TÍTULO

REFORÇO DO SUBLEITO

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Subleito. Reforço. Solo Selecionado.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. **ET-P00/051** – Reforço do Subleito. São Paulo, 1997.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **DER/SP**. Manual de Normas – Pavimentação. **Seção 3.02**. Reforço do subleito. São Paulo, 1991.

MINUTA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 3
2 DEFINIÇÃO 3
3 MATERIAIS 3
4 EQUIPAMENTOS 3
5 EXECUÇÃO 4
5.1 Condições Gerais 4
5.2 Espalhamento, Mistura e Homogeneização 4
5.3 Compactação 5
5.4 Acabamento 5
5.5 Abertura ao Tráfego 6
6 CONTROLE 6
6.1 Controle dos Materiais 6
6.2 Controle da Execução 6
6.3 Controle Geométrico e de Acabamento 7
6.4 Deflexões 7
7 ACEITAÇÃO 7
7.1 Materiais 7
7.2 Execução 8
7.3 Deflexões 8
8 CONTROLE AMBIENTAL 8
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 8
8.2 Execução 9
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 10
9.1 Escavação do Solo Escolhido Aplicado *in natura* 10
9.2 Transporte do Material Escavado 10
9.3 Compactação 10
10 REFERÊNCIAS 11
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 12
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 15

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento do reforço do subleito com solo selecionado, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Reforço do subleito de solo selecionado é a camada do pavimento constituída de solo escolhido proveniente de áreas de jazidas ou empréstimos, executada sobre o subleito, com intuito de melhorar a capacidade estrutural do pavimento. Apresenta estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactada.

3 MATERIAIS

Os solos empregados devem ser isentos de matéria orgânica e impurezas e devem possuir características superiores às do material do subleito, sendo imprescindível que:

a) a granulometria, determinada conforme NBR 7181(1), deve ser compatível com a especificada no projeto de dimensionamento do pavimento e o diâmetro máximo das partículas deve ser de 76 mm;

b) o CBR determinado conforme NBR 9895(2), ou Mini-CBR imerso determinado conforme ME-DE-P00-002(3), na energia normal ou intermediária, seja:

- Superior ao do subleito;
- Igual ou superior ao considerado para reforço do subleito no dimensionamento do pavimento.

c) a expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a NBR 9895(2), ou no ensaio de Mini-CBR, conforme ME-DE-P00-002(3), utilizando a energia especificada no projeto, seja igual ou inferior a 1%;

d) pertençam a um dos seguintes grupos: LA, LA', LG', NA' ou NG', da classificação da metodologia MCT, conforme ME-DE-P00-006(4), ou ao especificado em projeto.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

O equipamento básico para a execução do reforço e regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

a) caminhões basculantes;

b) escavadeira hidráulica;

c) motoniveladora equipada com escarificador; com dispositivos para controle de profundidade;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

d) caminhão tanque irrigador de água com, no mínimo, 6.000 litros de capacidade, equipado com motobomba capaz de distribuir água sob pressão regulável e de forma uniforme;

e) rolos compactadores: vibratório ou estático, de pneus lisos ou de pé de carneiro, capaz de produzir a compactação e o acabamento especificado;

f) trator agrícola com arados e grade de discos;

g) compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos, uso eventual;

h) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,0 m de comprimento;

i) pequenas ferramentas, tais como: pás, enxadas, garfos, rastelos etc.

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

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

O reforço do subleito com solo selecionado só pode ser executado quando a camada subjacente estiver liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade para execução da camada do reforço do subleito.

Durante todo o tempo de execução do reforço do subleito, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

5.2 Espalhamento, Mistura e Homogeneização

Os materiais escavados a serem utilizados na camada de reforço do subleito devem ser transportados para local de aplicação, descarregados e distribuídos em montes e leiras sobre o subleito, para posterior espalhamento com motoniveladora, de forma a obter a espessura da camada definida em projeto.

Nos casos de correção de umidade, o material deve ser destorroado até pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, que passa na peneira n° 4, de 4,8 mm.

Admitem-se variações do teor de umidade entre – 2,0 % a +1,0 % em relação à umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada, através de caminhão tanque irrigador. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora para que o material atinja o intervalo da umidade especificado.

O material umedecido e homogeneizado deve ser espalhado de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de forma tal que, após a compactação, sua espessura não exceda 15 cm.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

A execução de camadas com espessura superior a 15 cm e limitadas a 20 cm somente serão permitidas pela fiscalização se ficar comprovado que o equipamento empregado é capaz de compactar espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada.

