

# **ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS**

## **A-TUBO DE CONCRETO DE SEÇÃO CIRCULAR**

### **01. ÚNICO**

Deverá ser usada a norma ABNT NBR 8890-2007 - Versão corrigida 2008 para Tubo de Concreto de seção circular p/ águas pluviais e esgotos sanitários. Requisitos e métodos de ensaio e ABNT NBR 15645/2008 – Execução de obras sanitárias e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto.

## **B - REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO**

### **01. OBJETIVO**

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a regularização do subleito, em vias urbanas.

### **02. DEFINIÇÃO**

Regularização do subleito é o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplenagem, mediante cortes e/ou aterros de até 20 cm, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

### **03. MATERIAIS**

Os materiais a serem empregados na regularização do subleito deverão apresentar características iguais ou superiores às especificadas para camada final de terraplenagem descritas a seguir.

03.01 - Diâmetro máximo de partículas igual ou inferior a 76 mm;

03.02 - Índice de suporte Califórnia (método DNER - ME 49-94) igual ou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento do pavimento, para as condições da faixa de variação de umidade admitida. A energia de compactação a ser a normal ou a intermediária (DNER-ME 129-94), na dependência do tipo de material e em conformidade com o projeto;

03.03 - Expansão, determina no ensaio de índice de suporte Califórnia (DNER-ME 49-94), utilizando-se a energia de referência selecionada, igual ou inferior a 2%.

### **04 - EQUIPAMENTOS**

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.

O equipamento básico para a execução da Regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- a) Motoniveladora pesada, equipada com escarificador;
- b) Caminhão-tanque irrigador;
- c) Trator agrícola;
- d) Grade de discos;
- e) Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas;
- f) Pá-carregadeira;
- g) Caminhões basculantes.

## 05 - EXECUÇÃO

### 05.01 - Conformação e Escarificação

- a) Inicialmente será procedida uma verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando-se as cotas da superfície existente (camada final de terraplenagem) com as cotas previstas no projeto;
- b) O levantamento topográfico efetuado servirá de orientação à atuação da motoniveladora, a qual, através de operações de corte e aterro, conformará a superfície existente, adequando-a ao projeto;
- c) Segue-se a escarificação geral da superfície, até a profundidade de 20 cm abaixo da plataforma de projeto;
- d) Caso seja necessário a importação de materiais, estes lançados preferencialmente após a escarificação, complementando-se em seguida a conformação da plataforma;
- e) Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76mm, raízes ou outros materiais estranhos, serão removidos;
- f) Havendo a necessidade de execução de bota-fora com material resultante de operações de corte, este será efetuado lançando-se o produto excedente nas proximidades dos pontos de passagem, em locais que não causem prejuízo à drenagem ou às obras de arte, ou em locais a serem designados pela Fiscalização;
- g) Operações de corte ou aterro que excedam ao limite de 20 cm, serão tratadas como itens de terraplenagem.

### 05.02 - Pulverização e Homologação dos Materiais Secos

- a) O material espalhado será pulverizado e homogeneizado, mediante ação combinada da grade de discos e da motoniveladora;
- b) Estas operações deverão prosseguir até que o material apresente-se visualmente homogêneo e isento de grumos ou torrões.

### 05.03 - Correção e Homologação do Teor de Umidade

- a) O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito da compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um ISC no mínimo igual ao ISC de projeto, adotado para o subleito;
- b) Caso o teor de umidade apresente-se abaixo do limite mínimo especificado, proceder-se-á ao umidecimento da camada através de caminhão-tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material, será aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e da motonivelador.

### 05.04 - Compactação

- a) Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motonivelador, e em seguida liberada para a compactação;
- b) O equipamento de compactação utilizado deverá ser compatível com o tipo de material e as condições de densificação pretendidas para a regularização do subleito;
- c) A compactação deverá evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida;
- d) O grau de compactação mínimo a ser atingido será de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação adotado como referência (DNER-ME 129-94);
- e) A relação entre o “número de coberturas do equipamento de compactação utilizado” e o “grau de compactação”, para cada tipo de material empregado na regularização do subleito, deverá ser obtida experimentalmente, na pista.

### 05.05 - Acabamento

- a) O acabamento será executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus;
- b) A motoniveladora atuará exclusivamente em operação de corte, sendo vedada a correção de depressões por adição de material;
- c) As pequenas depressões e saliências resultantes da atuação de rolo pé-de-carneiro de pata curta, poderão ser toleradas, desde que o material não se apresente solto sob a forma de lamelas;

d) Em complementação às operações de acabamento, deverá ser procedida a remoção das “leiras” que se formam lateralmente à pista acabada, como resultado da conformação da superfície de regularização do subleito. Esta remoção poderá ser feita pela ação da motoniveladora (nos casos de seção em aterro) ou de pá-carregadeira e caminhões basculantes (nos casos de seção em corte). Neste último caso o material removido poderá ser depositado em áreas próximas aos pontos de passagem, de forma a não prejudicar o escoamento das águas superficiais, ou em locais designados pela Fiscalização.

