

SOLO-CIMENTO

Especificação Particular

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Julho de 2021



DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 143 Rev.0

Especificação Particular para Execução de

Solo-cimento

Designação ARTERIS ES 143- Rev. 0 (julho/2021)



1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na produção, execução, aceitação e medição dos serviços de sub-bases e bases de solo-cimento em obras rodoviárias das empresas do grupo ARTERIS.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para o entendimento desta Norma devem ser consultados os documentos seguintes:

- 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 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);
- ARTERIS ES 19 - pavimentos flexíveis – imprimação
- ARTERIS ES 20 - pavimentos flexíveis – pintura de ligação
- DNER-EM 036 - Cimento Portland - Recebimento e aceitação – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- DNER-ME 036: Solo – Determinação da massa específica aparente, “in situ, com o emprego do balão de borracha – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 052: Solos e agregados miúdos – Determinação da umidade com emprego do “Speedy” - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 080: Solos - Análise granulométrica por peneiramento – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

- DNER-ME 088: Solos – Determinação da umidade pelo método expedito do álcool – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 092: Solo – Determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 122: Solos – Determinação do limite de liquidez – Método de referência e método expedito – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 129: Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 201: Solo-cimento – Compressão axial de corpos-de-prova cilíndricos – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 202: Solo-cimento - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 216: Solo-cimento - Determinação da relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- DNIT 013-PRO: Requisitos para a qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- NBR 5732 - Cimento Portland comum. Rio de Janeiro.
- NBR 5735 - Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro.
- NBR NM 76 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine). Rio de Janeiro.

3. DEFINIÇÃO

Para o efeito desta Norma é adotada a seguinte definição:

3.1 Solo-cimento: Material proveniente de mistura de solo, cimento e água em proporções previamente determinadas por processo próprio de dosagem em laboratório, de forma a apresentar determinadas características de resistência e durabilidade.

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 grupo arteris;
 - c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental do grupo arteris;
 - d) sem a aprovação prévia pela arteris, do projeto de dosagem;
 - e) em dias de chuva.
- 4.2 Todo o carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado do fabricante/distribuidor com informações dos resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, a data de fabricação, a indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo.
- 4.3 É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1. MATERIAIS

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pela ARTERIS.

5.1.2 Cimento Portland

Deve obedecer às exigências da Norma DNER- EM 036/95, juntamente com as das Normas NBR- 5732:1991 ou NBR 5735:1991.

5.1.3 Água

A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais. Deve atender aos requisitos estabelecidos pela NBR 15900

5.1.4 Solo

5.1.4.1 Os solos empregados na execução solo-cimento devem apresentar as seguintes características:

- a) Condições granulométricas:

Peneiras		Porcentagem passante	Faixa de trabalho
ASTM	mm		
2 ½ ”	63,0	100	-
Nº4	4,8	50 – 100	± 5
Nº40	0,42	15 - 100	± 2
Nº200	0,074	5 - 35	± 2

- b) O material empregado deve possuir trabalhabilidade adequada à realização das operações de construção da sub-base ou base;
- c) O material não deve conter matéria orgânica ou outras impurezas nocivas;
- d) A fração que passa na peneira nº40 deve apresentar limite de liquidez $\leq 40\%$, e índice de plasticidade $\leq 18\%$.

5.2. EQUIPAMENTOS

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

5.2.2. Para execução de base de solo-cimento são indicados os equipamentos seguintes:

- a) Caminhões basculantes;
- b) Carro-tanque distribuidor de água;
- c) Central de mistura de capacidade adequada à obra;
- d) Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- e) Distribuidor de agregados autopropulsionado;
- f) Ferramentas manuais diversas (pás, garfos, enxadas, rastelos e outros).
- g) Motoniveladora com escarificador;
- h) Pá-carregadeira;
- i) Pulvimisturador;
- j) Recicladora;
- k) Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso, liso-vibratório e pneumático;
- l) Trator de esteiras ou pneumático;

