



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE  
INFRAESTRUTURA DE  
TRANSPORTES  
DIRETORIA GERAL  
DIRETORIA EXECUTIVA  
INSTITUTO DE PESQUISAS  
RODOVIÁRIAS  
Rodovia Presidente Dutra, km 163  
Centro Rodoviário – Vigário Geral  
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000  
Tel/fax: (21) 2472-4500

_____/2009	NORMA DNIT _____ - ES
<b>Pavimentos flexíveis – Reforço do subleito - Especificação de serviço</b>	
<b>Autor:</b> Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR <b>Processo:</b> 50607.000138/2009-02 <b>Origem:</b> Revisão da norma DNER – ES 300/97. <b>Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de / / .</b>	
<i>Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.</i>	
<b>Palavras-chave:</b> Pavimentação, Reforço, Subleito	<b>Nº total de páginas</b> 7

## Resumo

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução da camada de reforço do subleito utilizando solo estabilizado granulometricamente.

São também apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução, inclusive plano de amostragem e de ensaios, manejo ambiental, controle de qualidade, condições de conformidade e não-conformidade e os critérios de medição dos serviços.

## Abstract

This document presents procedures for pavement reinforcement using graded stabilized soil. It includes the requirements for the materials, the equipment, the execution, includes a sampling plan and essays, the environmental management, the quality control, the conditions for conformity and non-conformity and the criteria for the measurement of the performed jobs.

## Sumário

Prefácio .....	1
1 Objetivo .....	1
2 Referências normativas .....	1
3 Definições .....	2
4 Condições gerais .....	2
5 Condições específicas .....	2
6 Condicionantes ambientais .....	3
7 Inspeções .....	3

8 Critérios de medição .....	5
Anexo A (Informativo) Bibliografia .....	6
Índice geral .....	7

## Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX, para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada na execução e controle da qualidade da camada de reforço do subleito, quando utilizados solos estabilizados granulometricamente. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ES 300/97.

## 1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução da camada de reforço do subleito.

## 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - ME 036/94 - Solo - Determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com emprego do

- balão de borracha. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- b) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 049/94* - Solos – Determinação do “índice de suporte califórnia” utilizando amostras não trabalhadas. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- c) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 052/94* - Solos e agregados miúdos – Determinação da umidade com emprego do “speedy”. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- d) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 080/94* - Solos – Análise granulométrica por peneiramento. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- e) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 082/94* - Solos – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- f) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 088/94* - Solos – Determinação da umidade pelo método expedito do álcool. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- g) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 092/94* - Solo – Determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- h) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 122/94* - Solos – Determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- i) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 129/94* - Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- j) \_\_\_\_\_. *DNER-PRO 277/97* - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- k) BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura Rodoviária. *DNIT 001/2009-PRO*: elaboração e apresentação de normas do DNIT - procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- l) \_\_\_\_\_. *DNIT 011/2004-PRO* - Gestão de qualidade em obras rodoviárias - procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- m) \_\_\_\_\_. *DNIT 013/2004-PRO* - Requisitos para a qualidade em obras rodoviárias - procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

- n) \_\_\_\_\_. *DNIT 070/2006-PRO* - Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras - procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2006.
- o) \_\_\_\_\_. *DNIT\_\_\_\_\_ - ES* - Terraplenagem – Caminhos de serviço – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- p) \_\_\_\_\_. *DNIT\_\_\_\_\_ :ES* - Terraplenagem – Empréstimos – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2009.

### 3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

#### 3.1 Reforço do subleito

Camada estabilizada granulometricamente, executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado, utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada de sub-base, originadas pela baixa capacidade de suporte do subleito.

