TÍTULO

SUB-BASE OU BASE DE SOLO-CAL

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Solo. Cal.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

EMPRESA MUNICIPAL DE URBANIZAÇÃO. **EMURB ES-EE/00/5T-020.** Especificação de Serviços e Materiais para Execução de Base de Solo-Cal. São Paulo,

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 4
2 DEFINIÇÃO 4
3 MATERIAIS 4
3.1 Cal 4
3.2 Água 4
3.3 Solo 4
3.4 Mistura Solo-Cal 4
4 EQUIPAMENTOS 5
5 EXECUÇÃO 5
5.1 Condições Gerais 5
5.2 Produção da Mistura 6
5.3 Espalhamento 7
5.4 Compactação 7
5.5 Acabamento 8
5.6 Cura 8
5.7 Abertura ao Tráfego 8
6 CONTROLE 9
6.1 Materiais 9
6.2 Controle da Produção do Solo-Cal 9
6.3 Controle da Execução 9
6.4 Controle Geométrico e de Acabamento 10
6.5 Deflexões 10
7 ACEITAÇÃO 10
7.1 Materiais 11
7.2 Produção 11
7.3 Execução 12
7.4 Deflexões 12
8 CONTROLE AMBIENTAL 12
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 12
8.2 Execução 13
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 14
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 14

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.

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 16
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO.....21

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 produção, execução, aceitação e medição dos serviços de sub-bases e bases de solo-cal, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

A sub-base e base de solo-cal são camadas constituídas de mistura artificial de solo com cal em proporções estabelecidas por dosagem experimental, que apresentam grande estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactadas.

3 MATERIAIS

3.1 Cal

A cal deve ser cal hidratada cálcica, com teor mínimo de 50% de cal solúvel ($CaO+CaOH_2$) determinado conforme NBR 6473(1), e deve atender a NBR 7175(2).

3.2 Água

Deve ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais à cal. Deverá ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade, conforme NBR NM 137(3).

3.3 Solo

Devem ser executados os ensaios abaixo discriminados, com materiais coletados na pista ou na jazida. Os lotes para coleta de material devem corresponder a 1.500 m² de camada acabada

Os solos empregados devem ser os provenientes de ocorrências de materiais das áreas de empréstimo e jazidas. Devem ser argilosos e pertencer ao grupo LG' da classificação MCT conforme ME-DE-P00-006(4), ou grupo especificado no projeto de pavimento.

Os solos devem ser preferencialmente argilosos, com passante na peneira de 0,075 mm superior a 50%.

3.4 Mistura Solo-Cal

A mistura de solo-cal deve ser dosada conforme os critérios estabelecidos em projeto, onde a porcentagem de cal a ser incorporada ao solo deve sempre ser determinada em relação a massa de solo seco, e deve apresentar as seguintes características:

- CBR≥ 60% e expansão ≤ 0,5% na energia intermediária, conforme NBR 9895(5), ou os definidos em projeto para base do pavimento;
- CBR≥ 30% e expansão ≤ 1,0% na energia intermediária, conforme NBR 9895(5), ou os definidos em projeto para sub-base do 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.

- A composição granulométrica da mistura de solo após a adição de cal hidratada, deve atender ao seguinte requisito: no mínimo 60% do material passe na peneira de abertura de 2,0 mm, conforme NBR 7181[(6)].

- O teor de umidade ótimo e a densidade aparente máxima da mistura (com sal incorporada), na energia especificada de compactação, devem ser definidos através do ensaio de compactação utilizando amostras não trabalhadas conforme DNIT 164/2013-ME[(7)].

3.4.1 Teor da Cal

Define-se teor da cal em massa, a relação entre a massa da cal e a massa de solo seco, multiplicado por 100.

O teor da cal a ser incorporado ao solo deve ser fixado experimentalmente, de modo que a mistura resultante atenda aos parâmetros mínimos exigidos. Entretanto, o teor mínimo de cal a ser incorporado é de 3%.

