



**Departamento de Infraestrutura do estado
de Santa Catarina**

DEINFRA-SC - Departamento Estadual
de Infraestrutura de Santa Catarina
Rua Tenente Silveira, 162 - Edifício
das Diretorias - Centro
Florianópolis - SC - 88010-300
Tel: +55 48 3251-3000

www.deinfra.sc.gov.br

DEINFRA-SC ES-P 02/16

PAVIMENTAÇÃO: CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Administrativo em: 17/05/2016
Resolução n.o 0145/2016.

Esta especificação substitui a DER/SC ES-P 02/92 e
exclui, em seu texto, as camadas de brita graduada.

Autor: DEINFRA-SC (DPLA)

Palavras-chaves: base; sub-base; reforço do
subleito; estabilização granulométrica.

08
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de Camadas Estabilizadas Granulometricamente. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, às **Instruções e Recomendações Gerais do DEINFRA**.

SUMÁRIO

1. Descrição
2. Materiais
3. Equipamentos
4. Execução
5. Controle
6. Medição e Pagamento

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 1/8

1. DESCRIÇÃO

As Camadas Estabilizadas Granulometricamente são aquelas constituídas por solos e agregados naturais, produtos de britagem ou misturas de ambos que apresentem estabilidade e durabilidade adequadas para cumprir suas funções apenas devido a uma conveniente compactação, sem necessidade de nenhum aditivo.

Compreendem as camadas de reforços do subleito, sub-bases e bases.

As camadas estabilizadas granulometricamente com emprego de solos arenosos finos lateríticos, solo argiloso-brita, brita graduada, macadames hidráulicos e macadames secos serão objeto de especificações de serviço próprias.

Notas:

- 1) A **BRITA CORRIDA** é definida como uma camada estabilizada granulometricamente, composta por produtos obtidos diretamente da britagem de rocha sã, e que atenda a esta Especificação.
- 2) O **SEIXO CLASSIFICADO BRITADO NO PRIMÁRIO** é definido como uma camada estabilizada granulometricamente, executada com seixos em que, independentemente do diâmetro dos mesmos, o peneiramento classificatório é processado após a britagem primária, e que atenda a esta Especificação.
- 3) O **SEIXO CLASSIFICADO** é definido como uma camada estabilizada granulometricamente, executada com seixos obtidos em processo de peneiramento após a extração, e que atenda a esta Especificação.
- 4) O **SEIXO BRITADO** é definido como uma camada estabilizada granulometricamente, executada, com seixos britados obtidos da britagem de seixos rolados, ou não, podendo conter fração de **SEIXOS CLASSIFICADOS**.

2. MATERIAIS

Os materiais a serem empregados na execução de Camadas Estabilizadas Granulometricamente deverão ser isentos de material vegetal e impurezas e apresentarem as seguintes condições:

- a) O índice de Suporte Califórnia (**MÉTODO DNER-ME-49/94**) deverá apresentar os seguintes valores:
 - a.1 **Reforço do Subleito:** Superior ao do Subleito. A energia de compactação utilizada poderá ser a normal ou a intermediária.
 - a.2 **Sub-Base:** Superior a 20%. A energia de compactação será a intermediária ou a modificada.
 - a.3 **Base:** Para N menor que 5×10^6 , maior ou igual a 60% e, para N maior que 5×10^6 ,

ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 2/8

maior ou igual a 80%, sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada, respectivamente.

b) A expansão obtida no ensaio da alínea "a", deverá apresentar os seguintes valores para:

b.1 **Reforço do Subleito:** Máximo de 0,5%

b.2 **Sub-Base:** Máximo de 0,5%

b.3 **Base:** Máximo de 0,3%

c) Os materiais utilizados como base deverão atender, ainda, os seguintes requisitos:

c.1 Quando submetido a avaliação de durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, (**MÉTODO DNER-ME-89/94**), os agregados deverão apresentar perdas inferiores à 12% para o agregado graúdo e de 15 % para o agregado miúdo.

c.2 O valor para o equivalente de areia da mistura, (**MÉTODO DNER – ME 54/97**), deverá ser maior que 30%, quando o limite de liquidez, (**MÉTODO DNER-ME-122/94**), for superior a 25% e o limite de plasticidade, (**MÉTODO DNER-ME-82/94**), for superior a 6%.

c.3 Granulometria, (**MÉTODO DNER – ME 83/98**), por via lavada, enquadrada numa das seguintes faixas granulométricas:

FAIXAS GRANULOMÉTRICAS RECOMENDADAS PARA BASES							
PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO					
ASTM	Mm	I	II	III	IV	V	VI
2"	50,8	100	100				
1½"	38,1	90 -100	90 -100				
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100	100	100
3/8"	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 -100	-	-
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85	55 -100	70 -100
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	40 -100	55 -100
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25

Notas:

1) As faixas V e VI não são recomendadas para tráfego pesado.