#### 05.06 - Liberação ao Tráfego

Deverá ser evitada a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, face à possibilidade do mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

#### 05.07 - Subleito em Rocha

Para os cortes em rocha sã ou alterada, as operações de regularização do subleito aqui descritas não são aplicáveis, prevendo-se o rebaixamento da plataforma e a reposição com material granular, conforme dispõe a especificação DER/PR ES-P 02/05.

### 06 - CONTROLE

#### 06.01 - Controle Tecnológico

##### 06.01.01 - Ensaios

Serão procedidos os seguintes ensaios;

a) Uma determinação da massa específica aparente seca “in situ” (método DNER-ME 92-94) à profundidade de 20 cm, a cada 100m de pista.

b) Uma determinação do teor de umidade, pelo “método expedito da frigideira”, a cada 100m de pista, imediatamente antes do início da compactação;

c) Um conjunto de ensaios de caracterização (limite de liquidez - método DNER-ME 122-94; limite de plasticidade - método DNER - ME 82-94; granulometria - método DNER - ME 80-94), a cada 300 m de pista;

Observação: opcionalmente, o controle relativo à obtenção do ISC especificado em projeto poderá ser efetuado mediante emprego de curvas de “ISO - ISC”. A este respeito, observar o contido no manual de Execução.

#### 06.01.02 - Verificação de Campo

O controle tecnológico será complementado por uma verificação de campo efetuada em bases visuais, a partir de prova de carga assim constituída:

- a) Um rolo de pneus, com o peso mínimo de 20 t e Pressão de inflação de 5,6 kgf/cm (80 16/po12), deslocar-se-á longitudinalmente a uma velocidade situada no entorno de 3 km/h, ao longo da posição correspondente à futura trilha de roda extrema, em cada uma das faixas de tráfego;
- b) O deslocamento do equipamento será acompanhado pela Fiscalização, anotando-se as eventuais extensões que apresentem sinais de deficiência, exteriorizados na forma de rupturas, deformações excessivas e/ou ascensão de água à superfície sob a ação do rolo.

#### 06.02 - Controle Geométrico e de Acabamento

06.02.01 - Após a execução do serviço, proceder-se-á à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, a cada 20m, pelo menos, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

#### 06.02.02 - Controle da Largura

Será determinada a largura da plataforma acabada por medidas à trena executadas a cada 20 m pelo menos.

#### 06.02.03 - Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais.

#### 06.03 - Aceitação

#### 06.03.01 - Aceitação do Controle Tecnológico

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

- a) Os valores calculados estatisticamente para o índice de suporte Califórnia, pela expressão abaixo, sejam iguais ou superiores ao valor mínimo especificado no projeto para o subleito:

$$u = X - \frac{1,29 s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

$$S = \sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 / N - 1}$$

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

b) Os valores individuais da expansão atendam a limite máximo especificado.

c) Os valores mínimos, calculados estatisticamente para o grau de compactação, pela expressão abaixo, atendam aos limites especificados:

$$X_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29 s}{\sqrt{N}} - 0,68 s$$

d) O teor de umidade, por ocasião da compactação, atenda à faixa preconizada no sub item 05.03.a desta especificação.

e) O diâmetro máximo de partículas seja igual ou inferior a 76 mm.

f) A aceitação dos serviços estará condicionada, ainda, aos resultados das provas de carga efetuadas.

#### 06.03.02 - Aceitação do Controle Geométrico e de Acabamento

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

a) Variação, em relação às cotas de projeto, situada no intervalo de -3 a + 2 cm.

b) Quanto à largura da plataforma: não se admitirão valores inferiores aos previstos em projeto.

c) O abaulamento transversal deverá estar compreendido na faixa de + 0,5% em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.

d) O acabamento seja julgado satisfatório.

## 07 - MEDIÇÃO

- a) Os serviços, executados e recebidos na forma descrita, serão medidos pela determinação da área regularizada, expressa em metros quadrados.
- b) No cálculo da área, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerada a largura da plataforma de projeto.
- c) Para fins de medição, são considerados como distintos os seguintes itens:
  - Regularização do Subleito a 100% do Proctor Normal;
  - Regularização do Subleito a 100% do Proctor Intermediário.

## 08 - PAGAMENTO

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução do serviço, compreendendo a execução de cortes ou aterros de até 20 cm de espessura e, inclusive, a remoção de todo o material proveniente das operações de acabamento.



