

2	COMPATIB. DE DOCUMENTOS	10/8/10	DEZ	ACa	WV
1	ATENDENDO AOS COMENTÁRIOS	3/5/10	DEZ	ACa	WV
0	EMISSÃO INICIAL	12/02/2010	DEZ	ACa	WV
Rev.	Modificação	Data	Projetista	Desenhista	Aprovo

# ENGEVIX

Coordenador de Projeto WILSON VIEIRA	CREA / UF 060040558/SP	Autor do Projeto/Resp.Técnico ENG.º EDUARDO M. NAGAO	CREA/UF 5060215720/SP	Co-autor	CREA / UF
Coordenador do Contrato WILSON VIEIRA	CREA/UF 060040558/SP	Coord. Adjunto Contrato ARQ.ª LILIANA LASALVIA	CREA/UF 060170569/SP	Desenhista	
Número 1127/00-IV-ET-300		Conferido ENG.º EDUARDO M. NAGAO	CREA/UF 5060215720/SP	Escala	Data 12/02/2010



Sítio

**AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES  
CONFINS / MG**

Área do sítio

**GERAL**

Escala -	Data 12/02/2010	Desenhista
-------------	--------------------	------------

Especialidade / Subespecialidade

**INFRAESTRUTURA / PAVIMENTAÇÃO**

Fiscal do Contrato ENG. MARIO MEFFE ENG. LUIS NOGUEIRA DE ARAUJO	Rubrica
------------------------------------------------------------------------	---------

Tipo / Especificação do documento

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Fiscal Técnico ENG. LUIZ ANTONIO SCHETTINI ELAHEL	CREA / UF 5772/D DF
------------------------------------------------------	------------------------

Tipo de obra  
**REFORMA E AMPLIAÇÃO**

Classe geral do projeto  
**PROJETO BÁSICO**

Gestor do Contrato ARQ. JOÃO ARAÚJO	Rubrica
----------------------------------------	---------

Substitui a  
-

Substituída por  
-

Termo de Contrato Nº  
**016-EG/2009/0058**

Codificação

**CF. 05 / 105. 92 / 8671 / 02**

*SUMÁRIO*

1.	INTRODUÇÃO .....	3
2.	SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO.....	3
2.1.	Melhoria e preparo do subleito (regularização) – 05.02.100.01.01 .....	4
2.2.	Reforço do subleito ou sub-base de solo estabilizado granulometricamente – 05.02.100.05.01 .....	8
2.3.	Brita graduada simples – 05.02.100.06.02 .....	13
2.4.	Bica corrida – 05.02.100.06.01 .....	21
2.5.	Imprimadura impermeabilizante – 05.02.100.07.01 .....	27
2.6.	Imprimadura ligante – 05.02.100.07.02 .....	32
2.7.	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) – 05.02.200.01.02.01 .	37
2.8.	Guia pré-moldada – 05.02.100.02.01 .....	54
2.9.	Passeio de concreto de cimento Portland – 05.02.100.04.01 .....	61
2.10.	Reaterro – 05.02.400.01 .....	63
2.11.	Revestimento de peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland – 05.02.300.04.01 .....	64
3.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71

## 1. INTRODUÇÃO

Esta Especificação Técnica tem por objetivo estabelecer os procedimentos que serão adotados na execução referente às atividades de PAVIMENTAÇÃO para reforma e ampliação do Aeroporto Internacional Tancredo Neves localizado em Confins, no estado de Minas Gerais.

Os serviços deverão ser realizados obedecendo estritamente e integralmente os projetos fornecidos pelo CONTRATANTE, a fim de que sejam respeitados os objetivos e conceitos de Engenharia considerados, sejam eles aspectos funcionais, técnicos ou econômicos.

## 2. SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços serão executados de acordo com o preconizado nas recomendações da *Federal Aviation Administration* - FAA, complementadas pelas especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, as quais se adaptam aos serviços previstos neste empreendimento, tendo como principal documento a ser seguido, a Prática da SEAP – Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio.

Sob o título de Pavimentação serão executados os seguintes serviços:

- Melhoria e preparo do subleito (regularização);
- Reforço do subleito ou sub-base de Solo Estabilizado Granulometricamente (SEG);
- Base ou sub-base de Brita Graduada Simples (BGS);
- Base ou sub-base de Bica Corrida;
- Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ);
- Blocos de concreto intertravados;
- Imprimadura impermeabilizante;
- Imprimadura ligante;
- Passeio de concreto de cimento Portland;
- Reaterro;
- Guias e sarjetas pré-moldadas.

## **2.1. Melhoria e preparo do subleito (regularização) – 05.02.100.01.01**

Esta especificação fixa as condições da camada de regularização da superfície a pavimentar.

A melhoria executada após a conclusão da terraplenagem nas áreas a pavimentar, destina-se à uniformização do subleito, com vistas à homogeneização da compactação e à conformação do mesmo quando necessário, transversal e longitudinalmente, incluindo cortes e aterros com até 0,2 m de espessura. O que exceder de 0,2 m será considerado terraplenagem.

A camada será executada conforme os perfis indicados em projeto. Não será permitida a execução dos serviços de regularização do subleito nos dias de chuva.

### **2.1.1. Materiais**

Os materiais empregados serão do próprio subleito ou de áreas de empréstimos, e devem possuir as seguintes características:

- Serem constituídos de partículas de diâmetro máximo de 76 mm (3 polegadas);
- Apresentar expansão inferior a 2%;
- Apresentar características iguais ou superiores as do material de subleito considerado no dimensionamento do pavimento, determinados através do ensaio CBR conforme Método DIRENG ME-01/87, com 95% na energia Proctor Modificado.

### **2.1.2. Equipamentos**

Geralmente são indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da camada de regularização:

- Motoniveladora pesada, com Escarificador;
- Carro-tanque com distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- Grade de discos;
- Pulvi-misturador;
- Outros equipamentos, a juízo da FISCALIZAÇÃO.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e com a área a ser compactada.

### 2.1.3. Execução

Após a execução de cortes, deve-se proceder a uma escarificação geral até a profundidade de 0,2 m, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

O grau de compactação deve ser, no mínimo, 95% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio Proctor Modificado, e o teor de umidade deve ser o teor de umidade ótima do ensaio citado, de aproximadamente 2%.

### 2.1.4. Preservação Ambiental

No decorrer da execução dos serviços de melhoria do subleito deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente.

Na execução dos serviços de regularização do subleito deverá ser observada a disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos, de modo a evitar danos desnecessários a vegetação e interferências na drenagem natural, através do tráfego desordenado dos equipamentos fora da área a ser pavimentada.

Cuidado especial deverá ser tomado para evitar que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água, observando-se o local apropriado ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos.

### 2.1.5. Controle

#### 2.1.5.1. Controle Tecnológico

Para controle tecnológico dos trabalhos da camada final de terraplenagem, deverão ser procedidos os seguintes ensaios:

- **Ensaio de Caracterização** (Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Granulometria, de acordo com as normas DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 080/94, respectivamente) do material espalhado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra para cada 1.000 m<sup>2</sup> de área, e dois grupos de ensaios por dia, no mínimo. O número de Ensaio de Caracterização pode ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- **Ensaio de Compactação** com a energia do Proctor Modificado, para determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima pelo método DNER-ME 129/94 – Método “C”, com material coletado no

subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 500 m<sup>2</sup> de área. O número de ensaios de compactação pode ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material.

- **Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC)** ou California Bearing Ratio (CBR) e Expansão, com energia de compactação indicado pelo método DIRENG ME-01/87, determinado acima, para o material coletado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 1.000 m<sup>2</sup> de área, e um ensaio a cada dois dias, no mínimo. O número de ensaios de ISC (ou CBR) e Expansão pode ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material.

O número de ensaios ou determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a tabela seguinte:

**Tabela 1 - Amostragem Variável**

n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
$\alpha$	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

n = n<sup>o</sup> de amostras; k = coeficiente multiplicador;  $\alpha$  = risco da CONTRATADA.

O número mínimo de ensaios ou determinações por segmento (área inferior a 4.000 m<sup>2</sup>) deve ser 5.

#### 2.1.5.2. Controle da Execução

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos para controle da execução:

- **Ensaio de Umidade Higroscópica** do material, pelo menos a cada 500 m<sup>2</sup> de área, imediatamente antes da compactação, em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). As tolerâncias admitidas para o teor de umidade serão de  $\pm 2\%$  em torno da umidade ótima;
- **Ensaio da Massa Específica Aparente Seca "In situ"** em locais escolhidos aleatoriamente, pelos métodos DNER-ME 092 e DNER-ME 036. Deverão ser feitas, pelo menos 5 determinações para o cálculo do Grau de Compactação (GC).

Os cálculos do GC > 95%, serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório, e da massa específica aparente seca “in situ”, obtida no local.

O número de ensaios para verificação do GC > 95% será definido em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a Tabela 1.

#### 2.1.5.3. Controle Geométrico

Após a execução da melhoria e preparo do subleito, devem ser procedidas a relocações e o nivelamento do eixo, e de alinhamentos paralelos entre si, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- 0,03 m para mais ou para menos, em relação às cotas do projeto;
- + 0,10 m quanto à largura, não se tolerando falta.

#### 2.1.5.4. Aceitação

O valor do Índice de Grupo (IG), calculado a partir dos Ensaios de Caracterização do material, conforme descrito nos itens anteriores, deverá ser sempre maior ou pelo menos igual ao do subleito do projeto.

A expansão determinada no ensaio de ISC (ou CBR) deverá sempre apresentar resultado inferior a 2%.

Os valores para o CBR e para o GC > 95%, decorrentes da amostragem, a confrontar com os especificados, devem ser controlados admitindo-se os seguintes procedimentos:

Se,

$X_{med} - k_S < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço.}$

$X_{med} - k_S > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço.}$

$$X_{máx} = X_{med} + S / n \times t_{(n-1)^{(1-\alpha)}}$$

$$\text{Onde: } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{min} = X_{med} + \frac{S}{n} \times t_{(n-1)^{(1-\alpha)}}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - valores individuais;

X<sub>med</sub> - média da amostra;

S - desvio padrão da amostra;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações.

#### 2.1.6. Medição

A medição dos serviços de camada final de terraplenagem deve ser feita, para fins de acompanhamento dos serviços, por METRO QUADRADO de subleito regularizado e preparado, em conformidade com o projeto.

### **2.2. Reforço do subleito ou sub-base de solo estabilizado granulometricamente – 05.02.100.05.01**

Esta especificação fixa as condições de execução do reforço do subleito ou de sub-base de solo estabilizado granulometricamente. O reforço do subleito ou de sub-base de solo estabilizado granulometricamente será executado após a conclusão da camada de melhoria do subleito nas áreas a pavimentar, destinando-se a melhoria de suporte das camadas inferiores, sendo executado de acordo com os perfis indicados em projeto.

Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

#### 2.2.1. Materiais

Os materiais empregados no reforço do subleito ou na sub-base de solo estabilizado granulometricamente serão provenientes do local, ou de jazidas, ou de misturas de materiais, devendo também ser atendido o seguinte:

- Provir de jazidas externas, aprovadas pela FISCALIZAÇÃO;
- Ser constituídos de partículas de diâmetro máximo de 76 mm (ou 3 polegadas);
- Apresentar expansão inferior a 1%;



- Apresentar índice de plasticidade inferior a 6%;
- Apresentar características iguais ou superiores às da camada subjacente, determinado através dos seguintes ensaios:
  - o Ensaio de Caracterização - DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME-122/94, apresentando Índice de Grupo (IG), igual ou menor que o IG do material do subleito para o reforço do subleito e IG igual a zero para a camada de sub-base estabilizada granulometricamente;
  - o Ensaio de Compactação - DNER-ME 129 ("Método C"), na energia Proctor Modificado;
  - o Ensaio de Índice de Suporte Califórnia ou CBR - DIRENG ME 01/87, com a energia do ensaio Proctor Modificado, apresentando resistência indicada no projeto e expansão inferior ou igual a 1%.

Ainda, o material desta camada poderá ser constituído de solos naturais, rochas alteradas naturais, misturas artificiais de solos, de rochas alteradas (britadas ou não), materiais de solos (areia, pedregulho) e de materiais de pedra (pedra britada, pedrisco, pó-de-pedra) ou ainda por qualquer combinação desses materiais que apresente conveniente estabilidade e durabilidade, para resistir às cargas do trânsito e à ação dos agentes climáticos, quando adequadamente compactados, respeitando as condições indicadas nos itens anteriores.

#### 2.2.2. Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da camada:

- Motoniveladora pesada, com Escarificador;
- Carro-tanque com distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- Grade de discos;
- Pulvimisturador;
- Outros equipamentos, a juízo da FISCALIZAÇÃO.

Os equipamentos de compactação e misturas serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e com a área a ser compactada.

### 2.2.3. Execução

A execução da camada compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais na pista, seguida de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de executar camada com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de reforço será 10 cm e máxima de 20 cm, após a compactação.

O grau de compactação deve ser, no mínimo, 95% para a camada de reforço do subleito e 100% para a camada de sub-base estabilizada granulometricamente, em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio Proctor Modificado.

### 2.2.4. Preservação Ambiental

No decorrer da execução dos serviços de reforço do subleito ou de sub-base estabilizada granulometricamente deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio ambiente, tanto na exploração de ocorrências de materiais quanto na execução dos serviços, tais que:

- Na exploração das ocorrências de materiais deverão ser atendidas às recomendações preconizadas nas especificações DNER-ES 281 e DNER-ISA 07 - Instrução de Serviço Ambiental. As vias de acesso deverão seguir as recomendações da Especificação DNER-ES 279.
- Na execução dos serviços de reforço do subleito deverá ser observada a disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos, de modo a evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural, através do tráfego desordenado dos equipamentos fora da área a ser pavimentada.

Cuidado especial deverá ser tomado para evitar que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água, observando-se o local apropriado ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos.

