



**Departamento de  
Estradas de Rodagem  
do Estado do Paraná -  
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420  
CEP 80230 902  
Curitiba Paraná  
Fone (41) 3304 8000  
[www.der.pr.gov.br](http://www.der.pr.gov.br)

## **PAVIMENTAÇÃO: MISTURAS ASFÁLTICAS ABERTAS USINADAS A QUENTE**

Especificações de Serviços Rodoviários  
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017  
Deliberação n.º 140/2017  
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 22/05  
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: Revestimento, camada porosa  
de atrito.

19  
páginas

### **RESUMO**

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de misturas asfálticas do tipo pré-misturado aberto a quente. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

### **SUMÁRIO**

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

## 0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 22/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

## 1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de regularização, base ou revestimento de pavimentos rodoviários em obras sob jurisdição do DER/PR.

## 2 REFERÊNCIAS

- ABNT- NBR14329 - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo (CAP) Resolução nº19/2005
- ANP - Cimento asfáltico de petróleo modificados por polímeros elastoméricos - Resolução nº 32/2010;
- ASTM-D 2172 - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures – Método B;
- DNER-ME 024 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga *Benkelman*;
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão Los Angeles;
- DNER-ME 043 - Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall;
- DNER-ME 053 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica;
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- DNER-ME 117 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente;
- DNER-ME 383 - Desgaste por abrasão de misturas betuminosas com asfalto polímero – Ensaio Cantabro;
- DNER-PRO 164 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter);
- DNER-PRO 182 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter;
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR.

### **3 DEFINIÇÃO**

3.1 Mistura Asfáltica Aberta Usinada a Quente (MAAUQ) é a mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais de granulometria descontínua e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente, com volume de vazios maior do que 12 %.

3.2 De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a MAAUQ deve atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as designações a seguir apresentadas:

- a) Camada de regularização, em obras de restauração onde, além da função estrutural, deseja-se corrigir deformações da pista existente.
- b) Camada intermediária, posicionada imediatamente abaixo do revestimento.
- c) Camada de revestimento.
- d) Camada delgada, aplicada sobre revestimentos, para prevenção contra derrapagens, compondo-se a mistura, neste caso, com agregado de limitado diâmetro máximo (camada porosa de atrito – CPA).

### **4 CONDIÇÕES GERAIS**

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem da mistura;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso, que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos:

- a) Cimentos asfálticos de petróleo (CAP) atendendo a resolução nº 19/2005 da ANP;
- b) Cimentos asfálticos de petróleo modificados por polímeros elastoméricos atendendo a Resolução nº 32/2010 da ANP;
- c) O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos, modificados ou não, que venham a ser produzidos e especificados no país pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação do DER/PR.

5.1.2 Agregados

- a) O agregado, preponderantemente graúdo, deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 089, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
  - agregados graúdos ..... 12%
  - agregados miúdos ..... 15%
- c) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 40%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas neste ensaio, são abordados no Manual de Execução;
- d) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ultrapassar a 20%.

5.1.3 Melhorador de adesividade: a utilização de melhorador de adesividade deverá ser definida através da execução de ensaio de adesividade (DNER-ME 078).

5.2 Composição da mistura: deve satisfazer aos requisitos do quadro a seguir.

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso				
ABNT	Abertura, mm	I	II	III	IV	V
1 1/2"	38,1	100	-	-	-	-
1"	25,4	95 – 100	100	-	-	-
3/4"	19,1	-	-	100	-	-
1/2"	12,7	25 – 60	45 – 75	65 – 95	100	100
3/8"	9,5	-	-	-	70 – 100	80 – 100
nº 4	4,8	0 – 10	5 – 30	5 – 35	20 – 40	20 – 40
nº 10	2,0	0 – 4	0 – 6	0 – 10	5 – 20	12 – 20
nº 40	0,6	-	-	-	-	8 – 14
nº 80	0,18	-	-	-	2 – 8	-
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 4	3 – 5
Utilização como		Base ou revestimento			CPA	

