

Objeto:

**MEMORIAL DE PAVIMENTAÇÃO**

Obra:

**IMPLANTAÇÃO DE AGRO INDUSTRIA**

Local - UF

**CAMPOS NOVOS SC**

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
1.1	ESCOPO DO PROJETO	5
1.2	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	5
1.3	INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA	5
<b>2</b>	<b>CONDIÇÕES GERAIS</b>	<b>7</b>
2.1	MANUTENÇÃO DE ACESSOS	7
2.2	PROTEÇÃO DE MARCOS, MONUMENTOS, ESTRUTURAS, ETC.	7
2.3	PADRÃO DE QUALIDADE	7
2.3.1	Controle Tecnológico	8
2.3.2	Controle Geométrico	8
2.4	PROTEÇÃO DA OBRA	9
2.5	LICENÇAS	9
2.6	EXIGÊNCIAS DE SEGURANÇA	9
2.7	LIMPEZA TOTAL	9
<b>3</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS</b>	<b>10</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DO SUB-LEITO	10
3.2	MATERIAL DE REFORÇO DO SUB-LEITO E SUB-BASE	10
3.3	MATERIAL DA BASE	10
3.4	PINTURAS ASFÁLTICAS	12
3.4.1	Imprimação	12
3.4.2	Pintura de Ligação	12
3.5	CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE	12
3.5.1	Materiais Asfálticos	12
3.5.2	Agregados	13
3.5.3	Material de Enchimento ("FILLER")	13
3.5.4	Melhorador de Adesividade	14
3.6	CAPA SELANTE	14
3.7	CONCRETO ESTRUTURAL	14

3.7.1	Agregados Miúdo .....	14
3.7.2	Água.....	15
3.7.3	Cimento.....	15
3.7.4	Armadura .....	16
3.7.5	Formas.....	16
3.8	PEÇAS DE CONCRETO PRÉ-FABRICADAS.....	16
<b>4</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS .....</b>	<b>18</b>
4.1	REMOÇÃO DE SOLOS INSERVÍVEIS .....	18
4.2	REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO .....	18
4.3	REFORÇO DO SUB-LEITO .....	18
4.4	SUB-BASE .....	18
4.5	BASE DE BRITA GRADUADA .....	19
4.6	PINTURAS ASFÁLTICAS .....	19
4.6.1	Imprimação .....	19
4.6.2	Pintura de Ligação .....	20
4.6.3	Equipamentos de Aplicação .....	20
4.6.4	Execução .....	20
4.6.5	Controle.....	22
4.6.6	Aceitação .....	23
4.7	REVESTIMENTO EM CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE .....	23
4.7.1	Composição da Mistura .....	24
4.7.2	Equipamento .....	26
4.7.3	Depósitos para Cimento Asfáltico.....	26
4.7.4	Depósitos para Agregados .....	26
4.7.5	Usinas para Misturas Asfálticas.....	27
4.7.6	Caminhões para Transporte de Mistura.....	28
4.7.7	Equipamento para Distribuição.....	28
4.7.8	Equipamento para Compressão .....	28
4.7.9	Ferramentas e Equipamentos Acessórios .....	29
4.7.10	Execução .....	29
4.7.11	Controle.....	33

4.7.12 Aceitação .....	36
4.7.13 Corte do Excesso de Concreto Asfáltico.....	39
4.8 CAPA SELANTE.....	39
4.9 REATERRO.....	40
4.10 CONCRETO ESTRUTURAL.....	40
4.10.1 Armadura .....	40
4.10.2 Formas.....	41
4.10.3 Juntas.....	42
4.10.4 Acabamento .....	42
<b>5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....</b>	<b>43</b>
5.1 REMOÇÃO DE SOLOS .....	43
5.2 REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO .....	43
5.3 REFORÇO DO SUB-LEITO, SUB-BASE E BASE .....	43
5.4 IMPRIMAÇÃO, PINTURA DE LIGAÇÃO E CAPA SELANTE.....	43
5.5 CONCRETO ASFÁLTICO.....	43
5.6 CORTE COM DISCO, JUNTAS, MASTIQUE E GUIAS/SARJETAS .....	43
5.7 REATERRO.....	44

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 ESCOPO DO PROJETO**

Projeto dos serviços de PAVIMENTAÇÃO da implantação da unidade industrial da **COPERCAMPOS**, localizada no município de Campos Novos, Estado de Santa Catarina, Brasil.

## **1.2 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO**

O levantamento topográfico planialtimétrico foi efetuado pela NATIONAL TOPOGRAFIA, responsabilidade técnica de Victor Hugo Hachmann, CREA/SC 53.835-0 e é de responsabilidade da mesma todas as informações e dados apresentados nos arquivos e documentos.

As secções transversais de projeto foram elaboradas a partir do levantamento topográfico planialtimétrico e servem, dentro da precisão exigida, para o cálculo teórico dos volumes apresentados.

Antes do início dos serviços, a CONTRATADA deverá verificar o levantamento topográfico efetuado. Se encontrar diferenças significativas que afetem os preços totais praticados, esta deverá informar a CONTRATANTE e a FISCALIZAÇÃO imediatamente. No caso de não apresentar observações, o levantamento estará automaticamente aceito pela CONTRATADA, não podendo posteriormente solicitar ajustes de preços por erros ou falta de precisão.

## **1.3 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**

O levantamento geotécnico deverá ser realizado para a caracterização física dos solos a serem movimentados, do sub-leito resultante e do material para impermeabilizar; para fins de verificação do comportamento dos materiais - índice de Corte/Aterro, umidade e necessidades de correção, projetos executivos de revestimentos, projeto executivo de piso industrial, projeto executivo de pavimentação externa, estabilidade de taludes, permeabilidade e impermeabilização de superfícies expostas a água e fenômenos de recalque e adensamento.

Os ensaios deverão ser:

- Compactação no Proctor Normal e Intermediário
- Índice de Suporte Califórnia no Proctor Normal e Intermediário
- Densidade e Umidade Natural
- Limites de Atterberg (plasticidade, liquidez e contração)
- Granulometria por peneiramento e sedimentação
- Densidade natural
- Umidade natural

## **2 CONDIÇÕES GERAIS**

### **2.1 MANUTENÇÃO DE ACESSOS**

A CONTRATADA é responsável pela manutenção das condições de tráfego na obra e nas ruas de acesso e de contorno, a serem utilizadas na época da obra. As condições de acesso ao terreno deverão ser mantidas e inalteradas, com trabalho de reposição de material apropriado (revestimento primário), espalhamento e compactação do mesmo. Nos dias muito secos, em todas as áreas de tráfego intenso, deverá se prever irrigação com carro-pipa.

### **2.2 PROTEÇÃO DE MARCOS, MONUMENTOS, ESTRUTURAS, ETC.**

A CONTRATADA é responsável pela proteção dos marcos de divisa, cercas de divisa, marcos de referência de nível e de locação que porventura existirem no terreno ou no entorno.