2) Quando devidamente justificadas, outras faixas granulométricas poderão ser adotadas desde que a mistura tenha boa trabalhabilidade, estabilização adequada e, atenda as demais características especificadas.

c.4 A porcentagem de material que passa na peneira de 0,074 mm (nº 200) não deverá ultrapassar a 2/3 da porcentagem que passe na peneira nº 40.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 3/8

c.5 O agregado retido na peneira de 2,0 mm (nº 10) não deverá ter partículas moles nem impurezas nocivas, devendo apresentar perda máxima de 50% no ensaio de desgaste por Abrasão Los Angeles (**MÉTODO DNER-ME-35/98**).

c.6 A fração passante na peneira nº 4 deve apresentar o equivalente de areia, (**MÉTODO DNER-ME 54/97**), superior a 50%.

c.7 A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade não deve ser superior a 20%.

3. EQUIPAMENTOS

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as seguintes unidades:

- Trator de esteiras;
- Carregador frontal;
- Caminhões basculantes;
- Motoniveladora pesada;
- Grade de discos;
- Recicladora de pavimentos, autopropelida, com tração nas quatro rodas, potência mínima de 400 HP e capacidade de fresar profundidades de, pelo menos, 300 mm numa única passada.
- Trator Agrícola;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro vibratório, ou liso vibratório, e pneumático autopulsor com pressão variável.

Caso os serviços sejam executados com mistura em usina, outros equipamentos serão necessários, a saber:

- Central de mistura dotada de unidade dosadora com, pelo menos, 4 (quatro) silos de agregados múltiplos, independentes, de forma a não permitir a mistura de agregados de granulometria diferentes, quando do carregamento dos mesmo, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill".
- Distribuidor de agregados (solos) autopulsor.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 4/8

4. EXECUÇÃO

4.1 Quando se utilizar de dois ou mais componentes, a mistura terá de ser necessariamente executada em “usina de solos

Excepcionalmente, quando devidamente justificado e estabelecido em projeto, a mistura de dois componentes poderá ser feita na pista com emprego de recicladora.

4.2 Execução na Pista:

- a) O material depositado na pista será espalhado com motoniveladora. A espessura da camada individual compactada será tal que possibilite a uniformidade na compactação.
- b) Recomenda-se o não espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual.
- c) No caso de mistura de dois materiais, será inicialmente espalhado na pista o material que entrar em maior quantidade na composição da mistura e, sobre este, espalhar-se-á o outro material.
- d) No caso do emprego de dois materiais a mistura deverá ser feita com recicladora de forma a permitir uma perfeita homogeneização dos materiais.
- e) O teor de umidade para a compactação deverá situar-se na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a obter-se valor para o ISC no mínimo igual ao obtido, com o material ou mistura, no ensaio do método DNER ME 49/94.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração, se estiver excessivamente úmida.

- f) Concluída a correção da umidade, o material será conformado pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação.
- g) Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão ser processadas fora da área de densificação.
- h) A compactação deverá evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passada anterior.
- i) Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.
- j) A operação de acabamento proceder-se-á mediante o emprego de motoniveladora atuando

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 5/8

exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas com o emprego dos rolos compactadores utilizados.

- k) Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a “**Pintura Asfáltica de Imprimação**”, de acordo com a **ES – P – 04/15**, do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.
- l) Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, à critério da Fiscalização e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

4.3 Execução com mistura em Usina:

- a) O produto da mistura deverá sair da "USINA DE SOLOS" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subseqüentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.
- b) Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.
- c) A mistura usinada deverá, preferencialmente, ser espalhada com "distribuidor de agregados". Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.
- d) O espalhamento deverá ser feito de modo que a espessura da camada individual a ser compactada possibilite a uniformidade de densidade da camada.

Recomenda-se que essa espessura situe-se no intervalo de 0,10 m a 0,20 m.

Recomenda-se o não espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual.

- e) As operações de compactação, acabamento e liberação ao tráfego serão efetuadas conforme subitens “4.2.e.” e seguintes.

