



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 314/97
p. 01/09

Pavimentação - lama asfáltica

RESUMO

Este documento define a sistemática a ser empregada na fabricação e aplicação de lama asfáltica para selagem, impermeabilização, rejuvenescimento e conservação dos pavimentos e estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade, além dos critérios para a aceitação, rejeição e medição dos serviços.

ABSTRACT

This document presents procedures for slurry seal execution. It presents requirements concerning materials, equipment, execution, 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 os procedimentos a serem empregados na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na confecção e aplicação de lama asfáltica com o objetivo de selar, impermeabilizar ou rejuvenescer revestimentos betuminosos e nos serviços de conservação de pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

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

- a) DNER-EM 204/95 - Cimentos asfálticos de petróleo;

Macrodescriptores MT : pavimentação

Microdescriptores DNER : lama asfáltica, capa selante

Palavras-chave IRRD/IPR : capa selante (2973), material betuminoso (4955)

Descritores SINORTEC : asfáltica, 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 23/71

Processo nº 5110000912/97-63

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

- b) DNER-EM 369/97 - Emulsões asfálticas catiônicas;
- c) DNER-ME 002/94 - Emulsão asfáltica - carga da partícula;
- d) DNER-ME 004/94 - Material betuminoso - determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura ;
- e) DNER-ME 005/94 - Emulsão asfáltica - determinação da peneiração;
- f) DNER-ME 006/94 - Emulsões asfálticas - determinação da sedimentação;
- g) DNER-ME 035/94 - Agregados - determinação da abrasão “Los Angeles”;
- h) DNER-ME 054/94 - Equivalente de areia;
- i) DNER-ME 059/94 - Emulsões asfálticas - determinação da resistência à 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 do 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-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- p) ABNT NBR-6568 - Determinação do resíduo de destilação de emulsões asfálticas;
- q) ABNT NBR-6300 - Emulsões asfálticas - determinação da resistência a água (adesividade);
- r) ASTM-D 2172 - Misturas betuminosas - extração de betume;
- s) ISSA-A 105/91 - Lama asfáltica (**Slurry Seal**);
- t) ISSA-TB N° 100/90 - **Wet Track Abrasion Test** - WTAT;
- u) ISSA-TB N° 109/90 - **Loaded Wheel Tester** - LWT;
- v) ISSA-TB N° 114/90 - **Wet Stripping Test** - WST;
- w) **British Standard** - Métodos HD 15/87 e HD 36/87 - determinação da VDR - resistência e derrapagem pelo pêndulo britânico;
- x) DNER - Manual de Pavimentação, 1996.

3 DEFINIÇÃO

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

Lama asfáltica - consiste na associação de agregado mineral, material de enchimento (filer), emulsão asfáltica e água, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 A lama asfáltica pode ser empregada como camada de selamento, impermeabilização e rejuvenescimento de pavimentos.

4.2 Não permitir 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, quantidade do seu conteúdo e a distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os constituintes da lama asfáltica que são emulsão asfáltica, agregado miúdo, material de enchimento (filer) e água, devem satisfazer a estas Especificações, item 2 - Referências, e as especificações aprovadas pelo DNER.

5.1 Material

5.1.1 Ligante betuminoso

Podem ser empregadas emulsões asfálticas aniônicas de ruptura lenta, tipos LA-1 e LA-2, emulsões asfálticas catiônicas de ruptura lenta, tipos LA-1C, LA-2C e RL-1C e emulsão asfáltica especial LA-E, além do asfaltos modificados emulsionados, quando indicados no projeto.

5.1.2 Aditivos

Podem ser empregados aditivos para acelerar ou retardar a ruptura da emulsão na lama asfáltica.

5.1.3 Água

Deverá ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais a ruptura da emulsão asfáltica. Será empregada na quantidade necessária a promover a consistência adequada.

5.1.4 Agregado

5.1.4.1 Serão constituídos de areia, agregado miúdo, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes e apresentar moderada angulosidade, livre de torrões de argila e de substâncias nocivas, com as características seguintes:

- a) o material que deu origem ao agregado miúdo e pó de pedra deve apresentar desgaste “Los Angeles” igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035). Entretanto, poderão ser admitidos valores de desgastes maiores no caso de terem apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior;
- b) durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089);
- c) equivalência de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054);
- d) resistência a água - adesividade superior a 90% (DNER-ME 059) e ABNT NBR-6300 (MB-721).

5.1.4.2 Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais finamente divididos, tais como: cimento Portland, cal extinta, pós calcários, etc, e que atendam a granulometria seguinte:

Peneira	Porcentagem em peso, passando
N° 40	100
N° 80	95-100
N° 200	65-100

Quando aplicado deverá estar seco e isento de grumos.

