

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Reforço do Subleito	2.03.02

01. DEFINIÇÃO

Trata-se da camada granular de pavimentação, com espessura variável, definida de acordo com o dimensionamento do pavimento, cuja finalidade é melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito. Será executada sobre o subleito, devidamente compactado e regularizado.

02. MÉTODO EXECUTIVO

A execução do reforço do subleito envolve as operações de :

- ˘ Escavação e carga no empréstimo ou na jazida;
- ˘ Transporte e descarga;
- ˘ Homogeneização, pulverização, umedecimento ou secagem;
- ˘ Espalhamento;
- ˘ Compactação do material, e,
- ˘ Acabamento final.

As operações serão realizadas na pista ou área devidamente compactada e regularizada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após sua conclusão, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, elas deverão ser subdivididas em camadas parciais, sempre com espessura máxima de 20 cm e mínima de 10 cm, após a compactação.

O diâmetro máximo admissível dos grãos não deverá ultrapassar a metade da espessura da camada projetada e, em hipótese alguma, ultrapassará o diâmetro de 3" (7,6 cm) mesmo que esta medida não represente metade da espessura da camada.

O grau de compactação a ser obtido deverá ser no mínimo de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio de Proctor Intermediário, e o teor de umidade deverá se situar na umidade ótima com variação de $\pm 2\%$ em relação ao mesmo ensaio.

Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução do reforço do subleito:

- ˘ Motoniveladora pesada com escarificador;
- ˘ Caminhão-pipa com barra distribuidora;
- ˘ Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso-vibratório ou de pneus, rebocados ou auto-propelidos;
- ˘ Grade de discos;
- ˘ Trator agrícola de pneus.
- ˘ Pulvimisturador

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos em função das características dos materiais empregados.

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle dos Materiais

O material a ser empregado deverá ser proveniente de empréstimos ou jazidas indicados no projeto, e deverá apresentar características superiores às dos materiais do subleito.

Preferencialmente, serão empregados solos residuais (argila, saibros, etc.).

Poderão ser utilizadas misturas de solos existentes.

Os materiais destinados à confecção de reforço de subleito, quando submetidos aos Ensaio de Caracterização (DNER-ME 080, DNER-ME 122, DNER-ME 082), deverão :

- ˘ Apresentar Índice do Grupo, IG, igual ou menor que o IG do material do subleito.
- ˘ Apresentar o Índice de Suporte Califórnia ISC superior ao ISC do subleito ou de acordo com indicações do projeto e expansão $< 1,0\%$ quando determinada através dos seguintes ensaios:

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	<i>2.03</i>
Reforço do Subleito	2.03.02

- 、 Compactação DNER-ME 129 (método A).
- 、 Índice Suporte Califórnia - ISC, método DNER-ME 049 com a energia de compactação do método DNER-ME 129.

Verificação da Qualidade dos Materiais

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos para verificação:

- 、 Realizar ensaios de caracterização do material espalhado na pista ou área (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria), em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300 m de pista (ou aproximadamente 2.000 m² de área), ou por jornada diária de trabalho. A frequência dos ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1.000 m de extensão (ou aproximadamente 7.000 m² de área), no caso de emprego de materiais homogêneos.
- 、 Realizar ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129 (método A) com material coletado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300m de pista (ou aproximadamente 2.000 m² de área), ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1.000 m de extensão (ou aproximadamente 7.000 m² de área), no caso de emprego de materiais homogêneos.
- 、 Realizar ensaios de Índice Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049, com energia de compactação conforme método DNER – ME 129, para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletadas uma amostra por camada para cada 300 m de pista (ou aproximadamente 2.000 m² de área), ou por jornada diária de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1.000 m de extensão (ou aproximadamente 7.000 m² de área), no caso de emprego de materiais homogêneos.
- 、 número de ensaios ou determinações, será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a seguinte tabela:

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Reforço do Subleito	2.03.02

TABELA DA 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
	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 = nº de amostras k = coeficiente multiplicador = risco da Contratada														

Tabela 01.

O número mínimo de ensaios ou determinações por camada e por segmento (área inferior a 4000m²) é de 5.