- A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a 2/3 da espessura da camada asfáltica.
- Para a dosagem da mistura, devem ser atendidas as orientações a respeito contidas no Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR

### 5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início da execução dos serviços.

5.3.2 Depósitos para cimento asfáltico: os depósitos para o cimento asfáltico devem ser capazes de aquecer o material, conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- o aquecimento deve 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;
- o sistema de circulação do cimento asfáltico deve garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- a capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deve ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

### 5.3.3 Depósitos para agregados (silos)

- a) Os silos devem ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados.
- b) Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulação.
- c) O sistema de alimentação deve ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância da alimentação.
- d) Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deve ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

### 5.3.4 Usina para misturas asfálticas

A usina deve ter condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo estar totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.

A) Preferencialmente, são empregadas usinas gravimétricas.

- A usina deve ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador para distribuição do material para os silos quentes.
- As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para a pesagem do ligante asfáltico devem apresentar precisão de 0,5% quando aferidas com pesos – padrão.
- O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente para minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.
- O misturador deve ser do tipo "pugmill" com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.
- A usina deve ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:
  - a) um termômetro com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, instalados na descarga do secador e em cada silo quente para registrar a temperatura dos agregados;
  - b) um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 210°C instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador.

B) Podem ser utilizadas ainda, quando autorizado pelo DER/PR, usinas do tipo Fluxo Contínuo, atendendo as características mínimas a seguir:

- Usinas com secador contrafluxo,
- Um silo para cada material,
- Dosador de filler,
- Alimentação de agregados com velocidade variável,
- Sistema de controle de dosagem, preferencialmente automatizado e sincronizado que permita aumentar ou diminuir a velocidade sem alterar as proporções,
- Balança para agregados,
- Alarme para falta de fluxo de material,
- Misturador externo rotativo ou pug-mill,
- Controle de temperatura.

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

5.3.5 Caminhões para transporte da mistura: o transporte da mistura asfáltica deve ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas.

#### 5.3.6 Equipamento para distribuição

- a) A distribuição da mistura asfáltica é normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.
- b) A acabadora deve ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só é admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora.
- c) A acabadora deve possuir, ainda:
  - c.1) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
  - c.2) sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
  - c.3) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;
  - c.4) sistema de nivelamento eletrônico.

#### 5.3.7 Equipamento para compressão

- a) A compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.
- b) 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 deve ter peso compatível com a espessura da camada.
- d) O emprego de rolos lisos vibratórios pode ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovado em serviços similares.
- e) Em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes no que tange à obtenção das densidades objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

5.3.8 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados, complementarmente:

- a) soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais.

## 5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral", procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

#### 5.4.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que receber a camada de MAAUQ deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.
- c) A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução da MAAUQ. Se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.
- d) No caso de desdobramento da espessura total de MAAUQ em duas camadas, a pintura de ligação entre estas pode ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.

#### 5.4.6 Produção da MAAUQ

- a) A MAAUQ deve ser produzida em usina apropriada, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.3.4 desta especificação. A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.
- b) A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante, definida pelo fabricante.
- c) Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.
- d) A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser de 5 a 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177°C.

#### 5.4.7 Transporte da MAAUQ

- a) A MAAUQ produzida é transportada da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes atendendo ao especificado em 5.3.5.
- b) A aderência da mistura às chapas da caçamba é 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 deve ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.
- c) As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

#### 5.4.8 Distribuição da mistura

- a) A distribuição é efetuada através de vibroacabadora, atendendo às prescrições contidas a respeito em 5.3.6.
- b) Deve 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.
- c) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

#### 5.4.9 Compressão

- a) A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a distribuição da mesma.
- b) Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso.
- c) Para misturas abertas utilizadas para base ou revestimento (faixas I, II e III), a rolagem inicial é executada através de rolo de pneumáticos autopropulsionado
- d) Para o acabamento da fase de compressão, é utilizado rolo tandem de rodas lisas.
- e) Já para misturas abertas empregadas como camada anti-derrapante (faixas IV e V), recomenda-se a rolagem com rolo liso tandem de rodas metálicas com peso compatível à espessura da camada.
- f) As operações de rolagem devem atender às seguintes orientações gerais:
  - g.1) a compressão é executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
  - g.2) em cada nova faixa a ser compactada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida.
- g) As espessuras máximas de cada camada individual, após compressão, devem ser definidas na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão.