5.1.5 Composição da mistura

5.1.6 A dosagem adequada da lama asfáltica será realizada com base nos ensaios recomendados pela ISSA - **International Slurry Surfacing Association**:

ISSA-TB 100 - **Wet Track Abrasion** - perda máxima para 1 hora - 800g/m²

ISSA-TB 109 - **Loaded Wheel Tester e Sand Adhesion** máximo - 538g/m²

ISSA-TB 114 - **Wet Stripping Test**, mínimo - 90%

5.1.7 Um ajuste de dosagem dos componentes da lama asfáltica deverá ser feito nas condições de campo, antes do início do serviço.

5.1.8 A composição granulométrica da mistura de agregados deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte, com as respectivas tolerâncias quando ensaiadas pelo Método DNER-ME 083.

Peneiras ASTM mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	Tolerâncias da Faixa de Projeto
3/8" (9,5)	-	-	100	100	-
Nº4 (4,8)	100	100	90-100	70-90	± 5%
Nº8 (2,4)	80-100	90-100	65-90	45-70	± 5%
Nº16 (1,21)	-	65-90	45-70	28-50	± 5%
Nº30 (0,6)	30-60	40-65	30-50	19-34	± 5%
Nº50 (0,33)	20-45	25-42	18-30	12-25	± 4%
Nº100 (0,15)	10-25	15-30	10-21	7-18	± 3%
Nº200 (0,074)	5-15	10-20	5-15	5-15	± 2%
Mistura seca, kg/m ²	4-6	2-5	5-8	8-13	-
Espessura, mm	3-4	2-3	4-6	6-9	-
% em relação ao peso da mistura seca					
Água	10-20	10-20	10-15	10-15	-
Ligante residual	8-13	10-16	7, 5-13, 5	6, 5-12	-

5.1.9 Quando a camada de lama asfáltica for empregada como camada final de rolamento, a curva granulométrica deverá ser escolhida em função das condições de segurança do item 7.3.3 e item 5.1.7.

5.2 Equipamento

5.2.1 Equipamento de limpeza

Para limpeza da superfície utilizam-se vassouras mecânicas, jatos de ar comprimido, e outros.

5.2.2 Equipamento de mistura e de espalhamento

A lama asfáltica deve ser executada em equipamento apropriado, que apresente as seguintes características mínimas:

- a) silo para agregado miúdo;
- b) depósitos separados, para água e emulsão asfáltica;

- c) depósito para material de enchimento (filer), com alimentador automático;
- d) sistema de circulação e alimentação do ligante betuminoso, acoplado como sistema de alimentação do agregado miúdo, de modo a assegurar perfeito controle de traço;
- e) sistema misturador capaz de processar uma mistura uniforme e de despejar a massa diretamente sobre a pista, em operação contínua, sem processo de segregação;
- f) chassi - todo o conjunto descrito nos itens anteriores é montado sobre um chassi móvel autopropulsado, ou atrelado a um cavalo mecânico, ou trator de pneus;
- g) caixa distribuidora - esta peça se apoia diretamente sobre o pavimento e é atrelada ao chassi. Deverá ser montada sobre borracha, ter largura regulável para 3,50m (meia pista) e ser suficientemente pesada para garantir uniformidade de distribuição e bom acabamento.

Em casos especiais de obras de pequeno vulto, a mistura poderá ser executada, na pista, manualmente. No processo manual a mistura será realizada em betoneiras, derramada diretamente sobre a pista e espalhada uniformemente por operários munidos de rodos e vassourões apropriados. Falho e moroso é adotado, apenas, em obras de pequeno vulto.

5.3 Execução

5.3.1 Espalhamento da lama asfáltica

A lama asfáltica deve ser espalhada com velocidade uniforme, a mais reduzida possível. Em condições normais, a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação será a de observar a consistência da massa, abrindo ou fechando a alimentação d'água, de modo a obter uma consistência uniforme e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de massa.

5.3.2 Correção de falhas

As possíveis falhas de execução, tais como escassez ou excesso de massa, irregularidade na emenda de faixas, etc., deverão ser corrigidas imediatamente após a execução. A escassez é corrigida com adição de massa, e os excessos com a retirada por meio de rodos de madeira, ou de borracha. Após estas correções, a superfície áspera deixada será alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso, umedecido com a própria massa, ou emulsão. Os sacos de aniagem são muito adequados para o acabamento final destas correções.