4 EQUIPAMENTOS

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

O equipamento básico para a execução sub-base ou base de solo-cal compreende as seguintes unidades:

a) caminhões basculantes;
b) motoniveladora equipada com escarificador e dispositivos para controle de profundidade;
c) pulvimisturadoras;
d) trator agrícola com arados e grade de discos
e) 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;
f) rolos compactadores do tipo pé de carneiro;
g) compactadores pneumáticos, de pressão regulável;
h) veículo distribuidor de material asfáltico
i) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m de comprimento;
j) compactadores portáteis, manuais ou mecânicos, uso eventual;
k) veículo distribuidor de cal.

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

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

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 camada de sub-base e base de solo-cal só deve ser executada quando a camada subjacente estiver liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície a receber a camada de sub-base ou base de solo-cal deve estar perfeitamente limpa, isenta de lama e demais agentes prejudiciais, desempenada e sem excessos de umidade, além de ter recebido prévia aprovação por parte da fiscalização.

Os eventuais defeitos da superfície da camada subjacente devem ser necessariamente reparados antes da execução da sub-base ou base.

Durante todo o tempo que durar a execução da sub-base ou base de solo-cal, 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 Produção da Mistura

5.2.1 Mistura Processada na Pista

No caso de utilização de material do próprio subleito ou material importado espalhado na pista, o processamento da mistura na pista deve obedecer as seguintes fases da execução:

a) preparo da faixa;

b) pulverização e homogeneização do solo.

Durante a fase de pulverização, deve-se manter o colchão de solo fofo dentro da espessura prevista no projeto, com emprego do escarificador da motoniveladora.

No processo de pulverização e homogeneização exige-se que no mínimo, 60% do material seja reduzido a partículas de diâmetro inferior a 4,8 mm.

A pulverização deve ser executada com pulvimisturadora; quando não for possível a sua utilização desde o início das operações, a pulverização dever ser iniciada com motoniveladora, grades de disco e arados, mas deve sempre ser concluída com pulvimisturadora.

Para pulverização pode ser necessário o pré-umedecimento do solo, para facilitar a operação.

Salvo determinação da fiscalização, a extensão da faixa escarificada e pulverizada não deve exceder à que possa ser tratada com cal em 2 dias de trabalho.

5.2.1.1 Distribuição da cal

Após a pulverização e regularização do solo, a cal deve ser distribuída uniformemente na superfície, em toda a largura de faixa, segundo o teor especificado pela dosagem, por processo manual ou mecânico.

Quando a distribuição a granel for realizada por processo mecânico, as espalhadoras de cal devem operar em velocidade regular e reduzida obtendo vazão de espalhamento constante e

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.

uniforme da cal. Este equipamento deve ser aferido e aprovado pela fiscalização.

Quando a distribuição for manual, a distribuição dos sacos da cal na pista deve ser realizada de forma uniforme, equidistantes uns dos outros. A cal dos sacos deve ser distribuída longitudinalmente e posteriormente espalhados com rodos de madeira.

Antes do espalhamento com rodos de madeira os sacos de cal devem ser contados e anotados, para conferência do teor da cal utilizado na mistura.

5.2.1.2 Mistura da Cal, Umedecimento e Homogeneização

Imediatamente após a distribuição da cal, a mistura com solo deve ser executada em toda a espessura da camada pela ação da pulvimisturadora. A mistura deve ser repetida continuamente pelo tempo necessário de modo assegurar uma mistura completa, uniforme e íntima do solo com a cal.

Após concluída a mistura e homogeneização do material, deve-se proceder ao umedecimento da camada. A adição de água deve ser feita progressivamente, não sendo aconselhável que, em cada passada do carro-tanque, o teor de umidade do solo aumente mais que um ponto percentual. A cada aplicação de água, devem-se seguir operações de revolvimento para evitar o acúmulo desta na superfície.

A incorporação de água à mistura deve ser executada sem interrupção de forma que o teor de umidade fique compreendido entre -1,0 % a +1,0 %, da umidade ótima de compactação, determinado conforme NBR 7182[(8)], na energia intermediária.

