5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material

Os materiais constituintes da mistura areia asfalto a quente com asfalto polímero são agregado miúdo, material de enchimento (filer) se necessário, e cimento asfáltico modificado por polímero do tipo SBS, devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DNER. A areia asfalto com asfalto polímero deve satisfazer aos requisitos exigidos nesta Especificação.

5.1.1 Cimento asfáltico modificado por polímero

Devem ser empregados cimentos asfálticos de petróleo modificados por polímero do tipo SBS.

5.1.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas e equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 54).

5.1.3 Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos não plásticos, secos e isentos de grumos, tais como cimento Portland, cal extinta, pó calcário, cinza volante, ou outros, e que atendam à seguinte granulometria (DNER-ME 083):

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso
ABNT	Abertura, mm	
N° 40	0,42	100
N° 80	0,18	95-100
N° 200	0,075	65-100

5.1.4 Composição da mistura

A composição da mistura de areia asfalto deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria e aos percentuais de cimento asfáltico.

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso (faixas)			Tolerância na curva de projeto (%)
ABNT	Abertura, mm	A	B	C	
nº 4	4,8	100	100	100	-
nº 10	2,0	90-100	90-100	85-100	± 5
nº 40	0,42	40-90	30-95	25-100	± 5
nº 80	0,18	10-47	5-60	0-62	± 3
nº 200	0,075	0-7	0-10	0-12	± 2
Ligante polimerizado solúvel tricloroetileno, %		5-8	5-8,5	5-9	± 0,3

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

As tolerâncias constantes no quadro são permitidas, desde que os limites da faixa não sejam ultrapassados.

5.1.5 As percentagens de ligante referem-se 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) deve ser adotado o Ensaio **Marshall** (DNER-ME 043) para a verificação das condições de vazios e estabilidade da mistura, os quais devem atender aos valores seguintes:

Características	Camada de rolamento
Percentagem de vazios	3 a 8
Relações betume-vazios	65 a 82
Estabilidade, mínima	250 kgf (75 golpes)
Fluência, mm	2,4 a 4,5

b) as Especificações Complementares podem fixar a energia de compactação.

5.2 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado devendo estar de acordo com esta Especificação. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

5.2.1 Depósito para cimento asfáltico modificado por polímero

Os depósitos para o cimento asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nas Especificações. O aquecimento deve ser feito através de dispositivo que evite qualquer superaquecimento localizado. Deve ser instalado um sistema de recirculação para o cimento asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

5.2.2 Depósito para agregados

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e devem ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo para o filer, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

5.2.3 Usinas para misturas asfálticas modificadas por polímero

5.2.3.1 A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme e provido de coletor de pó. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90 °C a 210 °C (precisão ± 1°C) deve ser fixado no dosador do ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C.

5.2.3.2 Pode, também, ser utilizada uma usina do tipo tambor/secador/misturador, provida de coletor de pó, alimentador de filer, sistema de descarga da mistura asfáltica com comporta, ou alternativamente, em silos de estocagem. A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica (precisão de ± 5%) e assegurar a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

5.2.4 Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte da areia asfalto 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 asfáltico (óleo diesel, gasolina ou outros) não é permitida.

5.2.5 Equipamento para espalhamento

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 ser equipadas com parafusos sem fim ou outro sistema de misturação, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento à temperatura requerida, a fim de espalhar a mistura sem irregularidades.

5.2.6 [illegible]

Os equipamentos para a compactação são constituídos por rolo pneumático e metálico liso, tipo tandem, ou vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam à calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5kgf/cm² a 8,4kgf/cm² (35 psi a 120 psi).

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

5.3 Execução

5.3.1 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, ou outros, deve ser feita a pintura de ligação.

5.3.2 A temperatura de aquecimento do asfalto polímero deve ser em função do teor de polímero. A temperatura conveniente para aquecimento do ligante é de 150°C acrescida de 3°C para cada 1% de polímero: 150°C + 3°C / 1% polímero. A temperatura máxima deve ser de 180°C.

5.3.3 Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do cimento asfáltico e inferior a 183°C.

5.3.4 Produção da areia asfalto modificada por polímero

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

A produção de mistura é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificada.

