

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Base Estabilizada Granulometricamente	2.03.07

01. DEFINIÇÃO

Trata-se da camada granular de pavimentação executada sobre a sub-base, subleito natural regularizado e compactado ou subleito com reforço devidamente regularizado e compactado

Pode ser constituída por camadas de solo cujos índices físicos satisfaçam aos especificados, demonstrados através dos ensaios de caracterização padrão DNER.

Poderão ser usados também canga ferruginosa, minério de ferro, escória siderúrgica, brita de bica corrida, ou material de fundo de pedreira, executados com ou sem mistura de materiais, sempre submetidos à aprovação da fiscalização.

Em alguns casos poderão ser utilizados outros materiais desde que sejam atendidas as exigências quanto às suas características e as disposições do projeto.

A procedência do material será indicada pelo projeto ou pela Fiscalização.

02. MÉTODO EXECUTIVO

A execução da base envolve as seguintes operações:

- ✚ Escavação e carga no empréstimo ou jazida;
- ✚ Transporte e. descarga;
- ✚ Homogeneização, pulverização, umedecimento ou secagem (na pista ou em usina);
- ✚ Espalhamento;
- ✚ Compactação e
- ✚ Acabamento do material lançado na pista.

As operações de compactação e acabamento 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 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 grau de compactação deverá ser, conforme determinação do projeto:

- ✚ No mínimo, 100 % em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio do DNER para Proctor Intermediário; ou
- ✚ No mínimo, 100 % em relação à massa específica aparente seca, máxima, obtida no ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado).

A determinação do desvio máximo de umidade admissível será estabelecido pelo projeto ou pela Fiscalização, em função das características do material a ser empregado.

Equipamento

Para a execução dos serviços de base poderão ser utilizados os seguintes equipamentos:

- ✚ Motoniveladora pesada com escarificador;
- ✚ Caminhão-pipa com barra distribuidora;
- ✚ Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso, liso-vibratório e de pneus, rebocados ou autopropelidos;
- ✚ Grade de discos;
- ✚ Trator agrícola de pneus.
- ✚ Pulvimisturador
- ✚ Central de Mistura

Além destes, poderão ser usados outros equipamentos desde que aceitos pela Fiscalização.

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Base Estabilizada Granulometricamente	2.03.07

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle dos Materiais

Os materiais constituintes poderão ser solos, mistura de solos, mistura de solos e areia ou materiais britados, escória ou produtos provenientes de britagem.

Materiais Granulares Não Lateríticos

Os materiais destinados à confecção da base, com exceção de canga de minério de ferro e outros solos lateríticos, quando submetidos aos Ensaio de Caracterização (DNER-ME 080, DNER-ME 122, DNER-ME 082) e Equivalente de Areia (DNER-ME 054), deverão possuir composição granulométrica satisfazendo uma das faixas do quadro abaixo de acordo com o n.º N de tráfego do DNER.

Tipos Peneiras		Para N > 5 X 10 ⁶				Para N < 5 X 10 ⁶		Tolerâncias
		A	B	C	D	E	F	da faixa de projeto
	(mm)	% EM PESO PASSANDO						
2"	50,8	100	100	-	-	-	-	± 7
1"	25,4	-	75-90	100	100	100	100	± 7
3/8"	9,5	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	± 7
N° 4	4,8	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	± 5
N° 10	2,0	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	± 5
N° 40	0,42	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	± 2
N° 200	0,074	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	± 2

Tabela 01.

Se o material indicado se apresentar muito sensível à segregação, deverá ser escolhida a faixa B ou a faixa C.

A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25 % e índice de plasticidade inferior ou igual a 6 %; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30 %.

A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

Os materiais, quando submetidos aos Ensaio DNER-ME 129 (Método B ou C) e DNER-ME 049 deverão :

- Em se tratando de rodovias, apresentar Índice de Suporte Califórnia superior a 60 % e expansão máxima de 0,5 %, com energia de compactação do Método B, para N ≤ 5 X 10⁶. Se o tráfego previsto para o período do projeto for de N > 5 X 10⁶, o Índice Suporte Califórnia do material da camada de base deverá ser

superior a 80 %; neste caso, a energia de compactação será a do Método C.