### **2.3 PADRÃO DE QUALIDADE**

O Padrão de Qualidade aplicável na obra segue, por ordem:

- Este Memorial Especificativo
- As Normas da ABNT
- As Normas do DNER-DNIT
- As Normas do DER-SC
- As Normas ASTM AASHTO

A CONTRATADA será responsável por elaborar o acervo técnico da obra, onde as Normas indicadas neste documento ou em qualquer planta deverão fazer parte.

As condições de qualidade serão fiscalizadas a partir de:

### **2.3.1 Controle Tecnológico**

A CONTRATANTE manterá na obra equipe independente (Empresa de Consultoria e Laboratório de expressão nacional) de CONTROLE TECNOLÓGICO, cujos serviços serão efetuados sistematicamente, através de ensaios de campo e laboratório.

O CONTROLE TECNOLÓGICO de pavimento apresentará os ensaios descritos:

- a) Um ensaio de compactação para cada 5.000 m<sup>3</sup> de um mesmo material do corpo do pavimento.
- b) Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia, para cada 10.000 m<sup>3</sup> de um mesmo material do corpo do pavimento.
- c) Uma determinação de umidade pelo método expedito da "frigideira, e uma determinação da massa específica aparente seca "in situ", para cada camada de corpo do pavimento, a cada 500 m<sup>2</sup>.
- d) Um conjunto de ensaios de caracterização (granulometria, limite de liquidez e limite de plasticidade) para cada 5.000 m<sup>3</sup> de um mesmo material do corpo do pavimento.
- e) Elaboração de projeto de mistura do concreto asfáltico.
- f) Controle de recebimento dos asfaltos diluídos, emulsões e cimentos asfálticos, nos ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, curva viscosidade x temperatura e ponto de fulgor, peneiramento e % do CAP residual, durabilidade, adesividade, equivalente de areia.
- g) Controle de lançamento das pinturas asfálticas: homogeneidade, penetração e cura.
- h) Calibração da usina asfáltica e controle das temperaturas na usina.
- i) Controle no recebimento de produtos asfálticos.
- j) Controle de compactação dos concretos asfálticos.
- k) Ensaios de extração de betume e análise granulométrica.
- l) Estabilidade e fluência da mistura através dos Ensaios Marshall.
- m) Controle de compressão e das condições de vazios da mistura através de sondagem destrutiva.

### **2.3.2 Controle Geométrico**

A Fiscalização exigirá da CONTRATADA relatórios e notas de serviço de locação e nivelamento e poderá, a qualquer momento, dispor dos equipamentos da CONTRATADA para verificações de nível ou locação.

O controle de execução será efetuado com tolerâncias de:

locações (distâncias horizontais) de  $\pm 2$  cm

nivelamento (cotas verticais) de  $\pm 1$  cm

A FISCALIZAÇÃO poderá refugar parcial ou totalmente, a seu exclusivo critério, os serviços executados com imperfeição, defeitos ou qualidade duvidosa.

## **2.4 PROTEÇÃO DA OBRA**

A CONTRATADA é responsável por proteger a obra e o trabalho realizado. Deve-se prevenir os danos causados pelas águas de chuva na erosão do terreno e dos terrenos vizinhos. A CONTRATADA será responsável pela execução e manutenção de obras provisórias de proteção e de drenagem, permitindo o escoamento correto das águas pluviais e minimizando os problemas advindos da erosão.

## **2.5 LICENÇAS**

A CONTRATADA é responsável pela obtenção das licenças Municipal, Estadual e Federal, incluindo as de ordem Ambiental, das obras e das jazidas de materiais externos.

## **2.6 EXIGÊNCIAS DE SEGURANÇA**

A CONTRATADA deverá estar de acordo com todas as Normas de Segurança do Trabalho pertinentes. Supervisores e empregados da contratada e seus subempreiteiros deverão manter em dia e respeitar com rigor todas as normas ditadas.

Obras edificadas junto a Rodovia deverão estar extremamente bem sinalizadas, incluindo sinalização noturna específica.

## **2.7 LIMPEZA TOTAL**

A CONTRATADA deverá manter a área de trabalho livre de escombros, lixo e outros materiais de construção e manutenção. Em qualquer fase da obra, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar condições satisfatórias de limpeza.

### **3 ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DO SUB-LEITO**

O sub-leito do solo do terreno deverá ser caracterizado pelos ensaios de Densidade Máxima no Proctor Normal , ISC (CBR) - Índice de Suporte Califórnia e os ensaios de Granulometria e Limites de Atterberg.

#### **3.2 MATERIAL DE REFORÇO DO SUB-LEITO E SUB-BASE**

O reforço de sub-leito e a sub-base serão de solo estabilizado granulometricamente de jazida, de rocha alterada (cascalho) ou de agregado de rocha obtida por britagem (rachão), com CBR > 40% e expansão menor que 1,0%, cuja entrosagem esteja garantida por compressão, onde os fragmentos maiores são fixados pelo travamento recíproco e a colmatagem esteja garantida pelo preenchimento dos vazios com material de enchimento (fino).

Os agregados não deverão ser alongados, conchoidais, lamelares ou quadráticos.

Os materiais deverão ter baixa resiliência, curva granulométrica padrão Talbot, os materiais que passam na # nº 40 devem ser inativos quimicamente, o índice de plasticidade deverá ser menor que 8% e limite de liquidez inferior a 25%.

Os materiais constituintes deverão impedir o fenômeno de bombeamento e deverão ser necessariamente drenantes.

#### **3.3 MATERIAL DA BASE**

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

a) os agregados utilizados, obtidos a partir de 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.

b) quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método do DNER-ME 89-64, os agregados utilizados deverão apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

Agregados graúdos: 15%

Agregados miúdos: 18%

c) para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão de Los Angeles não deverá ser superior a 50%.

d) a composição granulométrica da brita graduada deverá estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

PENEIRAS		% passando, em peso	
ASTM	mm	I	II
2"	50,8	100	
1 ½"	38,1	90-100	100
¾"	19,0	50 - 85	60 - 95
3/8"	9,5	35 - 65	40 - 75
nº 4	4,8	25 - 45	25 - 60
nº 10	2,0	18 - 35	15 - 45
nº 40	0,42	8 - 22	8 - 25
nº 200	0,074	3 - 9	2 - 10

e) O percentual de material que passa na peneira nº 200 não deverá ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.

f) Para a camada de base a percentagem passante na peneira nº 40 não deverá ser inferior a 12%.

g) A diferença entre as percentagens passantes nas peneiras nº 4 e nº 40 deverá estar compreendida entre 20 e 30%.

h) A fração passante na peneira nº 4 deverá apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54-63, superior a 40%.

i) A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade, não deverá ser superior a 20%.

- j) O índice de Suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNER-ME 49-74, com a energia modificada, não deverá ser inferior a 100%, numa variação de umidade máxima de 2% em relação ótima de Laboratório.
- k) Deverá apresentar índice de tenacidade “Tretton” inferior a 20% para agregados provenientes de basaltos e inferior a 35% para os provenientes de granitos.
- l) O limite de liquidez deverá ser inferior a 25% e o índice de plasticidade inferior a 8%.

