



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

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

DER/PR ES-PA 07/23

**PAVIMENTAÇÃO:
CAMADAS ESTABILIZADAS
GRANULOMETRICAMENTE**

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor, em 11/04/2023
Deliberação n.º 111/2023
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 07/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: base; sub-base; reforço do
subleito; estabilização granulométrica

17 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, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR ES-IG 01/23.

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 de serviço DER/PR ES-P 07/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de reforço do subleito, sub-base ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

As normas aqui relacionadas contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem-se em material de consulta, obrigatória, para o entendimento desta especificação particular.

As edições indicadas estavam em vigor no momento da elaboração deste documento. Como toda norma está sujeita a revisão ou substituição, recomenda-se àqueles que utilizarem esta especificação particular, que verifiquem a conveniência de usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir:

CONTRAN 2022	- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME VII – Sinalização Temporária
DER/PR	- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR
DER/PR	- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias
DNER-ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035/98	- Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER-ME 080/94	- Solos – análise granulométrica por peneiramento
DNER-ME 082/94	- Solos – determinação do limite de plasticidade
DNER-ME 089/94	- Avaliação da durabilidade pelo emprego de solução 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	- Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito
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
DNIT 2006	- Manual de Pavimentação
DNIT IPR 700/97	- Glossário de Termos Técnicos Rodoviários
DNIT IPR 742/10	- Manual de Implantação Básica de Rodovia
DNIT-ME 134/18	- Solos – Determinação do Módulo de Resiliência.
DNIT-ME 164/13	- Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas
DNIT-ME 172/16	- Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia, utilizando amostras não trabalhadas

DNIT-ME 417/19	- Solos – Controle de Compactação com Equipamento Densímetro Eletromagnético
DNIT-ME 424/20	- Agregados – Determinação do índice de forma com crivos
DNIT-ME 425/20	- Agregados – Determinação do índice de forma com paquímetro
Lei nº 6.514/77 - CLT – Art. 200	- Normas Regulamentadoras – NR da Segurança e da Medicina do Trabalho

3 DEFINIÇÕES

- 3.1 Camadas estabilizadas granulometricamente compreendem os reforços do subleito, sub-bases ou bases, constituídas por solos naturais, rochas alteradas, mistura de solos, mistura de diferentes tipos de agregados (brita, areia etc.) ou ainda quaisquer combinações de materiais granulares que apresentem estabilidade e durabilidade adequadas, para resistir às cargas previstas e à ação dos agentes climáticos, quando convenientemente compactadas.
- 3.2 As camadas estabilizadas granulometricamente com emprego de solos arenosos finos lateríticos, misturas do tipo solo-brita, britas graduadas, britas corridas e macadames hidráulicos e secos, são objeto de especificações de serviço próprias.

4 CONDIÇÕES GERAIS

- 4.1 Camadas estabilizadas granulometricamente podem ser empregadas como base, sub-base ou reforço do subleito de pavimentos.
- 4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:
- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
 - b) sem a implantação prévia da sinalização do serviço, conforme Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Previdência, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume VII – Sinalização Temporária e o que eventualmente esteja especificado no projeto de engenharia e/ou nos Termos de Referência do Edital;
 - c) sem a prévia orientação dos funcionários quanto ao uso adequado, guarda, conservação e higienização dos EPIs, bem como a exigência de seu uso durante as atividades a serem desenvolvidas, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras (NR);
 - d) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
 - e) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

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

5.1.1 Para reforço de subleito:

- a) os materiais utilizados em camadas de reforço do subleito devem ser isentos de matéria vegetal e impurezas prejudiciais;
- b) o índice de suporte Califórnia, determinado segundo o método DNIT ME 172/2016, deve ser igual ou superior ao valor do índice de suporte Califórnia considerado no projeto para o subleito. A energia de compactação utilizada pode ser a normal ou a intermediária, na dependência do tipo de material empregado;
- c) a expansão obtida no mesmo ensaio deve ser, no máximo, de 0,5%;
- d) o diâmetro máximo de partículas deve ser de 3", e compatível com a espessura da camada acabada.

5.1.2 Para sub-base:

- a) os materiais utilizados em camadas de sub-base devem ser isentos de matéria vegetal e impurezas prejudiciais;
- b) o índice de suporte Califórnia, determinado segundo o método DNIT ME 172/2016, deve ser de, no mínimo, 30%. A energia de compactação utilizada pode ser a intermediária ou a modificada, na dependência do tipo de material empregado;
- c) a expansão obtida no referido ensaio deve ser, no máximo, de 0,5%;
- d) o diâmetro máximo de partículas deve ser de 2";
- e) o índice de grupo deve ser igual a zero.