### 2.2.5. Controle

#### 2.2.5.1. Controle Tecnológico

Para controle tecnológico dos trabalhos de reforço do subleito, deverão ser procedidos os seguintes ensaios:

- **Ensaio de Caracterização** (Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Granulometria, de acordo com as normas DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 080/94, respectivamente) do material espalhado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra para cada 1.000 m<sup>2</sup> de área, e dois grupos de ensaios por dia, no mínimo. O número de ensaios de caracterização pode ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material;
- **Ensaio de Compactação** com a energia do Proctor Modificado, para determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima, pelo método DNER-ME 129 (“Método C”) com material coletado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 500 m<sup>2</sup> de área. O número de ensaios de compactação pode ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material;
- **Ensaio de ISC ou CBR e Expansão**, com energia de compactação do ensaio Proctor Modificado, determinado acima, para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 1.000 m<sup>2</sup> de área, e um ensaio a cada dois dias, no mínimo. O número de ensaios de Índice Suporte Califórnia CBR e Expansão podem ser reduzidos, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material.

O número de ensaios ou determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a Tabela 1.

O número mínimo de ensaios ou determinações por segmento (área inferior a 4.000 m<sup>2</sup>) deve ser 5.

#### 2.2.5.2. Controle da Execução

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos para controle da execução:

- **Ensaio de Umidade Higroscópica** do material, pelo menos a cada 500 m<sup>2</sup> de área, imediatamente antes da compactação, em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). As tolerâncias admitidas para o teor de umidade serão de  $\pm 2\%$  em torno da umidade ótima;
- **Ensaio da Massa Específica Aparente Seca “in situ”** em locais escolhidos aleatoriamente, pelos métodos DNER-ME 092 e DNER-ME 036. Deverão ser

feitas, pelo menos, 5 determinações para o cálculo do Grau de Compactação (GC).

Os cálculos do GC > 95% Reforço do Subleito ou 100% Sub-base Estabilizada Granulometricamente serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ”, obtida no local.

O número de ensaios para verificação do GC > 95% Reforço do Subleito ou 100% Sub-base Estabilizada Granulometricamente será definido em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a Tabela 1.

#### 2.2.5.3. Controle Geométrico

Após a execução do Reforço do Subleito ou da Sub-base Estabilizada Granulometricamente, devem ser procedidas a relocação e o nivelamento do eixo, e de alinhamentos paralelos entre si, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- 0,01 m para mais ou para menos, em relação às cotas do projeto;
- + 0,10 m quanto à largura, não se tolerando falta.

#### 2.2.5.4. Aceitação

A expansão determinada no ensaio de ISC deverá sempre apresentar resultado inferior a 1%.

Os valores para o ISC (ou CBR) e para o GC maior que o especificado em projeto, decorrentes da amostragem a confrontar com os especificados, devem ser controlados admitindo-se os seguintes procedimentos:

Se,

$X_{med} - k_S < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço.}$

$X_{med} - k_S > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço.}$

$$X_{m\acute{a}x} = X_{med} + S / n \times t_{(n-1)}^{(1-\alpha)}$$

$$\text{Onde: } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{m\acute{i}n} = X_{med} + \frac{S}{n} \times t_{(n-1)}^{(1-\alpha)}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - valores individuais;

$X_{med}$  - média da amostra;

S - desvio padrão da amostra;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações.

### 2.2.6. Medição

A medição dos serviços de reforço do subleito ou sub-base estabilizada granulometricamente deve ser feita, para fins de acompanhamento dos serviços, por METRO CÚBICO de material compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto.

### 2.3. Brita graduada simples – 05.02.100.06.02

Esta especificação tem por objetivo estabelecer critérios que orientam a produção, execução, aceitação e medição dos serviços de sub-base ou base de brita graduada simples para pavimentos flexíveis e intertravados.

Define-se brita graduada simples (BGS) a camada de base ou sub-base composta por mistura em usina de produtos de britagem de rocha sã.

#### 2.3.1. Materiais

O agregado será constituído de pedra britada. A composição percentual em peso da mistura de agregado de projeto deverá se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificada na Tabela 2, sendo adotada a faixa nº 3.

**Tabela 2 – Faixa Granulométrica**

ABERTURA DE PENEIRA		PORCENTAGEM QUE PASSA			
		Diâmetro máximo 38 mm		Diâmetro máximo 19 mm	
Polegadas	mm	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4
2	50,8	100	100	-	-
1 1/2	38	90 – 100	90 – 100	100	-

ABERTURA DE PENEIRA		PORCENTAGEM QUE PASSA			
		Diâmetro máximo 38 mm		Diâmetro máximo 19 mm	
Polegadas	mm	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4
1	25,4	-	-	79 – 95	100
3/4	19	50 – 85	40 – 70	55 – 85	90 – 100
3/8	9,5	34 – 60	20 – 40	-	80 – 100
nº 4	4,8	25 – 45	4 – 30	30 – 60	35 – 50
nº 40	0,42	8 – 22	0 – 10	10 – 25	10 – 30
nº 200	0,074	2 – 9	0 – 2	3 – 10	2 – 19

A diferença entre as porcentagens que passam na peneira nº 4 e nº 40 deverá variar entre 20 e 30%.

A curva granulométrica apresentada pela mistura de agregados deverá ser bem graduada, sem apresentar angulosidade em seu desenvolvimento.

O agregado graúdo deverá consistir de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias prejudiciais.

O agregado graúdo (fração retida na peneira nº 4), quando submetido à abrasão no ensaio “Los Angeles” (DNER-ME 035/98), deverá apresentar, de acordo com as normas de infraestrutura (NSMA 85-2) do Ministério da Aeronáutica, uma perda  $\leq 40\%$ ; e quando submetido a 5 ciclos no ensaio de durabilidade "Soundness Test", deverá apresentar uma perda  $< 20\%$  para sulfato de sódio e  $30\%$  para sulfato de magnésio.

O Índice de Forma não deve ser inferior a 0,5 (DNER-ME-086/94).

O material retido na peneira nº 4 não deve apresentar mais de 5% de fragmentos que se desagreguem após 30 minutos de imersão em água, deverá ainda, possuir no mínimo 25% das partículas, tendo pelo menos duas faces britadas.

O equivalente de areia do agregado miúdo (fração passando na peneira nº 4) deverá ser superior a 55%.

Antes do início dos serviços, a CONTRATADA deverá submeter à FISCALIZAÇÃO, para ensaios e determinação das fórmulas de trabalho, amostras representativas produzidas pela central de britagem.

A retirada de amostras de agregado na instalação industrial deverá ser feita nas correias transportadoras finais, com a instalação trabalhando em regime contínuo. O

tamanho da amostra deverá ser determinado, de forma que a mesma seja representativa do lote avaliado.

Deverá ser evitada a segregação de agregados desde sua produção na instalação industrial, até sua colocação final na pista.

Uma vez definida a fórmula de trabalho através dos ensaios, deverão ser observados os limites de tolerância da Tabela 3.

**Tabela 3 – Limites de tolerância**

Peneira de Malha Quadrada	Tolerância das Fórmulas de Trabalho	
	mm	Base
2"	50,800	± 2
1 ½"	38,100	± 5
1"	25,400	± 8
¾"	19,100	± 8
n° 4	4,800	± 8
n° 40	0,600	± 5
n° 200	0,074	± 3

### 2.3.2. Equipamentos

Os equipamentos recomendados a serem usados, após a aprovação pela FISCALIZAÇÃO, serão:

- Distribuidor de agregados;
- Rolo liso-vibratório autopropelido;
- Rolo de pneus de pressão variável;
- Carro-tanque distribuidor de água.

As operações de execução da base serão executadas mediante a utilização racional dos equipamentos acima mencionados, que atendam à produtividade requerida.

### 2.3.3. Execução

A mistura do agregado e água deverá ser feita em centrais de mistura, dotados de silos, correias transportadoras, dispositivos de dosagem e homogeneização da mistura,

tipo "Pug-Mill", de modo a garantir um produto homogêneo, sem segregação e livre de impurezas.

Esta mistura deverá atender à faixa granulométrica especificada e apresentar umidade uniformemente distribuída em todo o material, e com teor que permita a obtenção de uma compactação adequada na pista.

A boca de descarga do "Pug-Mill" deverá ser dotada de dispositivos que reduzam a segregação da mistura no caminhão.

Deverá ser observado tanto no transporte, quanto na descarga, a utilização de dispositivos que reduzam a segregação da mistura. Não será permitido recarregar o material para espalhá-lo ou descarregar a mistura sobre a superfície já acabada.

O agregado será espalhado na espessura solta, para dar a espessura compactada especificada. O espalhamento será feito de modo uniforme, a fim de que após a compactação, se obtenham as seções transversais de projeto.

A espessura máxima de cada camada não deverá ser superior a 20 cm (camada compactada). Quando houver necessidade de se executar camada com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais com espessura mínima de 10 cm após a compactação.

O espalhamento será feito por meios mecânicos, utilizando-se distribuidores especiais autopropulsionados, dotados de parafusos sem fim.

O distribuidor deverá possuir dispositivo que nivele e distribua o material na largura exigida e dentro das tolerâncias especificadas. Deverá ser ajustável à seção transversal, conduzindo a obtenção de uma superfície acabada de textura uniforme. A largura de espalhamento não deverá ser inferior a 3,5 m.

O distribuidor de agregados deverá ter seu emprego vedado sem deixar sulcos, zonas endentadas ou outras marcas inconvenientes, na superfície da base, que não possam ser eliminadas por rolagem ou evitadas por ajustes na operação. Não deverá ser usado equipamento que requeira deslocamento, raspagem ou outra forma de movimentação do material, ou que cause a sua segregação.

A compactação inicial deve ser feita com rolo vibratório, aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A primeira passagem do rolo, em qualquer faixa deverá ser feita com velocidade reduzida (1,8 km/h a 2,4 km/h), devendo também, as manobras do rolo serem feitas fora da base em compactação. Nas faixas externas, a compactação deverá partir sempre das bordas para o eixo e em cada deslocamento do rolo, a faixa anteriormente



compactada deve ser recoberta, ao menos, pela metade da largura da roda. A compactação prosseguirá com rolo de pneus de pressão variável, devendo ser concluída com uso do rolo vibratório, a fim de se obter o perfeito entrosamento dos fragmentos do agregado.

No caso de segregação do material, deverá o mesmo ser retirado e substituído.

Nos lugares inacessíveis ao rolo compactador ou onde seu emprego não for recomendável, o agregado deverá ser apiloado por meio de soquetes mecânicos que produzam compactação equivalente à do rolo vibratório.

O grau de compactação para a base de brita graduada será, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio NBR 7182 Energia Modificada.

#### 2.3.4. Preservação Ambiental

No decorrer da execução da base de brita graduada simples deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio ambiente, envolvendo o fornecimento tanto à exploração das ocorrências de materiais, quanto à execução dos serviços, tal que:

- Na exploração das ocorrências dos materiais deve-se atender às recomendações preconizadas na norma DNER-ES 281;
- A brita somente será aceita após apresentação da Licença Ambiental de operação da pedreira, cuja cópia deverá ser arquivada junto ao livro de ocorrências da obra;
- No decorrer do processo de obtenção de agregados deverá ser evitada a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental, bem como deverão ser impedidas as queimadas como forma de desmatamento;
- A pedreira deverá ser adequadamente explorada de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- Junto às instalações de britagem devem ser construídas bacias de sedimentação para retenção do pó-de-pedra, eventualmente produzido em excesso, ou por lavagem de brita, evitando o seu carreamento para cursos d'água;

- No caso de fornecimento de materiais por Terceiros, deverá ser exigida toda a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
- Na execução dos caminhos de serviço devem ser seguidas as recomendações constantes da DNER-ES 279/97;
- Na execução da base de brita graduada simples deverá ser observada a disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos, de modo a evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural através do tráfego desordenado dos equipamentos fora da área a ser pavimentada;
- Cuidado especial deverá ser tomado para evitar que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água, observando-se o local apropriado ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos.

### 2.3.5. Controle

#### 2.3.5.1. Controle Tecnológico

Para controle tecnológico dos trabalhos de execução da base de brita graduada simples, deverão ser procedidos os seguintes ensaios:

- **Ensaio de Granulometria e de Equivalente de Areia** de acordo com as normas DNER-ME 054/97 e 080/94, do material espalhado na camada de base de brita graduada simples, em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletados 4 ensaios por dia, no mínimo (dois na parte da manhã e dois à tarde). O número de ensaios poderá ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- **Ensaio de Compactação** com a energia do Proctor Modificado, para determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima, pelo método DNER-ME 129 ("Método C"), com material coletado na camada de base de brita graduada simples a ser executada, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos 1 amostra a cada 500 m<sup>3</sup> de material espalhado. O número de Ensaios de Compactação pode ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- **Ensaios "Los Angeles" (DNER-ME 035/98) e "Soundness Test"** serão realizados dois ensaios por semana e quando se notar alteração na aparência da brita.
- **Ensaio de CBR e Expansão** pelo método proposto pelo DNER – ME 049/94, na energia do Proctor Modificado, para o material coletado na pista, em locais

determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos 1 amostra a cada 500 m<sup>3</sup> de material espalhado. O número de Ensaios de Compactação pode ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que se verifique a homogeneidade do material.

O número de ensaios ou determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a Tabela 1.

O número mínimo de ensaios ou determinações por segmento (área inferior a 4.000 m<sup>2</sup>) deve ser 5.

#### 2.3.5.2. Controle da Execução

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos para controle da execução:

- **Ensaio de Umidade Higroscópica** do material, pelo menos a cada 500 m<sup>3</sup> de material imediatamente antes da compactação, em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). Deverão ser coletados 4 ensaios por dia, no mínimo (dois na parte da manhã e dois à tarde). As tolerâncias admitidas para o teor de umidade serão de  $\pm 2\%$  em torno da umidade ótima;
- **Ensaio da Massa Específica Aparente Seca “In Situ”** em locais escolhidos aleatoriamente, pelos métodos DNER-ME 092 e DNER-ME 036. Deverá ser efetuada 1 determinação a cada 500 m<sup>3</sup> de material compactado, sendo para isto utilizado o “Método do Frasco de Areia”. Deverão ser feitas, pelo menos, 5 determinações para o cálculo do GC.

