



MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR
DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA
Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330
Norma rodoviária
Especificação de Serviço
DNER-ES 317/97
p. 01/14

Pavimentação - pré-misturado a frio

RESUMO

Este documento estabelece a sistemática a ser empregada na fabricação de misturas prévias a frio para a construção de camada do pavimento. Neste documento encontram-se definidos os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade dos materiais e serviços, além dos critérios para a aceitação, rejeição e medição dos serviços.

ABSTRACT

This document that is a technical standard, presents procedures for cold bituminous premix for pavement construction. It presents requirements concerning materials, equipment, ambiental preserving, quality control and the criteria for acceptance and rejection of the services.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definição
- 4 Condições gerais

- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Inspeção
- 8 Critérios de medição

0 PREFÁCIO

Esta Norma estabelece a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

1 OBJETIVO

Estabelecer os procedimentos a serem empregados na fabricação de misturas betuminosas a frio para a construção de camadas do pavimento de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto.

2 REFERÊNCIAS

Para o entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

- a) DNER-ME 002/94 - Emulsão asfáltica - carga da partícula;

Macrodescriptores MT : pavimentação, agregado, material betuminoso

Microdescriptores DNER : pré-misturado, agregado, mistura betuminosa, pavimentação

Palavras-chave IRRD/IPR : mistura betuminosa (4967), material betuminoso (4955), pavimento flexível (2944)

Descriptores SINORTEC : betumes, agregados, pavimentos flexíveis

Aprovado pelo Conselho Administrativo em: 05/03/97, Resolução nº 16/97, Sessão nº CA/08/97

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Substitui a DNER-ES-P 105/80

Processo nº 51100000912/97-63

Revisão e Adaptação à DNER-PRO 101/97,
Aprovada pela DrDTc em 06/11/97

- b) DNER-ME 004/94 - Material betuminoso - determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura;
- c) DNER-ME 005/94 - Emulsão asfáltica - determinação da peneiração;
- d) DNER-ME 006/94 - Emulsão asfáltica - determinação da sedimentação;
- e) DNER-ME 035/94 - Agregado - determinação da abrasão “Los Angeles”;
- f) DNER-ME 043/64 - Misturas betuminosas a quente - ensaio Marshall;
- g) DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas - porcentagem de betume;
- h) DNER-ME 054/94 - Equivalente de areia;
- i) DNER-ME 059/94 - Emulsões asfálticas - determinação da resistência a água (adesividade);
- j) DNER-ME 063/94 - Emulsões asfálticas catiônicas- determinação da desemulsibilidade;
- l) DNER-ME 083/94 - Agregados - análise granulométrica;
- m) DNER-ME 086/94 - Agregado - determinação de índice de forma;
- n) DNER-ME 089/94 - Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- o) DNER-ME 107/94 - Mistura betuminosa a frio, com emulsão asfáltica - ensaio Marshall;
- p) DNER-EM 369/97 - Emulsões asfálticas catiônicas;
- q) DNER-ES-279/97 - Caminhos de serviço;
- r) DNER/PRO 164/94 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistema Integradores IPR/USP e Maysmeter);
- s) DNER-PRO 182 - Medição da irregularidade de superfície do pavimento com (Sistema Integradores - IPR/USP - **Maysmeter**);
- t) DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- u) ABNT NBR-6568 - Emulsões asfálticas - resíduos por evaporação e destilação;
- v) ABNT NBR-6300 - Emulsão asfáltica - determinação da resistência a água (adesividade);
- x) British Standard - Métodos HD 15/87 e HD 36/87 - determinação da VDR - resistência a derrapagem pelo pêndulo britânico;
- y) LCPC - Método RG-2-1771 - Determinação da rugosidade superficial pela altura da areia;
- z) Manual de Pré-Misturados a Frio - IBP, 1992.

3 DEFINIÇÃO

Para os efeitos desta Norma, é adotada a definição seguinte:

Pré-misturado a frio - mistura executada à temperatura ambiente em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filer) e emulsão asfáltica, espalhada e comprimida a frio.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 O pré-misturado a frio pode ser empregado como revestimento, base, regularização ou reforço de pavimento.

4.2 Não será permitida a execução dos serviços objeto desta Especificação em dias de chuva.

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

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os constituintes do pré-misturado a frio são o agregado mineral e a emulsão asfáltica, os quais devem o contido na Seção 2, e as demais especificações aprovadas pelo DNER.

5.1 Material

5.1.1 Emulsão asfáltica

Podem ser empregadas os seguintes ligantes asfálticos:

- a) emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, tipos: RM-1C e RM-2C;
- b) emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta, tipos: RL-1C;
- c) ligantes betuminosos modificados emulsionados, quando indicados no projeto.

