item 3 alínea "i", sempre que houver variação nas características do agregado utilizado ou a cada 1.500 m<sup>2</sup>, ou ainda a cada lote de serviço quando a área pavimentada não atingir este valor.

Controle de Espessura: após a execução da camada, proceder-se-á à locação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, a cada 20 m, pelo menos, envolvendo no mínimo três pontos da seção transversal;

Controle de Acabamento da Superfície: as condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Especial atenção deverá ser conferida à verificação da presença de segregação superficial.

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- Os valores individuais dos ensaios de abrasão "Los Angeles", durabilidade, lamelaridade, equivalente de areia e índice de suporte Califórnia, atendam aos limites definidos nestas diretrizes;
- A composição granulométrica das amostras de brita graduada ensaiadas atenda aos requisitos estabelecidos nas alíneas e, f e g do item 3 destas diretrizes;
- A composição granulométrica das amostras de brita graduada ensaiadas, além de estar enquadradas na faixa selecionada, esteja contidas nas "faixas de trabalho" definidas a partir da granulometria de projeto e dos limites indicados no quadro 6.1.

#### Quadro 6.1

##### Limites para faixas granulométricas

PENEIRAS DE MALHA QUADRADA		TOLERÂNCIA PARA FAIXA DE TRABALHO (% PASSANDO EM PESO)
mm	POLEGADAS/nº.	
50,8	2"	± 5
4,8 a 38,1	nº 4 a 1 1/2"	± 5
0,42 a 2,0	nº 40 a nº 1	± 3
0,074	nº 200	± 3

##### Notas:

- (1) Para peneira de malha quadrada respeitar a norma NBR-5734 da ABNT
- (2) Não serão aceitas composições granulométricas de amostras de brita graduada ensaiadas que, embora estejam contidas nas "faixas de trabalho", não atendam aos requisitos estabelecidos nas alíneas e, f e g do item 3 desta especificação.

O teor de umidade da camada executada deverá ser em torno do teor de umidade ótimo (Hot) de compactação, não extrapolando o intervalo de 1,2% em relação a Hot.

No que diz respeito ao grau de compactação (GC), calculado com base na massa específica aparente seca "in situ", e referida à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação realizado.

onde:

$$\overline{GC} = \frac{\sum_{i=1}^n GC_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (GC_i - \overline{GC})^2}{(n-1)}}$$

onde:

$\overline{GC}$  = média dos valores amostrados;

$n$  = número de elementos da amostra;

$GC_i$  = valores individuais da amostra;

$L$  = valor limite especificado nas diretrizes (100%).

O serviço executado será aceito, conforme controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

a) Quanto à espessura da camada acabada:

- A espessura média ( $e$ ) da camada será determinada pela expressão:

$$e = \bar{e} - \frac{KS}{n}$$

$e$  = média dos valores amostrados;

$n$  = nº de determinações efetuadas;

$K$  = coeficiente indicado no Quadro 6.3;

$S$  = desvio padrão.

- A espessura média, calculada estatisticamente, não deverá ser menor do que a espessura de projeto menos 1 cm;
- Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo +2 e -1 cm em relação à espessura de projeto;
- Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de brita graduada com espessura média inferior à de projeto, a diferença será compensada estruturalmente na camada a ser superposta;
- Em caso de aceitação de camada de brita graduada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior a de projeto, a diferença não será deduzida da espessura da camada superior;

- b) As condições de acabamento, apreciadas pela Fiscalização em bases visuais, sejam julgadas satisfatórias, em especial a não ocorrência de segregação superficial.