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, é necessário a construção de um segmento experimental.
- 5.3.3. Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender o projeto de dosagem, e os valores e limites definidos nesta Especificação ou no projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pela ARTERIS, 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 base ou sub-base de solo-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;
 - c) O trecho, para receber a mistura de solo-cimento, deve estar preparado no que se refere à drenagem, nivelamento e seção transversal, conforme fixados no projeto.
- 5.3.6. Extração dos materiais na jazida
- a) a(s) jazidas(s) indicada(s) no projeto deve(m) ser objeto de criterioso mapeamento, 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 0,25 m, no máximo. Espessuras superiores podem ser executadas mediante a execução de pistas experimentais aprovadas pela ARTERIS.

5.3.8. Mistura em central

A central deve possuir os seguintes itens:

- a) silos: para cimento e solo, providos de comportas e equipados com dispositivo que permita a produção contínua da mistura;
- b) correia transportadora: que transportem os solos e o cimento, na proporção conveniente, até o equipamento misturador;
- c) misturador: constituído, normalmente, de uma caixa metálica tendo no seu interior, como elementos misturadores, dois eixos dotados de pás tipo pug-mill que rodam em sentido contrário, providos de chapa metálica em espiral ou de pequenas chapas fixadas em hastes e que, devido ao seu movimento, jogam os materiais contra as paredes, ao mesmo tempo em que os faz avançar até a saída do equipamento;
- d) reservatórios de água e canalizações que permitam aspergir a água, após a homogeneização da mistura seca, deixando-a no teor de umidade ótimo previsto;
- e) equipamento de carga de caminhões constituído de um silo, abastecido por transportadores de correia ou elevadores de canecas e colocado de modo que o caminhão transportador possa receber, por gravidade, a mistura. Este dispositivo é utilizado quando não é possível deixar o misturador na altura adequada, para que o carregamento se faça por gravidade.

5.3.8.1. Os materiais que integram a mistura devem estar dispostos em silos de armazenamento, devidamente identificados e sem nenhuma presença de agentes contaminantes, devendo ser previamente prevista, a eficiência de abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção;

5.3.8.2. A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura dos materiais;

5.3.8.3. O grau de pulverização exigido é de 80%, no mínimo;

5.3.8.4. Após a realização de todas as operações necessárias ao preparo da mistura, deve ser realizado o transporte da mistura já pronta para a pista. O transporte da mistura pronta deve ser feito em caminhões basculantes ou outro veículo apropriado, tomando-se precaução para que não haja perda de umidade;

5.3.8.5. O tempo decorrido entre a mistura pronta na central e o início da compactação não deve ser superior a 1 hora, a menos que, a critério do projeto, comprovado por ensaios, seja verificada a inexistência de inconveniente na adoção de tempo maior.

5.3.9. Mistura na pista:

A realização de mistura em pista deverá ocorrer apenas em caráter excepcional, quando o volume de material a ser aplicado for inferior a 50m³.

5.3.9.1. Distribuição do cimento

- a) Regularizado o solo pulverizado, de modo a apresentar aproximadamente a seção transversal projetada, o cimento Portland, nas quantidades especificadas, deve ser distribuído uniformemente na superfície. Essa operação pode ser realizada pela distribuição dos sacos transversal e longitudinalmente, assegurando posterior espalhamento uniforme do cimento na superfície do solo, na área correspondente a cada subtrecho, ou a granel, por processo mecânico;
- b) Nenhum equipamento, exceto o usado para o espalhamento e mistura, pode trafegar sobre o cimento espalhado antes de ser misturado ao solo;
- c) Imediatamente após a distribuição do cimento, é procedida a mistura deste com o solo, pela ação da recicladora, que simultaneamente promove a devida pulverização, umidificação e homogeneização; a mistura deve ser repetida continuamente pelo tempo necessário para assegurar completa, uniforme e íntima mistura do solo com o cimento, até que seja conseguida tonalidade uniforme em toda a espessura.
- d) Em seguida, a mistura deve ser nivelada, obedecendo aproximadamente ao greide e à seção transversal do projeto.;
- e) Quando se empregar a distribuição em sacos, estes devem ser dispostos de modo a assegurar uniformidade na distribuição. Os sacos são contados, anotados, e em seguida distribuídos com rodos de madeira. Quando se utilizar a distribuição a granel, por processo mecânico, o equipamento deve ser aferido e aprovado pela Fiscalização. É sempre preferível a distribuição mecânica do cimento;
- f) O grau de pulverização especificado é de, no mínimo, 80%;
- g) Concluída a mistura, o teor de umidade deve estar compreendido na faixa de -2,0% a +1,0% em relação à umidade ótima indicada pelo ensaio de compactação, com a energia adotada em projeto.