### **3.4 PINTURAS ASFÁLTICAS**

Todos os materiais utilizados deverão satisfazer as especificações aprovadas pelo DNER. Serão recomendados os seguintes ligantes asfálticos, conforme a função da pintura:

#### **3.4.1 Imprimação**

- a) Deverá ser empregado na execução da imprimação asfalto diluído de cura média, do tipo CM-30 (P-EB-651 da ABNT).
- b) A taxa de aplicação do ligante empregado deverá ser determinada experimentalmente na obra, considerando-se que a taxa ideal é a máxima que pode ser absorvida pela camada em 24 horas, sem deixar excesso na superfície.
- c) O emprego de asfalto diluído do tipo CM-70, de maior viscosidade, poderá ser admitido para as camadas granulares de textura mais aberta.

#### **3.4.2 Pintura de Ligação**

Deverá ser empregada na execução da pintura de ligação a emulsão asfáltica catiônica de ruptura tipo RR-2C (P-EB-472 da ABNT). A emulsão utilizada deverá ser diluída em água, sendo a razão de diluição ideal definida experimentalmente na obra.

### **3.5 CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE**

#### **3.5.1 Materiais Asfálticos**

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-20 e CAP-55, atendendo ao especificado na EB-78 da ABNT. O emprego de outros tipos de cimentos

asfálticos especificados pela ABNT pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação da fiscalização.

### **3.5.2 Agregados**

O agregado graúdo deverá ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (métodos DNER-ME 89-64), os agregados utilizados deverão apresentar perdas inferiores a 12%.
- b) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35-64) não deverá ser superior a 45%.
- c) A percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade, não poderá ultrapassar a 25%.
- d) No caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem.

O agregado miúdo deverá ser 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:

As perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 89-64), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deverão ser inferiores a 15%.

O equivalente de areia (DNER-ME 54-63) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual superior a 55%.

É vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

### **3.5.3 Material de Enchimento ("FILLER")**

O material do enchimento deverá ser constituído por materiais minerais finamente pulverizados, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcáreos ou cinzas voláteis.

Quando da aplicação, o "filler" deverá estar seco e isento de grumos.

A granulometria a ser atendida deverá obedecer aos seguintes limites:

PENEIRAS		% PASSANDO
ASTM	mm	
no 40	0,42	100
no 80	0,18	95 - 100
no 200	0,074	65 - 100

### 3.5.4 Melhorador de Adesividade

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através do método de adesividade (DNER-ME 78-63).

### 3.6 CAPA SELANTE

Deverá ser empregada emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida (RR-2C), atendendo a EB-472 da ABNT.

### 3.7 CONCRETO ESTRUTURAL

#### 3.7.1 Agregados Miúdo

A areia natural de quartzo é a mais indicada, obedecendo-se as recomendações de isenção de matéria orgânica e argila da NBR 7211.

A dimensão máxima característica do agregado miúdo é de 4,8 mm, não se admitindo grãos menores do que 0,075 mm, recomendando-se as granulometrias das Zonas 2 e 3, denominadas fina e média, reproduzidas no Quadro:

#### PORCENTAGEM RETIDA ACUMULADA

PENEIRA	ZONA 2 (FINA)	ZONA 3 (MÉIA)
9,5	0	0
6,3	0 - 7	0 - 7
4,8	0 - 10	0 - 11
2,4	0 - 15a	0 - 25a
1,2	0 - 25a	10a - 45a

0,6	21 - 40	41 - 65
0,3	60a - 88a	70a - 92a
0,15	90b - 100	90b - 100

- a. toleram-se até 5 pontos percentuais para mais ou menos em um só dos limites marcados ou distribuídos em vários deles.
- b. No caso de agregado artificial, o limite pode ser de 80%.

#### 3.7.1.1 Graúdo

É o pedregulho ou a pedra britada proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, com gradação granulométrica entre 50 mm e 4,8 mm, para concretos de pavimentação. A dimensão máxima característica do agregado graúdo, função da espessura da peça de concreto, recomendando-se que não exceda a 1/4 desta, nem 50 mm, obedecido o valor menor.

Devem ter, preferencialmente, dimensões e forma regulares, ser de arestas bem definidas e de superfície rugosa, que facilite a aderência pasta-agregado e de grande papel no estabelecimento da resistência do concreto à tração na flexão.

#### 3.7.2 Água

Deverá ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas, presumindo-se satisfatórias as águas potáveis e as que tenham pH entre 5,0 e 8,0.

Os limites máximos para as substâncias deletérias potenciais, matéria orgânica em geral, resíduos sólidos, sulfatos, cloretos e açúcar, deverão obedecer as Especificações da ABNT para os concretos em geral.

#### 3.7.3 Cimento

A indústria brasileira está capacitada para produzir cinco tipos de Cimento Portland, divididos em até três classes de resistência à compressão aos 28 dias e qualquer deles é usável em concretos de pavimentos, sem exceção. Deve-se levar em conta, entretanto, que o comportamento particular de um concreto variará com as características individuais de cada tipo de cimento usado.

#### **3.7.4 Armadura**

As armaduras de reforço de bordas, de guias e distribuição são todas de aço de padrão comercial e deverão atender as prescrições da NBR 7480 da ABNT.

#### **3.7.5 Formas**

As formas serão todas de madeira compensada serrada, isentas de deformações e defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças e juntas de concreto a que sirvam de molde.

### **3.8 PEÇAS DE CONCRETO PRÉ-FABRICADAS**

Deverão apresentar resistência característica a compressão de  $f_{ck} = 35$  MPa e atender as demais exigências das Normas 9.781 da ABNT.

As peças devem ser produzidas em série, em estabelecimentos fabris que disponham de todo o equipamento necessário para dosagem e mistura dos agregados, prensagem contínua e cura adequada.

É indispensável que esses estabelecimentos possuam um laboratório de controle de qualidade bem equipado e capaz de executar, de maneira precisa e contínua, o controle do fluxo dos lotes de fabricação.

As peças devem apresentar grande resistência abrasão e ação do intemperismo e de outros elementos agressivos; resistência suficiente e adequada conforme solicitada em projeto; devem ser fabricados mecanicamente com emprego de formas, prensagem e vibração adequada de modo que apresentem excelentes condições de resistência e durabilidade depois da cura.

Os processos de fabricação devem assegurar a obtenção de um concreto homogêneo e compacto, que atenda às exigências desta Especificação.

Especial atenção deve ser dada aos processos de cura.

A manipulação das peças deve ser feita com todos os cuidados necessários para não prejudicar as qualidades finais exigidas.

A superfície das peças deve ser tal que, embora rugosa, tenha uma microtextura capaz de proporcionar uma superfície lisa e resistente ao desgaste.

A absorção de água individual não deverá ser superior a 7,5% em ensaio a frio.

