



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

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

DER/PR ES-P 14/05

PAVIMENTAÇÃO: SOLO-CAL-CIMENTO

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 12/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavras-chave: reforço do subleito, base, sub-base,
solo-cal-cimento

14 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases ou sub-bases de solo-cal-cimento. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

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

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento dos serviços em epígrafe, tendo como base a antiga especificação DER/PR ES-P 12/91 e as referências técnicas das aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de bases, sub-bases ou reforço de subleito de solo-cal-cimento, com o objetivo de construir pavimentos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5732	- Cimento Portland comum
ABNT NBR 5736	- Cimento Portland pozolânico
ABNT NBR 5739	- Concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos
ABNT NBR 6118	- Projeto de estruturas de concreto – procedimento
ABNT NBR 6473	- Cal virgem e cal hidratada – análise química
ABNT NBR 7182	- Solo – ensaio de compactação
ABNT NBR 9202	- Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da finura por meio da peneira 0,044mm (número 325)
DNER-ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 080/94	- Solos – análise granulométrica por peneiramento
DNER-ME 082/94	- Solos – determinação do limite de plasticidade
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-ME 129/94	- Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 201/94	- compressão axial de corpos de prova cilíndricos
DNER-ME 202/94	- moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT 068/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Manual de Execução de Serviços Rodoviários	- DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias	- DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias	- DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Solo-cal-cimento é a mistura íntima, executada na pista, composta por solo, cimento, cal e água, adequadamente compactada e submetida a processo eficiente de cura.

4 CONDIÇÕES GERAIS

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

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.2 Cimento Portland

- a) Podem ser utilizados os seguintes tipos de cimento Portland especificados pela ABNT:
 - cimento Portland comum NBR 5732/91
 - cimento Portland pozolânico NBR 5736/91
- b) O emprego de outros tipos de cimento (cimento Portland de alta resistência inicial ou de alto forno), é abordado no Manual de Execução;
- c) O índice de finura do cimento utilizado (NBR 9202/85) deve ser satisfatório, face às exigências da especificação correspondente;
- d) Com relação às condições de armazenamento do cimento, observar o disposto a respeito no Manual de Execução.

5.1.3 Cal

- a) A cal recomendada é a cal hidratada cálcica, com teor mínimo de 50% de cal solúvel ($\text{CaO} + \text{CaOH}_2$), determinado segundo o método da NBR 6473 da ABNT.
- b) Com relação às condições de armazenamento da cal, observar o disposto a respeito no Manual de Execução.

5.1.4 Água

- a) A água utilizada deve ser isenta de materiais estranhos prejudiciais ao comportamento da mistura.

5.1.5 Solo

- a) Os solos utilizados na execução de misturas de solo-cal-cimento devem ser solos derivados de rochas basálticas, do tipo "latossolo roxo", ou "latossolo vermelho escuro". Estes solos apresentam boa reação com a cal e o cimento, cuja estabilização possibilita melhores características de resistência mecânica em relação ao solo natural, sob adequadas condições de compactação e cura.
- b) O emprego de outros tipos de solos pode ser admitido, desde que haja reatividade com a cal e o cimento e a dosagem efetuada comprove as suas características de resistência, dentro dos limites estabelecidos no projeto.
- c) O material não deve conter matéria orgânica ou outras impurezas nocivas.

5.1.6 Composição da mistura

- a) A mistura de solo-cal-cimento deve ser dosada de acordo com os critérios apresentados no Manual de Execução.
- b) Os teores mínimos a serem adotados na composição da mistura, tanto para a cal como para o cimento, são de 3%, em relação à massa de solo seco, para possibilitar uma adequada incorporação e homogeneização da cal e do cimento ao solo.
- c) A energia de compactação a ser adotada é a normal ou a intermediária, de acordo com o projeto.

5.2 Equipamentos

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

- a) trator de esteira com escarificador;
- b) pá-carregadeira;
- c) caminhões basculantes;
- d) motoniveladora pesada com escarificador;
- e) recicladora;
- f) caminhão-tanque irrigador;
- g) rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro "pata longa";

- h) rolos compactadores vibratórios corrugados;
- i) rolos compactadores pneumáticos, de pressão regulável ;
- j) compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- k) ferramentas manuais diversas (pás, garfos, enxadas, rastelos e outros).