5.1.3 Para base:

- a) os materiais utilizados como base devem ser isentos de matéria vegetal e impurezas prejudiciais;
- b) a composição granulométrica da camada estabilizada granulometricamente pode estar enquadrada em uma das seguintes faixas, mostradas no quadro 1:

Quadro 1 – Faixas granulométricas para camadas estabilizadas granulometricamente

Faixas granulométricas para camadas estabilizadas granulometricamente							
Peneira		% Passando, em Peso					
ASTM	mm	I	II	III	IV	V	VI
2"	50,8	100	100	-	-	-	-
1"	25,4	-	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	5-20	5-20	6-20	8-25
TRÁFEGO		LEVE/MÉDIO/PESADO				LEVE/MÉDIO	
NÚMERO "N _{8,2tf} " (USACE)		-				< 5 X 10 ⁶	

- c) a percentagem de material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40;

- d) o agregado retido na peneira nº 10 não deve ter partículas moles nem impurezas nocivas, devendo apresentar perda máxima no ensaio de abrasão Los Angeles (método DNER-ME 35/98) de 55%. Para camada de base, a perda máxima admitida será de 50%;
- e) o limite de liquidez (DNER-ME 122/94) deve ser igual ou inferior a 25%, e o índice de plasticidade (DNER-ME 82/94) igual ou inferior a 6%;
- f) o Índice de Suporte Califórnia (DNIT ME 172/2016), deve apresentar os seguintes valores mínimos:
 - f.1) para $N_{8,2f}$ "(USACE) $< 5 \times 10^6$: 60%;
 - f.2) para $N_{8,2f}$ "(USACE) $> 5 \times 10^6$: 80%;
 - f.3) a energia de compactação utilizada pode ser a intermediária ou a modificada, na dependência do tipo de material empregado;
- g) a expansão medida no ensaio do ISC não deve ser superior a 0,3%;
- h) pode ser admitida a utilização de outros materiais, conforme consulta aos normativos do DER/PR.

5.2 Equipamentos

5.2.1 É de responsabilidade da contratada assegurar que todo equipamento alocado para a execução da obra esteja em perfeitas condições de uso, no que tange à sua manutenção, regulação e aspectos de segurança de operação, de maneira a garantir a qualidade do serviço. A qualquer momento a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a substituição do equipamento que não apresente desempenho satisfatório na execução do serviço indicado.

5.2.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução na pista (com ou sem mistura de materiais) de camadas estabilizadas granulometricamente:

- a) trator de lâmina;
- b) pá-carregadeira;
- c) caminhões basculantes;
- d) motoniveladora pesada;
- e) grade de discos e/ou pulvimisturador;
- f) trator agrícola;
- g) caminhão-tanque irrigador;
- h) rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro vibratório, liso vibratório, tipo corrugado vibratório e tipo pneumático de pressão regulável.

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

- a) central de mistura (usina de solo) dotada de unidade dosadora com 3 silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pug-mill";
- b) distribuidor de agregados (para solos) autopropulsionado.

- 5.2.4 A utilização de outros equipamentos além dos mencionados, ou em sua substituição, deverá ser analisada e aprovada pela fiscalização, porém não serão objeto de pagamento suplementar.
- 5.3 Execução
- 5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.
- 5.3.2 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 pela Fiscalização do DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.
- 5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pela Fiscalização do DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.
- 5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.
- 5.3.5 Serviços executados na pista (com ou sem mistura de materiais):
- a) preparo da superfície:
 - a.1) a superfície a receber a camada estabilizada granulometricamente deve estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;
 - a.2) eventuais defeitos existentes devem ser necessariamente reparados, antes da distribuição do material.
 - b) extração dos materiais nas jazidas:
 - b.1) a(s) jazida(s) indicada(s) no projeto deve (m) ser objeto de criterioso zoneamento, com vistas à seleção de materiais que atendam às características especificadas;
 - b.2) durante a operação de carga, devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar a contaminação por materiais estranhos.
 - c) transporte e distribuição:
 - c.1) não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado (a), não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento;
 - c.2) os caminhões basculantes descarregam as respectivas cargas em pilhas sobre a pista, com adequado espaçamento;
 - c.3) o espalhamento é efetuado mediante atuação da motoniveladora;

c.4) em caso de utilização de dois materiais, admitem-se os seguintes procedimentos de mistura alternativos:

– Mistura Prévia:

1. a dosagem é executada, com base na determinação dos pesos secos ao ar, das medidas-padrão dos dois materiais. A medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material;
2. conhecidos os números de medidas-padrão de cada material, que melhor reproduzam a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura, em local próximo a uma das jazidas;
3. depositam-se alternadamente os dois materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá carregadeira;
4. 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 da mistura por vez;
5. após a mistura prévia, o material é transportado, através de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados;
6. segue-se o espalhamento pela ação da motoniveladora.