5.3 Espalhamento

A mistura de solo-cal deve ser adequadamente espalhada e conformada com motoniveladora, de forma que a espessura solta seja suficiente para que se obtenha a espessura da camada acabada definida em projeto, nunca inferior a 10 cm e no máximo 20 cm. As sub-bases ou bases de espessuras superiores a 20 cm devem ser executadas em mais de uma camada.

5.4 Compactação

Na fase inicial da obra, devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferenciadas de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação do material ou do equipamento empregado.

O teor de umidade do solo-cal imediatamente antes do início das operações de compactação, deve estar compreendido no intervalo –1,0 % à +1,0 % da umidade ótima de compactação.

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

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.

faixa coberta no 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 intermediária ou a especificada em projeto, obtida conforme NBR 7182[(8)].

Ao final das operações de compactação, se necessário a camada pode ser levemente umedecida de forma que a umidade seja mantida na umidade ótima ou ligeiramente próximo a desta. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

5.5 Acabamento

Após a conclusão da compactação, deve ser feito o acerto final da superfície com motoniveladora, somente em operações de corte, complementado em seguida por algumas passadas com rolos pneumáticos de pressão variável.

5.6 Cura

Todo o trecho, logo após a sua execução de acordo com esta especificação, deve ser submetido a um processo de cura, devendo ser protegido contra a perda rápida de umidade, por pelo menos sete dias. A pintura de cura deve ser constituída por imprimação com emulsão asfáltica tipo RR-1C ou RR-2C e devem ser executadas conforme a norma DNIT 144/2014-ES[(9)] ou DNIT 145/2012-ES[(10)].

A emulsão asfáltica deve ser aplicada com caminhão à razão de 0,6 l/m². Sua aplicação deve ser executada sobre a superfície limpa com jato de ar comprimido, e suficientemente umedecida. O material deve ser aspergido, em uma única aplicação e na temperatura adequada.

5.7 Abertura ao Tráfego

A sub-base ou base de solo-cal não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do tráfego. Não deve ser executado pano muito extenso, para que a camada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

O tráfego deve ser interditado e deve-se também impedir o deslocamento de qualquer equipamento até que a imprimação esteja completamente rompida e curada.

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 CONTROLE

6.1 Materiais

6.1.1 Cal

Todo carregamento da cal que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de qualidade que ateste que a cal possui no mínimo 50 % de cal solúvel, e que esta atende a NBR 7175[(2)].

6.1.2 Água

Deve ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais à cal. Deverá ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade, conforme NBR NM 137[(3)].

6.1.3 Solo

Devem ser executados os ensaios abaixo discriminados, com materiais coletados na pista ou na jazida. Os lotes para coleta de material deverão corresponder a 1.500 m² de camada acabada.

a) análise granulométrica, conforme NBR 7181[(6)];

b) classificar o solo de acordo com a metodologia MCT, conforme ME-DE-P00-006[(4)], através dos ensaios de mini-MCV, conforme ME-DE-P00-001[(11)] e perda de massa por imersão, conforme ME-DE-P00-006[(4)].

6.2 Controle da Produção do Solo-Cal

a) antes da aplicação da cal:

- determinar o grau de pulverização do solo por meio de peneiramento do material com peneira de abertura 4,8 mm, para lotes de materiais que correspondam a 1.000 m².

b) determinar do teor da cal:

- se a distribuição da cal for realizada por processo mecânico, uma determinação a cada 8h por jornada de trabalho, por intermédio de pesagens;
- se a distribuição da cal for manual, efetuar contagem do número de sacos de cal consumidos e comparar com o estabelecido no projeto de dosagem da mistura para subtrecho em execução.

c) CBR e expansão, conforme NBR 9895[(5)], na energia intermediária; uma determinação a cada 1.500 m² de pista.

