



**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 301/97**  
**p. 01/07**

## **Pavimentação - sub-base estabilizada granulometricamente**

### **RESUMO**

Este documento define a sistemática empregada na execução da camada de sub-base do pavimento utilizando solo estabilizado granulometricamente. Para tanto, são apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução e controle da qualidade dos materiais empregados e da execução, além dos critérios para aceitação, rejeição e pagamento dos serviços.

### **ABSTRACT**

This document presents procedures for subbase road construction, using stabilized granular soil mixtures. 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 a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

### **1 OBJETIVO**

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução da camada da sub-base estabilizada granulometricamente.

### **2 REFERÊNCIAS**

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

- a) DNER-ES 279/97 - Caminhos de serviço;
- b) DNER-ES 281/97- Empréstimos;

**Macrodescriptores MT** : pavimentação

**Microdescriptores DNER** : camada pavimento, sub-base estabilizada granulometricamente

**Palavras-chave IRRD/IPR** : soro (4156), estabilização do solo (3689), sub-base

**Descritores SINORTEC** : normas, pavimentos flexíveis

Aprovado pelo Conselho Administrativo em 05/03/97, Resolução n° 16/97, Sessão n° CA/ 08/97

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Substitui a DNER-ES-P 08/71

Processo n° 5110000912/97-63

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

- c) DNER-ME 029/94 - Solo - determinação de expansibilidade;
- d) DNER-ME 030/94 - Solos - determinação das relações sílica-alumina e sílica-sesquióxidos;
- e) DNER-ME 036/94 - Solo - determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do balão de borracha;
- f) DNER-ME 049/94 - Solos - determinação do índice de suporte califórnia utilizando amostras não trabalhadas;
- g) DNER-ME 052/94 - Solos e agregados miúdos - determinação da umidade com emprego do “Speedy”;
- h) DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento;
- i) DNER-ME 082/94 - Solos - determinação do limite de plasticidade;
- j) DNER-ME 088/94 - Solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool ;
- l) DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- m) DNER-ME 122/94 - Solos - determinação do limite de liquidez - método de referência e método expedito;
- n) DNER-ME 129/94 - Solos - compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- o) DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- p) DNER-ISA 07 - Instrução de serviço ambiental;
- q) DNER - Manual de Pavimentação, 1996.

### 3 DEFINIÇÃO

Para os efeitos desta Norma é adotada a definição seguinte:

Sub-base estabilizada granulometricamente - camada granular de pavimentação executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado.

### 4 CONDIÇÕES GERAIS

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta norma, em dias de chuva.

### 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

#### 5.1 Material

5.1.1 Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados, escória ou produtos totais de britagem.

5.1.2 Os materiais destinados à confecção da sub-base devem apresentar as características seguintes:

- a) índice de grupo - IG igual a zero quando submetido aos ensaios de caracterização seguintes:

- DNER-ME 080
- DNER-ME 082
- DNER-ME 122

b) a fração retida na peneira nº 10 no ensaio de granulometria deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substâncias prejudiciais;

c) Índice de Suporte Califórnia  $ISC \geq 20$  ou de acordo com indicações do projeto, e expansão  $\leq 1,0\%$  determinada através dos ensaios seguintes:

- Compactação DNER-ME 129 (método B ou C), conforme indicação do projeto;
- Índice Suporte Califórnia DNER-ME 049 com a energia de compactação definida no projeto.

5.1.3 No caso de solos lateríticos caracterizados no projeto, pela relação molecular sílica/sesquióxido  $R \leq 2$ , os materiais submetidos aos ensaios acima poderão apresentar índice de grupo IG diferente de zero e expansão  $\leq 0,5\%$ , desde que o ensaio da expansibilidade (DNER-ME 029) apresente um valor inferior a 10%.

## 5.2 Equipamento

5.2.1 São indicados os seguintes equipamentos para a execução de sub-base granular: motoniveladora pesada, com escarificador: carro tanque distribuidor de água, rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático, grade de discos, pulvimisturador e central de mistura.