– Mistura na Pista:

1. é inicialmente distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade;
2. segue-se o espalhamento do segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e à espessura pretendidas;
3. o material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante;
4. a espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,12 m, no mínimo, a 0,20 m, no máximo. A espessura máxima é tal que não prejudique a uniformidade na compactação da camada.

d) homogeneização e pulverização:

- d.1) o material distribuído é homogeneizado e pulverizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora;
- d.2) o processo de homogeneização, para o caso de emprego de dois materiais, deve ter prosseguimento até que visualmente não se faça distinção de um em relação ao outro;
- d.3) permitida a estocagem da brita graduada desde que no momento da aplicação seja realizado os ensaios de granulometria e umidade mantendo a condição do projeto aprovado;
- d.4) no decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo;

- d.5) a utilização de pulvimisturador, no processo de homogeneização e pulverização, é essencial quando os materiais envolvidos apresentem graduação fina. Em qualquer caso, desde que os materiais apresentem adequada trabalhabilidade, o emprego de pulvimisturador é desejável.
- e) correção e homogeneização da umidade:
- e.1) caso seja necessária a aeração do material para se atingir a faixa de umidade desejada, esta deve ser provida pela atuação conjunta da grade de discos e motoniveladora ou pulvimisturador;
- e.2) se houver necessidade de umedecimento do material, este é obtido através de aspersão de água pelo caminhão tanque irrigador, seguindo-se a homogeneização pela atuação de grade de discos, motoniveladora ou pulvimisturador;
- e.3) a "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação deve ser determinada através da curva ISC x umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual obtêm-se valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto.
- f) conformação final e compressão:
- f.1) concluída a correção e homogeneização da umidade, o material é conformado, de acordo com a seção transversal e espessuras desejadas. Nesta fase, especial atenção deve ser conferida à definição da espessura da camada solta, objetivando-se evitar a adição de material na fase de acabamento;
- f.2) a definição dos tipos de rolos e da técnica de rolagem mais adequados, bem como o número de coberturas necessário à obtenção do grau de compactação desejado, deve ser obtida na execução do(s) segmento(s) experimental (is);
- f.3) normalmente, a compactação é executada mediante emprego de rolos lisos vibratórios, rolos corrugado vibratório e rolos de pneumáticos de pressão regulável, atuando de forma isolada ou conjugados. Em função do material, pode ser necessária a utilização de rolos pé-de-carneiro vibratórios ou estáticos, na etapa inicial de compressão;
- f.4) o grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima correspondente à energia de compactação adotada como referência;
- f.5) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem ser processar fora da área de compressão;
- f.6) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.
- g) acabamento:
- g.1) o acabamento é executado mediante o emprego de motoniveladora com a lâmina atuando exclusivamente em operação de corte.

Complementarmente, a camada recebe um número adequado de coberturas com o emprego dos rolos compactadores utilizados;

g.2) quando for prevista a imprimação da camada, a mesma deve ser realizada após a fase de acabamento, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. A taxa de ligante residual deverá proporcionar a formação de uma película contínua e uniforme e aderida à camada.

h) abertura ao tráfego:

h.1) a camada acabada não deve ser submetida à ação direta do tráfego;

h.2) em caráter excepcional, a Fiscalização pode autorizar a liberação ao tráfego por curto espaço de tempo, desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.

5.3.6 Mistura em usina

a) preparo da superfície:

a.1) a superfície a receber a camada estabilizada granulometricamente deve estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;

a.2) eventuais defeitos existentes devem ser necessariamente reparados, antes da distribuição do material.

b) extração dos materiais nas jazidas:

b.1) a (s) jazida(s) indicada (s) no projeto deve (m) ser objeto de criterioso zoneamento, com vistas à seleção de materiais que atendam às características especificadas;

b.2) durante a operação de carga, devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar a contaminação por materiais estranhos.

c) produção da mistura:

c.1) os materiais que integram a mistura são acumulados nos silos da usina, devendo ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção;

c.2) a usina deve ser calibrada, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura dos materiais;

c.3) a mistura deve sair da usina perfeitamente homogeneizada, com teor de umidade ligeiramente acima da umidade ótima, de forma a fazer frente às perdas por evaporação no decorrer das operações construtivas subsequentes.