Nota: Por motivos técnico-econômicos poderão ser utilizadas emulsões asfálticas tipo LA, LA-C e LA-E.

5.1.2 Agregado

5.1.2.1 Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser de pedra ou seixo britados, ou outro material indicado no projeto. Deve ser constituído por fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas e apresentar as características seguintes:

- a) desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035), admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de emprego anterior terem apresentado desempenho satisfatório;
- b) índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086);
- c) durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89);
- d) granulometria dos agregados (DNER-ME 083), obedecendo as faixas especificadas no quadro do item 5.2.1;
- e) adesividade superior a 90% (DNER-ME 059 e ABNT NBR-6300).

5.1.2.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser de areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deverá apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

5.1.2.3 Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, não plásticos, tais como: cimento Portland, cal extinta, pó calcário, etc., e que atendam a seguinte granulometria, quando ensaiados pelo método DNER-ME 083:

Peneiras nº	mm	% mínima passando
40	0,42	100
80	0,175	95
200	0,075	65

Quando da aplicação, deverão estar secos e isentos de grumos.

5.2 Composição da mistura

5.2.1 A composição do pré-misturado a frio deve satisfazer aos requisitos, com as respectivas tolerâncias, no que diz respeito à granulometria e aos percentuais de ligante betuminoso, conforme o quadro seguinte:

Peneiras		% mínima passando				Tolerâncias da faixa de projeto
pol.	mm	A	B	C	D	
1"	25,4	100	-	100	-	± 7%
3/4"	19,1	75-100	100	95-100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	75-100	-	95-100	± 7%
3/8"	9,5	30-60	35-70	40-70	45-80	± 7%
Nº 4	4,8	10-35	15-40	20-40	25-45	± 5%
Nº 10	2,0	5-20	10-25	10-25	15-30	± 5%
Nº 200	0,075	0-5	0-5	0-8	0-8	± 2%
Betume Solúvel no CS ₂ %		4-6	4-6	4-6	4-6	± 2%

A faixa a ser usada deve ser aquela cujo diâmetro máximo é igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada.

5.2.2 Na escolha da curva granulométrica, com as respectivas tolerâncias, para a camada de rolamento, deverá ser considerada a segurança ao usuário especificada no item 7.3.4 - Condições de segurança.

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

5.2.4 Deverá ser utilizado o Método **Marshall** modificado - DNER-ME 107, para as misturas a frio, para verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência, atendendo aos valores seguintes:

Porcentagem de vazios	5 a 30
Estabilidade, mínima	250 kgf (75 golpes) 150 kgf (50 golpes)
Fluência, mm.	2,0-4,5

A energia de compactação do ensaio será fixada no projeto.

5.3 Equipamento

5.3.1 Depósito para emulsão asfáltica

Os depósitos de emulsão asfáltica deverão ser completamente vedados, de modo a evitar o contato deste material com ar, água, poeira, etc. Os tanques deverão dispor, ainda, de dispositivos que permitam a homogeneização, aquecimento ou resfriamento da emulsão, se necessário, assim como, dotados de termômetros, com precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ para controle da temperatura. A capacidade dos depósitos deverá ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

5.3.2 Depósito para agregado

Os silos deverão ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e serão divididos em compartimentos dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga. Haverá, se necessário, um silo adequado para o filer conjugado com o dispositivo para sua dosagem.

5.3.3 Usina para pré-misturado

5.3.3.1 A usina deverá estar equipada com um misturador tipo **Pug-Mill**, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis, ou outro tipo de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme.

5.3.3.2 Sobre a correia transportadora deverá ser adaptado o dispositivo para umedecimento da mistura de agregados. Os silos deverão dispor de comportas reguláveis e capacidade suficiente para que a alimentação da correia transportadora seja controlada e contínua.

5.3.4 Equipamento para espalhamento do pré-misturado

5.3.4.1 O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizas, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamentos requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar as misturas exatamente nas faixas especificadas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. Preferencialmente, deverão possuir dispositivos eletrônicos para controle de espessura.

5.3.4.2 Quando não se dispuser de acabadora, deverá ser utilizado um distribuidor automotriz do tipo utilizado para espalhamento de agregados.

5.3.4.3 Quando não houver possibilidade de utilização dos equipamentos, ou quando o pré-misturado é estocado em montes ao longo do trecho, recomenda-se a utilização de motoniveladoras. Este tipo de equipamento pode, também, ser utilizado nos casos onde o pré-misturado for empregado como camada de nivelamento e/ou regularização.