As peças não podem apresentar defeitos de fabricação que venham prejudicar o assentamento, nem afetar a durabilidade e a resistência tais como trincas, fraturas, esborcinamento dos cantos, presença de materiais estranhos, bolhas ou cavidades, protuberâncias, abaulamentos ou concavidades.

## **4 ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS**

### **4.1 REMOÇÃO DE SOLOS INSERVÍVEIS**

Deverá ser executada a remoção de solos saturados e inservíveis que porventura venham existir no sub-leito na época da execução da obra, já que os serviços de terraplenagem se acham concluídos anteriormente, conforme projeto e memorial específico, e as condições de chuva normalmente podem prejudicar as camadas superficiais do sub-leito já executado.

A remoção acontecerá somente nos trechos realmente comprometidos e será feita com autorização expressa da Fiscalização.

### **4.2 REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO**

O sub-leito deverá ser regularizado e compactado a 100% da Densidade Intermediária de Laboratório (Proctor Intermediário) numa variação de umidade máxima de 2% em relação a umidade ótima de Laboratório.

Esta regularização e compactação será executada nos últimos 30 cm do sub-leito, já que as camadas abaixo não devem ter sido afetadas pelo excesso de umidade no decorrer da obra e já haviam sido compactadas em tal especificação.

### **4.3 REFORÇO DO SUB-LEITO**

Após a remoção de solos saturados e inservíveis e a regularização e compactação do sub-leito, se fará o lançamento do reforço de sub-leito.

O material será compactado a 100% da Densidade Intermediária de Laboratório (Proctor Intermediário) numa variação de umidade máxima de 2% em relação a umidade ótima de Laboratório.

Deverá se tomar o cuidado de não interromper os drenos de brita existentes, nem danificar quaisquer caixas e tubulações já executadas.

### **4.4 SUB-BASE**

A sub-base será lançada em camadas de no máximo 15 cm de espessura e o material deverá ser compactado a 100% da Densidade Intermediária de Laboratório (Proctor

Intermediário) numa variação de umidade máxima de 2% em relação a umidade ótima de Laboratório.

Deverá se tomar o cuidado de prever o perfeito ligamento desta camada com os drenos de brita já executados.

#### **4.5 BASE DE BRITA GRADUADA**

A base será lançada em camadas de no máximo 15 cm de espessura e o material deverá ser compactado a 100% da Densidade Máxima obtida em Laboratório, segundo Especificação do DNER ES 303/97, segundo item 7.1.3., numa variação de umidade máxima de 2% em relação a umidade ótima de Laboratório.

A distribuição da mistura deverá ser procedida de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação de motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, antes do início da compactação.

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

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 deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.

Os drenos de brita deverão ser ligados a esta camada.

#### **4.6 PINTURAS ASFÁLTICAS**

Pinturas asfálticas são os serviços que consistem na aplicação de uma película de material asfáltico, em consistência líquida, sobre a superfície de uma camada de pavimento.

Conforme as funções objetivadas, as pinturas asfálticas serão dos seguintes tipos:

##### **4.6.1 Imprimação**

É a pintura asfáltica realizada com os objetivos de:

- 1º) Conferir certa coesão à superfície da camada, pela penetração do ligante aplicado.
- 2º) Atribuir à camada granular certo grau de impermeabilização.
- 3º) Promover condições de aderência entre a base e a camada asfáltica a ser sobreposta.

#### **4.6.2 Pintura de Ligação**

É a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência em relação à camada asfáltica a ser sobreposta. A pintura de ligação pode ser aplicada nas seguintes condições:

- 1º) Sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento, ou mesmo de um tratamento de rejuvenescimento com lama asfáltica.
- 2º) Sobre pinturas asfálticas aplicadas anteriormente e que pela ação do tráfego e do tempo, tenham perdido a sua potencialidade de promover aderência com a camada a ser sobreposta.
- 3º) Como elemento de ligação entre duas camadas asfálticas.

#### **4.6.3 Equipamentos de Aplicação**

Todo o equipamento deverá estar em boas condições de trabalho.

O equipamento básico para a execução das pinturas asfálticas compreende as seguintes unidades:

- a) Vassouras mecânicas rotativas, vassouras manuais e/ou compressor de ar.
- b) Distribuidor de material asfáltico equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capaz de promover a aplicação uniforme do ligante. O distribuidor empregado deverá possuir:
  - 1º) Barra de distribuição do tipo "circulação plena" que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento.
  - 2º) Tacômetro, termômetros e espargidor manual, este último aplicável ao tratamento de pequenas áreas e correções localizadas.
- c) Depósito de material asfáltico, com capacidade de armazenamento para o atendimento de, no mínimo, um dia de trabalho, equipado com adequado sistema de aquecimento e circulação.

#### **4.6.4 Execução**

- a) Inicialmente, a superfície a receber a pintura asfáltica deverá ser submetida ao processo de varredura, destinado à eliminação do pó e de qualquer material solto existente.

b) Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico selecionado, em temperatura compatível com o seu uso, na quantidade certa e da maneira a mais uniforme possível. O ligante não deverá ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10° C, em dias de chuva ou quando esta for eminente.

c) A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deverá ser fixada, para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade correspondente. As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento dos ligantes especificados são as seguintes:  
emulsão asfáltica: 25 a 100 segundos Saybolt-Furol.

asfalto diluído: 20 a 60 segundos Saybolt-Furol.

d) Especial atenção deverá ser dada à calibração do equipamento espargidor, objetivando assegurar a aplicação uniforme da taxa de ligante especificada.

e) A fim de evitar a superposição de ligante nas juntas, deverão ser colocadas faixas de papel transversalmente à pista, de modo que o início e o término da aplicação situem-se sobre estas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas.

f) Qualquer falha observada na aplicação do ligante deverá ser imediatamente corrigida.

g) Disposições gerais:

1º) Caso a pintura asfáltica seja aplicada com as funções de imprimação, é desejável que a superfície da camada encontre-se, por ocasião da aplicação do ligante, ligeiramente úmida, o que facilita a penetração do ligante.

2º) Se a ação do tráfego e do tempo produzir falhas ou tornar a pintura asfáltica fosca, diminuindo o seu poder ligante, deverá ser aplicada uma nova pintura de ligação.

Esta medida poderá ser, se o revestimento previsto for executado por penetração.

3º) A pintura de cura deverá ser aplicada logo após a conclusão das operações de compactação e acabamento da camada tratada com aglomerante hidráulico.

4º) Tanto a pintura de ligação como a pintura de cura, deverão produzir película de ligante delgada, sendo dispensável a penetração na camada e indesejável o acúmulo de ligante à superfície.

5º) A diluição em água da emulsão asfáltica utilizada na pintura de ligação e na pintura de cura deverá ser feita no caminhão distribuidor, tomando-se os necessários cuidados para assegurar a correta proporção entre os dois componentes e a sua necessária homogeneização.

6º) O tempo de cura do serviço é função do tipo de ligante asfáltico empregadas as condições climáticas e da natureza da superfície da camada. Assim sendo, a determinação do tempo necessário à liberação da pintura será definida, em cada caso, em função das condições particulares vigentes.