Controle da Execução

Para se verificar a qualidade dos serviços executados, poderão ser exigidos os seguintes ensaios, a critério da Fiscalização:

- Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada (ou aproximadamente 700m² de área) em locais escolhidos aleatoriamente, (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica serão de $\pm 2 \%$ em torno da umidade ótima.
- Ensaio de massa específica aparente seca "*in situ*" para cada 100m de pista (ou aproximadamente 700 m²), em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, pelo método DNER-ME 092 ou DNER-ME 036. Para pistas ou áreas de extensão limitada, com áreas de no máximo 4.00 m², deverão ser feitas pelo menos 5 determinações por camada para o cálculo do grau de compactação - GC.
- Os cálculos do grau de compactação $GC \geq 100 \%$ 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.
- O número de ensaios para verificação do Grau de Compactação - $GC \geq 100 \%$ será definido em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a Tabela de Amostragem Variável.
- O valor do IG, calculado a partir dos ensaios de caracterização do material, deverá sempre

apresentar o resultado $IG \geq IG$ do subleito existente.

- A expansão determinada no ensaio de ISC deverá sempre apresentar resultado inferior a 1%.
- Será controlado o valor mínimo para os valores de ISC de projeto e grau de compactação - $GC \geq 100 \%$, adotando-se o seguinte procedimento:

$\bar{X} - K_s < \text{valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço.}$

$\bar{X} - K_s \geq \text{valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço.}$

Sendo:

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

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

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.

- No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em segmentos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

- Para os ensaios do Índice de Suporte Califórnia, cada um destes segmentos terá uma extensão

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Reforço do Subleito	2.03.02

máxima de 100 metros de pista (ou aproximadamente 700 m² de área) e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros de pista (ou aproximadamente 350 m² de área).

- Os segmentos serão aceitos pela verificação dos resultados dos ensaios, desde que atinjam os valores exigidos.
- No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de reforço com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada imediatamente superior. Ocorrendo o oposto, ou seja, uma camada com espessura superior à do projeto, a diferença **não será deduzida da espessura de projeto da camada imediatamente superior.**
- Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

Controle Geométrico

Após a execução do reforço do subleito serão procedidos a relocação e o nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ± 10cm, quanto a largura da plataforma;
- até 20 %, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- ± 10 %, quanto à espessura da camada projetada.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

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

Manejo Ambiental

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da camada de reforço do subleito são:

Na exploração das Ocorrências de Materiais

Atendimento às recomendações preconizadas na DNER-ES 281/97 e DNER-ISA 07 - Instrução de Serviço Ambiental.

As estradas de acesso deverão seguir as recomendações da DNER-ES 279/97.

Na Execução

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

Deverá ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora da área da obra, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

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.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O reforço do subleito será medido em metros cúbicos de material compactado, conforme a seção transversal do projeto.

No cálculo dos volumes serão consideradas as larguras e espessuras médias obtidas no Controle Geométrico, consideradas as tolerâncias especificadas.

Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados em projeto.

Estão incluídas neste serviço todas as operações de espalhamento, homogeneização, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento, bem como os custos de manutenção, drenagem e conservação dos caminhos de serviço.

As operações de desmatamento e expurgo de jazida, caso ocorram, escavação, carga e transporte do material serão pagos separadamente, conforme especificações próprias.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, conforme medição aprovada pela Fiscalização, incluindo toda a mão-de-obra,

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Reforço do Subleito	2.03.02

materiais, equipamentos e encargos necessários à execução do serviço.

Serão de responsabilidade e custo da Contratada eventuais indenizações para liberação de áreas de empréstimo ou jazidas.

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DNER	ES 300/97	Reforço do Subleito
DNER	ES 279/97	Caminhos de serviço
DNER	ES 281/97	Empréstimos
DNER	ME 049/94	Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
DNER	ME 052/94	Solos e agregados miúdos – determinação da umidade com emprego do “ <i>Speedy</i> ”
DNER	ME 080/94	Solos - análise granulométrica por peneiramento
DNER	ME 082/94	Solos – determinação do Limite de Plasticidade
DNER	ME 088/94	Solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool
DNER	ME 092/94	Solo - determinação da massa específica aparente do solo “ <i>in situ</i> ”, com o emprego do frasco de areia
DNER	ME 036/94	Solo - determinação da massa específica aparente do solo “ <i>in situ</i> ”, com o emprego do balão de borracha
DNER	ME122/94	Solos - determinação do Limite de Liquidez - método de referencia e método expedito
DNER	ME 129/94	Solos - compactação utilizando amostras não trabalhadas
DNER	PRO 277/97	Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNER	ISA 07	Instrução de serviço ambiental
DNER		Manual de Pavimentação, 1996