5.3 Compactação

Concluídas as correções necessárias para obtenção do teor ótimo da umidade especificada, deve-se conformar a camada pela ação da motoniveladora, iniciando em seguida a compactação.

O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e com as condições de densificação pretendidas no reforço do subleito.

Nos trechos em tangente, a compactação deve ser executada das bordas para o centro, em percurso equidistante da linha de base, eixo. O percurso ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade de faixa do percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da camada em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha do eixo. Nos locais inacessíveis aos rolos compactadores, como cabeceiras de obra de arte etc., a compactação deve ser executada com compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

As operações de compactação devem prosseguir até que se atinja o grau de compactação de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida na energia especificada em projeto, conforme NBR 7182[(5)].

O número de passadas necessárias do equipamento de compactação, para atingir grau de compactação exigido, deve ser determinada experimentalmente na pista.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

5.4 Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus ou liso.

A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

As pequenas depressões e saliências, resultantes da atuação de rolo pé de carneiro de pata curta, podem ser toleradas, desde que o material não se apresente solto, sob a forma de lamelas.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Em complementação às operações de acabamento, deve-se proceder a remoção das leiras, que se formam lateralmente à pista acabada, como resultado da conformação da superfície da camada de reforço do subleito.

Se houver a necessidade de aterro para conformação final da camada de reforço, a camada deve ser escarificada e refeita sem ônus para a contratante.

5.5 Abertura ao Tráfego

Não será permitida a liberação de tráfego ao usuário face à possibilidade de danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

Os solos utilizados no reforço do subleito devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, na frequência indicada:

a) análise granulométrica, conforme NBR 7181(1); 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista;

b) ensaio de CBR, conforme NBR 9895(2), ou Mini-CBR, conforme ME-DE-P00-002(3), com determinação da expansão, na energia de compactação especificada em projeto; 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista;

c) classificação do solo de acordo com a metodologia MCT, conforme ME-DE-P00-006(4), através dos ensaios de Mini-MCV e perda de massa por imersão, uma determinação a cada 1.500 m² de pista.

6.2 Controle da Execução

O controle da execução da camada deve ser realizado pelos seguintes procedimentos:

a) determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182(5), com a energia especificada em projeto, com amostras coletadas na pista, 1 ensaio a cada 350 m² de pista;

b) determinação do teor de umidade com umidímetro Speedy, conforme NBR 16097(6), ou similar, a cada 150 m² de pista; mínimo de 3 determinações em amostras representativas de toda a espessura da camada, colhidas após a conclusão das operações de umedecimento e homogeneização. Se a umidade estiver compreendida no intervalo de –2,0 % a +1,0 % da umidade ótima o material pode ser liberado para compactação;

c) determinação, após o término da compactação, da umidade e da massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com NBR 7185(7) ou NBR 9813(10), e o respectivo grau de compactação, em relação aos valores obtidos na alínea a, em amostras retiradas na profundidade de no mínimo 75% da espessura da camada; 1 determinação a cada 150 m² de pista compactada.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6.3 Controle Geométrico e de Acabamento

6.3.1 Controle de Espessura e Cotas

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m, conforme nota de serviço.

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

6.3.2 Controle da Largura e Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

6.3.3 Controle de Acabamento da Superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

6.4 Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D_0) da camada a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga *Benkelman*, conforme DNER ME 024[(8)], ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273[(9).]

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas as seguir.

7.1 Materiais

7.1.1 Solo

Os solos são aceitos desde que:

a) apresentem granulometrias compatíveis com as especificadas no projeto de pavimento e diâmetro máximo das partículas menor que 76 mm;

b) os resultados de CBR ou Mini-CBR, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam iguais ou superiores ao CBR de projeto e ao definido na alínea b do item 3;

c) os valores individuais de expansão sejam no máximo igual a 1%;

d) pertençam aos grupos de solos LA, LA’, LG’, NA’ ou NG’, ou aos grupos especificados no projeto de pavimento.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

7.2 Execução

7.2.1 Compactação

O grau de compactação é aceito desde que não sejam obtidos valores individuais inferiores a 100%, ou os valores de grau de compactação, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam iguais ou superiores a 100%.

7.2.2 Geometria

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que:

a) as variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo de -2 cm a +1 cm em relação à de projeto;

b) não se obtenham diferenças nas espessuras superiores a 10% em relação a espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;

c) não se obtenham valores individuais da semilargura da plataforma inferiores as de projeto;

d) o abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de ± 0,5 % em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.

O acabamento da superfície é aceito desde que a variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada seja inferior a 0,5 cm.

