Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA EXECUÇÃO DE CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (C B U Q) – ESP 07

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

1- INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de camadas constituídas de misturas betuminosas do tipo concreto betuminoso usinado à quente, em obras sob a jurisdição da NOVACAP, e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2. DESCRIÇÃO

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

Concreto betuminoso usinado à quente é uma mistura betuminosa executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

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

- Camada de rolamento: camada destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.

- Camada de ligação ou "binder": camada posicionada logo abaixo da de rolamento. Geralmente apresenta uma maior percentagem de vazios e menor consumo de ligante, em relação à camada de rolamento.

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

Todo o carregamento de cimento asfáltico que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante/distribuidor certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de obras. Deve trazer também indicação clara de sua procedência , do tipo e quantidade do seu conteúdo (DNIT 031/2004-ES).

3. MATERIAIS

3.1. Materiais Asfálticos

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-50/70, CAP 30/45, CAP 85/100 e CAP-150-200, atendendo as exigências contidas na ANP 2005.

3.2. Agregados

3.2.1. Agregado Graúdo

O agregado graúdo, assim considerado o retido na peneira 4,8 mm (nº 4) será constituído por pedra britada, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-94), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;

b) Para o agregado retido na peneira 2,0 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (DNER –ME 035/98) não deverá ser superior a 50%;

c) Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico. Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;

d) Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94) e a porcentagem de grãos de forma lamelar não poderá ser superior a 10%.

3.2.2. Agregado Miúdo

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

a) O equivalente de areia (DNER-ME 54-97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;
b) É vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancos de rios.

c) A areia lavada deverá passar 100% na peneira de 2,0 mm (nº 10).

3.2.3. Material de Enchimento ("Filler")

O material do enchimento deverá ser constituído por cimento Portland, cal extinta, pós calcários ou cinzas volantes. Quando da aplicação, o "filler" deverá estar seco e isento de grumos e atender a Norma DNER – EM 367/97.

3.2.4. Melhorador de Adesividade

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (DNER –ME 078/94 e DNER-ME079/94).

3.3. Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto betuminoso. A composição da mistura deverá satisfazer os requisitos do quadro a seguir:

Quadro 1 – Composição granulométrica - CBUQ (DNIT 031/2004)

PENEIRA DE MALHA QUADRADA		% EM MASSA, PASSANDO			
Abertura (mm)	Série ASTM	A	B	C	Tolerâncias
50,8	(2")	100	-	-	-
38,1	(1 1/2")	95-100	100	-	±7%
25,4	(1")	75-100	95-100	-	±7%
19,1	(3/4")	60-90	80-100	100	±7%
12,7	(1/2")	-	-	80-100	±7%
9,5	(3/8")	35-65	45-80	70-90	±7%
4,8	Nº. 4	25-50	28-60	44-72	±5%
2,0	Nº. 10	20-40	20-45	22-50	±5%
0,42	Nº. 40	10-30	10-32	8-26	±5%
0,18	Nº. 80	5-20	8-20	4-16	±3%
0,075	Nº. 200	1-8	3-8	2-10	±2%
Asfalto Solúvel no CS2 (%)		4,0-7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5-7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5-9,0 Camada de rolamento	±0,3%

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;

b) As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";

c) As condições obtidas no ensaio Marshall (DNER ME 043/95) para a estabilidade, fluência, % de vazios e relação betume-vazios deverão atender aos seguintes limites:

Quadro 2 – Características da mistura - (DNIT 031/2004)

Características	Método de ensaio	Camada de rolamento	Camada de ligação (binder)
% de vazios	DNER ME 043/95	3 a 5	4 a 6
Estabilidade,mínima (kgf) – 75 golpes	DNER ME 043/95	500	500
Relação betume/vazios	DNER ME 043/95	75-82	65-72
Resistência à tração por compressão diametral estática a 25^0 C, mínima, MPa	DNER ME 138/94	0,65	0,65

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

Os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão atender aos seguintes valores, definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado:

Quadro 3 – Vazios do Agregado Mineral

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho nominal máximo do agregado		% VAM, MÍNIMO
Serie ASTM	Abertura (mm)	
11/2"	38	13
1"	25	14
3/4"	19	15
1/2"	12,7	16
3/8”	9,5	18

4. EQUIPAMENTO

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

4.1. Depósito para Cimento Asfáltico

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

a) O aquecimento deverá ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito;

b) O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;

c) Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;

d) A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

4.2. Depósitos para Agregados (Silos)

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

b) Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga, possíveis de regulagem;

c) O sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância de alimentação;

d) O material de enchimento ("filler") será armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem;

e) Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

4.3. Usinas para Misturas Asfálticas

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

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

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

d) O sistema de coleta do pó deverá ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deverá ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador;