5.3.5 Equipamento de compressão

O equipamento de compressão será constituído de rolo liso vibratório ou rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem. O rolo vibratório deverá possuir amplitude e frequência de vibração compatíveis com o serviço a ser executado. Os rolos compressores, tipo tandem, devem ter uma

carga de 8t a 12t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 MPa a 0,85 MPa (35 psi a 120 psi).

5.3.6 Caminhões para transporte da mistura

5.3.6.1 Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do pré-misturado, deverão 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. Não será permitida a utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso, tais como óleo diesel, gasolina, etc.

5.3.6.2 A tampa traseira da caçamba deverá ser perfeitamente vedada, de modo a evitar derramamento de emulsão sobre a pista. Para isto, poderá ser necessária a fixação de dispositivo para retenção, no interior da caçamba, e posterior remoção, da água oriunda de molhagem do agregado e da ruptura da emulsão asfáltica.

5.4 Execução

5.4.1 Antes de iniciar a construção da camada de pré-misturado, a superfície subjacente deverá estar limpa e pintada ou imprimada. Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido tráfego sobre a superfície imprimada, ou, ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

5.4.2 Produção do pré-misturado

A produção do pré-misturado deverá ser efetuada em usinas indicadas em 5.3.3 e rigorosamente controladas, de modo a se obter uma mistura uniforme.

A viscosidade da emulsão asfáltica no início da mistura deverá estar compreendida entre 75 SSF a 150 SSF (DNER-ME 004), indicando-se preferencialmente a viscosidade de 85 SSF a 95 SSF.

5.4.3 Transporte do pré-misturado

5.4.3.1 O pré-misturado produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes antes especificados.

5.4.3.2 Quando necessário, para que a mistura não sofra a ação de intempéries, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

5.4.3.3 Quando necessário, os caminhões devem permanecer em local apropriado para permitir a drenagem da água proveniente da ruptura da emulsão.

5.4.4 Distribuição e compressão da mistura

5.4.4.1 Os pré-misturados devem ser distribuídos somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 °C e com tempo não chuvoso.

5.4.4.2 A distribuição do pré-misturado deve ser feita por equipamentos conforme especificado em 5.3.4.

5.4.4.3 Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de pré-misturado, sendo o espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos, seguida da adequada compressão.

5.4.4.4 A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até atingir a compressão especificada.

5.4.4.4.1 O Executante poderá optar ainda pela técnica de compressão que melhor lhe aprouver, desde que tenha havido uma experimentação inicial, fora do canteiro de serviço.

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

5.4.5 Abertura ao tráfego

A camada recém acabada poderá ser aberta ao tráfego imediatamente após o término do serviço de compressão, desde que não se note deformação ou desagregação.

6 MANEJO AMBIENTAL

Para execução da camada betuminosa do pré-misturado a frio são necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque de ligante betuminoso 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 serão aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deverá ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

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 DNER-ES 279/97 para caminho 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 Ligantes betuminosos

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

6.2.2 Vedar o refugo de materiais usados à margem 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 a limpeza de canteiro de obras.

6.2.4 As operações em usinas misturadoras a frio englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte e estocagem de filer;
- c) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e emulsão asfáltica.

Agentes e fontes poluidoras

Agente poluidor	Fonte poluidoras
I. Emissão de partículas	As 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 no tanque de emulsão.
III. Emissões fugitiva	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.
OBS.: Emissões fugitivas	São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

6.3 Quanto a instalação

6.3.1 Impedir a instalação de usinas a uma distância inferior a 200 m (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 construções comunitárias.

6.3.2 Definir no projeto executivo áreas para as instalações industriais, de maneira a alcançar 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 equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislações vigentes.

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

6.4.3 Enclausurar a correia transportadora de agregados.

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

6.4.5 Fechar os silos de estocagem de massa asfáltica.

6.4.6 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.

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

6.4.8 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.

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

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

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

7 INSPEÇÃO

7.1 Controle de qualidade do material

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER, e satisfazer as especificações em vigor.

7.1.1 Ligante betuminoso

O controle de qualidade do ligante betuminoso constará do seguinte:

a) para todo carregamento que chegar à obra:

- 01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura;
- 01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004);
- 01 ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR-6568);
- 01 ensaio de peneiramento (DNER-ME 005);
- 01 ensaio de carga de partícula (DNER-ME 002).

b) Periodicamente, para cada 100t:

- 01 ensaio de sedimentação (DNER-ME 006);
- 01 ensaio de desemulsibilidade (DNER-ME 063);
- 01 ensaio de destilação (ABNT NBR-6568).

