



Código
ET-ECS.000.000-PAV/16

REV.
06

Emissão
28/05/2026

Folha
1/16



Resp. Técnico / Elaborador:
Eng. Reginaldo Jesus

Nº CREA:
SP-5070904250

Rodovia:
Geral

Verificador:
Eng. Douglas Martins Mocelin

Trecho:
Geral

Aprovador:
Eng. Claudio Renato Castro Dias

Objeto:
PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA BASE E SUB-BASE DE MATERIAL FRESADO COM AGREGADO E CIMENTO - FATC

Documentos de Referência:

- DNER-ES 305/97 - Pavimentação - base de solo cimento
- DNER 43 do Manual de Pavimentos Rígidos - 1989
- Manual de Normas de Pavimentação – DER-SP, 1991
- ET-DE-P00/004 - SUB BASE OU BASE DE SOLO CIMENTO

Cópia não controlada

Descrição das Revisões:

Rev.06 – Atualizado Referencias em todo documento; revisado item 4.5 em relação as resistências e incluído tabela resumo dos ensaios e controles (item 8.6).

Rev.05 – Adequado documento quanto liberação da camada de FATC e adequado controle de qualidade conforme plano de auditoria.

Rev.04 – Adequado controle de qualidade conforme plano de auditoria.

Observação:

06	28/05/2026	Eng. Reginaldo Jesus	SP-5070904250	Eng. Douglas Mocelin	Eng. Cláudio Renato Castro Dias
05	10/05/2022	Eng. Reginaldo Jesus	SP-5070904250	Eng. Cláudio Renato Castro Dias	Eng. Filippo Chiariello
04	21/12/2021	Eng. Reginaldo Jesus	SP-5070904250	Eng. Cláudio Renato Castro Dias	Eng. Filippo Chiariello
Rev.	Data	Resp. Técnico/ Elaborador	Nº CREA	Verificador	Aprovador

1. OBJETIVO

Esta Especificação fixa as condições a serem adotadas para a execução e controle de camada de base e sub-base constituída por mistura de Material Fresado (RAP) com Agregado e Cimento.

2. DEFINIÇÃO

Base e Sub-base de Material Fresado (RAP) com Agregado e Cimento - FATC é o produto endurecido resultante da cura de uma mistura homogênea compactada de material fresado proveniente de camada de CBUQ ou Microrrevestimento, agregados pétreos britados, cimento e água, em proporções estabelecidas por dosagem em laboratório.

3. REFERÊNCIAS

Constituem complementos desta especificação os seguintes documentos:

- ABNT NBR 12025 - Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos — método de ensaio;
- ABNT NBR 16097 - Solo — Determinação Do Teor De Umidade — Métodos Expeditos De Ensaio;
- ABNT NBR 16174 - Solo-cimento — Determinação do teor de cimento em misturas fresca de solo-cimento — método de ensaio;
- ABNT NBR 16697 – Cimento Portland – Requisitos;
- ABNT NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
- ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 7222 - Concreto E Argamassa — Determinação Da Resistência À Tração Por Compressão Diametral De Corpos De Prova Cilíndricos;
- DNER PRO 273/96 - Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer - FWD”;
- DNER-EM 036 - Cimento Portland – recebimento e aceitação;
- DNER-ME 201/94 - Solo-cimento - compressão axial de corpos-de-prova cilíndricos;
- DNER-ME 202/94 - Solo-cimento - moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos;
- DNIT 133/2025-ME - Pavimentação - Determinação das deflexões pela Viga Benkelman - Método de ensaio;

- DNIT 164/2013-ME: Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- DNIT 456/2025 – ME – Determinação do teor de umidade de solos e agregados – métodos expeditos e de laboratório – Método de ensaio;
- DNIT 458/2025 – ME – Solos – Determinação da massa específica aparente in situ com emprego do frasco de areia – Método de ensaio;
- DNIT 459/2025 – ME – Solos – Análise granulométrica – Método de ensaio;
- ET-ECS.000.000-PAV/09 – Pavimentação - Especificação técnica para fresagem;
- ET-ECS.000.000-PAV/18 - Pavimentação – Especificação técnica para determinação da irregularidade longitudinal na superfície de uma camada do pavimento pelo MERLIN.

4. MATERIAIS

4.1. Cimento

O recebimento do cimento deverá obedecer às exigências da Norma DNER-EM 036, e o controle do material à especificação NBR 5732.

4.2. Água

Será considerada satisfatória a água que, utilizada na moldagem de corpos-de-prova com a mistura de projeto, não acarretar diminuição da resistência obtida em laboratório, nem contenha substâncias que possam prejudicar a hidratação do cimento (atendendo a NBR-6118).