7.3 Deflexões

A deflexão característica de cada subtrecho, determinada de acordo equação 4 do anexo B, para número mínimo de 15 determinações, deverá atender a especificação de projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução da camada de reforço do subleito.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

a) para as áreas de apoio necessárias para a execução dos serviços, observar as normas ambientais vigentes no DER/SP;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

b) na exploração de áreas de empréstimo, a contratada só poderá executar escavações nas áreas previstas no projeto ou naquelas que tiverem sido projetadas e especialmente aprovada pela fiscalização durante a construção. A exploração da área de empréstimo somente pode ser iniciada após a obtenção da autorização ambiental e qualquer alteração deve ser objeto de complementação;

c) os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza devem ser feitos dentro do limite da área autorizada; o material retirado deve ser estocado de forma que, após sua exploração, o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;

d) caso seja necessário o corte de árvores, para instalação das atividades, deverá ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes, sendo que os serviços deverão considerar os critérios impostos pelos órgãos. Em hipótese alguma será admitida a queima da vegetação como forma de supressão ou mesmo a queima dos resíduos do corte: troncos e ramos;

e) deve ser evitada a localização de áreas de apoio em áreas com restrições ambientais como: reservas ecológicas ou florestais, áreas de preservação permanente, de preservação cultural etc., ou mesmo em suas proximidades;

f) durante sua exploração, as áreas devem ser mantidas com drenagem adequada, de modo a evitar o acúmulo de águas bem como processos erosivos;

g) deve-se planejar adequadamente a exploração da área, de modo a minimizar os impactos decorrentes e a facilitar a recuperação ambiental da área, que deve ser executada tão logo esteja concluída a exploração.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos.

a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;

b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;

c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;

d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d’água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;

e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;

f) é proibida a disposição de materiais provenientes da escarificação nas bordas da pista de forma causar soterramento da vegetação lindeira. A remoção de materiais quando necessária deve obedecer a especificação técnica – Depósito de Materiais Excedentes;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

g) deve-se providenciar a execução de barreiras de proteção, tipo leiras de solo, quando as obras estiverem próximas a cursos d'água ou mesmo sistema de drenagem que descarregue em cursos d'água, para evitar o carreamento de solo ou queda, de blocos ou fragmentos de rocha em corpos d´água próximos a rodovia;

h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços objeto desta norma devem ser medidos separadamente nos seguintes itens:

a) em m³ de camada acabada, para a escavação do solo escolhido aplicado *in natura*;

b) em m³ de camada acabada x km, para o transporte do material importado;

c) em m³ de camada acabada, para a compactação exigida no projeto.

9.1 Escavação do Solo Escolhido Aplicado *in natura*

Deve ser medido e pago por metro cúbico de camada acabada, conforme projeto.

O volume de reforço do subleito deve ser calculado considerando as dimensões de projeto, em projeção horizontal.

No preço unitário estão inclusos: operações de limpeza e expurgo do material indesejável em corte ou jazida, escavação do material escolhido, carga nos veículos transportadores, bem como a mão-de-obra com encargos sociais, ferramentas e equipamentos necessários para execução do serviço.

9.2 Transporte do Material Escavado

Deve ser medido e pago por metro cúbico de camada acabada multiplicado por quilômetro (m³ x km), considerando o volume obtido da seção de projeto, e a menor distância real possível, de ida e volta, entre o local de escavação e de aplicação.

Nos preços unitários estão inclusos: o transporte dos materiais, independentemente de o percurso de ida e volta ser urbano, rodoviário ou de caminho de serviços, além da descarga dos materiais em locais determinados pelo projeto ou, na falta deste, pela fiscalização.

9.3 Compactação

É medida e paga por metro cúbico de material compactado, com camada acabada, conforme projeto.

Nos preços unitários incluem-se a mão-de-obra, com encargos sociais e equipamentos necessários para o adensamento do material utilizado para a execução do reforço, além dos rolos compactadores, todos os equipamentos necessários ao espalhamento, homogeneização, umidificação ou aeração das camadas, quando necessário, compactação, acabamento, bem como à recomposição da camada durante a execução, em virtude de erosões.

Estão exclusos os serviços de compactação e reaterro do material.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.03.01 - Reforço do subleito escavação de solo escolhido	m³
23.03.02.01 - Reforço do subleito transporte até 1 km	m³ x km
23.03.02.02 - Reforço do subleito transporte até 2 km	m³ x km
23.03.02.03 - Reforço do subleito transporte até 5 km	m³ x km
23.03.02.04 - Reforço do subleito transporte até 10 km	m³ x km
23.03.02.05 - Reforço do subleito transporte até 15 km	m³ x km
23.03.02.06 - Reforço do subleito transporte além de 15 km	m³ x km
23.03.03 - Reforço do subleito compactação 100% EI	m³
23.03.04 - Reforço do subleito compactação 100% EN	m³

10 REFERÊNCIAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181.** Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

2 ____. **NBR 9895**. Solo – Índice Suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 2016.