## **C - BRITA GRADUADA**

### **01 - OBJETIVO**

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de bases ou sub-bases de brita graduada, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

### **02 - DEFINIÇÃO**

Brita graduada é a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

### **03 - MATERIAIS**

Todos os materiais deverão satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR. a camada de base ou sub-base de brita graduada será executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

a) 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.

b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89-94, 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 Los Angeles (DNER-ME 35-98) não deverá ser superior a 50%. Aspectos particulares, relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio, são abordados no manual de Execução.

d) A composição granulométrica da brita graduada poderá estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

| PENEIRAS |        | % PASSANDO, EM PESO |       |
|----------|--------|---------------------|-------|
| ASTM     | MM     | I                   | II    |
| 2"       | 50,800 | 100                 |       |
| 1 1/2"   | 38,100 | 90-100              | 100   |
| 3/4"     | 19,000 | 50-85               | 60-95 |
| 3/8"     | 9,500  | 35-65               | 40-75 |
| Nº 4     | 4,800  | 25-45               | 25-60 |
| Nº 10    | 2,000  | 18-35               | 15-45 |
| Nº 40    | 0,420  | 8-22                | 8-25  |
| Nº 200   | 0,074  | 3-9                 | 2-1   |

e) A percentagem de material que passa na 200 não deverá ultrapassar a 2/3 de percentagem que passa na peneira.

f) Para camadas 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 20ª 30%.

h) A fração passante na peneira Nº 4 deverá apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54-97, superior a 40%.

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

j) O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNER-ME 49-94, com a energia modificada, não deverá ser inferior a 100%.

k) O emprego de outras faixas granulométricas é abordado no Manual de Execução.

#### 04 - EQUIPAMENTOS

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.

O equipamento básico para a execução da brita graduada compreende as seguintes unidades:

- a) Instalação da britagem, adequadamente projetada de forma a produzir bitolas que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a brita graduada, atendendo aos cronogramas previstos para a obra;
- b) Pá - carregadeiras;
- c) Central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivos de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo “pugmill”;
- d) Caminhões basculantes;
- e) Caminhão-tanque irrigador;
- f) Motoniveladora pesada;
- g) Distribuidor de agregados autopropulsionado;
- h) Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- i) Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- j) Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- k) Ferramentas manuais diversas;

## 05 - EXECUÇÃO

### 05.01 - Preparo da Superfície

- a) A superfície a receber a camada de base ou sub-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 brita graduada.

### 05.02 - Produção de Brita Graduada

- a) A rocha são extraída da pedreira indicada, será previamente britada e classificada em bitolas, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura.
- b) A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.
- c) As bitolas obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, serão combinadas no

misturador, acrescentando-se 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.

#### 05.03 - Transporte de Brita Graduada

a) A brita graduada produzida na central será descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista.

b) Não será permitida a estocagem do material usinado.

c) Não será permitido o transporte de brita graduada para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

#### 05.04 - Distribuição da Mistura

a) 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. Este tema é abordado no Manual de Execução.

b) A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pela Fiscalização, será realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.

c) 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 leiras, sobre a camada anterior liberada pela Fiscalização, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço.

d) Será vedado o uso, no espalhamento ou processos que causem segregação do material.

e) A espessura da camada individual acabada deverá se situar no intervalo de 10 cm, no mínimo, a 17 cm, no máximo. Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de maior espessura, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada, seguindo os critérios descritos no Manual de Execução.

f) 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 da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

#### 05.05 - Compressão

- a) Tendo em vista a importância das condições de densificação da brita graduada, recomenda-se a execução de panos experimentais, com a finalidade de definir os tipos de equipamentos de compressão e a seqüência executiva mais apropriados, objetivando alcançar, da forma mais eficaz, o grau de compactação especificado.
- b) A energia de compactação a ser adotada como referência para execução da brita graduada será a modificada. Admite-se, a compactação na energia intermediária (DNER-ME 129-94), nos casos particulares descritos no Manual de Execução.
- c) O teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deverá estar compreendido no intervalo de + 2%, em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação DNER-ME 129-94, executado com a energia especificada.
- d) A compactação da brita graduada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.
- e) Nos trechos em tangente, a compactação deverá evoluir partindo das bordas para o eixo, e nas curvas, partindo da borda interna para a borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.
- f) Durante a compactação, se necessário, poderá ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.
- g) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, deverão se processar fora da área de compressão.
- h) A compactação deverá evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínima de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNER-ME 129-94, executado com a energia especificada. O número de passadas no equipamento compactador, necessário para a obtenção das condições de densificação especificadas, será definido em função dos panos experimentais executados.
- i) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita à custo de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

#### 05.06 - Observações Gerais

- a) A sub-base ou base de brita graduada 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.
- b) Quando for prevista a imprimação 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.