4.3. Materiais Fresados (RAP) com Agregados Pétreos e Cimento

Os materiais empregados na execução da camada utilizando a mistura de fresado e agregado melhorado com cimento, serão provenientes de fresagem de camadas de CBUQ de granulometria contínua ou descontínua.

- Quando submetidos ao ensaio de granulometria pelo método DNIT 459/2025-ME:

a) deverão apresentar composição granulométrica enquadrada em uma das faixas a seguir:

PENEIRAS		FAIXAS			
Pol.	mm.	A	B	C	D
2"	50,8	100	100	-	-
1"	25,4	-	75 - 95	100	100
3/8"	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
N°4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
N°10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
N°40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
N°200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

b) O agregado retido na peneira n° 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isento de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outra substância prejudicial.

4.4. Aditivos

O Empreiteiro poderá, se lhe convier e for autorizado pela concessionária, utilizar aditivos que não acarretem diminuição da resistência do fresado com agregado e cimento.

4.5. Dosagem

A porcentagem de cimento, a ser incorporada ao material fresado e agregados pétreos para constituição da mistura, deverá ser fixada através de dosagem laboratorial e limitada ao máximo de 5% em peso.

A porcentagem de material fresado (RAP) a ser utilizado na mistura deverá ser de 30%, 50% ou 65%.

A resistência à compressão simples (ABNT NBR 12025), deverá atender os requisitos de projeto (aos 7 e 28 dias).

A resistência a tração por compressão diametral (ABNT NBR 7222), deverá atender os requisitos de projeto (aos 7 e 28 dias).

A resistência a tração por compressão diametral será o critério a ser utilizado para liberação das camadas, uma vez que este parâmetro é um dos critérios de dimensionamento da

estrutura, e a resistência a compressão simples será utilizada para acompanhamento do comportamento a compressão da camada.

Caso não haja especificação para resistência à compressão simples deverá ser adotado 2,1 MPa aos 7 dias. O valor da resistência à compressão referido é um valor de referência, devendo-se obter na dosagem um valor médio que conduza àquele resultado durante a fase de execução, tendo em vista a dispersão encontrada.

5. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos deverão ser capazes de executar os serviços especificados dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverão compreender, no mínimo:

- Central de Mistura, composta de misturador, silos, depósito de água e dispositivos de controle, capaz de produzir mistura homogênea com teores de umidade e de cimento especificados;
- Veículos com caçamba basculante para transporte da mistura usinada para o local de aplicação;
- Distribuidora de agregados autopropulsionada;
- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Pulvimisturador;
- Carro tanque distribuidor de água de no mínimo 10.000 litros, equipado com moto-bomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- Rolos compactadores autopropulsionados tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório (e com frequência regulável, com as seguintes características: largura do rastro: maior que 1,40 m; peso estático: maior que 33 kN) e pneumático de pressão regulável, (com as seguintes características: carga por roda: maior que 25 kN; largura do rastro: maior que 2,00 m; pressão de contato: maior que 0,67 MPa).

A central de mistura deverá ter capacidade de produção adequada à obra e ser constituída essencialmente do seguinte:

- Silo para cimento a granel com dispositivo de regulagem para determinar o peso de cimento a ser incluído no fresado+agregado da mistura;
- Silos para material fresado e para agregado, providos de boca de descarga e equipados com dispositivos que permitam graduar os volumes dos materiais;

- Transportadores de esteiras - que transportem o fresado+agregado e o cimento, já na proporção conveniente, até o equipamento misturador;
- Equipamento misturador (“pug-mill”) - constituído, normalmente, de uma caixa metálica tendo no seu interior, como elementos misturadores, dois eixos que giram em sentido contrário, providos de chapa em espiral ou de pequenas chapas fixadas em hastes e que, devido ao seu movimento, forcem a mistura íntima dos materiais, ao mesmo tempo em que a faz avançar até a saída do equipamento;
- Reservatórios de águas e canalizações - que permitam depositar e espargir a água no processo de mistura;
- Equipamento de carga de caminhões - constituído de um silo, colocado de modo que o caminhão transportador possa receber, por gravidade, a mistura.

Caso o volume não justifique a instalação de uma central de mistura, a homogeneização poderá ser feita na pista através de uma pulvimisturadora.

6. EXECUÇÃO

6.1. Considerações Gerais

A execução da camada compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais realizados na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação, acabamento e cura na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada. A quantidade de mistura devidamente homogeneizada deve atingir após a compactação a espessura de projeto.

