



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 09/05

PAVIMENTAÇÃO: SOLO ARENOSO- BRITA

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 09/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base; sub-base; solo arenoso-brita

11 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camadas de pavimento de solo arenoso-brita. Aqui são definidos os requisitos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 09/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de camadas de pavimento de solo arenoso-brita, com o objetivo de construir pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
- DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”;
- DNER-ME 049/94 - Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
- DNER-ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento;
- DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
- DNER-ME 089/94 - Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
- DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
- DNER-ME 122/94 - Solo – determinação do limite de liquidez – método de referência 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
- DNIT 011/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
- DNIT 068/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Solo arenoso-brita é camada de base ou sub-base, composta por mistura de solo arenoso de comportamento laterítico e brita corrida, cuja estabilização, após a devida homogeneização, é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de solo arenos-brita (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;

- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Solo:

- a) Os solos utilizados devem atender às exigências contidas na especificação DER/PR ES-P 08/05 - Solo Arenoso Fino Laterítico.
- b) Se outro tipo de solo for previsto, suas características devem ser indicadas em projeto.

5.1.2 Agregados

- a) Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - agregados graúdos 12%
 - agregados miúdos 15%
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio são abordados no Manual de Execução.
- d) A brita corrida recomendada deve atender ao disposto na DER/PR ES-P 06/05 e apresentar diâmetro máximo de 1 1/2". Esclarecimentos complementares integram o Manual de Execução.
- e) Para agregados retidos na peneira nº 4, a percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ser superior a 20%.

5.2 Mistura

- a) O índice de suporte Califórnia não deve ser inferior a 80%, quando a camada tiver a função de base, e 60% para camada de sub-base, e a expansão máxima é de 0,2%,

quando determinados segundo o método DNER-ME 49/94 e com a energia modificada. Observações a respeito do assunto são feitas no Manual de Execução.

- b) Recomenda-se que a percentagem máxima, em peso de solo seco a incorporar à mistura seja de 40%.
- c) Esta especificação trata da mistura executada sem a usinagem dos materiais.

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.3.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de solo arenoso-brita:

- a) Trator de esteira;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão-tanque irrigador;
- e) Motoniveladora pesada;
- f) Trator agrícola;
- g) Pulvimisturador e/ou grade de discos pesada;
- h) Rolo compactador vibratório "pata curta";
- i) Rolo compactador vibratório liso;
- j) Rolo compactador pneumático, de pressão regulável;
- k) Compactadores portáteis manuais ou mecânicos;
- l) Equipamentos e ferramentas complementares como: vassourões, vassouras mecânicas, soquetes e outros aceitos pela Fiscalização.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral", procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.4.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que receber a camada de solo arenoso-brita deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição do solo arenoso-brita.

5.4.6 Dosagem

- a) As percentagens em peso seco, de solo arenoso e de brita corrida que devem compor a mistura, são definidas em projeto.
- b) A dosagem em campo é executada com base na determinação dos pesos secos ao ar, das medidas-padrão de solo e de brita corrida. A medida-padrão pode ser a concha da pá-carregadeira utilizada no carregamento do solo. Informações a respeito integram o Manual de Execução.

5.4.7 Mistura

- a) Conhecidos os números de medidas-padrão de cada material que melhor reproduzem a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura em local adequado ou próximo à jazida de solo.
- b) Deposita-se alternadamente o solo e a brita corrida, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá-carregadeira.
- c) Para evitar eventuais erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita no item anterior seja executada dosando-se um ciclo de mistura por vez.

5.4.8 Transporte, espalhamento e homogeneização na pista

- a) Não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.
- b) Após a mistura, transporta-se o material através de caminhões basculantes, depositando-o sobre a pista em montes espaçados de forma a garantir as condições geométricas (largura e espessura) previstas no projeto.

- c) O espalhamento da mistura é efetuado mediante atuação da motoniveladora.
- d) Com a camada solta, na espessura desejada, processa-se a adição de água, até atingir-se umidade em torno da ótima, porém sempre com tendência ao ramo seco. A homogeneização do material na umidade desejada é obtida com a utilização de pulvimisturador e/ou grade de discos pesada.

5.4.9 Compactação e acabamento

- a) Concluída a mistura e a homogeneização na pista, conforma-se a plataforma e inicia-se a compactação.
- b) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida.
- c) Sugere-se a seguinte seqüência de rolagem:
 - c.1) inicia-se a compactação com o rolo compressor vibratório liso, prosseguindo até se atingir o grau de compactação desejado;
 - c.2) executa-se o acabamento e a compressão final com a passagem do rolo de pneus.
- d) Finalmente, promove-se a varredura da superfície da pista, mantendo-a levemente umedecida até que seja executada a imprimação.
- e) O grau de compactação deve ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 129/94, com a energia modificada.
- f) A "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação é determinada através da curva ISC x umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual se obtém valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de camadas de solo arenoso-brita, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados e solos

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção de agregados e aplicação de solos e agregados.

6.3 Agregados e solos

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, e na extração de solos da jazida, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita/solo somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/jazida, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/jazida, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem, assim como da jazida, em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira/jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir 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.

6.4 Devem ser obedecidos os seguintes princípios, quanto à operação:

- a) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
- b) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- c) 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 os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de qualidade referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade do material consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1 e 2 a seguir.

Quadro 1 – Solo (na jazida)	
Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser produzida:	
01	Ensaio de limite de liquidez
01	Ensaio de limite de plasticidade
01	Ensaio de granulometria

Quadro 2 - Agregados	
Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser produzida:	
01	Ensaio de granulometria
No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lameridade
01	Ensaio de durabilidade

7.4 O controle interno de qualidade da execução consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Controle na pista	
Quantidade	Descrição
Para cada 1200 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de compactação na energia especificada
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia
Para cada 300 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de granulometria
Para cada 100 m³ de material distribuído:	
01	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”
Nota 1: Opcionalmente, o controle relativo à obtenção do ISC especificado em projeto pode ser efetuado mediante emprego das curvas “ISO-ISC”. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução.	
Nota 2: Deve ser verificado o bom desempenho da camada, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.3.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) Todos os ensaios indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da execução

- a) Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem ser iguais ou superiores a 100%, para a energia especificada.
- b) Composição granulométrica: a granulometria das amostras de solo-brita deve atender aos limites de tolerância especificados a seguir, para valores individuais:

TOLERÂNCIA PARA A FAIXA DE TRABALHO		
Peneira		(% passando em peso)
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 10
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 6
nº 200	0,074	± 4

- c) O índice de suporte Califórnia e a expansão devem atender ao especificado em 5.2.
- d) As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.3.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de solo arenoso-brita com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de solo arenoso-brita, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

9.4 Aceitação do acabamento

- a) As condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.
- b) A superfície deve se apresentar bem desempenada, não ocorrendo lamelas e marcas indesejáveis do equipamento de compressão.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;

s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

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

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

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

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de solo arenoso-brita, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista. Considera-se o talude solo arenoso-brita equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.