#### **4.6.5 Controle**

##### **4.6.5.1 Controle de qualidade do ligante**

- a) O material asfáltico utilizado deverá atender à especificação do material correspondente.
- b) Para os asfaltos diluídos, serão executados para cada carregamento que chegar a obra, os seguintes ensaios:  
viscosidade Saybolt-Furol (MB-326 da ABNT)  
ponto de fulgor (P-MB-889 da ABNT)
- c) Para as emulsões asfálticas, cada carregamento que chegar à obra, serão os seguintes ensaios:  
viscosidade Saybolt-Furol (P-MB-581 da ABNT)  
peneiramento (MB-609 da ABNT)  
% de CAP residual, de acordo com o método expedito.
- d) O ligante só será descarregado, se os ensaios de recebimento executados comprovarem sua adequação.
- e) Qualquer que seja o ligante empregado, no máximo a cada 10 carregamentos ser tomada uma amostra, a qual será submetida a um conjunto completo dos ensaios revistos na especificação do material correspondente.

##### **4.6.5.2 Controle da execução**

- a) A cada 10 carregamentos, serão efetuados ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, destinados a fornecer no mínimo três pontos para o tratado da curva viscosidade x temperatura. A faixa de temperatura aplicação será definida em função da curva obtida.
- b) A operação de diluição em água de emulsão utilizada em pintura de cura ou de ligação, será acompanhada pela fiscalização, observando-se tanto a obtenção do grau de diluição desejado como a perfeita circulação da emulsão diluída.

- c) A temperatura de aplicação será controlada permanentemente, no caminhão espargidor.
- d) O controle da taxa de aplicação ser efetuado pelo "método da bandeja".
- e) A Fiscalização avaliará ainda, de forma visual:
  - A homogeneidade de aplicação do banho executado.
  - A penetração do ligante na camada, no caso de imprimação.
  - A efetiva cura do ligante aplicado.

#### **4.6.6 Aceitação**

A pintura asfáltica deverá ser aceita, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) O ligante empregado atenda as características da especificação de material correspondente.
- b) As condições de diluição em água (emulsão asfáltica) sejam consideradas satisfatórias.
- c) A taxa de aplicação não difira do valor desejável de mais do que 20% para a imprimação e 15% para pintura de ligação e pintura de cura.
- d) O serviço seja considerado homogêneo, em função de inspeção visual efetuada pela Fiscalização.
- e) A cura do ligante aplicado seja considerada satisfatória.
- f) A temperatura de aplicação seja considerada adequada, em função da curva viscosidade x temperatura, para cada tipo de ligante empregado.

#### **4.7 REVESTIMENTO EM CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE**

Concreto asfáltico usinado a quente é uma mistura asfáltica 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 asfáltico deverá atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura 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 imediatamente abaixo da "capa". Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo de "filler" (quando previsto) e de ligante.

#### 4.7.1 Composição da Mistura

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

Caso a mistura asfáltica seja utilizada com função de camada de rolamento, especial atenção deverá ser conferida à seleção da granulometria de projeto, tendo em vista a obtenção de uma rugosidade que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego.

A composição da mistura deverá satisfazer aos requisitos do quadro apresentado:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO				
ASTM	mm	I	III	III	IV	V
	50,8	100				
1/2"	38,1	95-100	100			
1"	25,4	75-100	95-100			
3/4"	19,1	60-90	80-100	000		
5/8"	15,9	-	-	-	100	
1/2"	12,7	-	-	80-100	88-100	
3/8"	9,5	35-65	45-80	70-90	75-94	100
no 4	4,8	25-50	28-60	50-70	52-72	75-100
no 10	2,0	20-40	20-45	33-48	33-48	50-90
no 40	0,42	10-30	10-32	15-25	15-25	20-50
no 80	0,18	5-20	8-20	8-17	8-17	7-28
no 200	0,074	1-8	3-8	4-10	4-10	3-10

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) O diâmetro máximo deverá ser igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada.

- b) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, excetuadas as duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total.
- c) As granulometrias dos agregados miúdos ( $\varnothing < 2,0\text{mm}$ ) deverão ser obtidas por "via lavada".
- d) As condições obtidas no ensaio Marshall (DNER-ME 43-64) para a estabilidade, fluência da mistura, e análise Densidade x Vazios, deverão atender aos seguintes limites:

ITEM	TRÁFEGO	
	MÉDIO 106<N<5X106	PESADO N> 5X106
Número de golpes/face	50	75
Estabilidade (kgf)	400 a 1.000	500 a 1.000
Fluência (0,01")	8 a 18	8 a 16
% de Vazios		
reperfilagem	3 a 5	3 a 5
"binder"	4 a 7	4 a 7
capa	3 a 5	3 a 5
Relação betume/vazios (%)		
reperfilagem	75 a 82	75 a 82
"binder"	65 a 72	65 a 72
capa	75 a 82	75 a 82

Valores de estabilidade superiores ao limite máximo aqui estabelecido poderão ser admitidos, desde que a compatibilidade elástica da estrutura, verificada através de análise mecânica, não seja comprometida.

Nos casos da utilização de misturas asfálticas para camada de rolamento (Faixas II, III e IV), os vazios do agregado mineral (%VAM) deverão atender aos seguintes valores mínimos, definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado:

<b>DIÁMETRO MÁXIMO</b>		
<b>ASTM</b>	<b>mm</b>	
1 1/2"	38,1	13
1"	25,4	14
3/4"	19,1	15
5/8"	15,9	15

e) O teor ótimo de ligante será definido de acordo com as orientações contidas a respeito.

#### **4.7.2 Equipamento**

Todo o 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 técnicos qualificados.

#### **4.7.3 Depósitos para Cimento Asfáltico**

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

- a) 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.
- b) O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período da operação.
- c) Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor.
- d) A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para o atendimento, no mínimo, de três dias de serviço.

#### **4.7.4 Depósitos para Agregados**

- a) Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados.

- b) Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulagem.
- c) O sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância da alimentação.
- d) O material de enchimento ("filler") será armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem.
- e) Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

#### **4.7.5 Usinas para Misturas Asfálticas**

- a) A usina utilizada deverá apresentar condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.
- b) A usina empregada deverá ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador, a qual distribuirá o material para os silos quentes.
- c) A balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para a pesagem do ligante asfáltico, devem apresentar precisão de 0,5%, quando aferidas através do emprego de pesos padrão. São necessários, no mínimo, 10 (dez) pesos padrão, cada qual com 25 kgf  $\pm$  15gf.
- d) 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.
- e) O misturador deverá ser do tipo "pugmill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivos de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo de mistura.
- f) A usina deverá ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:
  - um termômetro de mercúrio, com escala em "dial",
  - pirímetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador e em cada silo.
  - um termômetro com proteção metálica e graduação de 90°C a 210°C, instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo a descarga do misturador.