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

f) A usina deverá ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:

- Um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador e em cada silo quente, para registrar a temperatura dos agregados;

- Um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 120°C, instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador;

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

4.4. Caminhões para Transporte da Mistura

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

4.5. Equipamentos para Distribuição

a) A distribuição da mistura betuminosa será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura do alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;

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

c) A acabadora deverá possuir, ainda:
- sistema composto por parafuso de rosca-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;

- sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;

- alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;

4.6. Equipamento para Compressão

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

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

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

d) O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a freqüência e a amplitude vibratório possa ser ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares;

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

4.7. Ferramentas e Equipamentos Acessórios

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;

b) Pás, enxadas, garfos, rodos e ancinhos, para operações complementares.

5. EXECUÇÃO

5.1. Considerações Gerais

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

a) No caso do uso de camada de rolamento esbelta (inferior a 5 cm) em pavimento cuja a base é granular (Macadame Hidráulico), deverá ser executado um tratamento superficial simples de acordo com a especificação própria da NOVACAP sobre a base previamente impermeabilizada. Este tratamento visa melhorar as condições da interface da base com a camada de rolamento;

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

c) A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo a borda;

d) No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.

5.2. Preparo da Superfície

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

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

c) Quando decorrido mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento deve-se executar uma pintura de ligação que deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto betuminoso.

5.3. Produção do Concreto Betuminoso

a) O concreto betuminoso deverá ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;

b) A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 150 segundos (DNER ME 004/94), principalmente, a viscosidade de 75 a 95 SSF;

c) Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C, nem abaixo de 107^0 C;

d) A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177°C;

e) A produção de concreto betuminoso e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibro-acabadora.

5.4 Transporte do Concreto Betuminoso

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

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

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

5.5. Distribuição da Mistura

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

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

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

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

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

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

5.6. Compressão

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

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

c) A prática mais freqüente de compactação de misturas betuminosas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolo de pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas, de acordo com as seguintes premissas:
- Inicia-se a rolagem com o rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- À medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas, com incremento gradual da pressão do pneu;

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

- O número de coberturas de cada equipamento será definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade previstas, enquanto a mistura se apresentar com trabalhabilidade adequada.

d) As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados deverão seguir as seguintes orientações gerais:

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

- Em cada passada, o equipamento deverá recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;

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

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

5.7. Juntas

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

5.8. Abertura ao Tráfego

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

6- CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1. Obrigações da Contratada na execução da obra

a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;

b) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;

c) Deve-se evitar que o material betuminoso atinja guias, sarjetas, guarda-rodas e o sistema de drenagem pluvial;

d) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;

e) Os depósitos de CAP devem estar afastados de cursos d'água.

6.2. Obrigações da Contratada na exploração de jazidas

a) o material somente será aceito após a executante apresentar licença de operação vigente da jazida.

7-CONTROLE

7.1. Controle Tecnológico de Materiais

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais, exigidos no projeto estão sendo atendidas.

7.1.1. Cimento Asfáltico

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

- Um ensaio de penetração a 25^0 C (DNER ME 003/94);

- Um ensaio de ponto de fulgor (DNER ME 148/94);

- Um ensaio de espuma.

b) Para os três primeiros carregamentos, e posteriormente a cada dez carregamentos, serão executados ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, a várias temperaturas (no mínimo três valores), que permitam o traçado

da curva "viscosidade-temperatura", (Sugere-se três valores: 120°, 145° e 177°C) (DNER ME 004/94);

c) Um índice de susceptibilidade térmica para cada 100t, determinado pelos ensaios DNER ME 003/94)

7.1.2. Agregados e "Filler"

a) Quando se constar alteração mineralógica (visual) na bancada da pedreira em exploração, e no mínimo uma vez por mês, deverão ser executados:

- Três ensaios de abrasão "Los Angeles" (DNER ME 035/98);

- Três ensaios de durabilidade (DNER-ME 89/94);

- Três ensaios de adesividade (DNER ME 078/94 e DNER 079/94).

c) Diariamente, serão realizados dois ensaios de granulometria de cada agregado empregado(DNER ME 083/98), e dois ensaios de equivalente de areia, para o agregado miúdo (DNER ME 054/97)

d) Para o agregado miúdo, será realizado, para cada dia de trabalho, um ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 54/97);

e) O controle do "filler" envolverá a realização de ensaio de granulometria, a cada três dias de trabalho (DNER ME 083/98).