Os cálculos dos GCs serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório, e da massa específica aparente seca “In Situ”, obtida no local.

O GC mínimo deverá ser igual a 100% do ensaio Proctor Modificado, não sendo admitidas densidades inferiores a 100%, mesmo em pontos isolados.

O número de ensaios para verificação do GC > 100% será definido em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a Tabela 1 de amostragem variável.

#### 2.3.5.3. Controle Geométrico

Após a execução da camada de base ou sub-base de BGS devem ser procedidas a relocação e o nivelamento do eixo e de alinhamentos paralelos entre si.

A tolerância em relação às cotas de projeto é de mais ou menos 5% da espessura da camada, verificada por nivelamento, sendo de 1 cm a tolerância quanto a depressões na base, quando observados ao longo de uma régua de 3 m de comprimento, tanto longitudinalmente como transversalmente.

No caso de se aceitar dentro das tolerâncias estabelecidas a camada de base com a espessura média inferior à do projeto, o revestimento será aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente à diferença. Entretanto, este aumento far-se-á sem remuneração para a CONTRATADA.

O mesmo ocorrendo a uma espessura de base cuja média seja superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do revestimento, nem recebida pela CONTRATADA.

#### 2.3.6. Aceitação

Os valores dos ensaios de Granulometria e de Equivalente de Areia deverão estar de acordo com esta Especificação Técnica.

A expansão determinada no ensaio de CBR deverá sempre apresentar resultado inferior a 0,5%.

O CBR deverá ser superior a 80%.

Os valores para o GC > 100% e CBR decorrentes da amostragem, a confrontar com os especificados, devem ser controlados admitindo-se os seguintes procedimentos:

- $\bar{X} - k \times \sigma < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$
- $\bar{X} - k \times \sigma > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço};$

Sendo:

$$\bar{X} : \text{Média das amostras} \rightarrow \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n};$$

$$\sigma : \text{Desvio padrão das "n" amostras} \rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

X - valores individuais;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações.

### 2.3.7. Medição

Os serviços referentes à base de brita graduada simples serão medidos, para fins de acompanhamento dos serviços, por METRO CÚBICO (m<sup>3</sup>) de material compactado na pista segundo a seção transversal do projeto.

## 2.4. Bica corrida – 05.02.100.06.01

Esta especificação orienta a execução de sub-bases e bases de bica corrida para pavimentos flexíveis e intertravados.

Bica corrida é a camada de sub-base ou base composta por produtos resultantes de britagem primária de rocha sã, que em uma condição granulométrica mínima assegura estabilidade à camada, quando executada através das operações de espalhamento, homogeneização, umedecimento e compactação.

### 2.4.1. Materiais

Antes do início dos serviços, a CONTRATADA deverá submeter à FISCALIZAÇÃO, para ensaios e determinação das fórmulas de trabalho, amostras representativas produzidas pela jazida e central de britagem.

#### 2.4.1.1. Agregado

A camada de sub-base ou base de bica corrida deve ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

a) os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

b) desgaste no ensaio de abrasão *Los Angeles*, conforme NBR NM 51, inferior a 50%;

c) equivalente de areia do agregado miúdo, conforme NBR 12052, superior a 55%;

d) índice de forma superior a 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954;

e) a perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%.

#### 2.4.1.2. Granulometria

A granulometria da bica corrida determinada conforme NBR NM 248 deve atender aos seguintes requisitos:

a) a curva granulométrica de projeto bica corrida deve enquadrar-se em uma das faixas granulométricas especificadas na Tabela 1;

b) a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 1, porém sempre respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;

c) quando ensaiada de acordo com a NBR 9895, na energia modificada, deve apresentar CBR igual ou superior a 100% e expansão igual ou inferior a 0,5%;

d) a porcentagem do material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira no 40.

**Tabela 4 – Faixas Granulométricas**

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando		Tolerância
ASTM	mm	A	B	
3"	76,2	100	100	
2 ½"	63,5	90-100	-	± 7
2"	50,0		90-100	± 7
1"	25,0	65-90	70-100	± 7
n° 4	4,8	35-70	-	± 5
n° 10	2,0	-	25-55	± 5
n° 200	0,075	0-20	0-10	± 2

#### 2.4.2. Equipamentos

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

O equipamento básico para a execução da sub-base ou base de bica corrida compreende as seguintes unidades:

a) pá-carregadeira;

b) caminhões basculantes;

- c) caminhão tanque irrigador de água;
- d) motoniveladora com escarificador;
- e) rolos compactadores do tipo liso vibratório, uso eventual;
- f) rolos compactadores pneumáticos de pressão regulável;
- g) compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- h) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 m e outra de 3,0 m de comprimento;
- i) ferramentas manuais diversas.

### 2.4.3. Execução

#### 2.4.3.1. Preparo da Superfície

A superfície a receber a camada de sub-base ou base de bica corrida deve estar concluída, perfeitamente limpa, isenta de pó, lama e demais agentes prejudiciais, desempenhada e com as declividades estabelecidas no projeto, além de ter recebido prévia aprovação por parte da fiscalização.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados antes da distribuição da bica corrida.

#### 2.4.3.2. Produção

A rocha sã da pedreira aprovada deve ser submetida à britagem primária, devendo resultar um produto de granulometria contínua, conforme NBR NM 248, e atender a faixa granulométrica "A" da Tabela 1.

#### 2.4.3.3. Transporte

A bica corrida deve ser descarregada diretamente sobre caminhões basculantes pela ação da pá-carregadeira quando estiver estocada em pilhas, transportada em seguida para a pista.

A bica corrida, ao ser transportada para a pista, deve estar protegida por lona e descarregada em leiras sobre a camada subjacente liberada pela fiscalização.

#### 2.4.3.4. Espalhamento

Deve ser conferida especial atenção às etapas referentes à descarga, ao espalhamento e à homogeneização da umidade da bica corrida, de modo minimizar a segregação.

O espalhamento da bica corrida deve ser efetuado pela ação da motoniveladora, podendo opcionalmente ser utilizado o distribuidor de agregados a critério da empresa executante.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 10 cm, no mínimo, a 17 cm, no máximo. Quando se desejar executar camadas de sub-base ou bases de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, respeitando os limites mínimos e máximos definidos.

Concluído o espalhamento da bica corrida, devem ser executadas a operação de incorporação de água à camada, pela ação do caminhão tanque distribuidor de água e a de revolvimento e homogeneização com a lâmina de motoniveladora.

O teor de umidade da mistura homogeneizada deve estar compreendido no intervalo de -2,0 % a +1,0 % em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação, conforme NBR 7182, executado com a energia modificada.

A camada em execução deve receber em seguida a conformação final, preparando-a para a compactação. Eventuais correções localizadas, decorrentes de falta de material, devem ser efetuadas com a própria bica corrida.

É proibida a execução de camadas de bica corrida em dias chuvosos.

#### 2.4.3.5. Compactação e Acabamento

A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da bica corrida deve ser a modificada, que deve ser adotada na determinação da densidade seca máxima e umidade ótima compactação, determinadas conforme a NBR 7182. O teor de umidade da bica corrida, imediatamente antes da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação à umidade ótima obtida de compactação.

A compactação da bica corrida deve ser executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo das bordas para eixo, e nas curvas, partindo da borda interna para borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente compactada.



Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de caminhão-tanque distribuidor de água.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio de compactação NBR 7182, na energia modificada. O número de passadas para obtenção do grau de compactação exigido será definido em função dos resultados obtidos nos panos experimentais.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação deve ser realizada à custa de compactadores portáteis, sejam manuais ou mecânicos.

Eventuais defeitos localizados observados após as operações de compactação são objeto específico de tratamento, removendo-se o material existente e substituindo-o por nova bica corrida, adequadamente submetida a processos de umedecimento e compactação.

A imprimação da camada de bica corrida, quando prevista em projeto, deve ser realizada após a conclusão da compactação.

#### 2.4.3.6. Abertura ao Tráfego

A sub-base ou base de bica corrida não deve ser submetida à ação do tráfego. Não deve ser executado pano muito longo, para que a camada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

#### 2.4.4. Controle

##### 2.4.4.1. Controle dos Materiais

Devem ser executados os seguintes ensaios no agregado graúdo:

a) abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51: 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

b) índice de forma e percentagem de partículas lamelares, conforme NBR 6954: 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

c) durabilidade com sulfato de sódio e sulfato de magnésio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089: 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.

Para agregado miúdo, determinar equivalente de areia, conforme NBR 12052: 1 ensaio no início dos trabalhos e 1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho.

#### 2.4.4.2. Controle de Execução

O controle das características da bica corrida e de sua execução, com amostras coletadas *in situ*, deve ser feito pelas seguintes determinações:

a) ensaio de compactação, para determinação da densidade seca máxima e umidade ótima de compactação, conforme NBR 7182 e CBR e expansão conforme NBR 9895, na energia modificada, a cada 10.000 m<sup>2</sup> de pista e toda vez que a curva granulométrica da mistura se encontrar fora da faixa de trabalho;

b) determinação do teor de umidade pelo método expedito da frigideira, a cada 250 m<sup>2</sup> de pista, imediatamente antes da compactação; se o desvio da umidade em relação à umidade ótima for de no máximo de -2,0 % a +1,0 %, o material pode ser liberado para compactação;

c) granulometria de amostras obtidas na pista durante o espalhamento, conforme NBR NM 248, 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho, com intervalo mínimo de 4 horas entre as amostragens, e sempre que houver indícios de variação da granulometria da mistura;

d) determinação da umidade e da massa específica aparente seca *in situ* conforme NBR 7185 e o respectivo do grau de compactação, imediatamente após a conclusão da camada, a cada 250 m<sup>2</sup>, em pontos que sempre obedecem à ordem: borda direita, eixo, borda esquerda, eixo, borda direita etc.; a determinação nas bordas deve ser feita a 60 cm delas; o grau de compactação deve ser obtido em relação aos valores obtidos na alínea a; excetuam-se os casos em que a curva granulométrica do material se encontrar fora da faixa de trabalho, quando se deve obter o grau de compactação em relação aos valores obtidos na alínea b;

e) devem ser registrados os locais de aplicação da bica corrida, sempre associados às datas de produção e com os respectivos resultados obtidos nos ensaios de controle tecnológico.

#### 2.4.4.3. Controle Geométrico e de Acabamento

##### 2.4.4.3.1. Controle de Espessura e Cotas

A espessura da camada e as diferenças de cotas, entre a camada subjacente e a de bica corrida, devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m, conforme nota de serviço.

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; deve-se nivelar os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

#### 2.4.4.3.2. Controle da Largura e Alinhamento

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

#### 2.4.4.3.3. Controle do Acabamento da Superfície

Durante a execução deve ser realizado o controle de acabamento da superfície, em cada estaca da locação, com o auxílio de duas réguas, sendo uma de 3,0 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista.

#### 2.4.4.4. Deflexões

As deflexões recuperáveis máximas ( $D_0$ ) da camada devem ser verificadas a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga Benkelman, conforme DNER ME 024, ou FWD – *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273.

#### 2.4.5. Aceitação

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, produção e de execução, estabelecidas nesta especificação.

Os resultados individuais de CBR devem ser iguais ou maiores que 100 % e os valores individuais de expansão devem ser menores que 0,5 %.

#### 2.4.6. Medição

O serviço é medido em metros cúbicos de camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

### **2.5. Imprimadura impermeabilizante – 05.02.100.07.01**

Esta Especificação fixa as condições para a execução dos serviços de imprimadura impermeabilizante, que consiste na aplicação de material asfáltico sobre a

superfície de uma base, antes de nesta sobrepor um revestimento asfáltico qualquer, objetivando:

- Aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material asfáltico;
- Propiciar a aderência entre a base e o revestimento;
- Impermeabilizar a base.

#### 2.5.1. Materiais

O material de imprimação deve ser asfalto diluído, do tipo CM-30 e CM-70.

A taxa de aplicação, que depende da textura da base, é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas. Deve ser determinada experimentalmente no local, ficando compreendida entre 0,8 l/m<sup>2</sup> e 1,6 l/m<sup>2</sup>.

O ligante betuminoso não deve ser aplicado quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C, e em dias de chuva.

Todo o carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deverá ter certificado de análise, além de apresentar indicações relativas do tipo, procedência, quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de serviço.

#### 2.5.2. Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado pela FISCALIZAÇÃO e estar de acordo com esta especificação sem o que não deve ser dada ordem para o início do serviço.

Para a varredura da superfície da base, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual; pode-se ainda utilizar jato de ar comprimido.

A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material asfáltico em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivos que possibilitem ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante.

Os carros distribuidores devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de tacômetro, calibradores e termômetros com precisão  $\pm 1^\circ\text{C}$ , em locais de

fácil observação e, ainda, de um espargidor manual, para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material asfáltico a ser aplicada em, pelo menos, um dia de trabalho.

### 2.5.3. Execução

Após a perfeita conformação geométrica da base, procede-se à varredura da sua superfície, de modo a eliminar pó e material solto remanescente e, se necessário, poderá ser feito um leve umedecimento do local, antes da aplicação do ligante betuminoso.

Aplica-se, a seguir, o material asfáltico a uma temperatura em função da relação temperatura-viscosidade, que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento de asfaltos diluídos é de 20 a 60 segundos "Saybolt-Furol", pelo método DNER-ME 004.

O material asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, em dias de chuva, ou quando esta for iminente.

A tolerância admitida para a taxa de aplicação (T) do ligante betuminoso diluído com água é de  $\pm 0,2$  l/m<sup>2</sup>.

Deve-se imprimir toda a superfície em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada ao tráfego sempre que possível. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego é condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias. Haverá necessidade de aplicação de camada de imprimadura ligante antes da aplicação do revestimento, após os 30 dias.

A fim de evitar a superposição, ou excesso nos pontos inicial e final das aplicações, deve-se colocar na superfície a imprimir faixas de papel transversalmente, de modo que o início e o término da aplicação do material asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do material asfáltico deve ser imediatamente corrigida. Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida.