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 pelo 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 o projeto de dosagem, valores e limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, este deve ser removido e reconstruído em condições de execução ajustadas, até que todos os parâmetros sejam satisfatórios.

5.3.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que vai receber a camada de reforço do subleito, base ou sub-base de solo-cal-cimento deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

5.3.6 Extração dos materiais na jazida

- a) A(s) jazidas(s) indicada(s) no projeto deve(m) ser objeto de criterioso zoneamento, com vistas à seleção de materiais que atendam às características especificadas;
- b) Durante a operação de carga, devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar a contaminação por materiais estranhos.

5.3.7 Transporte e distribuição do solo

- a) Não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiverem molhados, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

- b) Os caminhões basculantes descarregam as respectivas cargas em pilhas sobre a pista, com adequado espaçamento.
- c) O espalhamento é efetuado mediante atuação da motoniveladora.
- d) A definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida a partir da criteriosa observação no Segmento Experimental.
- e) A espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,10 m, no mínimo, a 0,17 m, no máximo. A espessura máxima deve ser tal que não prejudique a uniformidade de mistura e da compactação da camada. Para maiores informações a respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

5.3.8 Pulverização e homogeneização do solo

- a) A pulverização e homogeneização do solo é efetuada pela ação da recicladora, atuando em toda a espessura da camada de solo solta;
- a) A pulverização é considerada satisfatória quando ao menos 50% do material, em peso, passar na peneira nº 4.
- b) Ao final da operação de pulverização, a camada resultante deve estar completamente solta, o mais homogênea possível e conformada de acordo com as características geométricas adequadas para o atendimento do projeto.
- c) Devem ser tomados os cuidados necessários para que a ação dos equipamentos de pulverização não atinja a camada subjacente, a ponto de prejudicá-la.

5.3.9 Distribuição e pré-mistura da cal

- b) Concluída a pulverização do solo, deve ser verificada a conformação geométrica da camada e, se necessário, efetuadas as eventuais correções pela ação da motoniveladora.
- c) A cal deve ser distribuída uniformemente na superfície, em toda a largura da faixa, segundo o teor especificado, por processo manual (emprego de sacos de cal) ou mecânico (a granel). A este respeito, consultar o Manual de Execução.
- d) Quando se empregar a distribuição em sacos, estes são contados, anotados, abertos e em seguida distribuídos manualmente, com o auxílio de rodos de madeira.
- e) Quando se utilizar a distribuição a granel, por processo mecânico, o equipamento deve ser aferido e aprovado pela Fiscalização.
- f) Especial atenção deve ser conferida à distribuição, com o intuito de evitar perdas decorrentes da ação do vento e do tráfego dos equipamentos utilizados nesta fase.
- g) Imediatamente após a distribuição da cal, é procedida a pré-mistura desta, visando a sua boa incorporação em meio ao solo, pela ação da recicladora.

- h) Concluída a pré-mistura da cal, a camada é submetida a uma leve compactação, destinada a selá-la superficialmente, ficando em repouso por um período de 24 a 48 h, quando então se dá seqüência ao processo executivo. Durante esse período, deve ser mantida a superfície da camada umedecida.

5.3.10 Pulverização e distribuição do cimento

- a) Decorrido o período de repouso da camada de solo à qual foi incorporada a cal, é procedida uma nova homogeneização e pulverização da mistura em toda a espessura da camada, pela ação da recicladora, e a conformação à seção de projeto, pela motoniveladora. O grau de pulverização mínimo a ser alcançado, durante esta etapa, é de 60%.
- b) Segue-se a distribuição uniforme do cimento, em toda a largura da faixa, por processo manual ou mecânico, objetivando-se a obtenção do teor especificado. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução.
- c) Quando se empregar a distribuição em sacos, estes são contados, anotados, abertos e em seguida distribuídos manualmente, com o auxílio de rodos de madeira.
- d) Quando se utilizar a distribuição a granel, por processo mecânico, o equipamento deve ser aferido e aprovado pela Fiscalização.
- e) Especial atenção deve ser conferida à distribuição, com o intuito de evitar perdas decorrentes da ação do vento e do tráfego de equipamentos utilizados nesta fase.