5.3.5 Transporte da mistura

5.3.5.1 A mistura produzida deve ser transportada da usina ao ponto de aplicação, em veículos basculantes especificados no item 5.2.4.

5.3.5.2 O carregamento deve ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura. Recomenda-se que a distância de transporte não ultrapasse 30km.

5.3.6 Distribuição e compactação da mistura

5.3.6.1 A distribuição da areia asfalto com asfalto polímero deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme especificado no item 5.2.5.

5.3.6.2 Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser corrigidas pela adição manual de areia asfalto, sendo o espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos (rastelos).

5.3.6.3 Após a distribuição da mistura , tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura fixada, experimentalmente, para cada caso.

5.3.6.4 A temperatura recomendável para a compactação da mistura é de 140°C acrescida de 3°C para cada 1% de polímero: 140°C + 3°C / 1% polímero.

5.3.6.5 Iniciar a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura vai sendo compactada e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

5.3.6.6 A compactação é iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, a compactação deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. A operação de rolagem perdura até o momento em que é atingida a compactação especificada.

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

5.4 Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém-acabados devem ser mantidos sem tráfego, até seu completo resfriamento.

6 MANEJO AMBIENTAL

Para execução de revestimento asfáltico do tipo areia asfalto a quente com asfalto polímero são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto polímero e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

Os cuidados observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque de ligante asfáltico e operação da usina.

6.1 Agregados

No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

6.1.1 A brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

6.1.2 Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.1.3 Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.1.4 Impedir queimadas como forma de desmatamento.

6.1.5 Seguir as recomendações constantes da Norma DNER-ES 279 para os Caminhos de Serviço.

6.1.6 Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.1.7 Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.

6.2 Cimento asfáltico modificado por polímero

6.2.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.2.2 Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.2.3 Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, mediante a remoção da usina e dos depósitos e à limpeza dos canteiros de obra.

As operações em usinas asfálticas a quente englobam:

a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte dos agregados frios;
b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem dos agregados quentes;
c) transporte e estocagem do filer;
d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e asfalto polímero.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

Agentes e fontes poluidoras

Agente poluidor	Fontes poluidoras
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do 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, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

6.3 Quanto à instalação

6.3.1 Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras constrâm

6.3.2 Definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal, que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente.

6.3.3 Atribuir à executante, responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como, manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas especificações.

6.4 Operação

6.4.1 Instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes.

6.4.2 Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés, que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.

6.4.3 Dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

6.4.4 Enclausurar a correia transportadora de agregados frios.

6.4.5 Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

6.4.6 Manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para que sejam evitadas emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

6.4.7 Dotar o misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias de sistema de exaustão de conexão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.

6.4.8 Fechar os silos de estocagem de massa asfáltica.

6.4.9 Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.

6.4.10 Dotar os silos de estocagem de filer de sistema próprio de filtragem a seco.

6.4.11 Adotar 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.

6.4.12 Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.

6.4.13 Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.4.14 Dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições.

6.4.15 Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

7 INSPEÇÃO

7.1 Controle de qualidade dos materiais

Todos os materiais devem ser examinados em laboratório obedecendo a metodologia indicada pelo DNER, e aceitos de acordo com as especificações em vigor.

7.1.1 Asfalto polímero

O controle de qualidade do cimento asfáltico consta dos seguintes ensaios:

a) Para todo carregamento que chegar à obra:

01 ens=~~154~~ ".'
01 ensaio de ponto de fulgor (DNER-ME 148);
01 ensaio de ponto de amolecimento (ABNT NBR-6560);
01 ensaio de espuma;
01 ensaio de recuperação elástica a 25°C (DNER-ME 382);
01 ensaio de estabilidade ao armazenamento (DNER-ME 384).

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

b) Para cada 500t:

01 ensaio de infra-vermelho para determinação do teor de polímero, sendo permitida uma tolerância de ±0,4% do teor de projeto.

7.1.2 Agregados

O controle de qualidade dos agregados, por jornada de 8 horas de trabalho, consta do seguinte:

02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente (DNER-ME 083);
01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo (DNER-ME 054);
01 ensaio de granulometria do material de enchimento filer (DNER-ME 083);
01 ensaio de adesividade.