7.1.2 Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- a) ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
- b) ensaio de desgaste Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 035);
- c) ensaio de durabilidade, se for exigido, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 086);
- d) ensaio de índice de fôrma, para cada 900m³ (DNER-ME 086);
- e) ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);
- f) ensaio de resistência a água (adesividade) (DNER-ME 059).

7.2 Controle da execução

O controle da execução será exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

7.2.1 Controle da usinagem do pré-misturado a frio

7.2.1.1 Controle da quantidade de ligante na mistura

Devem ser efetuadas extrações de ligante em amostras coletadas na saída do misturador (DNER-ME 053). A porcentagem de ligante residual poderá variar, no máximo, $\pm 0,3\%$, da fixada no projeto.

7.2.1.2 Controle da graduação da mistura de agregados

Será procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, obedecendo as tolerâncias especificadas no projeto.

7.2.1.3 Controle das características da mistura

7.2.1.3.1 Deverão ser realizados ensaios **Marshall** com três corpos-de-prova de cada mistura, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 043).

7.2.1.3.2 Os valores de estabilidade e da fluência deverão satisfazer ao especificado no item antes proposto. As amostras devem ser retiradas na saída do misturador.

7.2.1.4 O número das determinações ou ensaios de controle da usinagem do pré-misturado a frio, por jornada de 8 horas de trabalho, será 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 ^o 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 compressão na pista

7.2.2.1 Controle do grau de compressão

7.2.2.1.1 O controle do grau de compressão GC da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a massa específica aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de brocas rotativas.

7.2.2.1.2 Poderão ser empregados outros métodos para determinação da massa específica aparente na pista, desde que indicados no projeto.

7.2.2.1.3 Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos aleatoriamente durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 95%.

7.2.2.1.4 O controle do grau de compressão poderá, também, ser feito medindo-se a massa específica aparente dos corpos-de-provas extraídos da pista e comparando-se com a massa específica aparente de corpos-de-prova moldados no local. As amostras para a moldagem destes corpos-de-prova deverão ser colhidas bem próximo ao local onde serão realizados os furos e antes da sua compactação.

7.2.2.2 O número de determinações do grau de compressão GC é definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo Executante, conforme Tabela do item 7.2.1.4.

7.3 Verificação final da qualidade

7.3.1 Espessura da camada

Será 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 compressão da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às 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. Poderá também ser a trena. Os desvios verificados não deverão exceder $\pm 5\text{cm}$.

7.3.3 Acabamento da superfície

7.3.3.1 Durante a execução deverá ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície da camada, 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.

7.3.3.2 O acabamento da superfície deverá ser verificado por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta” devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o acabamento ao Quociente de Irregularidade - QI deverá apresentar valor inferior a 35 contagens/km.

7.3.4 Condições de segurança

7.3.4.1 O revestimento acabado deverá apresentar VRD, Valor de Resistência à Derrapagem, superior a 55, medido com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Métodos HD 15/87 e HD 36/87 **Bristish Standard**), ou outros similares.

7.3.4.2 O projeto da mistura deverá ser verificado experimentalmente através de trecho experimental com extensão da ordem de 100m.

7.3.4.3 Poderá, também, ser empregado outro processo para avaliação da resistência à derrapagem, quando indicado no projeto. Os ensaios de controle da execução serão realizados para cada 200m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória.

7.4 Aceitação e rejeição

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

7.4.2 Quanto ao controle da usinagem do pré-misturado a frio, espalhamento e compressão na pista, deve-se analisar estatisticamente os resultados a seguir e verificar a condição seguinte (DNER-PRO 277/97):

a) Na usina

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

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$ - rejeita-se o serviço;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo de projeto}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$ - aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

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

Onde:

X_i - valores individuais.

\bar{X} - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

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

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido}$ - rejeita-se o serviço;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$ - aceita-se o serviço.

b) Na pista

Para o Grau de Compressão - GC - em que é especificado um valor mínimo a ser atingido, deve-se verificar a condição seguinte:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido}$ - rejeita-se o serviço;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$ - aceita-se o serviço.

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

7.4.4 Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios seguintes:

8.1 O pré-misturado a frio será medido, em metros cúbicos, através da mistura efetivamente aplicada na pista. Não serão motivo de medição: mão-de-obra, materiais, (exceto ligante betuminoso), transporte da mistura da usina à pista e encargos, por estarem incluídos na composição do preço unitário.

8.2 A quantidade de ligante betuminoso aplicada é obtida através da média aritmética dos valores medidos na usina, em toneladas.

8.3 O transporte do ligante betuminoso, efetivamente aplicado, será medido com base na distância entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.