## 06 - CONTROLE

### 06.01 - Controle Tecnológico

Serão procedidos os seguintes ensaios:

- a) Um ensaio de abrasão Los Angeles (método DNER-ME 35-94), por mês, e sempre que houver variações nas características da pedreira em exploração.
- b) Um ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (método DNER-ME 89-94), por mês, e sempre que houver variação nas características da pedreira em exploração.
- c) Controle das características da mistura na usina, com amostras coletadas na saída do misturador.
  - Quatro determinações do teor de umidade pelo “método expedido da frigideira”, por dia de trabalho.
  - Dois ensaios de granulometria por via lavada (método DNER-ME 83-94), por dia de trabalho.
- d) Uma determinação do teor de umidade na pista, pelo “método expedito da frigideira”, a cada 200m de pista, imediatamente antes do início das operações de compactação.
- e) Uma determinação da massa específica aparente seca “in Situ” (DNER-ME 92-94) imediatamente após a conclusão das operações de compactação, a cada 60 m de pista, alternando bordo direito, eixo, bordo esquerdo, etc.
- f) Um ensaio de compactação, executado de acordo com o método DNER-ME 129-94, com a energia especificada utilizando amostras coletadas a cada 600 m de pista, e, no mínimo, um ensaio por dia de trabalho. A respeito do controle de compactação, observar o contido no Manual de Execução.
- g) Um ensaio do índice de suporte Califórnia (método DNER-ME 49-94), por mês, ou sempre que houver variação nas características do agregado utilizado.
- h) Um ensaio de granulometria por via lavada (método DNER-ME 83-94) a cada 120 m de pista, com amostras coletadas em locais da determinação da massa específica aparente seca “in situ”.
- i) Um ensaio de equivalente de areia (método DNER-ME 54-97), por dia de trabalho ou, no mínimo, um ensaio a cada 600 m de pista.
- j) Um ensaio de lamelaridade, por mês, ou sempre que houver variação nas características do agregado utilizado.

## 06.02 - Controle Geométrico e de Acabamento

### 06.02.01 - Controle de Espessura

Após a execução da camada, proceder-se-á à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, a cada 20 m, pelo menos, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

### 06.02.02 - Controle da Largura

Será determinada a largura da plataforma acabada, por medidas à trena executadas a cada 20 m, pelo menos.

### 06.02.03 - 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. A este respeito, reporta-se ao Manual de Execução.

## 06.03 - Aceitação

### 06.03.01 - Aceitação do Controle Tecnológico

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

- a) Os valores individuais dos ensaios de abrasão Los Angeles, durabilidade, lamelaridade, equivalente de areia e índice de suporte Califórnia, atendam aos limites definidos nesta especificação.
- b) A composição granulométrica das amostras de brita graduada ensaiadas atendam aos requisitos estabelecidos nas alíneas “e”, “f” e “g” do item 02.03 desta especificação.
- c) A composição granulométrica da brita graduada ensaiadas, além de estarem enquadradas na faixa selecionada, estejam contidas nas “faixas de trabalho” definidas a partir da granulometria de projeto e dos seguintes limites:

**TOLERÂNCIA PARA A FAIXA DE TRABALHO (% PASSANDO EM PESOS)**

| PENEIRAS      |            |          |      |
|---------------|------------|----------|------|
| ASTM          | MM         | SUB-BASE | BASE |
| 2"            | 50,800     | 5        | 5    |
| Nº 4 a 11/12" | 4,8 a 38,1 | 10       | 8    |
| Nº 40 a Nº 10 | 0,42 a 2,0 | 5        | 3    |
| Nº 200        | 0,074      | 3        | 3    |

**NOTA IMPORTANTE:** 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 02.03 desta especificação.

d) Os valores mínimos calculados estatisticamente para o grau de compactação, de acordo com as expressões abaixo, deverão ser iguais ou superiores aos limites estabelecidos no item 02.05.05 h desta especificação:

$$\bar{X} \text{ min} = X - \frac{1,29 s}{\sqrt{N}} - 0,68 s$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

$$S = \sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 / N - 1}$$

$N \geq 9$  ( Nº de determinações efetuadas)

#### 06.03.02 - Aceitação do Controle Geométrico e de Acabamento

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

a) Quando à largura da plataforma: não se admitirão valores aos previstos para a camada.

b) Quanto à espessura da camada acabada:

b.1) A espessura média da camada será pela expressão:



$$u = X - \frac{1,29 s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$S = \sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 / N - 1}$$

$N \geq 9$  ( N° de determinações efetuadas)

b.2) A espessura média determinada estatisticamente não deverá ser menor do que a espessura de projeto menos 1 cm.

b.3) Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo +2 a -1 cm em relação à espessura de projeto.

b.4) 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.

b.5) Em caso de aceitação de camada de brita graduada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não será deduzida da espessura da camada superior.

c) As condições de acabamento, apreciadas pela Fiscalização em bases visuais, sejam julgadas satisfatórias.