7.1.3. Melhorador de Adesividade

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade (DNER ME 078/94), no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado**.**

7.2. Controle da Execução

7.2.1. Controle de Temperatura

a) O controle de temperatura, durante a produção de massa, compreenderá as leituras de temperaturas, envolvendo:

- Agregado nos silos quentes;

- O cimento asfáltico, na usina;

- A massa asfáltica, no momento da saída do misturador.

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

- Em cada caminhão que chega à pista;

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

7.2.2 Controle da Quantidade de Ligante e da Graduação da Mistura de Agregados

Para cada 100 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída, que será encaminhada ao laboratório da NOVACAP. Cada amostra será submetida aos seguintes ensaios:

a) Extração de betume (DNER-ME 53/94), a % de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, observando-se a tolerância máxima de ± 0,3;

b) Análise granulométrica da mistura de agregados resultante das extrações (DNER ME 083/98). A curva granulométrica deve manter-se contínua enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

7.2.3. Controle das Características de Estabilidade e Fluência da Mistura

a) Para cada 200t e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída e encaminhada ao laboratório da NOVACAP, com a qual serão moldados três corpos de prova Marshall, com a energia de compactação especificada (DNER ME 043/95) e o ensaio de tração por compressão diametral a 25^0 C (DNER ME 138/94), assim como determinadas as massas específicas aparentes.

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

7.2.4. Controle da Compressão da Mistura

a) A cada 100 m por faixa de pista compactada, será obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa (Ø=4"), em local

correspondente, aproximadamente, à trilha de roda externa. Um destes pontos deverá, necessariamente, coincidir com o ponto de coleta de amostras para extração de betume e moldagem de corpos de prova Marshall;

b) Comparando-se os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de prova extraídas com rotativa (densidades) e a massa específica aparente obtida dos ensaios realizados no laboratório da NOVACAP, serão determinados os correspondentes graus de compactação.

7.2.5. Controle Geométrico e de Acabamento

7.2.5.1. Controle de Espessura

A espessura da camada de concreto betuminoso será avaliada nos corpos de prova extraída com sonda rotativa.

7.2.5.2. Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Em particular, serão avaliadas as condições de desempenho da camada, a quantidade das juntas executadas e a inexistência de marcas decorrentes de má qualidade da distribuição e/ou de compressão inadequada.

Durante a execução deverá ser feito diariamente um controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,0 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

8- ACEITAÇÃO

8.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico dos Materiais

8.1.1. Cimento Asfáltico

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

a) Os valores de viscosidade, e ponto de fulgor, estejam de acordo com os valores especificados;

b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175°C;

c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, sejam julgados satisfatórios.

8.1.2. Agregados e "Filler"

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

a) O agregado graúdo atenda aos requisitos do item 3. desta especificação no que tange à abrasão "Los Angeles", durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;

b) O agregado miúdo atenda aos requisitos do item 3. desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;

c) O "filler" apresentar-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada;

d) As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes, estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

8.1.3. Melhorador de Adesividade

a) O melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá produzir "adesividade satisfatória", no ensaio (DNER ME 078/94);

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

8.2. Recebimento com Base no Controle de Execução

8.2.1. Temperaturas

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

- As temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, efetuado ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em

relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes;

- Temperaturas do cimento asfáltico superiores a 177°C ou dos agregados superiores a 187°C, implicam na rejeição da massa produzida;

- Temperaturas de cimento asfáltico inferiores a 120°C, ou dos agregados inferiores a 125°C, igualmente implicam na condenação do "traço" produzido;

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

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

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

8.2.2. Quantidade de Ligante e Graduação da Mistura de Agregados

A contratada, antes de iniciar os serviços, apresentará ao laboratório da NOVACAP para análise e aprovação o projeto completo da mistura betuminosa, constando os tipos de agregados, as curvas granulométricas dos agregados e da mistura, a faixa granulométrica adotada, o teor ótimo de ligante e a energia de compactação.

a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração de betume, em amostras individuais, não deverá variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos. A média

aritmética obtida, para conjuntos de 9 (nove) valores individuais, não deverá, no entanto, ser inferior ao teor de projeto;

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

8.2.3. Características de Estabilidade e Fluência da Mistura

a) Os valores de estabilidade e fluência Marshall, deverão atender ao prescrito no projeto;

b) A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas ocorrentes deverão ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

8.2.4. Compressão

No que diz respeito ao grau de compactação haverá aceitação se:

a) Não for obtido nenhum valor inferior a 95%;

b) A média dos resultados seja igual ou superior a 98%.