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

#### **4.7.6 Caminhões para Transporte de Mistura**

O transporte da mistura asfáltica deverá ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas.

#### **4.7.7 Equipamento para Distribuição**

a) A distribuição da mistura asfáltica será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

b) 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 será afetada por variações na carga acabadora.

c) A acabadora deverá possuir, ainda:

- sistema composto por parafuso-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, para que não haja irregularidade na colocação da massa.

d) A distribuição da massa asfáltica destinada a camadas de reperfilagem, poderá ser executada pela ação de motoniveladora, capaz de espalhar e conformar a mistura, de maneira eficiente, às deformações do pavimento existente. À borda cortante da lâmina deverá ser substituída sempre que se apresentar desgastada ou irregular.

#### **4.7.8 Equipamento para Compressão**

a) A compressão da mistura asfáltica será efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos auto propelidos.

- b) O rolo de pneumáticos deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 a 120 lb/pol<sup>2</sup>.  
É obrigatório a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.
- c) O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deverá ter peso compatível com a espessura da camada.
- d) O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenham sido comprovado em serviços similares.
- e) Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que tange a obtenção das densidades, objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

#### **4.7.9 Ferramentas e Equipamentos Acessórios**

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, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais.

#### **4.7.10 Execução**

##### **4.7.10.1 Preparo da superfície**

- a) A superfície que irá receber a camada de concreto asfáltico deverá apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.
- c) A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto asfáltico. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.

d) No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico 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.

#### 4.7.10.2 Produção do concreto asfáltico

a) O concreto asfáltico deverá ser produzido em usina apropriada, atendendo aos requisitos apresentados nesta especificação. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

b) 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 na faixa de 75 a 95 segundos, admitindo-se no entanto, viscosidade situada no intervalo de 75 a 150 segundos.

c) Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.

d) A temperatura de aquecimento dos agregados medida nos silos quentes, deverá ser de 5 a 10°C superior a temperatura definida para o aquecimento do ligante desde que não supere a 187°C.

e) A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua a vibroacabadora.

#### 4.7.10.3 Transporte do concreto asfáltico

a) O concreto asfáltico produzido será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes atendendo ao especificado.

b) 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-se a caçamba.

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

#### 4.7.10.4 Distribuição da mistura

- a) A distribuição do concreto asfáltico somente será permitida quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso.
- b) A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 120°C.
- c) Para o caso de emprego de concreto asfáltico como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.
- d) Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a 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.
- e) 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 ao serviço.
- f) Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviço de reperfilagem, será empregada, motoniveladora, observando-se a temperatura mínima para distribuição de 120°C.

#### 4.7.10.5 Compressão

- a) A compressão da mistura asfáltica terá início imediatamente após a distribuição da mesma.
- b) A fixação da temperatura de rolamento está condicionada à natureza da massa e as características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso.
- c) A prática mais freqüente de compactação de misturas asfálticas 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:
  - 1º) Inicia-se a rolagem com o rolo de pneumáticos atuando com baixa pressão;

2º) A medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas do rolo de pneumáticos, com incremento gradual da pressão;

3º) A compactação final será efetuada com o rolo metálico tandem de rodas lisas, quando então a superfície da mistura deverá apresentar-se bem desempenada;

4º) O número de coberturas de cada equipamento será definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidades previstas, enquanto a mistura se apresenta com trabalhabilidade adequada.

d) As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados deverão atender às seguintes orientações gerais:

1º) A compressão será executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;

2º) Em cada passada, o equipamento deverá recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior.

e) A compressão através do emprego de rolo vibratório de rodas lisas, quando admitida pela Fiscalização, deverá ser testada experimentalmente, na obra, de forma a permitir a definição dos parâmetros mais apropriados à sua aplicação (número de coberturas, freqüência e amplitude das vibrações). As regras clássicas de compressão de misturas asfálticas, anteriormente estabelecidas, permanecem, no entanto inalteradas.

f) As espessuras máximas de cada camada individual, após compressão, serão definidas na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão, porém nunca deverão ser superiores a 7,5 cm, e nem inferiores a 3 cm.

#### 4.7.10.6 Juntas

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deverá assegurar adequadas condições de acabamento.

#### 4.7.10.7 Abertura do tráfego

A camada de concreto asfáltico recém acabada somente será liberada ao tráfego após seu completo resfriamento.

## 4.7.11 Controle

### 4.7.11.1 Materiais de cimento asfáltico

- a) Para todo carregamento que chegar à obra, serão realizados os seguintes ensaios:  
um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (P-MB-517 da ABNT);  
um ensaio de ponto de fulgor (MB-50 da ABNT);  
aquecimento do ligante a 175°C, para observar se há formação de espuma.
- b) Para os três primeiros carregamentos, e posteriormente a cada 10 carregamentos, serão executados ensaios de viscosidade Saybolt Furol, a várias temperaturas (no mínimo três pontos), que permitam o traçado da curva "viscosidade-temperatura". (Sugere-se três pontos: 120°, 154° e 117°C).
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, será coletada uma amostra do cimento asfáltico utilizado, para execução de ensaios completos, previstos na especificação da ABNT.

### A) AGREGADOS E "FILLER"

- a) Diariamente será feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais.
- b) Quando se constatar alteração mineralógica (visual) na bancada da pedreira em exploração, e no mínimo uma vez por mês, deverão ser executados:  
três ensaios de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35-64).  
três ensaios de durabilidade (DNER-ME 89-64).  
três ensaios de adesividade (DNER-ME 78-63).  
três determinações de percentagem de partículas de forma defeituosa.
- c) Diariamente, serão realizados dois ensaios de granulometria de cada agregado empregado, e dois de equivalente de areia, para o agregado miúdo.
- d) Para o agregado miúdo, será realizado, para cada dia de trabalho, um ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 54-63).

e) O controle do "filler" envolverá a realização de um ensaio de granulometria, a cada três dias de trabalho.

f) Serão realizados, ainda, para amostras de agregados coletadas nos silos quentes, dois ensaios de granulometria por "via lavada" (DNER-ME 83-63), por dia de trabalho.

#### B) MELHORADOR DE ADESIVIDADE

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade (DNER-ME 78-63), no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

#### 4.7.11.2 Controle da Execução

##### A) CONTROLE DE TEMPERATURA

a) o controle de temperatura, durante a produção da massa, compreenderá leituras de temperaturas, envolvendo:

agregados nos silos quentes.

o cimento asfáltico, antes da entrada do misturador.

a massa asfáltica, nos caminhões carregados na usina.

b) O controle de temperatura, na pista, envolverá a leitura de temperatura:

em cada caminhão que chega à pista.

na massa asfáltica distribuída, no momento do espalhamento e no início da compressão.

##### B) CONTROLE DA QUANTIDADE DE LIGANTE E DA GRADUAÇÃO DA MISTURA DE AGREGADOS

Para cada 200 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída. Cada amostra será submetida aos seguintes ensaios:

a) Extração de betume (DNER-ME 53-63 ou preferencialmente, ensaio de extração por refluxo" Soxhlet" de 1000 ml).

b) Análise granulométrica da mistura de agregados resultante das extrações (DNER-ME 83-63), e com amostras representativas de no mínimo 1000 g.