5.3.10. Conformação, compactação e acabamento

- a) é vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;
- b) a espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,10 m, no mínimo, a 0,25 m, no máximo. Espessuras superiores podem ser executadas mediante a

execução de pistas experimentais aprovadas pela ARTERIS;

- c) as operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da conformação;
- d) A compactação de solos arenosos ou pouco argilosos deve ser feita, de preferência, com o emprego de rolos pneumáticos que assegurem a obtenção da massa específica aparente seca máxima indicada, em toda a espessura da camada compactada;
- e) A compactação de solos arenosos ou pouco argilosos pode, também, ser feita com o emprego de rolos lisos;
- f) 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;
- g) em cada passada, o equipamento deve propiciar cobertura de, no mínimo, metade da faixa anteriormente coberta;
- h) Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo.
- i) Durante as operações finais de compactação devem ser tomadas as medidas necessárias para que a camada superficial seja mantida na umidade ótima, ou ligeiramente acima, sendo permitidas adições de água, se preciso for, e nova homogeneização com equipamento adequado deve ser realizada;
- j) Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, tais como cabeceira de pontes e viadutos, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos;
- k) 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;
- l) O grau de compactação deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, adotada como referência na dosagem da mistura;
- m) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;
- n) O tempo decorrido entre a homogeneização da mistura e acabamento final da camada não deve exceder a 3 horas;
- o) A mistura de solo-cimento deve apresentar o valor mínimo de 21 kg/cm², ou 0,21 MPa para a resistência à compressão aos 7 (sete) dias (DNER-ME 201/94), em corpos-de-prova

moldados segundo o prescrito no método DNER- ME 202/94. O valor da resistência à compressão referido é um valor mínimo, devendo ser obtido, na dosagem ou no projeto, um valor médio que conduza àquele resultado durante a fase de execução, tendo em vista a dispersão encontrada.

5.3.11. Juntas de construção

- a) as juntas de construção transversais devem ser executadas de acordo com procedimentos que assegurem a sua eficiência e bom acabamento.
- b) juntas de construção longitudinais devem ser evitadas, executando-se a camada de solo-cimento em toda a largura da pista, em uma única etapa.

5.3.12. Proteção da camada

- a) a camada acabada deverá ser protegida contra a perda de umidade. No caso da execução de camadas de base, deverá ser aplicada uma pintura de cura constituída por emulsão asfáltica tipo RR-2C a uma taxa de emulsão de 0,6l/m². No caso da execução de camadas de sub-base, poderá ser realizada, opcionalmente, a proteção da camada contra a perda de umidade utilizando o material da camada de base da estrutura, em uma espessura de 5 centímetros. Neste caso, a contratada deverá realizar a verificação e manutenção diária da granulometria e umidade ótima desta camada (em relação ao projeto de dosagem) durante todo o período de cura da camada de sub-base, podendo aproveitar esta pequena camada para compor a base do pavimento. Caso contrário, esta pequena camada deverá ser removida após o período de cura, anteriormente ao início da execução da camada de base;
- b) a razão de diluição e a taxa de aplicação do ligante devem ser definidas na obra, na ocasião do Segmento Experimental, objetivando-se a formação de uma película impermeável e homogênea;
- c) o emprego de processos de cura alternativos, de comprovada eficiência, pode ser admitido, a critério da Fiscalização.