8.3. Recebimento com Base no Controle Geométrico

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

a) Quanto à espessura da camada acabada:

- A espessura média determinada deverá situar-se no intervalo de ± 10%, em relação à espessura prevista em projeto;

- Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de ±15%, em relação à espessura prevista em projeto. Para valores abaixo deste intervalo, os trechos devem ser corrigidos, antes de ser encaminhada a medição pela contratada;

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

8.4. Aceitação do Acabamento

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

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

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

- marcas indesejáveis do equipamento de compressão

- ondulações decorrentes de variações na carga da vibroacabadora.

9. MEDIÇÃO

A medição do serviço de concreto betuminoso, executado e recebido na forma descrita, será medido e pago por volume de mistura aplicada e compactada, expressa em metro cúbico (m^3), para qualquer uma das camadas, ou seja, camada de rolamento, camada de ligação ou de nivelamento**,** conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP.

A medição só será aceita pela fiscalização quando os laudos da NOVACAP atestarem que as espessuras, densidades e graus de compactação e porcentagem de ligante e outros itens estiverem em conformidade com esta especificação e com o traço da mistura betuminosa apresentada pela Contratada.

Para fins de pagamento, quando a média for inferior à espessura de projeto, será considerado como espessura da camada a média determinada, desde que não seja inferior a 10%. Quando a média for superior a espessura de projeto, a espessura máxima a ser paga é 10% acima da espessura de projeto.

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

10. BIBLIOGRAFIA

ANP 2005 – Nova Especificação Brasileira de Cimento Asfáltico de Petróleo. Agência Nacional de Petróleo.2005.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER: pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1997.

_____. DNER ME 003/94:Material asfáltico – determinação da penetração – método de ensaio, Rio de Janeiro, 1999.
_____. DNER ME 004/94:Material asfáltico – determinação da viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura – método de ensaio, Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 035/98:agregados: determinação de abrasão Los Angeles. Rio de Janeiro, 1998.

_____. DNER ME 043/95: Misturas asfálticas a quente – ensaio Marshall – método de ensaio, Rio de Janeiro, 1995

_____. DNER ME 053/94:Misturas asfálticas – percentagem de betume – método de ensaio, Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 054/97: Equivalente de areia. Rio de Janeiro 1997.

_____. DNER ME 078/94: Agregado graúdo – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro, IPR, 1994.

_____. DNER ME 079/94: Agregado – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro, IPR, 1994.

_____. DNER ME 083/98: Agregado – análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro, IPR, 1998.

_____. DNER ME 086/94: Agregados – determinação do índice de forma: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

_____. DNER ME 089/94: Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

_____. DNER ME 138/94: misturas asfálticas – determinação da resistência à tração por compressão diametral: método de ensaio Rio de Janeiro, 1994

_____. DNER ME 148/94:Material asfáltico – determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto Cleveland) – método de ensaio, Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER – EM 367/97: Material de enchimento para misturas asfálticas: especificação de material. Rio de Janeiro, IPR, 1997.

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT 031/2004-ES. Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico –Especificação de serviço.2004.

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

Faixas granulométricas dos agregados utilizados na elaboração do CBUQ da NOVACAP.

GRANULOMETRIA DE AGREGADOS			
material:	**PÓ**	Porcentagem Passando:	
peneira	diâmetro	mínimo	máximo
	(mm)	(%)	(%)
1"	25,40	100	100
3/4"	19,00	100	100
1/2"	12,50	100	100
3/8"	9,50	100	100
# 4	4,80	97	100
# 10	2,00	50	70
# 40	0,42	15	30
# 80	0,175	10	22
# 200	0,075	7	18

GRANULOMETRIA DE AGREGADOS			
Material:	**PEDRISCO**	Porcentagem Passando:	
peneira	diâmetro	mínimo	máximo
	(mm)	(%)	(%)
1"	25,40	100	100
3/4"	19,00	100	100
1/2"	12,50	100	100
3/8"	9,50	95	100
# 4	4,80	30	60
# 10	2,00	0	15
# 40	0,42	0	5
# 80	0,175	0	3
# 200	0,075	0	2

GRANULOMETRIA DE AGREGADOS			
material:	**PÓ**	Porcentagem Passando:	
peneira	diâmetro	mínimo	máximo
	(mm)	(%)	(%)
1"	25,40	100	100
3/4"	19,00	100	100
1/2"	12,50	100	100
3/8"	9,50	100	100
# 4	4,80	97	100
# 10	2,00	50	70
# 40	0,42	15	30
# 80	0,175	10	22
# 200	0,075	7	18

OBS: PARA A AREIA LAVADA VIDE ITEM 3.2.2