## 07 - MEDIÇÃO

a) Os serviços, executados e recebidos na forma descrita, serão medidos em metros cúbicos de sub-base de brita graduada compactada na pista, segundo a seção transversal de projeto, discriminando-se a energia de compactação empregada. Considerar-se-á o talude da brita graduada equivalente a 1:1,5 para fins de cálculo da largura média de projeto.

b) No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerado o valor “u”, e quando “u” for superior à espessura de projeto será considerada a espessura de projeto.

## 08 - PAGAMENTO

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representarão a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

## **D - PINTURAS ASFÁLTICAS**

### **01 - OBJETIVOS**

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de pinturas asfálticas em obras rodoviárias sob jurisdição do DER/PR.

### **02 - DEFINIÇÃO**

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 podem ser dos seguintes tipos:

a) 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.

b) Pintura e 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 poder 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.

c) Pintura de Cura: é a pintura asfáltica aplicada sobre camadas tratadas com cimento

Portland ou cal hidratada, recém - executadas, com a função de evitar a perda acelerada de umidade e, conseqüentemente, promover adequadas condições para o desenvolvimento do processo de cura. Secundariamente, a pintura de cura desempenha a função de conferir aderência entre a camada tratada e o revestimento asfáltico a ser sobreposto.

### 03 - MATERIAIS

Todos os materiais utilizados deverão satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

São recomendados os seguintes ligantes asfálticos, conforme a função da pintura:

#### 1º) 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.

#### 2º) Pintura de Ligação e Pintura de Cura:

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

**NOTA IMPORTANTE:** O emprego dos outros tipos de ligante asfáltico e suas taxas de aplicação são abordados no Manual de Execução.

### 04 - 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.

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.

## 05 - EXECUÇÃO

- a) Inicialmente, a superfície a receber a pintura asfáltica deverá ser submetida a 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. 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 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: 20ª 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 dispensada, 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 indispensável a penetração na camada e indesejável o acúmulo de ligante à superfície.

5º) A diluição em água de 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 empregado, das condições climáticas e da natureza da superfície da camada. Assim sendo, a determinação do tempo necessário à liberação da pintura será definida, em caso, em função das condições particulares vigentes.

## 06 - CONTROLE

### 06.01 - Controle de Qualidade do Ligante

a) O material asfáltico utilizado deverá atender à especificação de material correspondente, adotada pelo DER/PR.

b) Para os asfaltos diluídos, serão executados para cada carregamento que chegar à obra, os seguintes ensaios:

- Viscosidade Saybolt-Furol (IIB-326 da ABNT)

- Ponto de fulgor (P-M8-889 da ABNT)

c) Para as emulsões asfálticas, cada carregamento que chegar à obra será submetido aos seguintes ensaios:

- Viscosidade Saybolt-Furol (P-M8-581 da ABNT)

- Peneiramento (M8-609 da ABNT)

- % de CAP residual, de acordo com o método expedito descrito no Manual de Execução.

d) O ligante só será descarregado se os ensaios de recebimento executados comprovarem a sua adequação.

e) Qualquer que seja o ligante empregado, no máximo a cada 1º carregamento será tomada uma amostra, a qual será submetida a um conjunto completo dos ensaios previstos na especificação de material correspondente.

#### 06.02 - Controle de Execução

a) A cada 10 carregamentos, serão efetuados ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, destinados a fornecer no mínimo três pontos para o traçado da curva viscosidade x temperatura. A faixa de temperatura de aplicação será definida em função da curva obtida.

b) A operação de diluição em água da emulsão utilizada em pinturas 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 pelo “método da bandeja” descrito no Manual de Execução.

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.

#### 06.03 - Aceitação

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

a) O ligante empregado atenda às características de especificação de material correspondente, adotada pelo DER/PR.

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:

-  $\pm 20\%$ , para a imprimação.

-  $\pm 15\%$ , para pintura de ligação ou 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.

## 07 - MEDIÇÃO

a) As pinturas asfálticas, executadas e recebidas na forma descrita, serão medidas, conforme o tipo, através da determinação da área recoberta, expressa em metros quadrados.

b) No cálculo da área será considerada a largura prevista em projeto.

## 08 - PAGAMENTO

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representarão a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários para a completa execução dos serviços.



## **E - CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE**

### **01 - OBJETIVO**

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de misturas asfálticas do tipo concreto asfáltico usinado a quente, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

### **02 - DEFINIÇÃO**

Concreto asfáltico usinado a quente é uma mistura 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. A respeito, observar as recomendações contidas no Manual de Execução.