d) transporte e distribuição:

d.1) a mistura produzida é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista;

d.2) não é permitida a estocagem do material usinado;

- d.3) não é permitido o transporte da mistura para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado (a), não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento;
 - d.4) a distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pela Fiscalização, deve ser realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir o material em espessura uniforme, sem produzir segregação;
 - d.5) opcionalmente, em função das características da mistura e com a autorização da Fiscalização, a distribuição pode ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a mistura é descarregada dos basculantes em leiras, sobre a camada anterior liberada pela Fiscalização, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço;
 - d.6) é vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;
 - d.7) a espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,12 m, no mínimo, a 0,20 m, no máximo. A espessura máxima é tal que não prejudique a uniformidade na compactação da camada.
- e) compactação e distribuição:
- e.1) a definição dos equipamentos mais adequados, bem como o número de coberturas necessário à obtenção do grau de compactação especificado, é obtida na execução do (s) segmento (s) experimental (is);
 - e.2) a "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação deve ser determinada através da curva ISC X umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual obtém-se valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto;
 - e.3) normalmente, a compactação é executada mediante emprego de rolos lisos vibratórios e rolos de pneumáticos de pressão regulável, atuando de forma conjugada ou isoladamente. Em função do material, pode ser necessária a utilização de rolos pé-de-carneiro, rolos corrugados vibratórios ou estáticos, na fase inicial da compressão;
 - e.4) o grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima correspondente à energia adotada como referência;
 - e.5) a compactação deve atender aos procedimentos convencionais, descritos no item 5.3.5.f;
 - e.6) o grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima correspondente à energia adotada como referência;
 - e.7) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;
 - e.8) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

- f) acabamento:
- f.1) o acabamento é executado mediante o emprego de motoniveladora com a lâmina atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada recebe um número adequado de coberturas com o emprego dos rolos compactadores utilizados;
 - f.2) quando for prevista a imprimação da camada, a mesma deve ser realizada após a fase de acabamento, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial.
- g) abertura ao tráfego:
- g.1) a camada acabada não deve ser submetida à ação direta do tráfego;
 - g.2) em caráter excepcional, a Fiscalização pode autorizar a liberação ao tráfego por curto espaço de tempo, desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.

6 MANEJO AMBIENTAL

- 6.1 Nas operações destinadas à execução dos serviços objeto desta especificação com o objetivo de preservação ambiental, devem ser observadas e adotadas as soluções e procedimentos relacionados ao tema ambiental, definidos nos documentos técnico-normativos pertinentes vigentes no DER/PR, na legislação ambiental, nas recomendações e exigências dos órgãos ambientais, e na documentação técnica vinculada à execução da obra (Projeto de Engenharia, Programas Ambientais etc.) em especial quanto a:
- a) comprovar a regularidade da origem dos materiais de construção empregados, zelando para que licenças ambientais válidas sejam apresentadas previamente ao DER e observando o cumprimento dos condicionantes;
 - b) zelar pela competência hídrica e preservar a qualidade das águas, aplicando dispositivo de contenção de carreamento de finos e outras providências para evitar assoreamento;
 - c) adotar controle de processos erosivos de forma a impedir que sua evolução comprometa a integridade do patrimônio ou cause retrabalho ou danos a terceiros;
 - d) providenciar e efetivar controle de coleta, transporte, armazenamento e disposição final de resíduos da construção, inclusive providenciando a regularização de bota-foras;

- 6.2 Além destas recomendações, devem ser observadas, integralmente, aquelas indicadas no Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

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 da Fiscalização 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 2 e 3.

Quadro 2 – Materiais

Materiais	
Quantidade	Descrição
No Início da obra e sempre que houver variação nas características do material	
01	Traçado das curvas de “ISO-ISC”, mediante execução de ensaios de compactação e ISC em 3 energias
01	Ensaio de abrasão Los Angeles (exclusivamente para camadas de base)
01	Avaliação da durabilidade pelo emprego de solução de sulfato de sódio ou de magnésio (exclusivamente para camadas de base)
01	Ensaio de Índice de Forma (exclusivamente para camadas de base)

Quadro 3 – Camada estabilizada granulometricamente

Camada estabilizada granulometricamente	
Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de material distribuído	
01	Ensaio de compactação na energia especificada
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia com medida da expansão
Para cada 400 m³ de material distribuído	
01	Determinação do limite de liquidez
01	Determinação do limite de plasticidade
01	Ensaio de granulometria
Para cada 200 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: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho 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 CONTRANTE