Quadro 6.3

Valor do coeficiente "K" para controle estatístico da espessura da camada

n	K	n	K	n	K
3	1,88	10	1,38	30	1,31
4	1,63	12	1,36	40	1,30
5	1,53	14	1,35	50	1,29
6	1,47	16	1,34	100	1,28
7	1,44	18	1,33	∞	1,28
8	1,41	20	1,33	-	-
9	1,40	25	1,32	-	-

Condição necessária:

$$e = \bar{e} - \frac{KS}{n}$$

onde:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{(n-1)}}$$

 $\bar{e}$  = média dos valores amostrados; $e_i$  = valores individuais da amostra; $n$  = número de elementos da amostra; $e$  = valor especificado no projeto; $S$  = desvio padrão; $K$  = coeficiente estatístico

A camada de base de brita não deverá ser submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, a Fiscalização poderá autorizar a liberação ao tráfego, por curto espaço de tempo e desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço;

Quando for prevista a imprimação impermeabilizante da camada de brita graduada, a mesma deverá ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deverá ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

Os serviços serão medidos pelo volume compactado na faixa de rolamento, em metros cúbicos, segundo a seção de projeto.

No cálculo dos volumes, obedecendo as tolerâncias especificadas, será considerada a espessura média ( $e$ ), calculada por verificações conforme descrição contendo no subitem 6.3.3. Quando a espessura " $e$ " for inferior à espessura de projeto será considerado o valor " $e$ " e quando o valor " $e$ " for superior a espessura do projeto será considerada a espessura de projeto.

O pagamento será feito conforme o preços unitários apresentados para estes serviços, compreendendo fornecimento de materiais, uso de equipamentos, todas as operações descritas nestas especificações, bem como a mão de obra, encargos e serviços necessários a sua execução.

## IMPRIMAÇÃO

Consiste a imprimação na aplicação de uma camada de material asfáltico com ligante de baixa viscosidade sobre a superfície de uma base concluída, na execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando:

- Aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado.
- Promover condições de aderência entre a base e o revestimento.
- Impermeabilizar a base.

Todos os materiais deverão satisfazer as especificações em vigor e aprovadas pelo DNER.

Deverão ser empregados asfaltos diluídos de cura média, dos tipos CM-30 e CM-70.



A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade “Saybolt-Furol” entre 20 e 60 segundos. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m<sup>2</sup>, conforme a textura da base e do material betuminoso escolhido. A tolerância da taxa é  $\pm 0,21$  l/m<sup>2</sup> em relação ao projeto. Sua penetração deve ocorrer completamente após 24 horas da aplicação.

Todos os materiais deverão satisfazer as especificações em vigor aprovadas pelo DNER e poderão ser empregados:

- Emulsões asfálticas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C., RM-2C e RL-1C.
- Asfalto diluído CR-70, exceto para revestimento betuminosos.
- Outros materiais desde que autorizados pela Fiscalização.

A taxa de aplicação será função do tipo do material betuminoso empregado, devendo situar-se em torno de 0,3 a 4,6 l/m<sup>2</sup> de asfalto residual.

As emulsões asfálticas devem ser diluídas na razão de 1:1. Nesta proporção a tolerância em relação ao projeto é  $\pm 0,2$  l/m<sup>2</sup>.

A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 20 e 100 segundos.

O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta diretriz dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverá compreender:

- Tanque de armazenamento para material betuminoso. No caso de asfalto diluído os recipientes devem ser equipados com dispositivos para aquecimento e instalados de modo a evitar a entrada de água;
- Equipamento de limpeza consistindo em vassouras manuais e mecânicas e equipamentos capazes de produzirem jatos de ar e de água;
- Distribuidores de material betuminoso, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição com circulação plena e dispositivos para regulação horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetro, manômetros de fácil leitura, mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra;
- Pequenas ferramentas e utensílios tais como, regadores tipo “bico de pato”, bandejas, etc.

Se o equipamento não satisfizer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela Fiscalização.

Outros equipamentos, a critério da Fiscalização, poderão ser utilizados, desde que aprovados pela mesma.

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, o Empreiteiro deverá providenciar, o que for necessário, para evitar que o material espargido atinja guias, sarjeta, guarda-rodas, calçadas, guarda-corpos, etc.