- 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 do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo de “filler” (quando previsto) e de ligante.

- Camada de nivelamento ou “reperfilagem”: serviço executado com massa asfáltica de graduação fina, com a função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

### 03 - MATERIAIS

Todos os materiais utilizados deverão satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

#### 03.01 - Materiais Asfálticos

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-20 e CAP-55, atendendo ao especificado na DNER-EM 204-95 . O emprego de outro tipo de cimento asfáltico especificado pela ABNT poderá ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação da Fiscalização.

#### 03.02 - Agregados

##### 03.02.01 - Agregados Graúdos

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 (método DNER-ME 89-94), 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 35-98) não deverá ser superior a 45%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas neste ensaio, são abordados no Manual de Execução.
- c) A percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, 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.

##### 03.02.02 - Agregados Miúdos

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:

- a) As pedras no ensaio de durabilidade (DNER-ME 89-94), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deverão ser inferiores a 15%.
- b) 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%.

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

#### 03.02.03 - Material de Enchimento (“Filler”)

O material do enchimento deverá ser constituído por materiais finamente pulverizado, tais como 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 aos seguintes limites :

| PENEIRAS |       | % PASSANDO, EM PESO |
|----------|-------|---------------------|
| ABNT     | MM    | I                   |
| Nº 40    | 0,420 | 100                 |
| Nº 80    | 0,180 | 95 - 100            |
| Nº 200   | 0,074 | 65 - 100            |

#### 03.02.04 - Melhorador de Adesividade

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (DNER-ME 78-94).

#### 03.03 - Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto asfáltico. Caso a mistura 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 a seguir apresentado:

| PENEIRA         |        | % PASSANDO, EM PESO |              |           |           |         |
|-----------------|--------|---------------------|--------------|-----------|-----------|---------|
| ASTM            | MM     | I                   | II           | III       | IV        | V       |
| 2"              | 50,800 | 100                 |              |           |           |         |
| 1 1/2"          | 38,100 | 95-100              | 100          |           |           |         |
| 1"              | 25,400 | 75-100              | 95-100       |           |           |         |
| 3/4"            | 19,100 | 60-90               | 80-100       | 100       |           |         |
| 5/8"            | 15,900 |                     |              |           | 100       |         |
| 1/2"            | 12,700 |                     |              | 80-100    | 88-100    |         |
| 3,8"            | 9,500  | 35-65               | 45-80        | 70-90     | 75-94     | 100     |
| Nº 4            | 4,800  | 25-50               | 28-60        | 50-70     | 52-72     | 75-100  |
| Nº 10           | 2,000  | 20-40               | 20-45        | 33-48     | 33-48     | 50-90   |
| Nº 40           | 0,420  | 10-30               | 10-32        | 15-25     | 15-25     | 20-50   |
| Nº 80           | 0,180  | 5-20                | 8-20         | 8-17      | 8-17      | 7-28    |
| Nº 200          | 0,074  | 1-8                 | 3-8          | 4-10      | 4-10      | 3-10    |
| UTILIZAÇÃO COMO |        | LIGAÇÃO             | LIG. OU ROL. | ROLAMENTO | ROLAMENTO | REPERF. |

Deverão ser obedecidos, os seguintes requisitos:

- O diâmetro máximo deverá ser igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada.
- A fração retida entre duas peneiras consecutivas, executadas as duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total.
- As granulometrias dos agregados miúdos ( $\varnothing \leq 2,00$  mm) deverão ser obtidas por "via lavada".
- As condições obtidas no ensaio Marshall (DNER-ME 43-95) para a estabilidade, fluência da mistura, e análise. Densidade x vazios, deverão atender aos seguintes limites:

| ÍTEM | TRÁFEGO                    |                        |
|------|----------------------------|------------------------|
|      | MÉDIO                      | PESADO                 |
|      | $10^6 < N < 5 \times 10^6$ | $N \geq 5 \times 10^6$ |

|                                    |            |            |
|------------------------------------|------------|------------|
| Na de golpes/face                  | 50         | 75         |
| Estabilidade (kgf)                 | 400 a 1000 | 500 a 1000 |
| Fluência (0,01")                   | 8 a 18     | 8 a 16     |
| <b>% de Vazios Totais</b>          |            |            |
| - Reperfilagem                     | 3 a 5      |            |
| - "Blinder"                        | 4 a 7      |            |
| - Capa                             | 3 a 5      |            |
| <b>Relação Betume - Vazios (%)</b> |            |            |
| - Reperfilagem                     | 75 a 82    |            |
| - "Blinder"                        | 65 a 72    |            |
| - Capa                             | 75 a 82    |            |

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

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

| DIÂMETRO MÁXIMO |      |               |
|-----------------|------|---------------|
| ASTM            | MM   | % VAM. MÍNIMO |
| 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 no Manual de Execução.