- h) O processo de compactação empregado deve assegurar a adequada densificação da mistura, o que pode ser avaliado pela observação do efeito da passagem dos rolos empregados.
- i) Os rolos compactadores, nas passagens iniciais, devem operar sem que as juntas transversais ou longitudinais, na largura de 0,15 m, sejam comprimidas. Depois de espalhada a camada adjacente, a compressão da junta é feita abrangendo, no mínimo, a largura de 0,15 m da camada anteriormente executada.
- j) O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento (vide Manual de Execução do DER/PR).
- k) A camada de MAAUQ recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

## **6 MANEJO AMBIENTAL**

6.1 Para execução da MAAUQ, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina dosadora e misturadora.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

### **6.3 Agregados**

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

- a) 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;
- b) deve ser apresentada 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;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) 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;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;

- f) 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.

#### 6.4 Ligantes betuminosos

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

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

6.4.3 As operações em usinas misturadoras para MAAUQ englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

<b>Agentes e fontes poluidoras</b>	
<b>Agente poluidor</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, 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.
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.

6.4.4 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à instalação
  - a.1) Atribuir à contratante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
  - a.2) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.
  - a.3) 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 diversão e outras construções comunitárias.

- a.4) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.
- b) Quanto à operação
  - b.1) 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.
  - b.2) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
  - b.3) Enclausurar a correia transportadora de agregado frio. Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.
  - b.4) Manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

## **7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE**

7.1 Compete à executante apresentar relatório dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 Para o controle interno de execução devem ser realizados ensaios nas quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios

7.3 Ensaios mínimos necessários para o controle interno de qualidade do material.

7.3.1 Cimento asfáltico de Petróleo - CAP

7.3.1.1 Item 4.2 das Condições Gerais

## 7.3.2 Agregados

Agregados	
Quantidade	Descrição
<b>a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:</b>	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lamerlidade (ver Manual de Execução DER/PR)
01	Ensaio de adesividade
01	Ensaio de durabilidade
<b>b) Para cada 500 t de mistura produzida:</b>	
01	Ensaio de granulometria do agregado de cada silo

## 7.3.3 Controle de produção

Controle de produção	
Quantidade	Descrição do ensaio
<b>Para cada 200 t de mistura produzida:</b>	
02	Medidas do ligante antes da entrada do misturador e da mistura, na saída do misturador

Quantidade	Descrição
<b>Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias:</b>	
01	Determinação expedita da resistência à água (adesividade)

## 7.3.4 Controle de execução na pista

Controle de execução na pista	
Quantidade	Descrição do ensaio
<b>a) Espalhamento e compactação:</b>	
02	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação
<b>b) Para cada 300 t de mistura produzida, imediatamente após a passagem da acabadora:</b>	
01	Extração do ligante de mistura
01	Granulometria da mistura de agregados, resultante da extração de betume
<b>c) Para cada 2000 t de mistura produzida, imediatamente após a passagem da acabadora (somente para camada porosa de atrito)</b>	
01	Ensaio Cantabro
<b>c) Para cada 100 t de mistura produzida compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa:</b>	
01	Densidade aparente de corpo de prova
<b>Nota 1:</b> Paralelamente aos ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação são realizados a cada 3000 t de massa produzida, um ensaio de extração segundo ASTM D-2172 método B, para ajuste de possíveis desvios no ensaio do Rotarex.	
<b>Nota 2:</b> Para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 24) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

## **8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE**

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

### **8.2 Verificação final da qualidade**

8.2.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no máximo a cada 100m, por extração de corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação da mistura.