- Ter o agregado retido na peneira nº 10 constituído de partículas duras e resistentes, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, estes isentos de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetidos ao ensaio de Los Angeles (DNER-ME 035), não deverão apresentar desgaste superior a 55 % admitindo-se valores maiores no caso de, em utilização anterior, terem apresentado desempenho satisfatório.

Quando for utilizada a escória, esta deverá ser proveniente de alto fornos e isenta de refratários, apresentando necessariamente estabilidade em contato com água. Para se adquirir esta estabilidade, é necessária a ação do intemperismo por períodos prolongados de estocagem. Dessa forma, exige-se que a escória de alto forno a ser empregada se sujeite a depósito a céu aberto, pelo período mínimo de 2 anos, após sua formação.

No caso de utilização da brita de bica corrida, será utilizado o produto total de britagem produzido pelo britador primário ou secundário, sendo desnecessário o peneiramento. Para os fins da

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Base Estabilizada Granulometricamente	2.03.07

presente Especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, recomendando-se que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4 %).

Cangas Ferruginosas, Minérios de Ferro e Solos Lateríticos

Serão considerados solos lateríticos aqueles em que a relação molecular S/R (sílica/ sesquióxidos) for menor que 2, apresentando expansão inferior a 0,2 %, medida no ensaio de expansibilidade DNER-ME 029-94, com 26 golpes por camada.

$$\frac{S}{R} = \frac{\frac{\text{SiO}_2}{60}}{\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{102} + \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{160}}$$

Em se tratando de canga ferruginosa, minério de ferro ou outros solos lateríticos, será admitida expansão 0,5 %, desde que o ensaio da expansibilidade (DNER-ME- 029/94) apresente um valor inferior a 10 %.

Os materiais com estas características deverão satisfazer as seguintes condições:

- Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t (DNER), para o período de projeto:

$$\text{ISC} \geq 60\% \text{ para } N \leq 5 \times 10^6$$

$$\text{ISC} \geq 80\% \text{ para } N > 5 \times 10^6$$

- O material será compactado no laboratório, conforme ensaio DNER-ME 49, com 26 golpes (Próctor Intermediário) ou 56 golpes (Próctor Modificado) por camada, para atender aos valores mínimos de ISC especificados no item anterior, conforme indicação do projeto. Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto ou por Especificação Particular.

- Os materiais deverão apresentar $\text{LL} \leq 40\%$ e $\text{IP} \leq 15\%$

- O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, bem como de matéria vegetal ou outra substância prejudicial e apresentando valores de abrasão "Los Angeles" menores ou iguais a 65 %.

Os materiais devem satisfazer a uma das seguintes faixas granulométricas, em peso:

PENEIRAS		FAIXAS	
	mm	A	B
		%	%
2"	50,8	100	-
1"	25,4	75-100	100
3/8"	9,5	40-85	60-95
Nº 4	4,8	20-75	30-85
Nº 10	2,0	15-60	15-60
Nº 40	0,42	10-45	10-45
Nº 200	0,074	5-30	5-30

Tabela 02.

A carga de minério de ferro a ser utilizada deverá ser preferencialmente de natureza limonítica, caracterizada pela cor avermelhada, sendo desejável que tenha índice de plasticidade mínimo de 5 % ($5\% \leq \text{IP} < 15\%$).

Verificação da Qualidade dos Materiais

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos:

- Ensaios de caracterização e de equivalente de areia do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 054, DNER-ME 080, DNER-ME 082, DNER-ME 122, em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletados uma amostra por camada para cada 300 m de pista (ou aproximadamente 2000 m² de área), ou por jornada diária de 8 horas de horas de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000 m de extensão (ou aproximadamente 7000 m²), no caso de emprego de materiais homogêneos. No caso do emprego de usina de solos as amostras correspondentes serão coletadas na saída do misturador.

- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129 (método B ou C) com materiais coletados na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletados uma

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Base Estabilizada Granulometricamente	2.03.07

amostra por camada para cada 300 m de extensão (ou aproximadamente 2.000 m²), ou por jornada diária de 8 horas de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000 m de extensão (ou aproximadamente 7.000 m²), no caso de emprego de materiais homogêneos. No caso do emprego em usina de solos as amostras correspondentes serão coletadas na saída do misturador.

☞ No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto deverá 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.

☞ Ensaios de Índice Suporte Califórnia - 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. Deverão ser coletadas uma amostra por camada para cada 300 m de pista, ou por camada por jornada diária de 8 horas de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000 m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos. No caso do emprego em usina de solos as amostras correspondentes serão coletadas na saída do misturador.

☞ O número de ensaios e determinações de controle do material, será definido pela Contratada 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
	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						= risco da Contratada					

Tabela 03.

O número mínimo de ensaios e determinações por segmento e por camada (área inferior a 4000 m²) 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 700 m² 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 100 m 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 4000 m², deverão ser feitas pelo menos 5 determinações por camada para o cálculo do grau de compactação - GC.

☞ A amostragem deverá sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

☞ 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

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Base Estabilizada Granulometricamente	2.03.07

qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a Tabela de Amostragem Variável.

- ✚ Os valores dos ensaios de limite de liquidez, limite de plasticidade e de equivalente de areia deverão estar de acordo com esta Especificação.
- ✚ A expansão determinada no ensaio de ISC deverá sempre apresentar resultado inferior a 1%, e para os solos lateríticos inferior a 0,5%..
- ✚ Serão controlados estatisticamente os valores máximos e mínimos da granulometria da mistura, adotando-se o seguinte procedimento:

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

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

Sendo:

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

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

Onde:

$\bar{X} i$ - 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.

Será controlado estatisticamente o valor mínimo do ISC e do Grau de Compactação - GC - adotando-se o seguinte procedimento:

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

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

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 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 sub-leito 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 da base serão procedidos a relocação e o nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ✚ $\pm 10\text{cm}$, quanto a largura da plataforma;
- ✚ até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- ✚ $\pm 10\%$, 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

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	<i>2.03</i>
Base Estabilizada Granulometricamente	2.03.07

operações destinadas à execução da camada de base estabilizada granulometricamente, são:

Na Exploração das Ocorrências de Materiais

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

Caso seja utilizado material pétreo, os seguintes cuidados deverão ser observados na sua exploração:

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

Será evitada a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

Será obrigatória a apresentação do planejamento adequado da 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.

Não serão aceitas queimadas como forma de desmatamento.

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

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.

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

Na Execução

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

Deverá ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora 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.

Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A base será medida em metros cúbicos de material compactado na pista, 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 no projeto.

Estão incluídos neste serviço o fornecimento dos materiais e todas as operações de mistura na usina ou na pista, espalhamento, homogeneização, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento, bem como os custos de manutenção, drenagem e conservação dos caminhos de serviço.

Quando a mistura ocorrer em usina, os transportes do solo para a mesma e do material misturado, desta para a pista, serão pagos separadamente, conforme composições apropriadas.

Quando a mistura ocorrer na pista, o transporte do solo, da jazida para a pista, também será pago separadamente.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, conforme medição aprovada pela Fiscalização, incluindo-se toda a mão-de-obra e encargos necessários à sua execução.

Serão de responsabilidade e custo da Contratada as eventuais indenizações para aquisição de materiais e liberação de áreas de jazidas.

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Base Estabilizada Granulometricamente	2.03.07

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DNER	ES 303/97	Base estabilizada granulometricamente
DNER	ES 279/97	Caminhos de serviço
DNER	ES 281/97	Empréstimos
DNER	ME 030/94	Solos – determinação das relações sílica-alumina e sílica-sesquióxidos
DNER	ME 035/94	Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER	ME 054/94	Equivalente de areia
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 “Speedy”
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 “in situ” , com o emprego do frasco de areia
DNER	ME 036/94	Solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ” , 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	ME 029/94	Solo – determinação de expansibilidade
DNER	PRO 277/97	Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNER	ISA 07	Instrução de serviço ambiental
DNER		Manual de Pavimentação, 1996
AASHTO	MÉTODO T-180-57	Proctor Modificado