6.3 Controle da Execução

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

a) determinação do teor de umidade com umidímetro *Speedy*, conforme NBR 16097[(12)]

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

ou similar, imediatamente antes da compactação, 1 determinação a cada 150 m², ou quantas vezes forem necessárias, se o teor de umidade estiver compreendido no intervalo de -1 a +1 ponto percentual do teor ótimo do projeto de mistura, o material pode ser liberado para compactação;

b) determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182[8], na energia intermediária, em amostras coletadas na pista; 1 ensaio a cada 350 m² de pista;

c) determinação, após o término da compactação, do teor de umidade e massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com NBR 7185[13], e o respectivo grau de compactação, em relação os valores obtidos na alínea b, em amostras retiradas na profundidade de no mínimo 75% da espessura da camada; 1 determinação a cada 150 m² de pista compactada.

6.4 Controle Geométrico e de Acabamento

6.4.1 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; os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários devem ser nivelados.

6.4.2 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.

6.4.3 Controle do Acabamento da Superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20 m e outra 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

6.5 Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D_0) da camada, após sete dias de cura, a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga *Benkelman*, conforme DNER-ME 024/94[14], ou FWD – *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER-PRO 273/96[15].

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 a seguir.

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.

7.1 Materiais

7.1.1 Cal

A cal será aceito desde que o certificado de qualidade ateste que o cal possui 50% de cal solúvel e atenda à NBR 7175(2).

7.1.2 Água

Água é aceita desde seja isenta de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais à hidratação do cal. Quando houver indícios sobre a sanidade da água será aceita desde que atenda a NBR NM 137(3).

7.1.3 Solo

Os solos são aceitos desde que:

a) os resultados da granulometria da mistura analisados estatisticamente, para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral conforme anexo B, estejam dentro faixa granulométrica de trabalho estabelecida no projeto de dosagem da mistura;

b) pertençam ao grupo LG' da classificação MCT, ou especificado em projeto.

7.2 Produção

7.2.1 Pulverização

A pulverização é aceita desde que os resultados individuais dos lotes indiquem que o grau de pulverização é igual ou superior a 60%.

7.2.2 Teor da Cal

A variação individual admitida para o teor da cal é de ± 0,5 ponto percentual do teor ótimo do projeto da mistura.

Quando a distribuição for manual, o número de sacos de cal consumido no subtrecho em análise é aceito se for igual ao determinado no projeto da mistura.

7.2.3 CBR e Expansão

Os resultados de CBR calculados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, devem ser aceitos desde que sejam iguais ou superiores a 30% e 60%, ou àqueles definidos em projeto, para sub-bases e bases, respectivamente.

Os valores individuais de expansão devem ser inferiores a 1,0% e a 0,5% para sub-bases e bases, respectivamente.

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.

7.3 Execução

7.3.1 Compactação

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

7.3.2 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 à espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;

c) não se obtenham valores individuais da semi-largura da plataforma inferiores às 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 será 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.

7.4 Deflexões

A deflexão característica de cada subtrecho determinada de acordo com a equação 4 do anexo B, para número mínimo de 15 determinações, deve ser a estabelecida em 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 sub-base e base de solo-cal.

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 os serviços devem ser executados seguindo as normas ambientais vigentes no DER/SP;

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, qualquer alteração

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.

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 promover 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;

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.

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.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido em metros cúbicos de camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

A escavação e o transporte de solo são pagos de acordo com os preços unitários contratuais correspondentes da especificação ET-DE-P00/002, reforço do subleito.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os respectivos preços unitários contratuais, que incluem: o fornecimento de material, homogeneização da mistura na pista, perdas, espalhamento, compactação e acabamento, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, e outros recursos utilizados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas, exceto a pintura de cura.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.04.01.26.01 – Sub-base ou base solo-cal 4% - com transp. jazida até o local	m³

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6473.** Cal virgem e cal hidratada-Análise química. Rio de Janeiro, 2003.

2 ____. **NBR 7175.** Cal hidratada para argamassa - Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

3 ____. **NBR NM 137**. Argamassa e concreto – Água para amassamento e cura de argamassa e concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1997

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

5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9895**. Solo – Índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 2017.

6 ____. **NBR 7181.** Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2018.

7 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 164/2013-ME**. Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

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

9 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 144/2014-ES**. Imprimação com ligante asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2014.

10 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.

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.

DNIT 145/2012-ES. Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2012.