A superfície sobre a qual será executada a imprimação deverá ser varrida com vassouras manuais ou mecânicas, de modo a remover materiais estranhos, tais como solos, poeira e materiais orgânicos. Se ainda existir poeira após a varredura, a limpeza deverá prosseguir com jatos de ar ou de água desde que não existam fendas ou depressões capazes de recolher e reter a água utilizada. Por esse motivo, a fiscalização deverá ser consultada sobre o procedimento a adotar.

A aplicação do material betuminoso não deverá ser executada, quando as condições atmosféricas reinantes forem desfavoráveis.

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, deverão ser medidas, e comparadas entre si, as vazões dos bicos da barra de distribuição.

Recomenda-se o emprego de caixas metálicas de base retangular e cerca de 15 cm de altura. O comprimento das caixas será igual à distância entre os bicos. A largura será de cerca de 30 cm. Serão utilizadas tantas caixas quanto forem os bicos. A barra será fixada na altura provável de operação normal. As caixas serão apoiadas no solo e encostadas umas às outras, de modo que os centros coincidam com as verticais que passam pelos bicos.

O material betuminoso será espargido sobre as caixas até que na caixa mais cheia, atinja-se a altura de cerca de 10 cm. Medem-se as alturas de material betuminoso em todas as caixas. Calcula-se a média aritmética das alturas das medidas. Substituem-se os bicos responsáveis pelo enchimento das caixas nas quais forem medidas alturas que difiram de mais de 10%, para mais ou menos, da altura média calculada. Repete-se o teste com os novos bicos e procede-se da forma descrita, até que se obtenha um conjunto de bicos que satisfaça a condição de uniformidade de aspersão acima estabelecida. A critério do Empreiteiro, as caixas poderão ser subdivididas em compartimentos iguais e estanques, de modo a facilitar a identificação dos bicos responsáveis pelas desuniformidades de distribuição.

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

O veículo distribuidor deverá percorrer a extensão a ser imprimada em velocidade uniforme, segundo trajetória equidistante do eixo da pista. O tacômetro, os manômetros e os termômetros deverão estar em perfeitas condições de funcionamento. Os operadores do veículo e da barra de distribuição deverão estar devidamente treinados.

A distribuição será executada com a mangueira de operação manual, sempre que a superfície a imprimir, em virtude da sua forma (trechos de largura variável) ou de suas dimensões, não permitir a utilização da barra de distribuição. Nas fendas a aplicação será executada com o regador tipo "bico de pato".

Durante todo o tempo necessário às operações construtivas, à cura ou ruptura do material betuminoso e até o recobrimento da imprimação com outra camada de pavimento, os serviços executados ou em execução deverão ser protegidos, por responsabilidade da Empreiteira, contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

As imprimações impermeabilizantes e ligantes não deverão ser submetidas à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá, a seu critério e excepcionalmente, autorizar o trânsito sobre:

- a) Imprimações impermeabilizantes curadas;
- b) Imprimações ligantes, em locais de cruzamento com outras vias, desde que a imprimação seja coberta por espessa camada de areia, capaz de evitar o afloramento e a conseqüente remoção do material ligante.

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia especificada pelo DNER. O controle consistirá em;

a) Para asfaltos diluídos:

- 1 (um) ensaio de viscosidade cimentada a 60°C, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 (um) ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (ME-31 da PCR), para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 (um) ensaio do ponto de fulgor (ME-27 da PCR), para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 (um) ensaio de destilação, para cada 50t.

b) Para emulsões asfálticas.

- 1(um) ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" a alta temperatura (ME-31 da PCR), para todo carregamento que chegar à obra;
- 1(um) ensaio de resíduo por evaporação, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 (um) ensaio de peneiramento (ME-20 da PCR), para todo o carregamento que chegar à obra;
- 1 (um) ensaio de sedimentação (ME-20 da PCR) para cada 50t.
- 1 (um) ensaio de viscosidade Saybolt-Furol a diferentes temperaturas para estabelecimento da relação viscosidade x temperatura para cada 100t.