5. CONTROLE

5.1 Controle Tecnológico

- a) Para as camadas de base, anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedra em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

**ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA**

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 6/8

- Abrasão "Los Angeles" (**MÉTODO DNER-ME 35/98**);
 - Durabilidade (método DNER-ME 89/94);
 - Equivalente de Areia (**MÉTODO DNER-ME 54/94**).
- b) No caso de ter-se camadas de base constituídas de misturas de solo com material de britagem, seixos britados, ou não, ou produtos totais de britagem, deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima *"MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA"*, a partir da **"PISTA DE CONTROLE"** de acordo com o descrito no **item IG.19**. das Informações e Recomendações Gerais.
- c) Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 200 m de pista, para materiais não enquadrados na alínea "b". O espaçamento poderá ser aumentado até 500 m desde que se verifique a homogeneidade do material.
- d) Um ensaio de equivalente de areia, (**MÉTODO DNER – ME 54/97**), a cada 500 m de pista para a camada de base.
- e) Um ensaio de granulometria, (**MÉTODO DNER – ME 83/98**), por via lavada, a cada 250 m de pista, para a camada de base, devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho" definida no projeto para a base.
- f) Um ensaio para a determinação do índice Suporte Califórnia (método DNER ME 49/94), com energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "c" respeitando-se o espaçamento máximo de 500 m. No caso de materiais previstos na alínea "b", o espaçamento poderá ser aumentado.
- g) Opcionalmente, para os materiais não previstos em "b", quando se desejar o controle mediante curvas de "ISO-ISC", deverá ser efetuado um conjunto de ensaios necessários ao traçado das curvas, compreendendo compactação nas energias normal, intermediária e modificada e Índice de Suporte Califórnia.
- h) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca "in-situ", pelo método do Frasco de Areia, **MÉTODO DNER – ME 92/94**, com espaçamento máximo de 100 m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido com o material ou mistura no ensaio do método DNER ME 49/94 e, o grau de compactação, obtido através da fórmula (4) do Anexo I, para controle unilateral, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b" ou no ensaio de compactação referido na alínea "c", conforme o caso.
- i) Proceder-se-á a determinação das deflexões recuperáveis com viga Benkelmann,

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 7/8

(MÉTODO DNER ME 024/94), a cada 20 m, nas posições correspondentes às futuras trilhas de roda externa e interna, em cada uma das faixas de tráfego. Os valores das deflexões, calculados estatisticamente, pela fórmula (4) do Anexo I, para controle unilateral, deverão ser menores que a deflexão característica estabelecida para a camada.

Notas:

- 1) Quando uma camada for constituída de material semelhante ao da camada a ser superposta, o controle da mesma deverá ser idêntico ao estabelecido para essa outra camada. Como exemplos desse caso tem-se, dentre outros:
 - sub-base de seixo classificado e base de seixo britado.
- 2) No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada estabilizada granulometricamente, o ensaio de granulometria deverá ser feito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer novamente o serviço com material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação determinada pelo DEINFRA-SC.
- 3) Em caso de não atendimento aos itens "d" e/ou "e" e/ou "f", a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com material que satisfaça as exigências desta especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício dos serviços será com ônus exclusivo da Construtora.
- 4) Em caso de não atendimento aos itens "g" e/ou "h", a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da Construtora.

5.2 Controle Geométrico

5.2.1 Espessura

As espessuras de camadas estabilizadas granulometricamente serão obtidas por nivelamento, antes do espalhamento e depois da compactação, no eixo e nos bordos, admitindo-se as seguintes tolerâncias, para aceitação dos serviços:

- a) Valores individuais de espessuras, em relação a espessura de projeto da camada:

- **Reforço do subleito: $\pm 0,03$ m;**
- **Sub-base: $\pm 0,02$ m;**
- **Base: + 0,02 m a - 0,01 m.**

- b) A variação da espessura média da camada, determinada pela fórmula (4) do

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-02/16

CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

PÁG. 8/8

Anexo I, para controle unilateral, não deverá ser maior que:

- **Reforço do subleito: - 0,02 m;**
- **Sub-base: - 0,01 m;**
- **Base: - 0,01 m; em relação a espessura de projeto.**

5.2.2 Largura

Para aceitação de serviço admite-se a variação da largura de + 0,10 m, não sendo admitidos valores inferiores aos previstos em projeto.

5.2.3 Acabamento

O acabamento da superfície será apreciado visualmente, a critério da Fiscalização, pela observação das condições de desempenho da camada, que deverá ser julgado satisfatório.

Notas:

- 1) Se ocorrer variação superior aos limites mínimos estabelecidos em "5.2.1.a" e "5.2.1.b", a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito com ônus, de execução, exclusivo da Construtora.
- 2) Se ocorrer variação na largura da plataforma inferior ao previsto em projeto, a camada deverá ser escarificada e reexecutada numa largura tal que possibilite a operação dos equipamentos especificados, com ônus de execução exclusivo da Construtora.
- 3) Em caso de aceitação de camada estabilizada granulometricamente, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura média inferior à de projeto, a diferença será compensada, com espessura estruturalmente equivalente, na camada a ser superposta.
- 4) Em caso de aceitação de camada estabilizada granulometricamente dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura média superior a de projeto, a diferença não será deduzida da camada a ser superposta.

6. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de **Camadas Estabilizadas Granulométricamente** serão medidos e pagos de acordo com os **"PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO E PAGAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS"**.