7.2 Controle da execução

O controle da execução é exercido através de coleta aleatória de amostras, ensaios e determinações.

7.2.1 Controle da usinagem da areia asfalto com asfalto polímero

7.2.1.1 Controle da quantidade de asfalto polímero na mistura

Devem ser efetuadas extrações de ligante de amostras coletadas na saída da acabadora (DNER-ME 053). A percentagem de ligante pode variar, no máximo, ± 0,3%, da fixada no projeto.

7.2.1.2 Controle da graduação da mistura

É procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) do agregado resultante da extração citada no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrada dentro das tolerâncias especificadas no projeto.

7.2.1.3 Controle de temperatura

Devem ser efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:

a) do agregado, no silo quente;
b) do ligante, no tanque de estocagem;
c) da mistura, no momento da saída do misturador.

As temperaturas devem apresentar tolerâncias de ± 5 °C em relação às temperaturas especificadas.

7.2.1.4 Controle das características da mistura

Devem ser realizados ensaios **Marshall** em corpos-de-prova, por jornada de 8 horas de trabalho.

Os valores de estabilidade devem satisfazer ao especificado no item proposto. As amostras devem ser retiradas na saída da acabadora.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

7.2.1.5 O número das determinações ou ensaios de controle da usinagem da areia asfalto para cada jornada de 8h de trabalho, deve ser definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo executante, conforme a tabela seguinte:

Tabela de 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
α	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° de amostras k = coeficiente multiplicador α = risco do executante

O número mínimo de determinações por jornada de 8 horas de trabalho é de cinco.

7.2.2 Espalhamento e compactação na pista

7.2.2.1 Temperatura de compactação

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa e imediatamente antes de iniciada a compactação.

Esta temperatura deve ser a indicada para compactação, com uma tolerância de ±5 °C.

7.2.2.2 Controle do grau de compactação

O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, através de medidas da densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, utilizando brocas rotativas.

Podem ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que indicados no projeto.

Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos aleatoriamente durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% da densidade de projeto.

O controle do grau de compactação pode, também, ser feito através de medidas de densidades aparentes dos corpos-de-prova extraídos da pista e comparadas com as densidades aparentes de corpos-de-prova moldados no local, desde que autorizado pela Fiscalização. As amostras para a moldagem destes corpos-de-prova devem ser colhidas bem próximas do local onde serão realizados os furos e antes da sua compactação. Neste caso GC ≥ 100%.

7.2.2.3 O número de determinações do grau de compactação - GC é definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo executante, conforme tabela do item 7.2.1.5.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

7.3 Verificação final da qualidade

7.3.1 Espessura da camada

É medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se variação de ± 5% em relação as espessuras de projeto.

7.3.2 Alinhamentos

A verificação do eixo e bordos é feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Pode também ser utilizada a trena. Os desvios verificados não devem exceder ± 5cm.

7.3.3 Acabamento da superfície

Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato não deve exceder a 0,5cm, quando verificada com qualquer das réguas.

O acabamento da superfície deve ser verificado por "aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta" devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182). Neste caso o Quociente de Irregularidade - QI deve apresentar valor inferior a 35 contagens/km, por km de rodovia.

7.4 Critérios de aceitação e rejeição

7.4.1 Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.1 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

7.4.2 Para o controle da usinagem da areia asfalto, espalhamento e compactação na pista devem ser analisados estatísticamente os resultados abaixo e verificadas as condições seguintes:

a) Na usina

Deve ser verificada a faixa de temperatura preconizada nesta Especificação.

b) Na pista

Para a quantidade de ligante na mistura, graduação da mistura de agregados em que é especificada uma faixa de valores mínimos e máximos, devem ser verificadas as condições seguintes:

$\overline{X}$ - ks < valor mínimo especificado ou $\overline{X}$ + ks > valor máximo especificado $\Rightarrow$ rejeitar o serviço;

$\overline{X}$ - ks ≥ valor mínimo especificado e $\overline{X}$ + ks ≤ valor máximo especificado $\Rightarrow$ aceitar o serviço.