### 2.5.4. Preservação Ambiental

No decorrer da execução dos serviços de imprimação deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente, tanto na estocagem de materiais quanto na aplicação do ligante, tal que:

- Na estocagem do material betuminoso deve ser evitada a instalação de depósitos próximos a cursos d'água, e na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do local, recompondo a área afetada pelas atividades da construção.
- Deverá ser impedido o refugo de materiais já utilizados na faixa de pouso e áreas adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental.

#### 2.5.5. Controle

##### 2.5.5.1. Controle de Qualidade

Os asfaltos diluídos devem ser submetidos aos seguintes ensaios:

- Ensaio de Viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004), para cada carregamento que chegar à obra, a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura;
- Ensaio do Ponto de Fulgor e Combustão (vaso aberto Cleveland - DNER-ME 148), para carregamento que chegar à obra;
- Ensaio de Viscosidade Cinemática a 60°C (ABNT MB-826), para cada carregamento que chegar à obra;
- Ensaio de Destilação (DNER-ME 012), para verificação da quantidade de solvente, para cada 100 t que chegar à obra.

##### 2.5.5.2. Controle de Temperatura

A temperatura de aplicação deve ser a fixada para o tipo de material asfáltico em uso. Deverá ser medida no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação, a fim de se verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.

##### 2.5.5.3. Controle de Quantidade

O controle da quantidade deve ser feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material asfáltico. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se seja feito por um dos modos seguintes:

- Coloca-se na pista uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso aplicado (taxa de aplicação "T");

- Utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

Para trechos de imprimação de extensão limitada (área < 4.000 m<sup>2</sup>) ou com necessidade de liberação imediata, deverão ser feitas 5 determinações de "T" (taxa de aplicação), para controle.

Para áreas de 4.000 m<sup>2</sup> a 20.000 m<sup>2</sup>, será definido pela CONTRATADA o número de determinações em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a Tabela 1.

O número mínimo de ensaios ou determinações por jornada de 8 horas de trabalho deve ser 5.

#### 2.5.5.4. Controle de Uniformidade de Aplicação

A fim de verificar a uniformidade de aplicação do ligante pelo equipamento empregado na distribuição, ao se iniciar o serviço deve ser realizada uma descarga durante 15 a 30 segundos. Esta descarga pode ser feita fora da pista ou na própria pista, caso em que deve ser colocada uma calha abaixo da barra distribuidora para recolher o ligante asfáltico.

#### 2.5.6. Aceitação

Os resultados de todos os Ensaios deverão atender às Especificações de materiais aplicáveis.

As medições de temperatura e viscosidade deverão apresentar um resultado situado no intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura que satisfaça às Especificações de materiais aplicáveis.

Os valores mínimos admitidos para a taxa de aplicação "T" serão analisados estatisticamente e aceitos nas condições seguintes:

- $\bar{X} - k \times \sigma < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$
- $\bar{X} - k \times \sigma > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço};$

Sendo:

$$\bar{X} : \text{Média das amostras} \rightarrow \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n};$$

$$\sigma : \text{Desvio padrão das "n" amostras} \rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

X - valores individuais;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações;

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

#### 2.5.7. Medição

A imprimadura impermeabilizante será medida, para fins de acompanhamento dos serviços, através da área efetivamente executada, determinada em METRO QUADRADO (m<sup>2</sup>).

### 2.6. Imprimadura ligante – 05.02.100.07.02

Esta especificação fixa as condições para a execução e controle de imprimadura ligante, que consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície de uma base ou entre camadas de um pavimento, antes da execução de um pavimento asfáltico, objetivando propiciar a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

#### 2.6.1. Materiais

O material utilizado na pintura de ligação deve ser a emulsão asfáltica, tipos RR-1C e RR-2C.

As emulsões asfálticas catiônicas acima devem ser diluídas em água na proporção de 1:1 por ocasião da utilização, devendo a água estar isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis, matéria orgânica, ou outras substâncias nocivas.

Esta mistura não deve ser estocada e nem deve ser distribuída quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva.

A taxa recomendada de ligante betuminoso residual é de 0,3 l/ m<sup>2</sup> a 0,4 l/ m<sup>2</sup>. Antes da aplicação, a emulsão deverá ser diluída com água, na proporção indicada acima, a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual.



A taxa de aplicação da emulsão diluída deve ser função do tipo de material asfáltico empregado, e situar-se em torno de 0,8 l/m<sup>2</sup> a 1,0 l/m<sup>2</sup>.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deverá apresentar certificado de análise, além de trazer indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de serviço.

## 2.6.2. Equipamento

### 2.6.2.1. Equipamento de limpeza

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado pela FISCALIZAÇÃO e estar de acordo com esta especificação sem o que não deve ser dada ordem para o início do serviço.

Para a limpeza da superfície da base que deverá receber a pintura de ligação, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação. O jato de ar comprimido poderá também ser usado.

### 2.6.2.2. Equipamento para distribuição do material asfáltico

A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material asfáltico em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivos que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual, para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

### 2.6.2.3. Equipamento para aquecimento de material asfáltico em depósito

O depósito de material asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ser uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material asfáltico a ser aplicada em, pelo menos, um dia de trabalho.

### 2.6.3. Execução

Após a perfeita conformação geométrica da superfície em que será aplicada a pintura de ligação, proceder-se-á a sua varredura, de modo a eliminar pó e material solto remanescente.

Aplica-se a seguir, o material asfáltico a uma temperatura em função da relação temperatura x viscosidade que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento das emulsões asfálticas, de 20 seg. a 100 seg. "Saybolt-Furol", pelo método DNER-ME 004.

Qualquer excesso de ligante acumulado na superfície deve ser removido, pois pode atuar como lubrificante ocasionando ondulação do revestimento a ser sobreposto.

O material asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, em dias de chuva, ou quando esta for iminente.

Após a aplicação do ligante betuminoso deve-se esperar o escoamento da água e evaporação, em decorrência da ruptura.

A tolerância admitida para a taxa de aplicação "T" do ligante betuminoso diluído com água é de  $\pm 0,2$  l/m<sup>2</sup>.

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

### 2.6.4. Preservação Ambiental

No decorrer da execução dos serviços de pintura de ligação deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente, tanto na estocagem de materiais quanto na aplicação do ligante betuminoso, tal que:

- Na estocagem do material betuminoso deve ser evitada a instalação de depósitos próximos a cursos d'água, e na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do local, recompondo a área afetada pelas atividades da construção;
- Deverá ser impedido o refugo de materiais já utilizados na faixa de pouso e áreas adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental.

## 2.6.5. Controle

### 2.6.5.1. Controle de Qualidade

As emulsões asfálticas devem ser submetidas aos seguintes ensaios:

- Um ensaio de Viscosidade "Saybolt-Furol" a 50°C, pelo método DNER-ME 004, para cada carregamento que chegar à obra;
- Um ensaio de Viscosidade "Saybolt-Furol" a diferentes temperaturas para o estabelecimento de relação viscosidade x temperatura, pelo método DNER-ME 004, para cada carregamento que chegar à obra;
- Um ensaio de Resíduo por Evaporação (ABNT NBR 6568), para cada carregamento que chegar à obra;
- Um ensaio da Carga da Partícula, pelo método DNER-ME 002, para cada carregamento que chegar à obra;
- Um ensaio de Peneiramento, pelo método DNER-ME 005, para cada carregamento que chegar à obra;
- Um ensaio de Sedimentação, pelo método DNER-ME 006, para cada 100 t.

### 2.6.5.2. Controle de Temperatura

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

### 2.6.5.3. Controle de Quantidade

Deve ser feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material asfáltico. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se que seja feito por um dos seguintes modos:

- Coloca-se na pista uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso aplicado (taxa de aplicação "T");
- Utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

Para trechos de pintura de ligação de extensão limitada (área < 4.000 m<sup>2</sup>) ou com necessidade de liberação imediata, deverão ser feitas 5 (cinco) determinações de “T” (taxa de aplicação), para controle.

Para trechos de imprimação de extensão limitada (área < 4.000 m<sup>2</sup>) ou com necessidade de liberação imediata, deverão ser feitas 5 determinações de “T” (taxa de aplicação), para controle.

Para áreas de 4.000 m<sup>2</sup> a 20.000 m<sup>2</sup>, será definido pela CONTRATADA o número de determinações em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a Tabela 1.

O número mínimo de ensaios ou determinações por jornada de 8 horas de trabalho deve ser 5.

#### 2.6.5.4. Controle de uniformidade de aplicação

A fim de verificar a uniformidade de aplicação do ligante pelo equipamento empregado na distribuição, ao se iniciar o serviço deve ser realizada uma descarga durante 15 seg. a 30 seg. Esta descarga pode ser feita fora da pista ou na própria pista, caso em que deve ser colocada uma calha abaixo da barra distribuidora para recolher o ligante asfáltico.

#### 2.6.6. Aceitação

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações de materiais aplicáveis.

As medições de temperatura e viscosidade deverão apresentar um resultado situado no intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura que satisfaça às especificações de materiais aplicáveis.

Os valores mínimos admitidos para a taxa de aplicação “T” serão analisados estatisticamente e aceitos nas condições seguintes:

- $\bar{X} - k \times \sigma < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$
- $\bar{X} - k \times \sigma > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço};$

Sendo:

$$\bar{X} : \text{Média das amostras} \rightarrow \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n};$$

$$\sigma : \text{Desvio padrão das "n" amostras} \rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

X - valores individuais;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos. Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

#### 2.6.7. Medição

A imprimadura ligante será medida, para fins de acompanhamento dos serviços, através da área efetivamente executada, determinada em METRO QUADRADO (m<sup>2</sup>).

A quantidade de ligante betuminoso aplicado é obtida através da média aritmética dos valores medidos na pista, devendo ser descontada a água adicionada à emulsão na medição do ligante.

### 2.7. Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) – 05.02.200.01.02.01

Esta especificação fixa as condições de execução de revestimento de concreto asfáltico ("Binder" ou Capa), que é o produto resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento ("Filler") e cimento asfáltico, espalhada e comprimida a quente.

A mistura deve ser espalhada de modo a apresentar, após a compressão, a espessura do projeto.

Os materiais constituintes do concreto betuminoso devem satisfazer esta especificação.

#### 2.7.1. Materiais

##### 2.7.1.1. Material Asfáltico

Cimentos asfálticos de petróleo, CAP-50/160 (classificação por penetração) e CAP-20 (classificação por viscosidade).

### 2.7.1.2. Agregados

**Agregado Graúdo:** pode ser pedra britada, seixo rolado, britado ou não, ou outro material indicado e previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Deve apresentar boa adesividade, fragmentos sãos, duráveis, e estar isento de torrões de argila e de substâncias nocivas. O valor máximo tolerado no ensaio de Abrasão “Los Angeles” é de 40% (DNER-ME 035). Submetido ao Ensaio de Durabilidade, com sulfato de sódio, deve apresentar perda inferior a 12% e com sulfato de magnésio, deve apresentar perda inferior a 9%, em 5 ciclos (DNER-ME 089). O Índice de Forma, determinado pelo método DNER-ME 086, deve ser superior a 0,5.

Alternativamente, a porcentagem de grãos de forma defeituosa pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$1 + g > 6 \times e$$

Onde,

1 - maior dimensão de grão (comprimento);

g - diâmetro mínimo do anel, através do qual o grão pode passar (largura);

e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão (espessura).

Não se dispondo de anéis ou peneiras com crivos de abertura circular, o ensaio poderá ser realizado utilizando-se peneiras de malha quadrada, adotando-se a fórmula:

$$1 + 1,25 \times g > 6 \times e$$

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

A porcentagem de grãos de forma defeituosa não deve ultrapassar 20%.

**Agregado Miúdo:** deve ser constituído de areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

**“Filler” (material de enchimento):** deve ser constituído de materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura e não-plásticos, tais como o cimento Portland, cal extinta, pó calcário ou similar. Quando da aplicação, deve estar seco e isento de grumos. Devem atender granulometria especificada na Tabela 5, conforme o método DNER-ME 083.

Tabela 5 – Granulometria

Peneiras		% Mínima Passante
Abertura (mm)	nº	
0,42	40	100
0,18	80	95
0,074	200	65

## 2.7.1.3. Composição da Mistura

Deve corresponder, conforme o caso, a uma das faixas indicadas nos quadros seguintes.

Tabela 6 - Granulometria das misturas destinadas à camada superficial

% Passante (em peso)					
Peneiras	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4	Faixa 5
1 ½"	100	-	-	-	-
1"	79 - 98	100	-	-	-
¾"	-	80 - 98	100	-	-
½"	61 - 84	68 - 93	80 - 98	100	-
3/8"	-	-	-	79 - 96	100
nº 4	42 - 66	45 - 75	55 - 80	59 - 85	75 - 95
nº 10	31 - 55	32 - 62	40 - 66	43 - 70	56 - 84
nº 40	16 - 34	16 - 37	22 - 40	23 - 42	26 - 50
nº 80	10 - 22	10 - 24	12 - 26	13 - 26	14 - 32
nº 200	3 - 7	3 - 8	3 - 8	4 - 8	5 - 11

Tabela 7 - Granulometria das misturas destinadas ao Binder

% Passante (em peso)				
Peneiras	Faixa 6	Faixa 7	Faixa 8	Faixa 9
1 ½"	100	-	-	-
1"	73-95	100	-	-
¾"	-	72 - 96	100	-
½"	55-80	61 - 89	70-95	100
3/8"	-	-	60-88	71-95
nº 4	35-58	38 - 66	42-70	50-80
nº 10	23-46	25 - 50	28-54	32-62
nº 40	11-25	12 - 28	14-30	16-34
nº 80	6-16	7 - 18	8-20	10-22
nº 200	3-7	3 - 7	3-7	4-9

Teor de betume solúvel em CS2 (%):

- 4,0 - 7,0 – “Binder”

- 4,5 - 9,0 – Capa

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

A metade da fração que passa na peneira nº 200 deve ser constituída de “Filler”.