## 5.3 Execução

5.3.1 A execução da sub-base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, em usina ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

5.3.2 Quando houver necessidade de se executar camada de sub-base com espessura final superior a 20cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será 10 cm, após a compactação.

## 6 MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da camada de sub-base estabilizada granulometricamente, são:

### 6.1 Na exploração das ocorrências de materiais

6.1.1 Atendimento às recomendações preconizadas nas DNER-ES 281 e DNER-ISA 07 - Instrução de Serviço Ambiental.

6.1.2 Caso seja utilizado material pétreo, os seguintes cuidados deverão ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

6.1.2.1 O material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia junto ao Livro de Ocorrências da obra.

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

6.1.2.3 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.

6.1.2.4 Não provocar queimadas como forma de desmatamento.

6.1.2.5 As estradas de acesso deverão seguir as recomendações da DNER-ES 279.

6.1.2.6 Deverão ser construídas, 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.

6.1.2.7 Caso a brita seja fornecida por terceiros exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como, sua operação junto ao órgão ambiental competente.

6.2 Na execução

6.2.1 Os cuidados para a preservação ambiental referem-se à disciplina do tráfego e estacionamento dos equipamentos.

6.2.2 Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

6.2.3 As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que, resíduos de lubrificantes e, ou, combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

## 7 INSPEÇÃO

7.1 Controle do material

Deverão ser adotados os procedimentos seguintes:

7.1.1 Ensaio de caracterização do material espalhado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000 m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.

7.1.2 Ensaio de compactação pelo método DNER-ME 129 (método B ou C) com material coletado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.

7.1.3 No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto poderá ser modificada quanto ao número de golpes, de modo a se atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo.

7.1.4 Ensaios de Índice Suporte California - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049, na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300 m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1.000 m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.

7.1.5 O número de ensaios ou determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade ser assumido pelo executante, conforme a tabela seguinte:

**Tabela - 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
$\alpha$	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° de amostras				k = coeficiente multiplicador				$\alpha$ = risco do executante							

O número mínimo de ensaios ou determinações por camada de segmento (área inferior a 4000m<sup>2</sup>) é de 5.

## 7.2 Controle da execução

7.2.1 Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação por camada, para cada 100m de pista a ser compactada em locais escolhidos aleatoriamente. (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). A tolerância admitida para a umidade higroscópica será de  $\pm$  2% umidade ótima.

7.2.2 Ensaios de massa específica aparente seca "in situ" para cada 100m de pista em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092 e DNER-ME 036. Para pistas de extensão limitada, com áreas de no máximo 4.000m<sup>2</sup>, deverão ser feitas pelo menos 5 determinações por camada para o cálculo do grau de compactação - GC.

7.2.3 Os cálculos do grau de compactação,  $GC \geq 100\%$  serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca obtida no laboratório e da massa específica aparente "in situ" obtida no campo.

7.2.4 O número de ensaios para verificação do Grau de Compactação  $GC \geq 100\%$  será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo Executante conforme tabela do item 7.1.5.

## 7.3 Verificação final da qualidade

### 7.3.1 Controle geométrico

Após a execução da sub-base proceder à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a)  $\pm 10$  cm, quanto à largura da plataforma;
- b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c)  $\pm 10\%$ , quanto a espessura do projeto na camada projetada.

#### 7.4 Aceitação e rejeição

7.4.1 O valor do IG calculado a partir dos ensaios de caracterização do material, de acordo com 5.1.2 e 7.1.1, deverá sempre apresentar o resultado  $IG = 0$ , exceto no caso de solos lateríticos.

7.4.2 A expansão determinada no ensaio de ISC deverá sempre apresentar resultado inferior a 1%, e para os solos lateríticos inferior a 0,5%.

7.4.3 Será controlado o valor mínimo para os valores de ISC do projeto e Grau de Compactação,  $GC \geq 100\%$ , adotando-se o seguinte procedimento:

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

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

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.

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

7.4.5 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 sub-base será medida em metros cúbicos de material compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto.

8.2 No cálculo dos valores dos volumes serão consideradas as larguras e espessuras médias obtidas no controle geométrico.

8.3 Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.