11 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **ME-DE-P00-001** – Ensaio de Compactação de solos com equipamento miniatura. São Paulo, 2021.

12 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16097**. Solo – Determinação do teor de umidade – Método expedito de ensaio, Rio de Janeiro, 2012.

13 ____. **NBR 7185**. Solo - Determinação da massa específica aparente, *in situ*, com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 2016.

14 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 024/94**. Pavimento – determinação das deflexões pela Viga Benkelman. Rio de Janeiro, 1994.

15 ____. **DNER-PRO 273/96**. Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo *falling weight deflectometer* – FWD. Rio de Janeiro, 1996.

_____

/ANEXO A

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.

1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
ENSAIO	**MÉTODO**	**FREQÜÊNCIA**	**CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS**	**ACEITAÇÃO**
1.1 Cal				
Porcentagem de cal solúvel	Exigir certificado de qualidade do material	Para todo lote que chegar à obra.	Resultados Individuais	Comprovar que o material possui 50% de cal solúvel e atende a NBR NBR 7175(2)
1.2 Água				
Qualidade da água	NBR NM 137(3)	Sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade	Resultados individuais	Ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas e atender NBR NM 137(3)
1.3 Solo				
Análise granulométrica	NBR 7181(6)	1 ensaio a cada 1.500 m² de pista	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro dos limites da faixa de granulométrica definida no projeto de dosagem da mistura
Classificação MCT Ensaio de compactação de solos com equipamento miniatura, na energia projeto. Determinação da perda de massa por imersão de solos compactados com equipamento miniatura	ME-DE-P00-001(11) ME-DE-P00-006(4)	1 ensaio a cada 1.500 m² de pista	Resultados individuais	Pertencer ao grupo ou grupo LG' da classificação MCT, ou ao especificado na dosagem do material

/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.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
2. CONTROLE DA PRODUÇÃO				
2.1 ANTES DA ADIÇÃO DA CAL				
Determinar o grau de pulverização	Peneiramento do material, através da peneira de 4,8 mm.	1 ensaio para lotes que correspondam a 1.000 m²	Resultados individuais	≥ 60%
2.2 DEPOIS DA ADIÇÃO DA CAL				
Teor da cal – distribuição mecânica	Por pesagens	1 determinação a cada 8 h de jornada de trabalho.	Resultados individuais	± 0,5% do teor ótimo da mistura
Teor de cal– com distribuição manual.	Efetuar a contagem de sacos	Em cada sub trecho executado.	Resultados individuais	Número de sacos (kg) consumidos igual ao previsto no projeto da mistura
CBR na energia intermediária;	NBR 9895[5]	1determinação a cada 1.500 m² de pista	Controle Estatístico Unilateral $X = \overline{X} - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	CBR≥ 60% para bases CBR ≥ 30% para sub-bases ou àqueles definidos em projeto
Expansão			Resultados Individuais	≤ 0,1% para sub-bases ≤ 0,5 para bases

/continua

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.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
3. EXECUÇÃO				
Teor de umidade	NBR 16097[12]	1 ensaio a cada 150m² de pista, imediatamente antes a compactação.	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Massa específica aparente seca máxima e umidade ótima	NBR 7182[8]	1 ensaio a cada 350m² de pista	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Massa específica aparente seca, in situ, e o respectivo grau de compactação	NBR 7185[13]	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 GC_{est} ≥ 100%
4. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
Espessuras e cotas	Relocação e nivelamento topográfico Medidas de trena	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 -2,0cm à +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		A cada 20 m	Resultados individuais	Não se admite valores para semi–largura inferiores aos previstos em projeto

/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	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
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 contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm.
5. DEFLEXÕES				
Determinação das deflexões	Viga Benkelman DNER-ME 024/94[14] FWD DNER-PRO 273/96[15]	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 menor ou igual ao valor admitido em projeto

/ANEXO B

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

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade 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	$X = \overline{X} - KS \geq LIE$	
	ou	
4 - Controle pelo limite superior	$X = \overline{X} + KS \leq LSE$	
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	K_1	N	K	K_1	N	K	K_1
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

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade comercial.