O controle de quantidade de material aplicado consiste na determinação e no registro das taxas de aplicação dos materiais betuminosos (l/m²). As quantidades de aplicação poderão ser determinadas de acordo com as seguintes alternativas:

- a) Pesando o veículo distribuidor, antes e depois da aplicação;
- b) Determinando a quantidade de material consumida, por intermédio da diferença de leitura da régua, aferida e graduada em litros, que acompanha o veículo distribuidor;
- c) Pelo método da bandeja que deve ser utilizado somente nos locais em que a distribuição do material se realizou com a barra espargidora.

As imprimações dos diversos tipos, executadas de conformidade com as especificações contidas neste documento e no projeto, serão recebidas no que diz respeito à distribuição e ao alinhamento, se não existirem falhas nem diferenças de taxas de aplicações, relativamente às especificadas, maiores que 0,1 l/m²;

A preservação do meio ambiente nos serviços de execução da imprimação envolvem o estoque e aplicação de ligante betuminoso. Deve-se adotar os cuidados seguintes:

- Evitar a instalação de depósitos de ligante betuminoso próxima a cursos d'água;
- Impedir o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental;
- Na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do canteiro de obras, recompondo a área afetada pelas atividades da construção.

Durante o tempo que durar a construção, até o recebimento do tratamento superficial betuminoso, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da Empreiteira a responsabilidade desta conservação.

Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando à segurança, serão de responsabilidade da Empreiteira.

Não será permitido nenhum trânsito sobre a imprimatura concluída, enquanto ela não estiver seca.

A imprimação será medida através da área efetivamente executada, de acordo com o projeto, em metro quadrado, considerando-se o tipo de materiais betuminoso utilizado, compreendendo a aquisição, estocagem e transporte do material betuminoso (inclusive perdas), até a pista de rolamento e toda as operações necessárias à perfeita execução da imprimação, incluindo varrição de pista e sua completa limpeza.

## **CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE**

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga, e a usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade de camadas de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

O concreto betuminoso usinado a quente é o revestimento flexível, resultante de uma mistura betuminosa executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto betuminoso deverá atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- Camada de rolamento: camada destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.
- Camada de ligação ou "binder": camada posicionada logo abaixo da camada de rolamento. Geralmente apresenta uma maior percentagem de vazios e menor consumo de ligante, em relação à camada de rolamento.
- Camada de nivelamento ou "reperfilagem": camada executada com massa asfáltica de graduação fina, com função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-30/45, CAP-50/60 e CAP-85/100 (classificação por penetração) ou CAP-7, CAP 20 E CAP 40 (classificação por viscosidade), atendendo às exigências contidas na EM-3 da PCR. Também poderá ser usado, cimento asfáltico modificado com polímero do tipo SBS ou EVA, com penetração mínima de 60 1/10 mm e ponto de amolecimento  $\geq 80^{\circ}\text{C}$ . O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos especificados pela ABNT poderão ser admitidos, desde que aprovado pela Fiscalização.

O agregado graúdo, assim considerado o material retido na peneira de 4,8 mm (nº 4), será constituído por produtos de britagem provenientes de rochas sãs (granitos, gnaisses, basalto,

etc.), apresentando partículas limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-94), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) Para o agregado retido na peneira de 2,0 mm (nº 10), a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" ME-23 da PCR (DNER ME-78/94), correspondente à norma NBR 6465 da ABNT, não deverá ser superior a 40%;
- c) Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico, determinada pelo método ME-24 da PCR (DNER ME 78/94). Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;
- d) A percentagem de grãos de forma lamelar, determinada como a seguir indicado, não poderá ser superior a 20%;

$$(l + 1,25g) \geq 6 e$$

Onde:

l = maior dimensão de grão;

e = afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

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

- e) A porcentagem de grãos defeituosos (conchoidais, de alteração de rocha, esféricos, etc.) não deverá ser superior a 5%.

O agregado miúdo, assim considerado o material que passa na peneira de 4,8 mm (nº 4), será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) O equivalente de areia (DNER-ME 54-97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;
- b) É vetado o emprego de areia proveniente de cavas e/ou barrancas de rio, sem o devido beneficiamento. Sua utilização só será possível após análises e liberações pela Fiscalização.