5.3.3 Compactação pelo tráfego

Duas a três horas após o espalhamento da lama asfáltica, com emulsão catiônicas, a superfície tratada deverá ser liberada ao tráfego. Com emulsões aniônicas, esse prazo poderá ser bastante prolongado, dependendo das condições de ruptura da emulsão. É importante que a faixa trabalhada seja reaberta ao tráfego após a lama asfáltica ter adquirido consistência suficiente para resistir ao tráfego sem desagregar. Em segmentos sem tráfego, recomenda-se o emprego de rolos pneumáticos para melhorar a coesão da lama asfáltica.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 A preservação do meio ambiente nos serviços de lama asfáltica envolve a obtenção e aplicação de agregado pétreo miúdo, areia, estoque e aplicação de material betuminoso. Deve-se adotar os cuidados seguintes:

6.1.1 Vedada a instalação de depósitos de material betuminoso próximos a curso d'água.

6.1.2 Vedado, também, o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes, ou qualquer outro lugar que possa causar prejuízo ambiental.

6.1.3 Na desmobilização desta atividade, removidos os depósitos de ligante e efetuada a limpeza do canteiro de obras, recompõem-se a área afetada pelas atividades da construção.

7 INSPEÇÃO

7.1 Controle do material

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNER.

7.1.1 Ligante betuminoso

O controle de qualidade do material betuminoso constará do seguinte:

a) para todo carregamento que chegar á obra:

- 01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" a 25°C, (DNER-ME 148);
- 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) com frequência variável:

- 01 ensaio de sedimentação, (DNER-ME 006) para cada 100t.

7.1.2 Agregados

O controle de qualidade dos agregados por jornada de trabalho constará do seguinte:

- a) 02 ensaios de granulometria de cada agregado, (DNER-ME 083);
- b) 01 ensaio de adesividade, (DNER-ME 059) e ABNT NBR-6300 (MB-721);
- c) 01 ensaio de equivalente de areia, (DNER-ME 054).

7.2 Controle da execução

7.2.1 Verificação do equipamento

Cada equipamento empregado na aplicação de lama asfáltica deve ser calibrado no início dos serviços através da execução de segmentos experimentais.

As verificações a serem efetuadas são as seguintes:

- a) consistência da mistura espalhada;
- b) atendimento do projeto da mistura conforme os itens seguintes, 7.2.2 e 7.2.3;
- c) quantidade e velocidades de aplicação para proporcionar o acabamento desejado.

Se ao final destas três verificações em segmentos experimentais os resultados esperados não forem alcançados, deve ser revisto todo o processo de calibração do equipamento.

7.2.2 Controle de quantidade do ligante betuminoso

A quantidade de ligante betuminoso deverá ser determinada através da retirada de amostras aleatórias em cada segmento de aplicação, fazendo-se a extração de betume com o aparelho **Soxhlet** (ASTM-D 2172). A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, $\pm 0,30\%$ da fixada no projeto.

7.2.3 Controle da graduação da mistura de agregados

O controle da graduação da mistura de agregados é feito através da análise granulométrica da mistura de agregados provenientes do ensaio de extração do item anterior. As tolerâncias são dadas no traço fixado no projeto.

7.2.4 Frequência das determinações

O número de determinações utilizadas nos ensaios de controle de qualidade do ligante betuminoso e granulometria da mistura de lama asfáltica será definido pelo Executante, em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a tabela seguinte:

Tabela de amostragem variável															
n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	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	0,13	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 para cada segmento é de cinco.

7.3 Verificação final da qualidade

7.3.1 Acabamento da superfície

7.3.1.1 A superfície acabada é verificada visualmente devendo se apresentar desempenada e com o mesmo aspecto e textura do obtido nos segmentos experimentais.

7.3.2 Alinhamentos

A verificação dos alinhamentos do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação é feita a trena. Os desvios verificados não deverão exceder ± 5 cm.

7.3.3 Condições de segurança

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

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

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 Para o controle da quantidade de ligante betuminoso e granulometria da mistura da lama asfáltica em que foram estabelecidos intervalos de valores pelo projeto, deve-se verificar 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.

7.4.3 Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos

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

8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

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

8.1 A lama asfáltica será medida na pista através da área executada, em metros quadrados, incluindo todas as operações e encargos para a execução destes serviços, inclusive o armazenamento e transporte do ligante betuminoso, dos tanques de estocagem à pista, bem como, a produção e o transporte de agregados.

8.2 A quantidade de ligante betuminoso efetivamente aplicado é obtido através da média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas.

8.3 Será medido o transporte do ligante betuminoso efetivamente aplicado, entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.