A faixa granulométrica adotada não deve conter partículas de diâmetro máximo superior a 2/3 da espessura da camada.

#### 2.7.1.4. Requisitos da Mistura

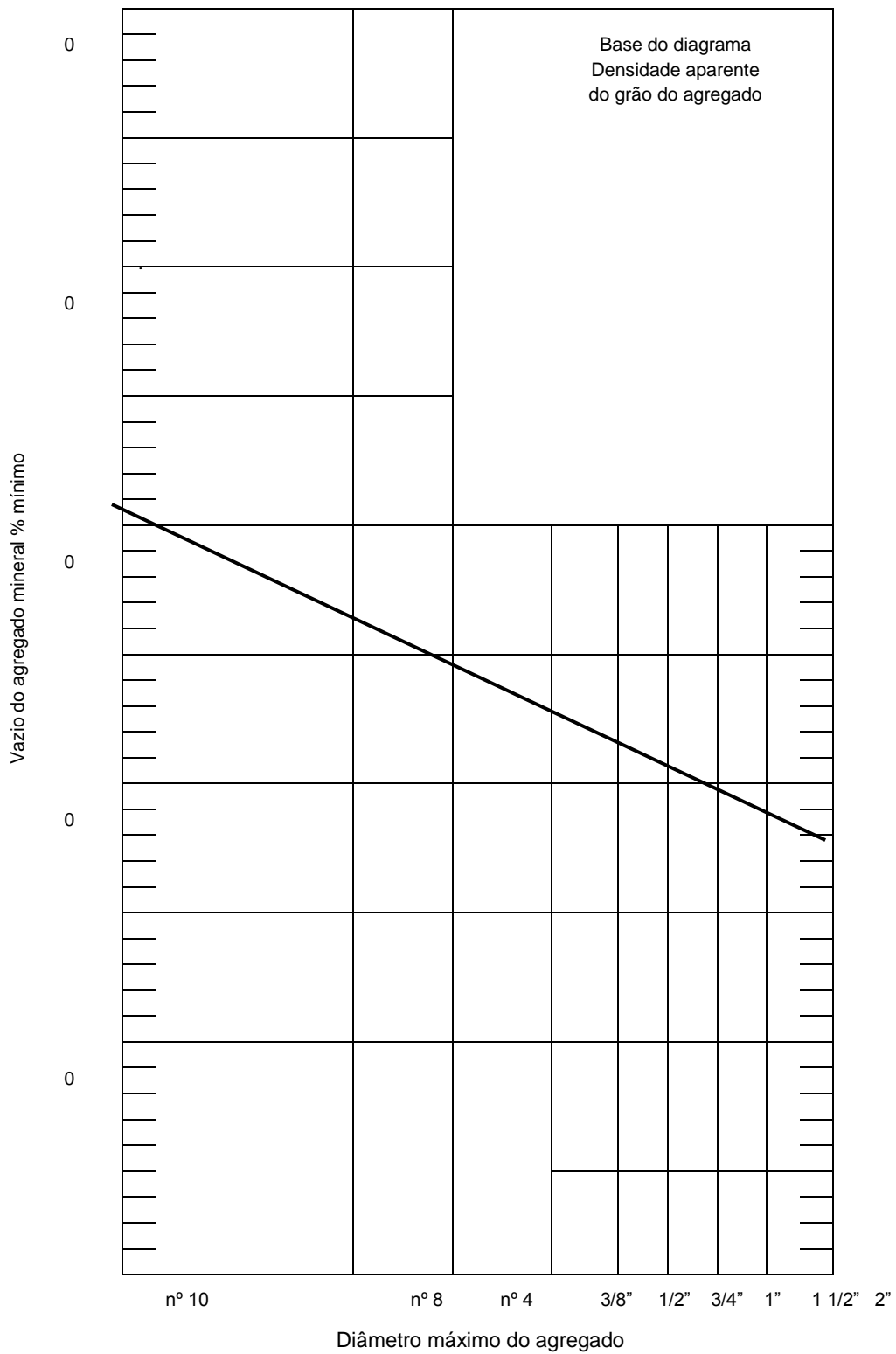
A estabilidade e características correlatas da mistura asfáltica devem ser determinadas pelo “Método Marshall” (DNER-ME 043), considerando 75 golpes de cada lado do corpo de prova e satisfazer aos requisitos indicados na tabela a seguir:

**Tabela 8 – Requisitos para as misturas asfálticas**

<b>Discriminação</b>	<b>Camada de Rolamento</b>	<b>Camada de Ligação</b>
Porcentagem de vazios (Vv, %)	3 a 5	5 a 7
Relação betume/vazios (RBV, %)	70 a 80	50 a 70
Estabilidade mínima	816 kgf	816 kgf
Fluência, mm. (máxima)	4,0	4,0

As misturas devem atender as especificações da relação betume/vazios ou dos valores mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela linha inclinada do ábaco ilustrado na Figura 1.





**Figura 1 – Valores mínimos de vazios do agregado mineral.**

O traço da mistura deve ser submetido, com a necessária antecedência, à apreciação da FISCALIZAÇÃO. Para tanto, deve conter todos os elementos

necessários, tais como granulometrias, densidades reais, cálculo das características dos corpos de prova, curva destes valores, etc.

Uma vez aprovado o traço da mistura, deve ser usinada uma quantidade suficiente para a execução de um trecho experimental, nas dimensões mínimas de 15 m x 3 m.

O trecho experimental deve ser submetido a exames, para a verificação de todas as características da massa usinada (densidade, teor de betume, estabilidade, fluência, RBV etc.), pela qual deve ser avaliada a necessidade ou não de calibrações posteriores, da usina ou da acabadora.

O fator de correção da estabilidade medida em função da espessura do corpo de prova é apresentado na tabela abaixo.

**Tabela 9 – Fator de correção da estabilidade, em função da espessura do cp.**

<b>Espessura (mm)</b>	<b>Fator</b>	<b>Espessura (mm)</b>	<b>Fator</b>	<b>Espessura (mm)</b>	<b>Fator</b>
50,8	1,47	56,3	1,22	64,3	0,98
51,0	1,45	56,6	1,21	64,7	0,97
51,2	1,44	56,8	1,20	65,1	0,96
51,6	1,43	57,12	1,19	65,6	0,95
51,8	1,42	57,4	1,18	66,1	0,94
52,0	1,41	57,7	1,17	66,7	0,93
52,2	1,40	58,1	1,16	67,1	0,92
52,4	1,39	58,4	1,15	67,5	0,91
52,6	1,38	58,7	1,14	67,9	0,90
52,9	1,37	59,0	1,13	68,3	0,89
53,1	1,36	59,3	1,12	68,8	0,88
53,3	1,35	59,7	1,11	69,3	0,87
53,5	1,34	60,0	1,10	69,9	0,86
53,8	1,33	60,3	1,09	70,3	0,85
54,0	1,32	60,6	1,08	70,8	0,84
54,2	1,31	60,9	1,07	71,4	0,83
54,5	1,30	61,1	1,06	72,2	0,82
54,7	1,29	61,4	1,05	73,0	0,81
54,9	1,28	61,9	1,04	73,5	0,80

Espessura (mm)	Fator	Espessura (mm)	Fator	Espessura (mm)	Fator
55,1	1,27	62,3	1,03	74,0	0,79
55,4	1,26	62,7	1,02	74,6	0,78
55,6	1,25	63,1	1,01	75,4	0,77
55,8	1,24	63,5	1,00	76,2	0,76
56,1	1,23	63,9	0,99	-	-

#### 2.7.1.5. Melhorador de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o ligante betuminoso e os agregados, poderá ser empregado melhorador de adesividade na quantidade a ser determinada em trecho experimental (máximo 0,5% em peso).

#### 2.7.2. Equipamento

##### 2.7.2.1. Depósitos de material asfáltico

Os depósitos para o ligante asfáltico devem ser capazes de aquecer o material às temperaturas fixadas nesta especificação. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas a vapor, eletricidade, ou outros meios, de modo a não haver contato de chamas com o interior do depósito. Deve ser instalado um sistema de recirculação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento, a fim de evitar perdas de calor. A capacidade dos depósitos deverá ser suficiente para, no mínimo, 3 dias de serviço.

##### 2.7.2.2. Silos de agregados

Devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e serem divididos em compartimentos dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deverá possuir dispositivo adequado de descarga. Haverá um silo adequado para o "Filler", conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

##### 2.7.2.3. Usinas

Devem estar equipadas com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, e dispor de misturador tipo "Pug-Mill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, ou outro tipo capaz de produzir uma mistura uniforme. Deve ainda o misturador possuir dispositivo para controlar o ciclo completo de mistura. Um termômetro com proteção metálica e escala de 90°C a 210°C (precisão de  $\pm 1^\circ\text{C}$ ), deve ser fixado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado,

próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com um termômetro de mercúrio, com escala em dial, pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termoelétricos aprovados, colocados na descarga do secador para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.7.2.4. Acabadoras

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras devem estar equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades, bem como controle eletrônico para garantia da qualidade da superfície.

#### 2.7.2.5. Equipamento de compressão

Deve ser constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem, ou outro equipamento aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Os rolos compressores, tipo tandem, devem ter uma massa de 8 t a 12 t. Os rolos pneumáticos autopropulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 MPa a 0,84 MPa (35 psi a 120 psi).

O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

#### 2.7.2.6. Veículos de transporte da mistura

Os caminhões tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso (óleo diesel, gasolina, etc.) não será permitida.

#### 2.7.3. Execução

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 seg. a 150 seg. "Saybolt-Furol" (150 cS a 300 cS), conforme método DNER-ME 004, indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 seg. a 95 seg. "Saybolt-Furol" (170 cS a 190 cS). Entretanto, não devem ser feitas misturas a temperaturas inferiores a  $107^{\circ}\text{C}$  e nem superiores a  $177^{\circ}\text{C}$ .

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10°C a 5°C, acima de temperatura do ligante asfáltico.

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

#### 2.7.3.1. Produção do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico deve ser efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

#### 2.7.3.2. Transporte do concreto asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes antes especificados.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deve ser coberto por lona ou outro material aceitável, de tamanho suficiente para proteger a mistura.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deverá apresentar certificado de análise, além de trazer indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de serviço.

#### 2.7.3.3. Distribuição e compressão da mistura

As misturas de concreto asfáltico devem ser distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e sem chuva ou iminência desta.

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme já especificado.

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

Imediatamente após a distribuição do concreto asfáltico, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem deve ser a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, para cada caso.

A temperatura recomendável para a compressão da mistura é aquela à qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade "Saybolt-Furoi", de 140 + 15 segundos (280 Cs + 30 Cs).

Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura for sendo comprimida e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compressão será iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Cada passada do rolo deve ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não devem ser permitidas mudanças de direção, inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

#### 2.7.3.4. Abertura ao tráfego

O tráfego de veículos sobre um revestimento recém-construído somente deve ser autorizado após o completo resfriamento deste e nunca antes de decorridas 6 horas após a compressão.

#### 2.7.4. Preservação Ambiental

No decorrer da execução dos serviços de revestimento betuminoso do tipo concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente, envolvendo a produção de asfalto e aplicação de agregados, tanto na estocagem quanto na operação da usina misturadora, tal que:

- No decorrer do processo de obtenção de agregados deverá ser evitada a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental, bem como deverão ser impedidas as queimadas como forma de desmatamento;
- A brita e a areia somente serão aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deverá ser arquivada junto ao livro de ocorrências da obra;

- A pedreira deverá ser adequadamente explorada de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- Junto às instalações de britagem devem ser construídas bacias de sedimentação para retenção do pó-de-pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem de brita, evitando o seu carreamento para cursos d'água;
- No caso de fornecimento de materiais por terceiros, deverá ser exigida toda a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
- Na execução dos caminhos de serviço devem ser seguidas as recomendações constantes da DNER-ES 279/97;
- Os depósitos de ligantes betuminosos devem ser instalados em locais afastados de cursos d'água;
- Deverá ser impedido o refugo de materiais já utilizados na faixa de pouso e áreas adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental;
- A área afetada pelas operações de construção/execução deve ser recuperada mediante a remoção da usina e dos depósitos e limpeza do canteiro de obras.

#### 2.7.4.1. As operações em usinas asfálticas a quente englobam

- Estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- Transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- Transporte e estocagem de "Filler";
- Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

**Tabela 10 – Agentes e Fontes Poluidoras**

<b>Agentes Poluidores</b>	<b>Fontes Poluidoras</b>
I - Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balanças, pilhas de estocagem e tráfego de veículos em vias de acesso.
II - Emissão de gases	Combustão de óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de Cimento Asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III - Emissões Fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamentos de silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.
OBS: Emissões fugitivas	São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

As usinas de asfalto a quente devem ser impedidas de se instalarem a uma distância inferior a 200 m de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias. A distância acima referida é medida a partir da base da chaminé.

As áreas para as instalações industriais devem ser definidas previamente, de maneira tal que se consiga o mínimo de agressão ao meio-ambiente.

A CONTRATADA será responsável pela obtenção da Licença de Instalação / Operação, bem como manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas especificações.

Para operação da usina misturadora devem ser instalados sistemas de controle de poluição do ar constituído por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes.

Junto com o projeto para obtenção da Licença, devem ser apresentados também os resultados de medições em chaminés, que comprovem que a capacidade do equipamento de controle proposto atende aos padrões estabelecidos pelos órgãos governamentais.

Os silos de estocagem de agregados frios devem ser dotados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento. A correia transportadora de agregados frios deve ser enclausurada.



A alimentação do secador deve ser feita sem emissão visível para a atmosfera. Enquanto a usina estiver em operação, a pressão no secador rotativo deve ser negativa, para que sejam evitadas emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

O misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão devem ser dotados de conexão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.

Os silos de estocagem de "Filler" devem ser dotados de sistema próprio de filtragem a seco e devem-se fechar os silos de estocagem de massa asfáltica.

Devem ser adotados os procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas.

Todos os equipamentos de processo e de controle devem ser mantidos em boas condições.