### C) CONTROLE DAS CARACTERÍSTICAS DE ESTABILIDADE E FLUÊNCIA DA MISTURA

a) Para cada 400 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída, com a qual serão moldados três corpos de prova Marshall, com a energia de compactação solidificada.

b) Cada corpo de prova será submetido a rompimento na prensa Marshall, determinando-se a estabilidade e a fluência.

### D) CONTROLE DA COMPRESSÃO E DAS CONDIÇÕES DE VAZIOS DA MISTURA

a) A cada 100 t de massa compactada, será obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa ( $\varnothing=4"$ ), em local correspondente, aproximadamente, à trilha de roda externa. Um destes pontos deverá, necessariamente, coincidir com o ponto de coleta de amostras para extração de betume e moldagem de corpos de prova Marshall.

b) De cada amostra extraída com sonda rotativa, será determinada a respectiva massa específica aparente (DNER-ME 117-81).

c) Comparando-se os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de prova extraídos com rotativa e a massa específica aparente da dosagem, serão determinados os correspondentes graus de compactação.

d) Serão calculadas as condições de vazios da mistura (% de vazios totais, % de vazios do agregado mineral e relação betume-vazios), para cada amostra extraída com sonda rotativa.

### E) CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO CONTROLE DE ESPESSURA

A espessura da camada de concreto asfáltico será avaliada nos corpos de prova extraídos com sonda rotativa, ou pelo nivelamento da seção transversal, antes e depois do espalhamento da mistura. Neste último caso, serão nivelados cinco pontos para as camadas de rolamento ou "binder" (eixo, bordos e dois pontos intermediários) e sete pontos para as camadas de reperfilagem (eixo, bordos e trilhas de roda).

### F) CONTROLE DE ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Em particular, serão avaliadas as condições de desempenho da camada, a qualidade

das juntas executadas e inexistência de marcas decorrentes de qualidade da distribuição e/ou de compressão inadequada.

#### **4.7.12 Aceitação**

##### **4.7.12.1 Aceitação dos Materiais**

###### **A) CIMENTO ASFÁLTICO**

O cimento asfáltico recebido no canteiro será aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) Os valores de viscosidade, e ponto de fulgor, estejam de acordo com os valores especificados pela ABNT.
- b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175°C.
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, previstos na especificação da ABNT, sejam julgados satisfatórios.

###### **B) AGREGADOS E "FILLER"**

agregado graúdo, o agregado miúdo e o "filler" utilizados serão aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) O agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos.
- b) O agregado miúdo atenda aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade.
- c) O "filler" apresente-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada.
- d) As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes, estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

###### **C) MELHORADOR DE ADESIVIDADE**

- a) O melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá produzir "adesividade satisfatória", no ensaio DNER-ME 78-63

b) A quantidade, a forma de incorporação ao cimento asfáltico e o tempo de circulação deverão estar de acordo com os critérios estabelecidos pela Fiscalização.

#### 4.7.12.2 Aceitação da Execução

##### A) TEMPERATURAS

a) A produção da mistura asfáltica será aceita, com vistas ao controle de temperatura, se:

1º) As temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, efetuado ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes.

2º) Temperaturas do cimento asfáltico superiores a 177°C ou dos agregados superiores a 187°C, implicam na rejeição da massa produzida.

3º) Temperaturas de cimento asfáltico inferiores a 120°C, ou dos agregados inferiores a 125°C, igualmente implicam na condenação do "traço" produzido.

b) A massa asfáltica chegada à pista será aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:

1º) A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior a faixa de temperatura prevista para a mistura na usina, menos 15°C, e nunca inferior a 120°C.

2º) A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento utilizado, e o grau de compactação objetivado.

##### B) QUANTIDADE DE LIGANTE E GRADUAÇÃO DA MISTURA DE AGREGADOS

a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração por refluxo "SOXHLET", em amostras individuais, não deverá variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos. A média aritmética obtida, para conjuntos de 9 (nove) valores individuais, não deverá, no entanto, ser inferior ao teor de projeto.

Durante a produção, a granulometria da mistura poderá sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

PENEIRA		% PASSANDO EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	+ 7
no 40 a no 4	0,42 a 4,0	+ 5
no 80	0,18	+ 3
no 200	0,074	+ 2

#### C) CARACTERÍSTICAS MARSHALL DA MISTURA

- a) os valores de % de vazios, vazios de agregados mineral, relação betume-vazios, estabilidade e fluência Marshall, deverão atender ao prescrito.
- b) A eventual ocorrência de valores que não atendem ao especificado, poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas ocorrentes deverão ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

#### D) COMPRESSÃO

Os valores do grau de compactação, calculados estaticamente pela expressão abaixo, para conjuntos de no mínimo nove valores, deverão ser iguais ou superiores a 97%:

$$x_{\min} = x_{\text{med}} - \{ 1,29 \cdot S : (N^{1/2}) \} - 0,68 \cdot S$$

onde:  $x_{\text{med}} = \sum x : N$

$$S = \{ \sum (x_{\text{med}} - x)^2 : (N - 1) \}^{1/2}$$

$$N \geq 9 \text{ (no de determinação efetuadas)}$$

#### 4.7.12.3 Aceitação do controle Geométrico

Os serviços executados serão aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) Quanto à largura da plataforma: não serão admitidos valores inferiores previstos para a camada.
- b) Quanto à espessura da camada acabada
- b.1) A espessura média da camada será determinada pela expressão:

$$u = x_{\text{med}} - \{ 1,29 \cdot S : (N^{1/2}) \}$$

onde:  $x_{\text{med}} = \sum x : N$

$$S = \left\{ \sum (x_{med} - x)^2 : (N - 1) \right\}^{1/2}$$

$N \geq 9$  (no de determinação efetuadas)

b.2) A espessura média determinada estatisticamente deverá situar-se no intervalo de  $\pm 5\%$ , em relação à espessura prevista em projeto.

b.3) Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de  $\pm 10\%$ , em relação à espessura prevista em projeto.

c) Eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura serão objeto de mostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, deverão ser reforçadas, as expensas da Executante.

#### 4.7.12.4 Aceitação do acabamento

O serviço será aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

a) As juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências.

b) A superfície apresente-se desempenhada, não ocorrendo:

marcas indesejáveis do equipamento de compressão

ondulações decorrentes de variações na carga da vibroacabadora.

#### 4.7.13 Corte do Excesso de Concreto Asfáltico

Nas regiões de encontro do concreto asfáltico com peças de concreto estrutural, a aplicação deverá prever excesso de material no lançamento e compactação, para posterior corte.

O corte será efetuado com equipamento mecânico, tipo serra elétrica com disco diamantado, lubrificado e umedecido em água corrente.

O corte deverá ser de geometria perfeita, respeitando retas e curvas de projeto.