O material do enchimento deverá ser constituído por cimento Portland, cal extinta, pós calcários ou cinzas volantes. Quando da aplicação, o "filler" deverá estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deverá obedecer os limites indicados no Quadro 3.1.

### Quadro 3.1

#### Limites para granulometria do "filler"

PENEIRA	% EM PESO QUE PASSA
0,420 mm (Nº 40)	100
0,175 mm (Nº 80)	95 – 100
0,075 mm (Nº 200)	65 – 100

#### Nota:

Para peneiras quadradas obedecer à norma NBR-5734 da ABNT.

A utilização de fibras sintéticas poderá ser feita, desde que seja autorizada pela Fiscalização e seu uso deverá ser precedido de dosagem especial, contemplando o tipo de fibra. As fibras sintéticas serão utilizadas com a finalidade de se obter camadas de alta flexibilidade e com capacidade de suportar deflexão elevadas em pavimentos existentes empregados normalmente em pavimentos de tráfego muito pesado e/ou reconstrução e reforços de pavimento.

#### b) Melhorador de Adesividade

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (ME-24 da PCR, correspondente ao método ME 78-94 do DNER).

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto betuminoso.

A composição da mistura deverá satisfazer os requisitos do Quadro 3.2.

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;
- b) A espessura da camada compactada, a ser executada de uma única vez, deverá se situar entre 1,5 a 3,0 vezes o diâmetro máximo da mistura de agregados;
- c) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;
- d) As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";
- e) Pelo menos 50% do material passando na peneira de 0,074 mm (nº 200), deverá ser constituído de "filler", no caso de mistura para a camada de rolamento e de reperfilagem;
- f) As condições obtidas no ensaio Marshall (ME-42 da PCR, correspondente ao método ME 43-95 do DNER) para a estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume-vazios deverão atender aos limites apresentados no Quadro 3.3.



- g) Nos casos da utilização de misturas betuminosas para camada de rolamento e de reperfilagem (Faixas II, III, IV e V), os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão
- h) atender aos valores do Quadro 3.4, definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado.

**Quadro 3.2****Requisitos para a composição da mistura**

PENEIRA			% EM PESO QUE PASSA				
			I	II	III	IV	V
50	mm	(2")	100				
38	mm	(1 1/2")	95-100	100			
25	mm	(1")	75-100	95-100			
19	mm	(3/4")	60-90	80-100	100		
12,5	mm	(1/2")	-	-	85-100	100	
9,52	mm	(3/8")	35-65	45-80	75-100	92-100	100
4,8	mm	Nº 4	25-50	28-60	50-85	74-90	75-100
2,0	mm	Nº 10	20-40	20-45	30-75	35-60	50-90
0,42	mm	Nº 40	10-30	10-32	15-40	30-50	20-50
0,175	mm	Nº 80	5-20	8-20	8-30	16-32	7-28
0,075	mm	Nº 200	1-8	3-8	5-10	6-12	3-10
UTILIZAÇÃO COMO			LIGAÇÃO	ROLAMENTO	ROLAMENTO		REPERFILAGEM
TIPO DE TRÁFEGO (DP-P01 DA SVP/PMSP)			QUALQUER	MUITO PESADO	MÉDIO A PESADO	LEVE E MUITO LEVE	QUALQUER
ASFÁLTO SOLÚVEL NO CS 2 (%)			3,5 a 5,0	4,0 a 5,5	4,5 a 6,5	5,5 a 7,5	4,5 a 7,0
ESPESSURA COMPACTADA (cm)			4,0 a 6,0		3,0 a 5,0		1,0 a 2,5

**Nota:**

- (1) As faixas I, II e III correspondem as Faixas A, B e C do DNER-ES-P 22/71
- (2) Para peneiras de malhas quadradas obedecer a norma NBR-5734 da ABNT