Sempre que possível, o óleo combustível deve ser substituído por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o local deve ser protegido por barreiras vegetais.

Os sistemas de controle de poluição do ar devem ser acionados antes dos equipamentos de processo e as chaminés devem ser dotadas de instalações adequadas para realização de medições.

As vias de acesso internas devem ser mantidas limpas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.

#### 2.7.5. Controle

Todos os materiais devem ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNER, satisfazendo as especificações em vigor.

##### 2.7.5.1. Controle de Qualidade do Cimento Asfáltico

Para controle de qualidade do cimento asfáltico devem constar:

- Um ensaio de Viscosidade absoluta a 60°C (ABNT NBR-5847), quando o asfalto for classificado por viscosidade, ou um ensaio de Penetração a 25°C (DNER-ME 003), quando o asfalto for especificado por penetração, para todo carregamento que chegar à obra;

- Um ensaio de Ponto de Fulgor, para todo carregamento que chegar à obra (DNER-ME 148);
- Um Índice de Susceptibilidade Térmica, para cada 100 t, determinado pelos ensaios DNER-ME 003 e ABNT NBR 6560;
- Um ensaio de Espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- Um ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), para todo carregamento que chegar à obra;
- Um ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, para cada 100 t.

#### 2.7.5.2. Controle de Qualidade dos Agregados

Deve constar de:

- Dois ensaios de Granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
- Um ensaio de Desgaste “*Los Angeles*”, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 035);
- Um ensaio de Índice de Forma, para cada 900 m<sup>3</sup> (DNER-ME 086);
- Um ensaio de Equivalente de Areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);
- Um ensaio de Granulometria do material de enchimento (“Filler”), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083).

#### 2.7.5.3. Controle da quantidade de ligante na mistura

Devem ser efetuadas 2 extrações de betume de amostras coletadas na pista (DNER-ME 053), depois da passagem da acabadora, para cada dia de 8 horas de trabalho. A percentagem do ligante poderá variar, no máximo + 0,3% da fixada.

#### 2.7.5.4. Controle da graduação da mistura de agregados

Deve ser executado o ensaio de Granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua e obedecer às tolerâncias indicadas a seguir:

Tabela 11 – Granulometria

Peneiras		Porcentagem passando em peso
Número	Abertura (mm)	
3/8" - 1 1/2"	9,5 - 38	± 7
40 - 4	0,42 - 4,8	± 5
80 - 200	0,18 - 0,074	± 2

Essas tolerâncias se relacionam com a curva granulométrica de dosagem a qual é fixada com base nas faixas especificadas.

#### 2.7.5.5. Controle de Temperatura

Devem ser efetuadas no mínimo, 4 medidas de temperatura, por dia, de cada um dos materiais abaixo discriminados:

- Agregado, no silo quente da usina;
- Ligante, na usina;
- Mistura betuminosa, na saída do misturador da usina;
- Mistura, no momento do espalhamento e início da rolagem da pista.

Em cada caminhão, antes da descarga, deve ser feita, pelo menos uma leitura da temperatura.

As temperaturas devem apresentar valores de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  das temperaturas especificadas anteriormente.

#### 2.7.5.6. Controle de qualidade da mistura

Para essa verificação, devem ser realizados 2 ensaios "Marshall" (DNER-ME 043) com 3 corpos de prova retirados após a passagem da acabadora e antes da compressão, por cada jornada de 8 horas de trabalho.

Os valores de estabilidade e da fluência deverão satisfazer ao especificado.

O número das determinações ou ensaios de controle da usinagem do concreto betuminoso por jornada de trabalho será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a Tabela 1.

O número mínimo de ensaios ou determinações por jornada de 8 horas de trabalho é 5.

#### 2.7.5.7. Controle de compressão

O controle do Grau de Compressão (GC) da mistura betuminosa deve ser feito, preferencialmente, pela medição da densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura comprimida na pista, por meio de brocas rotativas.

Deve ser realizada uma determinação a cada 1.000 m<sup>2</sup> de pista no mínimo, ou por jornada de 8 horas de trabalho, não sendo permitidas densidades inferiores a 97% da densidade do projeto.

O controle de compressão pode também ser feito medindo as densidades aparentes dos corpos de prova extraídos da pista e comparando com as densidades aparentes de corpos de prova moldados no local. As amostras para moldagem destes corpos de prova deverão ser colhidas bem próximas ao local onde forem realizados os furos, e antes da sua compactação. A relação entre duas densidades não deverá ser inferior a 1.

O número de determinações das temperaturas de compressão do Grau de Compactação (GC) é definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela de amostragem.

#### 2.7.5.8. Controle de espessura

A espessura deve ser medida pelo nivelamento do eixo e das bordas, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Admite-se a variação de  $\pm 5\%$  em relação às espessuras de projeto.

#### 2.7.5.9. Controle de alinhamentos

As verificações do eixo e bordas devem ser feitas durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, podendo, também, serem verificadas através da trena.

Os desvios verificados não deverão exceder  $\pm 5$  cm.

#### 2.7.5.10. Controle de acabamento da superfície

Durante a execução deverá ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de 2 réguas, uma de 3 m e outra de 1,2 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista, respectivamente. A variação da superfície, entre 2 pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 5 mm, quando verificada com qualquer das réguas.

O acabamento longitudinal da superfície deverá ser verificado por “aparelhos medidores de irregularidades tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164

e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso, o Quociente de Irregularidade - QI deverá apresentar valor inferior a 35 contagens/km. O equipamento deverá ser previamente calibrado.

#### 2.7.6. Aceitação

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações de materiais aplicáveis.

Deve ser feita a análise estatística dos resultados dos ensaios para controle da usinagem do concreto betuminoso, espalhamento e compressão na pista, conforme DNER-PRO 277/97.

Para a quantidade, na usina, de ligante na mistura, graduação da mistura de agregado, temperatura na saída do misturador e da fluência no ensaio Marshall em que é especificada uma faixa de valores mínimos e máximos, deve ser verificada a condição seguinte:

- $\bar{X} - k \times \sigma < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$
- $\bar{X} - k \times \sigma > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço};$

Sendo:

$$\bar{X} : \text{Média das amostras} \rightarrow \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n};$$

$$\sigma : \text{Desvio padrão das "n" amostras} \rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

X - valores individuais;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações.

Para os ensaios de estabilidade Marshall em que é especificado um valor mínimo a ser atingido, deve-se verificar a seguinte condição:

- $\bar{X} - k \times \sigma < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$
- $\bar{X} - k \times \sigma > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço};$

Os valores de Grau de Compactação (GC) decorrentes de amostras retiradas na pista, em que é especificado um valor mínimo a ser atingido, deverá ser verificada a seguinte condição:

- $\bar{X} - k \times \sigma < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$
- $\bar{X} - k \times \sigma > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço};$

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

#### 2.7.7. Medição

O concreto asfáltico deve ser medido, para fins de acompanhamento dos serviços, em METRO CÚBICO de camada acabada, na pista, e, segundo a seção transversal de projeto. No cálculo do volume, deve ser considerada a espessura de projeto.

### 2.8. Guia pré-moldada – 05.02.100.02.01

#### 2.8.1. Descrição

A principal característica da guia é a de constituir um obstáculo ou uma separação entre o tráfego de veículos na faixa de rolamento e o trânsito de pedestres nos passeios.

A guia tem ainda por função delimitar a faixa de rolamento da via pública e os passeios laterais ou refúgios centrais, protegendo-os e mantendo-lhes os bordos alinhados. Além disso, constitui uma ótima referência para o tráfego de veículos, pois orientam os seus condutores indicando-lhes as linhas extremas de faixa onde ele é permitido; é assim, também, um elemento indispensável à segurança dos transeuntes, nos passeios e nos refúgios centrais.

#### - Altura da guia acima do nível das ruas

A altura da guia acima da superfície de rolamento dos veículos deve ser tal que ofereça proteção suficiente aos pedestres, nos passeios ou abrigos centrais das ruas, sem constituir, entretanto, um inconveniente ao movimento dos veículos e ao seu estacionamento junto aos passeios. Normalmente, utiliza-se uma altura de 15 cm.

- Paramento de frente - face ou espelho

Nas guias é sempre conveniente que o canto superior externo seja arredondado e, ainda que a face externa seja ligeiramente inclinada, a fim de não danificar os pneumáticos dos automóveis ou os aros das rodas e seus acessórios. Esses detalhes facilitarão aos veículos colocarem-se, quando estacionados, bem junto dos passeios, deixando assim, largura suficiente na faixa de trânsito.

- Formatos e dimensões

Será utilizada guia de concreto, com 30 cm de altura, assente sobre concreto, com comprimento de 1 m. Com o emprego do granito ou gnaisse como agregado, ter-se-á para peças de 1 m de comprimento o peso aproximado de 96 kg.

Para curvas de pequeno raio, será preciso moldar as guias no próprio local, ou fazer, em cada caso, as necessárias formas para fabricação em canteiro. A não ser nos casos excepcionais, de curvas que devam ser moldadas no próprio local de assentamento, é de toda a conveniência que os meios-fios sejam pré-moldados em usina, para assegurar uma fabricação mais cuidadosa e perfeita.

Bons resultados são obtidos com o emprego de formas metálicas.

Diversos fabricantes produzem formas de aço dentro dos padrões normalmente adotados. Ainda, a guia será apoiada sobre lastro de 10 cm de espessura de concreto magro.

## 2.8.2. Materiais

- Cimento

Deve satisfazer às exigências, conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, não sendo admissível o emprego de cimentos já comprometidos pela hidratação que, na maioria dos casos, é causada pelas condições inadequadas de armazenamento. Para a boa estocagem do cimento, é aconselhável adotar as precauções enumeradas no Boletim Informativo da Associação Brasileira de Cimento Portland, intitulado "Armazenamento de Cimento Ensacado".

- Agregados

As características exigidas para os agregados devem obedecer a NBR 7211/05, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Como agregados para o concreto destinado à confecção de meios-fios, usam-se a areia e o pedregulho ou pedra britada de diâmetros compreendidos entre 4,8 mm e 25 mm (britas nº 1 e 2).

De um modo geral, os agregados devem ser constituídos de grãos resistentes, estáveis, densos, de preferência pouco absorventes, quimicamente inertes em relação ao cimento e não conter quantidades excessivas de pó ou impurezas como óleo e materiais orgânicos.

- Água

A água deve ser limpa o bastante para ser potável. Somente ensaios de laboratório poderão julgar se uma água suspeita pode ser utilizada para o preparo do concreto.

- Concreto

O concreto, para a confecção das guias deve ser rico em cimento cujo consumo por metro cúbico de concreto não será menor que 300 kg, para não comprometer o aspecto e a durabilidade das peças, que estarão sujeitos à ação do tempo e ao choque dos veículos.

Uma mistura cuidadosamente dosada, de acordo com os princípios expostos nas publicações da Associação Brasileira de Cimento Portland (intituladas "Como se prepara um bom concreto" e "Misturas experimentais para fixar o traço do concreto"), permitirá obter um concreto plástico e trabalhável, como é necessário no caso de adensamento manual, para conseguir um bom acabamento superficial. Quando, no adensamento, for adotado o processo vibratório, o concreto poderá ser menos plástico, com a redução da quantidade de água, mantendo o mesmo fator A/C, o que faculta obter concreto da mesma resistência, com menor consumo de cimento.

- Dosagem

O concreto para a confecção das guias deverá ser dosado, como já foi assinalado, com um mínimo de 300 kg de cimento por metro cúbico (exposição severa), e fator água/cimento que permita obter, no fim de 28 dias, uma resistência à compressão nunca inferior a 30 MPa.

O concreto magro para lastro deverá apresentar uma resistência à compressão nunca inferior a 10 MPa.

### 2.8.3. Execução

- Preparo do concreto

Quando misturado mecanicamente, o tempo da mistura deve ser, no mínimo, de um minuto depois de todos os materiais colocados no tambor da betoneira, sendo



aconselhável obedecer à seguinte ordem na colocação: inicialmente, parte da água de amassamento, o agregado graúdo, depois o cimento, seguido do restante da água e, por último, a areia.

Quando preparada manualmente, a mistura deverá ser realizada sobre um estrado ou superfície plana, impermeável e resistente, misturando-se de início, a seco, a areia e o cimento até obter-se uma coloração uniforme. A seguir, é adicionado e misturado o agregado graúdo e, finalmente, a água de amassamento. A mistura deverá continuar de modo enérgico, até que o concreto adquira homogeneidade.

- Formas

As formas empregadas na fabricação das guias de concreto devem ser de madeira ou chapa de aço, suficientemente reforçadas, de modo a resistirem aos esforços provenientes do adensamento por vibração, quer em mesas vibrantes, quer com o emprego de vibradores de imersão.

- Lançamento e adensamento

Logo após a mistura, o concreto deverá ser lançado, preferencialmente em formas metálicas. Deverão ser bem untadas, internamente, com óleo, sabão ou graxa. No caso de formas de madeira, deverão ser caiadas a fim de facilitar a desmoldagem. Para enchimento, as formas são colocadas com a face ou espelho para baixo e o concreto, quando adensado manualmente, deverá ser compactado de modo a não deixar vazios. Quando usada a vibração, esta deverá cessar, tão logo apareça na superfície do concreto, uma tênue película de água.

- Cura e sazonalidade

As guias, após a desmoldagem, devem ser transportadas para local abrigado do sol e de correntes de ar, onde devem permanecer durante 7 dias, sujeitos a molhagens freqüentes. Terminado esse período de cura, poderão ser transportados para outros locais ao ar livre, para secagem e endurecimento.

Não é aconselhável a utilização antes de decorrido o prazo de 28 dias contados da moldagem das peças, a menos que apresentem, antes disso, a resistência mínima exigida, comprovada por ensaios de laboratório, o que é possível obter, se for usados processos rigorosos de cura artificial ou cimento de alta resistência inicial.

- Controle e fabricação

O concreto utilizado na fabricação das guias deve ser controlado na própria fábrica, desde os materiais que o compõem, até o acabamento e a resistência que servirá de base ao recebimento.