### 4.8 CAPA SELANTE

A capa selante é o serviço executado por penetração invertida, envolvendo uma aplicação de ligante asfáltico e uma aplicação de agregado miúdo. Sua execução tem por finalidade principal o incremento das condições de impermeabilização da camada de C.B.U.Q.

A capa selante influencia, ainda, a macrorugosidade do revestimento, melhorando as condições de rolamento dos veículos, no caso do revestimento apresentar textura um pouco aberta após a execução.

O agregado miúdo a ser utilizado na capa selante deverá ser definido pela fiscalização, após apresentação das varias opções na pista, com aprovação da CONTRATANTE.

#### **4.9 REATERRO**

As testas de guia e sarjeta deverão ser reaterrados até a cota superior da guia, em pelo menos 2 m (dois metros) de largura, com material de jazida de empréstimo.

O aterro básico já está executado na obra, mas, mesmo assim, deverá se ter o cuidado de reaterrar o passeio até este encostar perfeitamente na guia, fazendo apoio para qualquer esforço lateral.

O equipamento de compactação deverá, necessariamente, ser mecânico.

O reaterro ser controlado a 100% do Proctor Normal com variação máxima de umidade de 2% em relação à Umidade Ótima de Laboratório.

#### **4.10 CONCRETO ESTRUTURAL**

##### **4.10.1 Armadura**

Alguns cuidados deverão ser tomados com o aço na obra, tais como:  
apresentar homogeneidade em suas características geométricas.

Não apresentar bolsas, fissuras, escamas ou outros defeitos superficiais, que prejudiquem seu uso.

Não apresentar solda ou outro tipo de emenda, exceto nas telas soldadas em fábrica.

Não apresentar oxidação intensa.

Os aços deverão ser armazenados em locais abrigados contra as intempéries, águas ou outro agente oxidante.

O corte e dobramento das barras de aço deverão ser executados a frio.

Para o caso geral de ganchos, dobras e estribos, deverão ser obedecidos os seguintes diâmetros internos mínimos:

<b>DIÁMETRO</b>	<b>CA-50</b>	<b>CA-60</b>
<20	5 0	6 0
>20	8 0	-

As barras de aço utilizadas nas armaduras deverão ser amarradas por meio de arame recozido nº 18.

As emendas poderão ser efetuadas por traspasse. Todas deverão atender ao disposto no item 6.3.5. e 10.4 da NBR 6118 da ABNT.

As armaduras deverão ser colocadas nas formas, nas posições indicadas no projeto, sobre calços de argamassa de cimento e areia, pedaços de vergalhões ou peças de aço (caranguejos) de modo a garantir os afastamentos necessários das formas.

Não será admitido o emprego de calços de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor que a prescrita no item 6.3.3.1. da NBR 6118 da ABNT.

Qualquer barra da armadura, inclusive a de distribuição, de montagem ou estribo, deve ter recobrimento de concreto pelo menos igual ao seu diâmetro, mas não menor que:

3,0 cm para concreto ao ar livre.

3,5 cm para concreto em contato com solo.

4,0 cm para concreto em meio fortemente agressivo.

O aço para as barras de transferência (quando previsto) deve ser obrigatoriamente, liso, não se admitindo aço especial.

#### **4.10.2 Formas**

As formas deverão ser constituídas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões de projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente superfície uniforme e lisa.

Deverão ser projetadas de modo que sua remoção não cause dano ao concreto e que comportem o efeito de vibração de adensamento e da carga do concreto sem sofrer deformação.

Antes da concretagem as formas deverão ser abundantemente molhadas.

O prazo de desforma está previsto pela NBR 6118 da ABNT.

Ao término da montagem das formas, a CONTRATADA deverá solicitar à Fiscalização a vistoria para conferência das dimensões, verticalidade, alinhamento e vedação das formas, para liberação da futura concretagem.

#### **4.10.3 Juntas**

As juntas secas e de dilatação serão executadas conforme determinado em Projeto.

As guias e sarjetas serão interrompidas a cada 12 m nas retas e a cada 5 m nas curvas por juntas de concretagem, para evitar as fissuras de dilatação térmica.

As juntas de guia e sarjeta serão preenchidas com argamassa pobre em cimento.

Nas juntas de concretagem das placas será aplicado 2 demãos de Neutrol ou Cal hidratada diluída em água.

#### **4.10.4 Acabamento**

As peças (guias e sarjetas) deverão ter aspecto final lisas sem aparecimento de bicheiras, falhas ou trincas.

Na época da colocação do concreto betuminoso, deve-se tomar todas as precauções para não sujar a guia e sarjeta com o material betuminoso, visto este ser de difícil remoção. Se porventura isto vier a acontecer, a peça deverá ser limpa e retocada com argamassa de cimento e areia para deixá-la perfeitamente limpa.

A geometria da peça deverá ser respeitada. Se a fôrma da construtora vier a diferir da seção tipo de projeto, esta deverá ser submetida a análise da fiscalização, que aprovará ou não o novo molde.

## **5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

### **5.1 REMOÇÃO DE SOLOS**

Os serviços serão medidos topograficamente, considerando-se o volume no local da extração (na cava), expresso em metros cúbicos e para o cálculo dos volumes, será aplicado o método da “média das áreas”, respeitando-se as tolerâncias topográficas.

### **5.2 REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO**

Os serviços serão medidos topograficamente, considerando-se a área efetivamente executada, expressa em metros quadrados, respeitando-se as tolerâncias topográficas.

### **5.3 REFORÇO DO SUB-LEITO, SUB-BASE E BASE**

Os serviços serão medidos geometricamente, considerando-se o volume compactado no local da pista, expresso em metros cúbicos e para o cálculo dos volumes, será aplicado a área efetivamente coberta multiplicada pela altura de projeto, respeitando-se as tolerâncias topográficas.

### **5.4 IMPRIMAÇÃO, PINTURA DE LIGAÇÃO E CAPA SELANTE**

Os serviços serão medidos geometricamente, considerando-se a área efetivamente tratada, expresso em metros quadrados, respeitando-se as tolerâncias topográficas.

### **5.5 CONCRETO ASFÁLTICO**

Os serviços serão medidos geometricamente, considerando-se o volume compactado no local da pista, expresso em metros cúbicos e para o cálculo dos volumes, será aplicado a área efetivamente coberta, incluindo um excesso de largura de 0,15 cm na região de encontro com peças de concreto, multiplicada pela altura de projeto, respeitando-se as tolerâncias topográficas.

### **5.6 CORTE COM DISCO, JUNTAS, MASTIQUE E GUIAS/SARJETAS**

Os serviços serão medidos geometricamente, expressos em metros lineares.

## **5.7 REATERRO**

Os serviços serão medidos topograficamente, considerando-se o volume compactado no local da obra, expresso em metros cúbicos e para o cálculo dos volumes, será efetuado levantamento anterior a execução, medindo-se as cavas a serem reaterradas, respeitando-se as tolerâncias topográficas.