5.3.11 Mistura e homogeneização do solo-cal com o cimento

- a) Imediatamente após a distribuição do cimento, é procedida a mistura seca da camada de solo-cal-cimento, pela atuação da recicladora.
- b) Nesta etapa, deve ser obtido um grau de pulverização mínimo de 70% e, além disso, a observação visual deve atestar a homogeneidade do processo de mistura, pela existência de coloração uniforme, ao longo de toda a espessura da camada.
- c) Enquanto a operação de mistura estiver em processamento, nenhum equipamento, exceto os que operam nessa fase, pode trafegar sobre a mistura.

5.3.12 Adição de água e mistura úmida

- a) Considerada satisfatória a mistura seca do solo, da cal e do cimento, nova passada da recicladora é efetuada, desta feita com adição do teor de água necessário à compactação, procedendo-se a mistura úmida.
- b) Concluída a mistura úmida, o teor de umidade deve estar compreendido na faixa de $\pm 1,0\%$, em relação à umidade ótima indicada pelo ensaio de compactação com a energia adotada em projeto.
- c) Enquanto a operação de mistura úmida estiver em processamento, nenhum equipamento, exceto os que operam nessa fase, pode trafegar sobre a mistura.

5.3.13 Compactação e acabamento

- a) As operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da mistura úmida.
- b) Normalmente, a compactação deve ser iniciada com o emprego de rolos pé-de-carneiro e concluída com rolos vibratórios corrugados e de pneumáticos de pressão regulável.
- c) A compressão é executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto.
- d) Em cada passada, o equipamento deve propiciar cobertura de, no mínimo, metade da faixa anteriormente coberta.
- e) Após a conclusão da compactação, é feito o acerto da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não é permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da camada é comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas. A respeito do assunto, reportar-se ao Manual de Execução.
- f) A compactação e o acabamento finais são obtidos com o emprego de rolo de pneumáticos de pressão regulável.
- g) O grau de compactação deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, adotada como referência na dosagem da mistura (normal ou intermediária).
- h) O tempo decorrido entre o início da compactação e o acabamento final da camada não deve exceder a duas horas.
- i) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem ser processadas fora da área de compressão.
- j) 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.

5.3.14 Juntas de construção

- a) As juntas de construção transversais devem ser executadas de acordo com procedimentos que assegurem a sua eficiência e bom acabamento. Sugestões a respeito do assunto integram o Manual de Execução.
- b) Juntas de construção longitudinais devem ser evitadas, executando-se a camada de solo-cal-cimento em toda a largura da pista, em uma única etapa.

5.3.15 Proteção e cura

- a) A camada acabada é submetida de imediato a processo de cura, devendo para este fim ser protegida contra a perda rápida de umidade, por período de, no mínimo, sete dias.

- b) O processo de cura consiste da aplicação de pintura asfáltica, com emulsão diluída em água.
- c) Antes da aplicação, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados. Se necessário, para assegurar a adequada limpeza, a Fiscalização pode exigir o emprego de jatos de ar comprimido.
- d) Previamente à aplicação da pintura de cura, a camada deve estar adequadamente umedecida.
- e) O emprego de processos de cura alternativos, de comprovada eficiência, pode ser admitido, a critério da Fiscalização. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.

5.3.16 Liberação ao tráfego

- a) Não é permitido o tráfego diretamente sobre os trechos recém-concluídos.
- b) O tráfego é permitido desde que a superfície tenha endurecido suficientemente, de modo a evitar estragos, o que normalmente ocorre depois de decorridos sete dias.
- c) No caso de travessias e acessos, deve ser aplicada uma proteção com camada de solo com, pelo menos, 0,15 m de espessura.

6. MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de solo-cal-cimento, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de cimento, cal e solos.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a exploração de jazidas, o uso de aglomerantes hidráulicos e a execução de trabalhos na pista.

6.3 Exploração de jazidas de solos

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de solos nas jazidas devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a exploração da (s) jazida (s) somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da jazida e usina (se prevista no processo executivo), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da jazida e usina em área de preservação ambiental;

- d) planejar adequadamente a exploração da jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) tomar todas as precauções para que o manuseio e armazenamento do cimento sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários.
- f) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- g) construir junto à jazida bacias de retenção e sistemas de drenagem, evitando o carreamento da parte fina dos solos para cursos d'água.

6.4 Execução na pista

6.4.1 Os cuidados para a preservação ambiental se referem à disciplina do tráfego, ao estacionamento dos equipamentos e ao manuseio do cimento (se prevista a mistura na pista).

6.4.2 Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências à drenagem natural.

6.4.3 As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

6.4.4 No caso de execução pelo processo de mistura na pista, tomar todas as precauções para que o manuseio do cimento e sua incorporação sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários.

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 execução se referem às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios relacionados nos Quadros 1 a 4, a seguir apresentados:

Quadro 1 - Cimento Portland	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Ensaio de finura do cimento

Quadro 2 – Cal	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Determinação do teor de cal solúvel

Quadro 3 - Solos	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
01	Ensaio de granulometria

Quadro 4 – Controle de execução na pista	
Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Determinação do grau de pulverização, antes da adição do cimento (ver Manual de Execução)
01	Determinação do grau de pulverização, após adição do cimento (ver Manual de Execução)
01	Determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação
01	Determinação da massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
Para cada 100 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Determinação da espessura da camada de solo solta, antes da incorporação do cimento
01	Determinação da espessura da camada de mistura solta, com o cimento incorporado, imediatamente antes da compactação
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Ensaio de compactação, na energia selecionada, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
01	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
01	Avaliação visual da eficiência e homogeneidade do processo de cura aplicado
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), após 7 dias de cura, em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8. CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

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

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

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

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no máximo a cada 100 m, pelo nivelamento do eixo e dos bordos.

8.3.2 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.4 Verificação da proteção à cura e acabamento

- a) cabe à Fiscalização a avaliação sistemática da eficiência do processo de proteção à cura, com base em inspeção visual, para averiguação das condições de umedecimento da superfície e manutenção da integridade da pintura de cura;
- b) as condições de acabamento da superfície são apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais, exigindo-se maior rigor em função da posição relativa da camada na estrutura (reforço do subleito, base ou sub-base).

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento utilizado é aceito desde que obedeça ao especificado na correspondente especificação da ABNT e apresente índice de finura satisfatório.

9.1.2 A cal utilizada é aceita desde que atenda ao especificado no item 5.1.3.

9.1.3 Os solos utilizados são aceitos desde que se apresentem satisfatórios face às exigências desta especificação, em termos de trabalhabilidade, isenção de partículas moles, matéria orgânica ou impurezas nocivas, atendendo ainda aos requisitos previstos para granulometria, para amostras individuais.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Os valores individuais dos graus de pulverização obtidos devem atender ao especificado para o tipo de mistura empregado.

9.2.2 Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente, devem ser iguais ou superiores a 100%.

9.2.3 A resistência à compressão simples, aos sete dias de idade, deve ser no mínimo igual à adotada no projeto de mistura, para valores determinados estatisticamente.

9.2.4 A eficiência do processo de proteção de cura, avaliada visualmente pela Fiscalização, deve ser considerada satisfatória.

9.2.5 As medidas de deflexão sejam inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

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

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

onde:

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

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

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de solo-cal-cimento com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de solo-cal-cimento, 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).
- as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.

9.4 Condições de conformidade e não conformidade

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

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

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

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

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

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

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

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

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

9.4.2 Os serviços só são aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.4.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

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

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de solo-cal-cimento, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em metros cúbicos, fazendo-se distinção em relação aos teores aplicados e a energia de compactação empregada. Considera-se o talude das camadas tratadas com cimento equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

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

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

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

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

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no teor de cimento empregado.