8.2.2 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

### **8.2.3 Acabamento**

- a) As condições de acabamento da superfície são apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Em particular, são avaliadas as condições de desempenho da camada, a qualidade das juntas executadas e a inexistência de marcas decorrentes da má qualidade de distribuição e/ou de compressão inadequada.
- b) O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200m.

## **9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO**

### **9.1 Aceitação dos materiais**

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

- a) os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP constantes no certificado emitido pelo distribuidor (item 4.2 Condições Gerais), devem ser julgados satisfatórios.

9.1.2 Agregados: os agregados utilizados são aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) o agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) o agregado miúdo atenda aos requisitos desta especificação no que se refere

ao ensaio de durabilidade;

### 9.1.3 Verificação da adesividade

- a) A verificação das condições de adesividade do ligante aos agregados empregados é efetuada através do ensaio de adesividade previsto nesta especificação.

## 9.2 Aceitação da execução

### 9.2.1 Temperaturas

- a) A produção da mistura asfáltica é aceita, com vistas ao controle de temperatura, se:
- a.1) as temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, 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;
- a.2) temperaturas do cimento asfáltico superiores a 177°C ou dos agregados superiores a 177°C, implicam na rejeição da massa produzida;
- b) A massa asfáltica chegada à pista é aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:
- b.1) a temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento e processo utilizados, e o grau de compactação objetivado.

### 9.2.2 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

- a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelos ensaios de extração, em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos.
- b) Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada.

Peneira		%Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 200	0,074	± 2

9.2.3 Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem estar no intervalo de 97% a 101%.

9.2.4 Ensaio Cantabro: no caso da CPA, o valor máximo da perda no ensaio Cantabro, calculado estatisticamente conforme procedimento descritos no item 9.5.1, é de 25,0 %.

9.2.5 A camada de MAAUQ é aceita se as medidas de deflexão forem inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo de camada.

### 9.3 Aceitação do controle geométrico

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

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:
  - b.1) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de  $\pm 5\%$ , em relação à espessura prevista em projeto;
  - b.2) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de  $\pm 10\%$ , em relação à espessura prevista em projeto.
- c) eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da executante.

### 9.4 Aceitação do acabamento

9.4.1 O serviço é 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 indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão.
- c) os valores do índice internacional de irregularidade (IRI) sejam no máximo 2,8 m/km para valores individuais e 2,5 m/km para análises estatísticas, em caso de MAAUQ utilizado como camada de rolamento. Para uso de MAAUQ em camada intermediária, os limites de aceitação para o índice internacional de irregularidade (IRI) são 0,5 m/km superiores aos indicados para camada de rolamento.

## 9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$  ou  $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$ : não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$  e  $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$ : conformidade;

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

$x_i$  – valores individuais;

$\bar{X}$  – média da amostra;

$s$  – desvio padrão;

$k$  – adotado o valor 1,25;

$n$  – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se  $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ : não conformidade;

Se  $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ : conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se  $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$ : não conformidade;

Se  $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$ : conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

## 10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de MAAUQ , executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em toneladas, fazendo-se distinção em relação à função da camada (regularização, camada intermediária, revestimento ou camada porosa de atrito)

10.2 Para o caso de regularização, a determinação da massa aplicada é efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balança periodicamente aferida, e sob o devido controle de um técnico do DER/PR.

10.3 Para o caso de revestimento, camada porosa de atrito ou camada intermediária, a medição da massa aplicada é efetuada pelo produto dos volumes executados pela massa específica aparente média  $\bar{X}$  da mistura aplicada na pista. No cálculo dos volumes considera-se, obedecidas as tolerâncias especificadas, para cada segmento, sua extensão, a largura média da plataforma tratada, e a espessura média  $\bar{X}$  da camada aplicada, esta última não podendo superar à espessura de projeto.

## 11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

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

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no traço aprovado pelo DER/PR.