#### 3.2 Estabilização granulométrica

Processo de melhoria da capacidade resistente de materiais “in natura” ou mistura de materiais, mediante emprego de energia de compactação adequada, de forma a se obter um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

### 4 Condições gerais

**4.1** Não será permitida a execução dos serviços objeto desta Norma em dias de chuva.

**4.2** É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

### 5 Condições específicas

#### 5.1 Material

5.1.1 Os materiais constituintes são solos ou mistura de solos, de qualidade superior à do subleito.

5.1.2 Quando submetidos aos ensaios de caracterização *DNER-ME 080/94*, *DNER-ME 082/94* e *DNER-ME 122/94*, o Índice de Grupo (IG) deverá ser, no máximo, igual ao do subleito indicado no projeto;

5.1.3 Índice Suporte Califórnia - ISC - igual ou maior aos indicados no projeto, e Expansão  $\leq 1\%$ , determinados através dos ensaios:

- a) Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia de compactação indicada no projeto;
- b) Ensaio de Índice Suporte Califórnia - DNER-ME 049/94, com a energia do ensaio de compactação.

## 5.2 Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de regularização:

- a) Motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) Carro tanque distribuidor de água;
- c) Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- d) Grade de discos e
- e) Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

## 5.3 Execução

5.3.1 A execução do reforço do subleito compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais na pista, seguida de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

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

## 6 Condicionantes ambientais

Objetivando a preservação ambiental, deverão ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos, e/ou instituídos, no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto

de Engenharia – PE, o Plano Básico Ambiental – PBA e os Programas Ambientais.

## 7 Inspeções

### 7.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução do reforço do subleito devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

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 segmento de 1000 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

7.1.2 Ensaio de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia indicada no projeto, com material coletado 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 segmento de 1000m de extensão no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

7.1.3 Ensaio de Índice Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, com 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 jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra, por segmento de 1000m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

7.1.4 A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m<sup>2</sup>, deverão ser coletadas pelo menos 5 amostras, para execução do controle dos insumos.

## 7.2 Controle da produção

O controle da produção (Execução) do reforço do subleito deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4). Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

7.2.1 Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica serão de  $\pm 2\%$  em relação à umidade ótima.

7.2.2 Ensaio de massa específica aparente seca "in situ" para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de, no máximo, 4000 m<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 de grau de compactação serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca "in situ" obtida na pista. Não serão aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório.

## 7.3 Verificação do produto

A verificação final da qualidade da camada de reforço do subleito (Produto) deve ser exercida através das seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

### 7.3.1 Controle geométrico

Após a execução do reforço do subleito proceder-se-á a relocação e nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- $\pm 10$  cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- $\pm 10\%$ , quanto à espessura da camada indicada no projeto.

## 7.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios, para o controle tecnológico dos insumos, da produção e do produto serão estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

## 7.5 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos aos insumos, à produção e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado em 7.4, deverão cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

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

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado} \Rightarrow$  Não Conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado} \Rightarrow$  Conformidade.

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.

Quando especificado um valor máximo a ser atingido devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado} \Rightarrow$  Não Conformidade;

$\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado} \Rightarrow$  Conformidade.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “Não-Conformidades” dos Insumos e do Produto.

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

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário será rejeitado.

## 8 Critérios de medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos

serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

- a) o reforço do subleito será medido em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não serão motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- b) no cálculo dos volumes de reforço do subleito serão consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- c) não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) nenhuma medição será processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

\_\_\_\_\_/Anexo A

**Anexo A (Informativo)****Bibliografia**

- a) BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem: *manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR. Publ., 719).
- b) BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes: *manual de restauração de pavimentos asfálticos*. 2. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR. Publ., 720)

\_\_\_\_\_ /Índice geral

**Índice geral**

Resumo		1			
Abstract		1	Execução	5.3	3
Anexo A (Informativo)			Índice geral		7
Bibliografia		7	Inspeções	7	3
Condicionantes ambientais	6	3	Material	5.1	2
Condições de conformidade			Objetivo	1	1
e não conformidade	7.5	4	Plano de amostragem –		
Condições específicas	5	2	Controle tecnológico	7.4	4
Condições gerais	4	2	Prefácio		1
Controle da produção	7.2	4	Referências Normativas	2	1
Controle dos insumos	7.1	3	Reforço do subleito	3.1	2
Critérios de medição	8	5	Sumário		1
Definições	3	2	Verificação do produto	7.3	4
Equipamento	5.2	3			
Estabilização granulométrica	3.2	2			

---