- Recebimento

O recebimento deve ser efetivado através de amostragem, colhendo-se, ao acaso, uma peça para cada 100, que será submetida a exame e ensaios.

Quando os ensaios demonstrarem uniformidade, através de vários lotes, a critério da fiscalização, a amostragem poderá ser reduzida para uma peça em cada lote de 500. Os ensaios, para fins de aceitação ou rejeição, podem ser classificados em três tipos principais: dimensões, acabamento e resistência.

- Quanto às dimensões, as tolerâncias são:

**Tabela 12 – Tolerância de dimensões**

Referência	Medida em cm	
	Nominal	Erro Tolerado
Comprimento	100	± 2
Altura	30	± 1
Base	15	± 0,5
Topo	13	± 0,5

No caso de guias curvas, a seção transversal deverá ser mantida uniforme e o raio de curvatura de acordo com o projeto da obra com as mesmas tolerâncias especificadas para os meios-fios retos.

O paramento inclinado (espelho) deve ser feito nos 15 cm superiores da guia, isto é, em sua face aparente.

A concordância entre o topo e a face inclinada deverá ser feita por meio de curva circular de 3 cm de raio.

- Quanto ao acabamento:

A principal exigência se refere à textura da superfície aparente, topo e espelho, que será lisa, isenta de fendilhamentos, fissuras e bolhas.

As arestas devem ser vivas e o topo, plano, de forma que uma régua apoiada em toda a extensão dos meios-fios, não apresente flechas superiores a 3 mm.

- Quanto à resistência:

Será verificada, optativamente, por processo não destrutivo (Esclerometria), nas peças componentes da amostragem ou por ensaios destrutivos, pela moldagem de corpos de prova, durante a fabricação, segundo os métodos MB-2 e MB-3 da ABNT,

cuidando-se, neste caso, da identificação de cada partida fabricada, referida ao controle tecnológico.

A avaliação da qualidade do concreto deve ser feita estatisticamente. A resistência mínima de aceitação deve ser limitada a 30 MPa.

- Assentamento-base:

Para assentamento da guia, é necessário, normalmente, abrir a cava de fundação com a largura da ordem de 40 cm e profundidade compatíveis com a cota do tipo da guia.

O preparo do terreno sobre o qual a guia assentará é de máxima importância, para êxito do serviço e sua durabilidade.

A base deve ser de concreto magro de modo a constituir uma superfície firme, de resistência uniforme.

A estabilidade, no sentido vertical, é mantida pela colocação de uma porção de concreto na parte interna de cada junta, (por exemplo, traço 1:3:5, de cimento, areia e pedra britada), com volume aproximado de 5 litros por junta.

#### 2.8.4. Preservação Ambiental

No decorrer das operações destinadas à execução das guias pré-moldados de concreto de cimento Portland.

#### 2.8.5. Controle

O controle de execução de um trecho de guia é feito, normalmente, com a passagem de uma régua de 3 m sobre o topo das guias, apoiada metade sobre as guias colocadas e metade avançando sobre as guias em assentamento. A cada 10 ou 15 guias, deve-se verificar o nivelamento do conjunto, esticando-se uma linha sobre as guias assentadas, não devendo ocorrer diferenças de nível superiores a 3 mm, em qualquer ponto.

##### 2.8.5.1. Controle do Material

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado pelo rompimento de corpos-de-prova à compressão simples, aos 7 dias, com base no que dispõe a norma NBR-5739/94 da ABNT.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR-7223/92 ou NBR-9606/92 da ABNT, sempre que houver alteração no teor de umidade dos

agregados, na execução da primeira amassada do dia após o reinício dos trabalhos, desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas e cada vez que forem moldados corpos-de-prova.

#### 2.8.5.2. Controle Tecnológico

Deverá ser previamente estabelecido o plano de retirada dos corpos-de-prova do concreto, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações referidas.

No controle de qualidade do concreto através dos ensaios de resistência à compressão, o número de determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a Tabela 1.

O número mínimo de ensaios ou determinações por jornada de 8 horas de trabalho é 5.

#### 2.8.6. Verificação final da qualidade

##### 2.8.6.1. Controle Geométrico

A guia será aceita quando:

- As dimensões das seções transversais avaliadas não diferirem das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados;
- Todas as medidas de espessuras efetuadas situarem no intervalo de  $\pm 10\%$  em relação à espessura de projeto.

#### 2.8.7. Aceitação e rejeição

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações de materiais aplicáveis.

Será controlado o valor mínimo de resistência à compressão, com valores de  $k$  obtidos na Tabela de Amostragem Variável, adotando-se o procedimento seguinte:

Os valores mínimos admitidos para a taxa de aplicação "T" serão analisados estatisticamente e aceitos nas condições seguintes:

- $\bar{X} - k \times \sigma < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$
- $\bar{X} - k \times \sigma > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço};$

Sendo:

$$\bar{X} : \text{Média das amostras} \rightarrow \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n};$$

$$\sigma : \text{Desvio padrão das "n" amostras} \rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

X - valores individuais;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

#### 2.8.8. Medição

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O pagamento será feito por preço global do serviço.

As guias pré-moldadas de concreto cimento serão medidas por METRO LINEAR colocado.

### 2.9. Passeio de concreto de cimento Portland – 05.02.100.04.01

Esta especificação fixa as condições de execução e controle de qualidade de passeio de concreto de cimento Portland e de seus materiais constituintes.

A principal característica dos passeios em concreto de cimento Portland é a de constituir uma faixa pavimentada para o trânsito de pedestres.

Os passeios projetados terão a largura indicada no projeto, sendo que as juntas secas a cada 1 m. Os passeios terão uma espessura de 7 cm e serão executados em concreto com  $f_{ck} \geq 15$  MPa, sobre uma base de brita nº 1 de 5 cm de espessura sobre solo local regularizado e compactado. Ainda, obedecerão aos caimentos previstos em projeto e terão acabamento desempenado e acamurçados.

## 2.9.1. Materiais

### 2.9.1.1. Cimento Portland

O cimento deve satisfazer às exigências da NBR 5732 da ABNT, não sendo admissível o emprego de cimentos já comprometidos pela hidratação que, na maioria dos casos, é causada pelas condições inadequadas de armazenamento.

Para boa estocagem do cimento, é aconselhável adotar as precauções enumeradas no Boletim Informativo da Associação Brasileira de Cimento Portland, intitulado “Armazenamento de Cimento Ensacado”.

### 2.9.1.2. Água

Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácido, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais às relações de hidratação do cimento.

### 2.9.1.3. Agregados

Os agregados para confecção do concreto deverão ser materiais sãos e resistentes. De um modo geral, os mesmos devem ser constituídos de grãos resistentes, estáveis, densos, de preferência pouco absorventes, quimicamente inertes em relação ao cimento e não conter quantidades excessivas de pó ou impurezas como óleo e material orgânico.

### 2.9.1.4. Concreto

O concreto deverá ser composto de cimento Portland, agregados graúdos e miúdos e água, numa mistura cuidadosamente dosada, de acordo com os princípios expostos nas publicações da Associação Brasileira de Cimento Portland (intituladas “Como se prepara um bom concreto” e “Misturas experimentais para fixar o traço do concreto”), permitirá obter um bom concreto plástico e trabalhável, como é necessário no caso de adensamento manual, para conseguir um bom acabamento superficial.

Quando, no adensamento, for adotado o processo vibratório, o concreto poderá ser menos plástico, com a redução da quantidade de água, mantendo o mesmo fator A/C, o que faculta obter concreto da mesma resistência, com menor consumo de cimento.

O concreto para a confecção dos passeios de concreto cimento deverá ter um fator água/cimento que permita obter, no fim de 28 dias, uma resistência à compressão nunca inferior a 15 MPa.

#### 2.9.1.5. Juntas

As juntas poderão ser executadas através de serragem do concreto, ou através de formas de madeira ou alumínio. As juntas deverão ter espessura de 6 mm a 10 mm, e preenchidas por material selante do tipo asfáltico ou silicone.

#### 2.9.2. Execução

Após a regularização e compactação do subleito local, executa-se a base de brita. Em seguida, o concreto estrutural ( $f_{ck} > 15$  MPa) será lançado sobre a base.

O acabamento será obtido pelo sarrafeamento, desempenho e moderado alisamento do concreto quando este estiver plástico, de modo a se obter um acabamento final camurçado.

As juntas deverão formar painéis com dimensões de 1 m x 1 m.

O acabamento será submetido à cura durante 28 dias, protegido por papel "Kraft" ou sacos de aniação constantemente umedecidos.

As juntas serão coincidentes, sem espaços aparentes ou ressaltos, tanto horizontais como verticais, entre placas consecutivas. O resultado deverá ser uma superfície homogênea, perfeitamente nivelada, absolutamente plana, sem ondulações.

#### 2.9.3. Medição

Os passeios em concreto cimento serão medidos, para fins de acompanhamento dos serviços, por metro quadrado ( $m^2$ ) executado.

### **2.10. Reaterro – 05.02.400.01**

Os "reaterros" consistem no preenchimento ou recomposição de escavações utilizando-se do próprio material escavado.

Os solos utilizados, tanto para aterro como para reaterro, devem:

- Ser isentos de matéria orgânica;
- Para corpo da camada deve possuir CBR  $\geq 2\%$  e expansão  $< 2\%$ , ou o especificado em projeto;
- A camada final (0,2 m) deve ser constituída de solo selecionado, dentre os melhores disponíveis, os quais devem ser objeto de especificações complementares indicadas no projeto. Não é permitido o uso de solos com expansão maior que 2%;

- Em regiões em que ocorra a presença de materiais rochosos e ocorra falta de material de 1ª e 2ª categoria, admite-se a construção de reaterro com material rochoso, desde que haja especificação complementar de projeto.

### 2.10.1. Medição

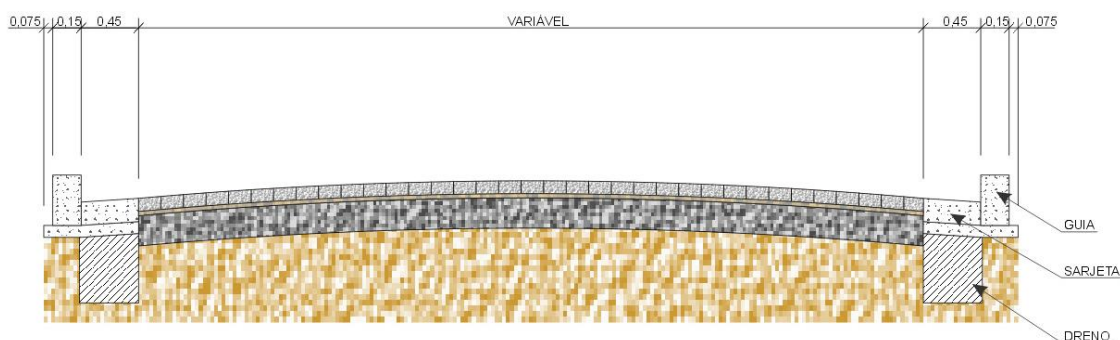
O serviço deve ser medido e pago por METRO CÚBICO (m<sup>3</sup>) de aterro/reaterro compactado, apurado a partir do terreno natural, isento de camada vegetal e de elementos geométricos contidos nas seções transversais de projeto.

## 2.11. Revestimento de peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland – 05.02.300.04.01

Esta especificação se aplica à execução de revestimento de peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland.

### 2.11.1. Aspectos Construtivos

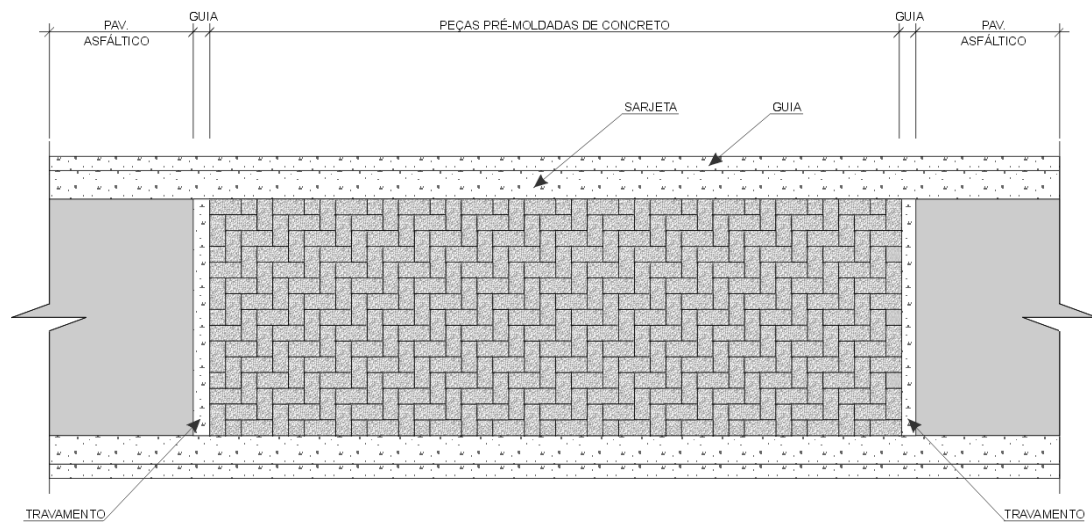
A Figura 2 a seguir apresenta uma seção transversal típica de estrutura de pavimento com revestimento de peças pré-moldadas de concreto (blocos + areia + base), com guias, sarjetas e drenos de pavimento.