5.3.13. Liberação ao tráfego

- a) A base de solo-cimento não deve ser submetida à ação do tráfego. A extensão máxima a ser executada deve ser aquela para a qual pode ser efetuado de imediato o espalhamento do material da camada seguinte, de forma que a base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade. no caso de travessias e acessos, deve ser aplicada uma proteção com camada de solo com, pelo menos, 0,15 m de espessura;
- b) Os trechos terminados podem ser abertos ao tráfego, transcorrido o período de sete dias de cura, e uma vez verificado que a superfície endureceu suficientemente.

6. MANEJO AMBIENTAL

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

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

6.3. Exploração de jazidas de solos e usinagem (se prevista)

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/usina 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 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 de execução se referem às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério da ARTERIS, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.
- 7.3. O controle de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios relacionados nos Quadros 1 a 3, para mistura na pista, e 4 a 6, para mistura em usina, a seguir apresentados:

7.3.1. Mistura na pista

Quadro 1 - Cimento Portland	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
01	Ensaio de finura do cimento

Quadro 2 – Solos	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de granulometria

Quadro 3 - Controle de Execução na pista	
Quantidade	Descrição do Ensaio
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado:	
1	Determinação do grau de pulverização, após adição do cimento
1	Determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação
Para cada 100 metros de extensão de faixa:	
1	Determinação da massa específica aparente seca "in situ", após compactação
Para cada 100 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado:	
1	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 e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de compactação, na energia selecionada, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação

1	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
1	Avaliação visual da eficiência e homogeneidade o processo de cura aplicado
Para cada 1000 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez a cada 2 dias trabalhados:	
1	Determinação do teor de cimento (método de titulação), para o caso de distribuição do cimento a granel
Nota: Para qualquer tipo de Camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (ARTERIS-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 20 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada. Medir as deflexões após 7 dias de cura.	

7.3.2. Mistura em usina

Quadro 4 - Cimento Portland	
Quantidade	Descrição
Para cada 400 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
01	Ensaio de finura do cimento

Quadro 5 - Solos	
Quantidade	Descrição
Para cada 400 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de granulometria

Quadro 6 - Controle de Execução na pista	
Quantidade	Descrição do Ensaio
Para cada 500 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado (na usina):	
1	Determinação do teor de umidade da mistura, na saída do misturador
Para cada 500 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado:	
1	Determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação
Para cada 100 metros de extensão de faixa:	
1	Determinação da massa específica aparente seca "in situ", após compactação
Para cada 100 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado:	
1	Determinação da espessura da camada de mistura solta, imediatamente antes da compactação
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de compactação, na energia selecionada, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
1	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
1	Controle dos tempos despendidos para a execução das seguintes atividades: <ul style="list-style-type: none"> mistura com cimento: tempo total decorrido desde incorporação do cimento à mistura na central até o início da compactação. compactação e acabamento: tempo decorrido desde o início da compactação até o final das

	operações de acabamento.
1	Avaliação visual da eficiência e homogeneidade do processo de cura aplicado
Para cada 1000 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Determinação do teor de cimento (método de titulação)
Para cada 3000 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por semana trabalhada:	
1	Aferição racional da usina
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 20 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

- 8.1. Compete a ARTERIS 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 qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7.
- 8.3. Compete exclusivamente a ARTERIS 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 (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. 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 conforme os procedimentos descritos no item 9.4.1, devem ser iguais ou superiores a 100%.

9.2.3. O teor de cimento da mistura aplicada deve situar-se, para cada segmento executado, a faixa de $\pm 0,5\%$ em relação ao valor de projeto. A média aritmética obtida não deve, no entanto, ser inferior ao teor de projeto.

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

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

9.2.6. Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (Do), da camada após sete dias de cura, a cada 20 m de faixa alternada e 40 m de mesma faixa, através da viga Benkelman (DNER ME 024) ou FWD, falling Weighth deflectometer (DNER PRO 273), a deflexão característica deve ser \leq ao projeto.

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-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-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 pela ARTERIS 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:

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.

a) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes

condições:

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

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

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

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

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

9.4.2. 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 o colocarem em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.