3 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **ME-DE-P00-002 -** Determinação do índice de suporte Mini-CBR e da expansão de solos compactados com equipamento miniatura. São Paulo,2021.

4 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **ME-DE-P00-006** – Método classificação de solos tropicais, segundo a metodologia MCT. São Paulo,2021.

5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**. Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.

6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16097**. Solo - Determinação do teor de umidade - Métodos expeditos de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

7 ____. **NBR 7185** – Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 2016.

8 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER ME 024**. Pavimento – determinação das deflexões pela Viga Benkelman. Rio de Janeiro, 1994.

9 ____. **DNER PRO 273**. Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo "Falling Weight Deflectometer – FWD". Rio de Janeiro, 1996.

10 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9813**. Solo - Determinação da massa específica aparente in situ, com emprego de cilindro de cravação. Rio de Janeiro, 2016.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
Análise granulométrica	NBR 7181(1)	1 ensaio a cada 1.500m² de pista	Resultados individuais	Granulometria compatível com a especificada em projeto., diâmetro menor 76mm
CBR ou Mini-CBR, na energia especificada em projeto	NBR 9895(2) ME-DE-P00-002(3)	1 ensaio a cada 1.500m² de pista	Controle Estatístico Unilateral $X = \overline{X} - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	CBR maior ou igual ao do subleito e CBR maior ou igual ao CBR de projeto
Expansão	NBR 9895(2) ME-DE-P00-002(3)	1 ensaio a cada 1.500m² de pista	Resultados individuais	Expansão ≤ 1,0%
Classificação MCT	ME-DE-P00-006(4)	1 ensaio a cada 1.500m² de pista	Resultados individuais	Pertençam aos grupos LA, LA', LG', NA' ou LG' ou aos especificados no projeto de pavimento
2. CONTROLE DA EXECUÇÃO				
Massa específica aparente seca máxima e umidade ótima	NBR 7182(5) ou NBR 9813(10)	1 ensaio a cada 350m² de pista	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Teor de umidade	NBR 16097(6)	1 ensaio a cada 150m² de pista, imediatamente antes a compactação	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Massa específica aparente seca, in situ, e o respectivo grau de compactação	NBR 7182(5) ou NBR 9813(10)	1 ensaio a cada 150m² de pista compactada	Controle Estatístico Unilateral $X = \overline{X} - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Resultados Individuais GC ≥ 100% ou GCest ≥ 100%

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/conclusão

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
3. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
Espessuras e cotas	Relocação e nivelamento topográfico	A cada 20m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários.	Resultados individuais	Variação no eixo longitudinal e das cotas das bordas, nas seções transversais não devem ser superiores a - 2,0 a +1,0cm das cotas de projeto Variação máxima admitida na espessura é de 10% da espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;
Largura e alinhamentos da plataforma	Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	Não se admite valores para semilargura inferiores aos previstos em projeto
Acabamento da superfície	Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada.	A cada 20 m	Resultados individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contado, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm.
4. DEFLEXÕES				
Determinação das deflexões	Viga Benkelman DNER ME 024 (8) FWD DNER PRO 273 (9)	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D_0;	Controle Unilateral $X = \bar{X} + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica de cada subtrecho deve ser a estabelecida em projeto

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\overline{X}$)	$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	Onde: **X_i** = valor individual da amostra **N** = nº de determinações efetuadas **K =** coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras **K_1 =** coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações **LSE** = limite superior especificado **LIE** = limite inferior especificado
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 - Controle pelo limite inferior 4- Controle pelo limite superior	$X = \overline{X} - KS \geq LIE$ Ou $X = \overline{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 - Controle pelo limite inferior e superior	$X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	**10**	0,77	1,12	**25**	0,67	1,00
5	0,89	1,27	**12**	0,75	1,09	**30**	0,66	0,99
6	0,85	1,22	**14**	0,73	1,07	**40**	0,64	0,97
7	0,82	1,19	**16**	0,71	1,05	**50**	0,63	0,96
8	0,80	1,16	**18**	0,70	1,04	**100**	0,60	0,92
9	0,78	1,14	**20**	0,69	1,03	**∞**	0,52	0,84

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.