#### 04 - 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 técnico qualificado.

#### 04.01 - 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 deverá garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de 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 de, no mínimo, três dias de serviços.

#### 04.02 - Depósito para Agregados (Silos)

- 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 regulação.
- 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.
- f) Com relação às condições de armazenamento do material de enchimento (“filler”), reporta-se ao Manual de Execução.

#### 04.03 - 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. Preferencialmente, serão empregadas usinas gravimétricas. Detalhes a este respeito e ao emprego de outros tipos de usinas são abordados no Manual de Execução.
- 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) As 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 + 15 gf.
- 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 partes, ao misturador.
- e) O misturador deverá ser do tipo “pugmill”, com duplo eixo conjugado, promovido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.
- f) 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 900 a 210° C, instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no 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 à área de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

#### 04.04 - Caminhões para Transporte da Mistura

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

#### 04.05 - A 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 é 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 marchar 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.

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 e econômica, às deformações do pavimento existente. A borda cortante da lâmina deverá ser substituída sempre que se apresentar desgastada ou irregular.

#### 04.06 - Equipamento para Compressão

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

b) O rolo de pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática de pressão interna dos pneus, na faixa de 35 a 120 lb/po 12. É obrigatória 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 comprovados em serviços similares.

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

#### 04.07 - 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.

## 05 - EXECUÇÃO

### 05.01 - 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.

### 05.02 - Produção do Concreto Asfáltico

- a) O concreto asfáltico deverá ser produzido em usina apropriada, atendendo aos requisitos apresentados no item 04.03 desta 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 5 a 100° C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 187° C.
- d) A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

### 05.03 - Transporte do Concreto Asfáltico

- a) O concreto asfáltico produzido será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes atendendo ao especificado no item 04.04.
- 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 à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

### 05.04 - Distribuição da Mistura

- a) A distribuição do concreto asfáltico somente será permitida quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 100° C, e com tempo não chuvoso.
- b) A temperatura de 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 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.
- 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 rolos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.
- f) Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação “fina” em serviços de reperfilagem, será empregada motoniveladora, observando-se a temperatura mínima para distribuição de 120°C. A este respeito, reporta-se ao Manual de Execução.

### 05.05 - Compressão

a) A compressão da mistura asfáltica terá início imediatamente após a distribuição da mesma.

b) 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 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) À medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas de 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 densidade previstas, enquanto a mistura se apresentar 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 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, deverão ser 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.

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais, deverá assegurar adequadas condições de acabamento (vide Manual de Execução).

#### 05.07 - Abertura ao Tráfego

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

### 06 - CONTROLE

#### 06.01 - Controle Tecnológico

##### 06.01.01 - Materiais

##### 06.01.01.01 - Cimento Asfáltico

a) Para todo carregamento que chegar à obra, serão realizados os seguintes ensaios:

- Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (P-M8-517 da ABNT);
- Um ensaio de ponto de fulgor (M8-50 da ABNT);
- Aquecimento de 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°, 145° e 177° C).

c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, será coletada uma amostra do cimento asfáltico, para execução de ensaios completos, previstos na especificação da ABNT.

##### 06.01.01.02 - 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 peneira em exploração, e no mínimo uma vez por mês, deverão ser executados:

- Três ensaios de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35-94);
  - Três ensaios de durabilidade (DNER-ME 89-94);
  - Três ensaios de adesividade (DNER-ME 78-94);
  - Três determinações de percentagem de partículas de forma defeituosa, conforme o procedimento descrito no Manual de Execução.
- c) Diariamente, serão realizados dois ensaios de granulometria de cada agregado empregado, e dois ensaios 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 54-97).
- e) O controle do “filler” envolverá a realização 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 83-94), por dia de trabalho.

#### 06.01.01.03 - Melhorador de Adesividade

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade (DNER-ME 78-94), no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

#### 06.01.02 - Controle da Execução

##### 06.01.02.01 - Controle de Temperatura

- a) O controle de temperatura, durante a produção da massa, compreenderá leituras de temperaturas, envolvendo:
- Agregados nos silos quentes.
  - 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.

#### 06.01.02.02 - Controle da Quantidade de Ligante e da Graduação da Mistura de Agregados

Para cada 200t 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 53-94 ou, preferencialmente, ensaios de extração por refluxo - “Soxhlet” de 1.000 ml).
- b) Análise granulométrica da mistura de agregados resultante das extrações (DNER-ME 83-94), e com amostras representativas de no mínimo 1.000 g.

#### 06.01.02.03 - 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 Marsall, com a energia de compactação especificada.
- b) Cada corpo de prova será submetido na prensa Marsall determinando-se a estabilidade e a fluência.