**TRÁFEGO****ITEM**

**MUITO LEVE E LEVE**  
( N TÍPICO:  $10^4$  E  $10^5$  )

**MÉDIO, PESADO E  
MUITO PESADO (N**  
**TÍPICO:  $\geq 10^6$  )**

Nº DE GOLPES/FACE

50

75

ESTABILIDADE (kgf)

400 – 1000

750 - 1000

FLUÊNCIA (mm)

2,0 – 4,6

2,0 – 6,6

% DE VAZIOS TOTAIS	3 a 5
• REPERFILAGEM	4 a 7
• LIGAÇÃO	3 a 5
• ROLAMENTO	
RELAÇÃO BETUME/ VAZIOS (%)	75 a 82
• REPERFILAGEM	65 a 72
• LIGAÇÃO	75 a 82
• ROLAMENTO	

**Obs.:** Estabilidade elevada para  $N \geq 10^6$ . Sugerimos  $\leq 1000$

### Quadro 3.4

#### Limites recomendados para % de Vazios de Agregado Mineral

DIÂMETRO MÁXIMO	% VAM, MÍNIMO
38 mm (1 1/2")	13
25 mm (1")	14
19 mm (3/4")	15
16 mm (5/8")	15

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento por engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

Os depósitos para o cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o material, conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- O aquecimento deverá ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito;
- O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulação. O sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância de alimentação. O material de enchimento ("filler") será armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem. Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

A usina utilizada deverá apresentar condições de produzir misturas betuminosas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção. Preferencialmente, serão empregadas usinas gravimétricas;

A usina empregada deverá ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador, a qual distribuirá o material para os silos quentes;

As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas, para pesagem de agregados e para pesagem do ligante asfáltico, devem apresentar precisão de 0,5%, quando aferidas através do emprego de massa-padrão. São necessários, no mínimo, 10 (dez) massas padrão, cada qual com 25 kg  $\pm$  15 g

O sistema de coleta do pó deverá ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais.

O material fino coletado deverá ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador;

O misturador deverá ser do tipo "pugmill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustáveis e controlador do ciclo completo da mistura;

A usina deverá ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura;

- Um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador e em cada silo quente, para registrar a temperatura dos agregados;
- Um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 210°C, instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador;

Especial atenção deverá ser conferida à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange à eficácia dos corrimãos das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e à de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

O transporte da mistura betuminosa deverá ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas, providas de lona para proteção da mistura.

A distribuição da mistura betuminosa será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;

A acabadora deverá ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só será admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora;

A acabadora deverá possuir, ainda:

- sistema composto por parafuso de rosca-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
- sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
- alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;

A compressão da mistura betuminosa será efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos;

O rolo pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 lb/pol<sup>2</sup> a 120 lb/pol<sup>2</sup> (de 250 kPa a 850 kPa). É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida;

O rolo compressor de rodas metálicas lisas, tipo tandem, deverá ter peso compatível com a espessura da camada;

O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude vibratória possam ser ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares;

Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que tange à obtenção das densidades, preconizadas para a camada, no período em que a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, enxadas, garfos, rodos e ancinhos, para operações complementares.

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução do CBUQ:

- a) No caso do uso de camada de rolamento esbelta (inferior a 5 cm) em pavimento cuja a base é granular (Brita Graduada, Macadame Hidráulico, etc.), deverá ser executado um tratamento superficial simples de acordo com as Diretrizes ESP-14 da PCR, sobre a base previamente impermeabilizada. Este tratamento visa melhorar as condições da interface da base com a camada de rolamento;
- b) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- c) A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo à borda;
- d) No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.

A superfície que irá receber a camada de concreto betuminoso deverá se apresentar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;

Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura;

A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto betuminoso. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura;

O concreto betuminoso deverá ser produzido em usina apropriada, que atenda aos requisitos apresentados no item 4.3 desta especificação. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade "Saybolt-Furol" (ME-31 da PCR correspondente ao DNER-ME 004/94) na faixa de 75 a 95 segundos, admitindo no entanto, viscosidade situada no intervalo de 75 a 150 segundos;

A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°Cm nem exceder a 177°C.