**Figura 2 – Seção transversal tipo**

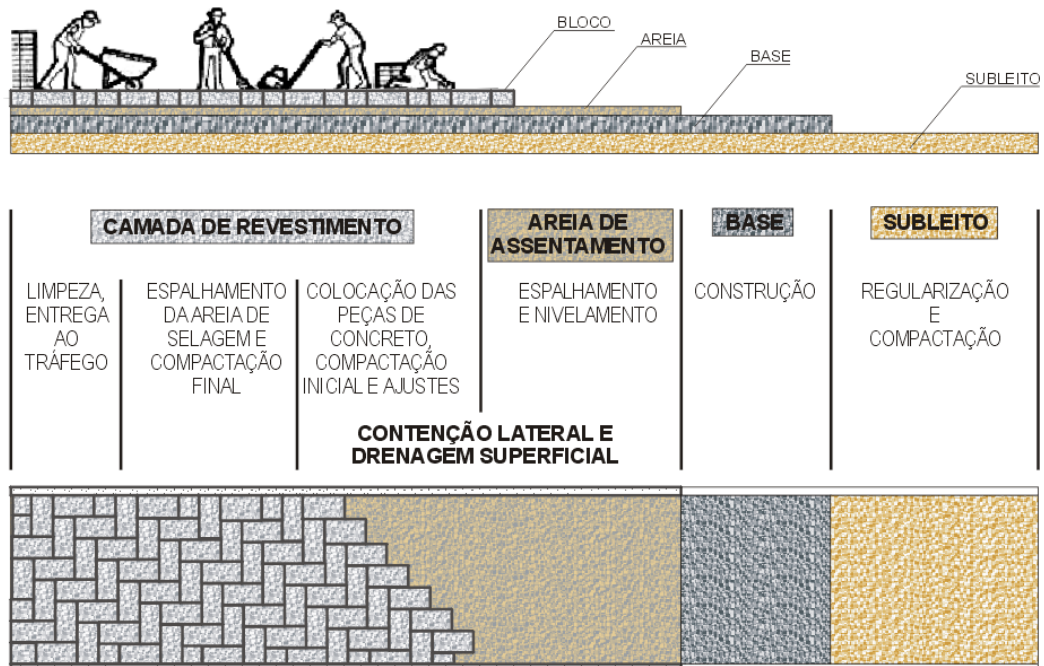
A Figura 3 mostra o detalhe da guia de travamento das peças pré-moldadas de concreto na transição com outros tipos de estruturas de pavimento (rígido de concreto, flexível de asfalto, de peças pré-moldadas existentes ou de revestimento primário). Também a guia de travamento é recomendada na junção de cruzamento de vias, e ou, no caso de panos de revestimentos de peças pré-moldadas com extensão maior que 100 m.





**Figura 3 – Planta do pavimento de peças pré-moldadas de concreto**

A construção de pavimentos com revestimento de peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland é de fácil execução, cujas fases da obra encontram-se ilustradas na Figura 4 abaixo.



**Figura 4 – Processo Construtivo**

2.11.2. Camada do subleito

O subleito ou camada final de terraplenagem deverá atender à especificação desta camada, sendo regularizado e compactado na cota de projeto para receber as camadas superiores. Os solos deverão ser isento de material vegetal e impurezas, possuindo CBR maior ou igual ao de projeto e expansão menor ou igual ao indicado no projeto.

### 2.11.3. Implantação dos elementos de instalações subterrâneas

Após a execução dos serviços de regularização do subleito, implantar os elementos de instalações subterrâneas, como por exemplo: água, esgoto, energia elétrica, telefonia, poços de visita etc.

### 2.11.4. Execução do sistema de drenagem

Execução dos dispositivos de drenagem: drenos de pavimento, drenos profundos, sarjetas e guias.

Esclarece-se que é muito importante haver um bom sistema de drenagem, visto que é um item fundamental para a estrutura, podendo a sua falta ou ineficácia de funcionamento acelerar a fadiga e reduzir a vida útil do pavimento.

### 2.11.5. Camada de Base

A execução da camada de base deverá seguir as recomendações indicadas de serviço indicadas na especificação específica do material.

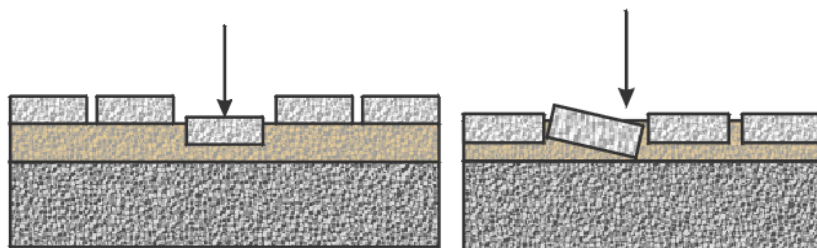
### 2.11.6. Camada de areia de assentamento

A camada de assentamento das peças pré-moldadas de concreto será composta por areia (eventualmente pó-de-pedra) contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira de 4,8 mm. Não serão admitidos torrões de argila ou matéria orgânica ou outras substâncias nocivas.

A operação e a colocação do "coxim" de areia fofa devem possuir um confinamento lateral, conforme descrito no item a seguir. A espessura de areia fofa, aplainada e nivelada de acordo com a seção de projeto, deverá ser tal que, após o adensamento, a altura do colchão de areia compactado esteja na espessura de projeto.

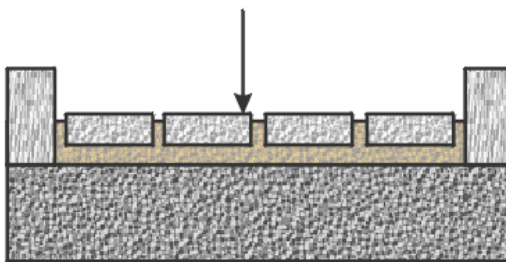
### 2.11.7. Dispositivo de contenção lateral

Também neste tipo de pavimento, é primordial haver dispositivo de contenção lateral das camadas de areia de assentamento e das peças pré-moldadas, para não ocorrer movimentação das peças (Figura 5).



**Figura 5 – Sem travamento (sem contenção lateral)**

A contenção lateral pode ser efetuada pelo sistema guia + sarjeta ou guia conforme abaixo.



**Figura 6 – Com travamento (com contenção lateral)**

Ainda, na transição do pavimento de peças pré-moldadas para o pavimento asfáltico, ou de peças pré-moldadas existente, é importante existir um sistema de travamento das peças pré-moldadas, evitando a sua movimentação. O travamento pode ser obtido com o uso de guias de concreto, conforme Figura 6.

#### 2.11.8. Camada de revestimento

As peças pré-moldadas de concreto que serão empregadas na pavimentação deverão atender aos requisitos e características tecnológicas mínimas descritas a seguir:

- As peças pré-moldadas deverão ser produzidas por processos que assegurem a obtenção de peças com concreto suficientemente homogêneo e compacto;
- As peças não devem possuir trincas, fissuras ou outros defeitos, que possam prejudicar o seu assentamento e resistência;
- Deverão ser obedecidas as normas NBR-9781 (Peças de concreto para pavimentação), e NBR-9780 (Peças de concreto para pavimentação - Determinação da resistência à compressão)
- ;A resistência característica a compressão ( $f_{ck}$ ), deverá ser maior ou igual a 35 MPa.

Visando um melhor resultado, o pavimento deverá ser assentado na diagramação espinha de peixe (Figura 7). Os formatos das peças deverão ser, preferencialmente, segmentados ou retangulares, com relação comprimento/largura igual a 2 (usualmente 200 mm de comprimento por 100 mm de largura), que entrelaçam entre si nos quatro lados (Figura 8).

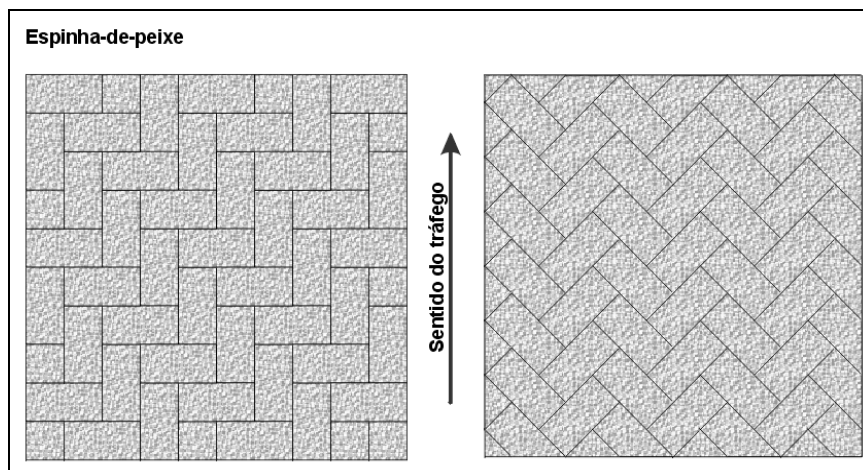


Figura 7 - Diagramação de arranjo espinha-de-peixe

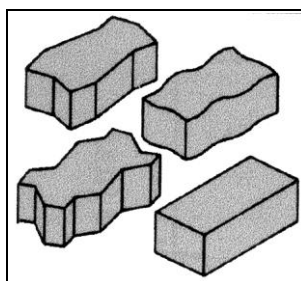


Figura 8 – Formato preferencial das peças pré-moldadas

- As peças devem ter seu assentamento iniciado a partir da sarjeta ou meio-fio lateral e em ângulos retos com relação a esta referência. A continuação do assentamento das peças deve ser efetuada cuidadosamente evitando o deslocamento daqueles já assentados e a criação de irregularidades no coxim de areia. O assentamento deve ser feito de modo que a distância entre blocos seja de 2 mm a 3 mm, não devendo ultrapassar 5 mm.
- O acabamento junto às guias e interrupções no pavimento, como bueiros, poços de visita, caixas de inspeção, deve ser feito com peças serradas ou cortadas e cuidando para que estes fiquem aproximadamente 3 mm a 5 mm mais elevados do que estas interrupções.
- O nível da superfície acabada deve estar dentro do limite de 1 cm em relação às cotas de projeto e a variação máxima medida longitudinalmente com uma régua de três metros não deverá exceder 1 cm, exceto nos locais onde a geometria da via imponha maiores desvios.
- O nível de dois blocos adjacentes poderá variar até 2 mm.

- Pequenos espaços existentes entre os blocos e bordos de sarjeta e meio fio deverão ser preenchidos com argamassa de cimento e areia.
- Terminadas as operações do assentamento das peças, iniciar-se-á a compactação com placas vibratórias, devendo o número de passadas em cada caso ser determinado "in loco", de modo que, após a compactação, a passagem de veículos não cause novo adensamento ou desnivelamento do revestimento. Para esta "vibração-compactação inicial", duas ou três passadas sobre o mesmo ponto costumam ser suficientes.
- Após a vibração inicial, deve ser espalhada uma camada de areia fina sobre a superfície do pavimento, por varrição. Posteriormente, deve-se ser executada nova vibração-compactação, garantindo assim o enchimento dos vazios nas juntas e o intertravamento das peças.

#### 2.11.9. Preservação Ambiental

No decorrer da execução do revestimento de peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente, envolvendo o fornecimento tanto a exploração das ocorrências de materiais, quanto a execução dos serviços, tal que:

Na exploração das ocorrências dos materiais deve-se atender às recomendações preconizadas na norma DNER-ES 281.

A brita e a areia utilizada na fabricação das peças de concreto deverá ser proveniente de pedreira licenciada, devendo a cópia da Licença ser arquivada junto ao livro de ocorrências da obra.

No decorrer do processo de obtenção de agregados deverá ser evitada a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental, bem como deverão ser impedidas as queimadas como forma de desmatamento.

A pedreira deverá ser adequadamente explorada de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

Junto às instalações de britagem devem ser construídas bacias de sedimentação para retenção do pó-de-pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem de brita, evitando o seu carreamento para cursos d'água.

No caso de fornecimento de materiais por terceiros, deverá ser exigida toda a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente.

Na execução dos caminhos de serviço devem ser seguidas as recomendações constantes da DNER-ES 279/97.

Na execução do revestimento de peças pré-moldadas de concreto deverá ser observada a disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos, de modo a evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural através do tráfego desordenado dos equipamentos fora da área a ser pavimentada.

Cuidado especial deverá ser tomado para evitar que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água, observando-se o local apropriado ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos.

#### 2.11.10. Medição

Os serviços referentes ao revestimento de peças pré-moldadas de concreto de concreto de cimento Portland serão medidos, para fins de acompanhamento dos serviços, em METRO QUADRADO (m<sup>2</sup>) de material aplicado na pista segundo a seção transversal do projeto.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**. Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_.**NBR 6954**. Lastro-padrão - Determinação da forma do material. Rio de Janeiro, 1990.

\_\_\_\_\_.**NBR 7180**. Determinação de limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_.**NBR 7182**. Solo - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1988.

\_\_\_\_\_.**NBR 7185**. Solo - Determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 1986.

\_\_\_\_\_.**NBR 7225**. Materiais de pedra e agregados naturais. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_.**NBR 9895**. Solo - Índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_.**NBR 12052**. Solo ou agregado miúdo - determinação do equivalente de areia. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_.**NBR NM 51**. Determinação da sanidade com o emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_.**NBR NM 248**. Desgaste por abrasão "Los Angeles". Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGENS. **DNER-ME 002**. Emulsão asfáltica - carga da partícula. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_.**DNER-ME 005**. Emulsão asfáltica - determinação da peneiração (ABNT-NBR 14393). Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_.**DNER-ME 006**. Emulsões asfálticas - determinação da sedimentação. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_.**DNER-ME 012**. Asfalto diluído - destilação (ABNT-MB 43). Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_.**DNER-ME 024**. Pavimento - determinação das deflexões pela Viga Benkelman. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 035.** Agregados - determinação da abrasão "Los Angeles". Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 036.** Solo - determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do balão de borracha. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 049.** Solos - determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 052.** Solos e agregados miúdos - determinação da umidade pelo método expedito "Speedy". Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 054.** Equivalente de areia. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 080.** Solos - análise granulométrica por peneiramento. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 082.** Solos - determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 088.** Solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 089.** Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 092.** Solo - determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 122.** Solos - determinação do limite de liquidez - método de referência e método expedito. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 148.** Material betuminoso - determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland) (ABNT-NBR 11341). Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-PRO 273.** Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo "falling weight deflectometer - FWD". Rio de Janeiro, 1996.

**NORMAS DE SERVIÇOS DO MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. NSMA 85-2.** Normas de Infra-Estrutura da DIRENG, Rio de Janeiro, 1979.