#### 06.01.02.04 - Controle da Compressão e das Condições de Vazios da Mistura

- a) A cada 100 t de massa compactada, será obtida uma indeformada extraída com sonda rotativa (0=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, descrito em 06.01.02.02 e 06.01.02.03.
- b) De cada amostra extraída com sonda rotativa, será determinada a respectiva massa específica aparente (DNER-ME 17-94).
- c) Comparando-se os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de prova extraídas com rotativa e a massa específica da dosagem, serão determinados os correspondentes graus de compactação.
- d) Serão calculadas as condições de vazios da mistura (% de vazios do agregado mineral

e relação betume-vazios), para cada amostra extraída com sonda rotativa.

## 06.02 - Controle Geométrico e de Acabamento

### 06.02.01 - 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, nivelados cinco pontos para as camadas de rolamento ou “blinder” (eixo, bordos e dois pontos intermediários) e sete pontos para as camadas de reperfilagem (eixo, bordos e trilhas de roda).

### 06.02.02 - Controle da Largura

Será determinada a largura da plataforma acabada, por medidas à trena executadas a cada 20 m, pelo menos.

### 06.02.03 - 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 a inexistência de marcas decorrentes de má qualidade da distribuição e/ou de compressão inadequada.

## 06.03 - Aceitação

### 06.03.01 - Aceitação dos Materiais

#### 06.03.01.01 - 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.

#### 06.03.01.02 - Agregados e “Filler”

O 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.

#### 06.03.01.03 - Melhorador de Adesividade

- a) O melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá produzir “adesividade satisfatória”, no ensaio DNER-ME 78-94.
- 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.

#### 06.03.02 - Aceitação da Execução

##### 06.03.02.01 - 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 da 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.

#### 06.03.02.02 - 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.

b) 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       |            |                     |
|---------------|------------|---------------------|
| ASTM          | MM         | % PASSANDO, EM PESO |
| 3/8” a 1 1/2” | 9,5 a 38,1 | ± 7                 |
| Nº 40 a Nº 4  | 0,42 a 4,8 | ± 5                 |
| Nº 80         | 0,18       | ±                   |
| Nº 200        | 0,074      | ± 2                 |

#### 06.03.02.03 - Características Marshall da Mistura

a) Os valores de % de vazios, de agregados mineral, relação betume-vazios, estabilidade e fluência Marshall, deverão atender ao prescrito em 04.03.03 d.

b) A eventual ocorrência de valores que não atendam 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.

#### 06.03.02.04 - Compressão

Os valores dograu de compactação, calculados estatisticamente pela expressão abaixo, para conjuntos de no mínimo nove e valores, deverão ser iguais ou superiores a 97%.

$$\bar{X} \text{ min} = X - \frac{1,29 s}{\sqrt{N}} - 0,68 s$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

$$S = \sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 / N - 1}$$

$N \geq 9$  (Nº de determinações efetuadas)

#### 06.03.03 - 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 aos previstos para a camada.

b) Quanto à espessura da camada acabada:

b.1) A espessura média da camada será determinada pela expressão:

$$\bar{X} \text{ min} = X - \frac{1,29 s}{\sqrt{N}} - 0,68 s$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

$$S = \sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 / N - 1}$$

$N \geq 9$  (Nº de determinações efetuadas)

b.2) A espessura média determinada estatisticament deverá situar-se no intervalo + 5%, em relação à espessura prevista em projeto.

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

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

#### 06.03.04 - 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 desempenada, não ocorrendo:

- Marcas indesejáveis do equipamento de compressão.

- Ondulações decorrentes de variação na carga da vibroacabadora.

#### 07 -MEDIÇÃO

a) O serviço de concreto asfáltico, executado e recebido na forma descrita, será medido pela determinação da massa aplicada e compactada, expressas em toneladas, fazendo-se distinção em relação à função da camada (rolamento, intermediária ou reperfilagem).

b) A determinação da massa aplicada será efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balanço periodicamente aferida, e sob o devido controle de um técnico da Fiscalização.

c) Necessariamente, o cálculo da massa aplicada será verificado pelo seguinte procedimento:

1º) Calcular o volume obtido da mistura, para cada segmento, em função da extensão, da largura média da plataforma tratada, e da espessura média da camada aplicada, esta última não podendo superar à espessura do projeto.

2º) Multiplicar o volume obtido pela média das massas especificadas aparentes,

determinadas para os corpos de prova extraídos da pista, no segmento considerado.

d) No caso de serviços de reperfilagem em que não se disponha de balança adequada em condições de utilização, a avaliação do volume deverá se basear em nivelamento geométrico, levando-se no mínimo sete pontos de cada seção transversal.

## 08 -PAGAMENTO

a) O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamento, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

b) O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada na obra e distância de transportes efetivamente realizadas.

\* \* \*