A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 187°C;

A produção de concreto betuminoso e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

O concreto betuminoso será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes com caçambas metálicas;

A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando a caçamba;

As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

A distribuição do concreto betuminoso somente será permitida quando a temperatura ambiental se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso;

A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 120°C;

Para o caso de emprego de concreto betuminoso como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados;

Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço;

Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviços de reperfilagem, será empregada motoniveladora, observando a temperatura mínima para distribuição de 120°C.

A compressão da mistura betuminosa terá início imediatamente após a distribuição da mesma;

A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso;

A prática mais freqüente de compactação de misturas betuminosas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolo de pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas, de acordo com as seguintes premissas:

- Inicia-se a rolagem com o rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- Evitar manobras, frenagem e parada sobre a massa quente

## **2.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL**

O Projeto de Sinalização Horizontal e Vertical foi desenvolvido de acordo com as normas, especificações e orientações ditadas pelo Manual de Projeto de Interseções, Manual de Acesso de Propriedades Marginais a Rodovias Federais do DNIT. Os padrões são estabelecidos pelos Manuais Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volumes I, II, III, IV, VII e VIII.

### **2.1.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL**

A pintura deverá ser executada, somente quando a superfície estiver seca e limpa, utilizando tinta à base de resina acrílica emulsionada em água, conforme NBR 11862/92, com película umidade 0,6mm de espessura. Imediatamente antes da aplicação da pintura, serão misturadas à tinta microesfera de vidro do tipo I-B, conforme NBR 6831 (premix) à razão de 200g/l a 250g/l. Sobre as marcas pintadas, com tinta ainda úmida, serão aplicadas por aspersão microesfera de vidro do tipo II-A, conforme a NBR 6831 (drop-on) na razão mínima de 200g/m². A tinta deverá ser aplicada por processo de aspersão, com equipamentos apropriados, tanto para serviços mecânicos como para serviços manuais.



O Projeto de Sinalização Horizontal previu a implantação dos seguintes marcas e inscrições no pavimento:

Linha Simples Seccionada – deverá ter 10cm de largura, espaçamento de 2m, traço de 2m (cadência 1:1), na cor branca de acordo com o código de cores Munsell N 9,5;

Linha de Bordo - deverá ter 10cm de largura, longitudinal a pista, afastada 3,5m do eixo da pista, na cor branca de acordo com o código de cores Munsell N 9,5;

Linha de Canalização - deverá ter 20cm de largura, na cor branca de acordo com o código de cores Munsell N 9,5;

Setas Direcionais - deverão ter 7m de comprimento, na cor branca de acordo com o código de cores Munsell N 9,5;

### 2.1.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

Todas placas de regulamentação, advertência e orientação deverão ser confeccionadas em chapas planas de aço zincada nº16 em conformidade com a norma ABNT NBR11904. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140°. Deverão ser fixadas em suporte de madeira de reflorestamento certificada, com seção quadrada de 8cm x 8cm, comprimento variável em função do tipo de placa e quantidade a ser implantada, pintado na cor branca.

**Placa de Regulamentação** - de formato circular D=1,0m, suas cores são a branca para o fundo, vermelha para tarja e orla todas em película refletivas III-A, para símbolos e letras película não refletiva IV-B na cor preta conforme NBR-14644. As placas devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via, com uma altura livre 2,0m em relação ao solo. O afastamento lateral das placas, medindo entre a borda lateral da mesma e a pista, deve ser, no mínimo, 0,3m.

Placa de Advertência - têm formato quadrado L=1,0m tendo uma diagonal posicionada na vertical, fundo e orla externa na cor amarela em película refletivas III-A conforme NBR-14644, símbolos, legendas e orla interna na cor preta fosca em película não refletiva IV-B na cor preta conforme NBR-14644. As placas devem ser colocadas com uma altura livre de 2,0m em relação ao solo. As placas devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. O afastamento lateral das placas, medindo entre a borda lateral da mesma e a pista, deve ser, no mínimo, 0,3m.