- 8.1 Compete à Fiscalização do 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 à Fiscalização do 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 20 m 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, 20 m.
- 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.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

- 9.1 Aceitação dos materiais e da camada estabilizada: os materiais utilizados e a camada granulometricamente estabilizada executada são aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:
- todos os materiais utilizados apresentem-se isentos de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais;
 - os valores individuais requeridos para o material de reforço do subleito em termos de diâmetro máximo de partícula e expansão atendam aos limites definidos no subitem 5.1.1;
 - os valores individuais requeridos para o material de sub-base em termos de diâmetro máximo de partícula, expansão e índice de grupo atendam aos limites definidos no subitem 5.1.2;
 - os valores individuais requeridos para o material de base, em termos de abrasão Los Angeles e expansão atendam aos limites definidos no subitem 5.1.3;
 - os valores obtidos estatisticamente para a granulometria da camada de base estabilizada granulometricamente podem sofrer variações em relação à curva de projeto, desde que respeitadas tolerâncias da faixa granulométrica adotadas, mostradas no quadro 4:

Quadro 4 – Tolerâncias admitidas para a faixa granulométrica adotada

Tolerâncias admitidas para a faixa granulométrica adotada			
Peneira		%Passando, em Peso	
ASTM	mm	Mistura na Pista	Mistura em Usina
2"	50,8	± 5	± 5
nº 4 a 1 ½"	4,8 a 38,1	± 10	± 8
nº 40 a nº 10	0,42 a 2,00	± 5	± 3
nº 200	0,074	± 3	± 3

- as granulometrias de amostras individuais de base estabilizada granulometricamente ensaiadas atendam ao estabelecido na alínea "c" do item 5.1.3 desta especificação;

- g) os valores calculados estatisticamente para o índice de suporte Califórnia, obtidos nas curvas de "ISO-ISC", devem ser iguais ou superiores ao valor mínimo especificado para reforço do subleito, sub-base ou base;
- h) os valores mínimos calculados estatisticamente para o grau de compactação, sejam iguais ou superiores a 100%, conforme a energia especificada para a camada;
- i) as medidas de deflexão sejam inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada, tendo em conta, porém, os resultados do Relatório do (s) Segmento (s) Experimental (is).

9.2 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.2.1 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:

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

Sendo:

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

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

Onde:

- u – espessura média;
- x_i – valores individuais;
- \bar{X} – média da amostra;
- s – desvio padrão;
- k – coeficiente tabelado em função do número de determinações definido (tamanho da amostra);
- n – número de determinações (tamanho da amostra).

- b.1) a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,02 m, para o reforço do subleito, e a espessura de projeto menos 0,01 m, para a sub-base ou base;
- b.2) não são tolerados valores individuais de espessura fora dos seguintes intervalos em relação à espessura de projeto:
 - reforço do subleito: $\pm 0,03$ m;
 - sub-base: $\pm 0,02$ m;
 - base: - 0,01 a + 0,02 m.

- b.3) em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de brita graduada com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s);
- b.4) em caso de aceitação de camada estabilizada granulometricamente, 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);
- c) as condições de acabamento, apreciadas pela Fiscalização do DER/PR em bases visuais, sejam julgadas satisfatórias.

9.3 Condições de conformidade e não conformidade

9.3.1 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:

$\bar{X} - k_s < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + k_s > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - k_s \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + k_s \leq \text{valor máximo de projeto}$: 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;

k – coeficiente tabelado em função do número de determinações definido de acordo com o Quadro 5;

n – número de determinações.

Quadro 5 – Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)

Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)														
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
α	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 = N° de Amostras					k = Coeficiente Multiplicador					α = Risco da Contratada				

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

Se $\bar{X} - k_s < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - k_s \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

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

Se $\bar{X} + k_s > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + k_s \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

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

9.3.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

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

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços executados e recebidos na forma descrita, são medidos em metros cúbicos de reforço do subleito, sub-base ou base estabilizada granulometricamente compactada na pista, segundo a seção transversal de projeto, discriminando-se a energia de compactação empregada. Para fins de cálculo da largura média, é considerado o talude da camada igual a 1H:1,5V.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média \bar{X} calculada como indicado anteriormente.

10.3 Quando \bar{X} for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor \bar{X} , e quando \bar{X} for superior à espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto.

10.4 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

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 nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.
- 11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada na energia de compactação empregada.