A espessura final da camada deverá ser entre 15cm e 20cm. Quando houver necessidade de se executar camada com espessura final superior a 20 cm, a mesma só deverá ser liberada após execução de segmentos experimentais, onde o grau de compactação deverá ser de 100% na energia do proctor modificado, nos horizontes inferior e superior individualmente.

Não permitir a execução dos serviços, objeto desta Especificação, em dias de chuva.

6.2. Mistura em Central (Usina)

O uso desse equipamento exige que se proporcione o cimento e o fresado + agregado antes de entrarem na câmara de mistura. Assim, faz-se necessário calibrar a usina, objetivando as vantagens técnicas e econômicas da precisão na dosagem e da homogeneização da mistura fresado + agregado, cimento e água.

Todas as operações necessárias ao preparo da mistura final serão realizadas na central, restando apenas o transporte da mistura já pronta para o trecho em execução, onde serão espalhadas com as devidas precauções e de modo que, após a compactação, apresente espessura, greide longitudinal e seção transversal do projeto.

O transporte da mistura pronta deve ser feito em caminhões-basculantes ou outro veículo apropriado, tomando-se precaução para que não haja alteração na sua umidade.

A superfície do trecho deverá estar preparada, no que se refere à drenagem, nivelamento e seção transversal fixados no projeto, para receber a mistura. Todo material impróprio deverá ter sido removido e substituído por outro adequado, previamente aprovado pela projetista.

O equipamento de compactação deverá ter dimensões, forma e peso adequados, de modo a se obter a massa específica aparente máxima prevista para a mistura. O andamento das operações deverá ser estabelecido de modo que a faixa em execução seja uniformemente compactada em toda a largura.

Antes da conclusão da compactação, será feito o acerto final da superfície através de corte, de modo a satisfazer ao projeto para eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não será permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da camada será comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas e sulcadas.

Todo trecho, logo após a conclusão da camada de FATC, de acordo com esta especificação, deverá ser protegido contra perda rápida de umidade, seja através de processo de cura úmida, de cura química ou aplicação de camada superior.

No caso do emprego de material asfáltico para a cura, este deverá ser usado à razão de 0,8 l/m². Sua aplicação será feita sobre a superfície perfeitamente limpa, isenta de materiais estranhos e suficientemente umedecida para impedir a penetração do material asfáltico.

6.3. Mistura na Pista

No caso de impossibilidade de utilização de Central de Mistura, desde que com prévia aprovação da concessionária, a mistura poderá ocorrer na pista e deverão ser obedecidas as seguintes fases de execução:

- As soluções de drenagem deverão ser compatibilizadas;
- Preparo da superfície de aplicação no tocante a seção transversal, a topografia, a drenagem, etc.;
- Pulverização, distribuição e regularização da mistura de fresado + agregado;
- Distribuição do cimento: regularizado o material fresado + agregado, o cimento, nas quantidades especificadas, será distribuído uniformemente na superfície.

Essa operação poderá ser realizada distribuindo-se os sacos transversalmente e longitudinalmente, de modo a assegurar posterior espalhamento uniforme do cimento na superfície da mistura, na área correspondente a cada sub-trecho, ou a granel, por equipamento mecânico.

Nenhum equipamento, exceto o usado para o espalhamento e mistura, poderá transitar sobre o cimento espalhado antes de ser ele misturado ao material fresado + agregado.

- Mistura seca: imediatamente após a distribuição, o cimento será misturado com o material fresado + agregado pulverizado, em toda a espessura da camada. A mistura deverá ser repetida continuamente pelo tempo necessário para assegurar uma mistura completa, uniforme e íntima do material fresado + agregado com o cimento, até ser conseguida completa homogeneidade em toda a espessura.

Em seguida a mistura, será nivelada de acordo com a seção transversal do projeto.

- Umedecimento: a adição de água deverá ser feita progressivamente, não sendo aconselhável que em cada passada do carro-tanque o teor de umidade do solo aumente mais de 2 pontos percentuais. A cada aplicação de água, seguir-se-ão operações de revolvimento, para evitar o acúmulo desta na superfície.

Esta operação deverá ser feita sem interrupção e a incorporação completa da quantidade total de água deverá estar terminada, no máximo, dentro de 3 horas.

- Mistura úmida: terminada a incorporação de água, será tolerada na mistura a umidade compreendida entre 0,9 a 1,1 vezes a indicada para o trecho, no ensaio de compactação.

– Compactação, proteção e cura: as fases de compactação, proteção e cura, para a mistura na pista, são idênticas às exigidas para o caso de mistura em central, já referidas no item 6.2.

6.4. Locação e Nivelamento

Os serviços de locação e nivelamento serão executados pelo Empreiteiro. Nas posições correspondentes às estacas de locação, dos dois lados da pista e a distância constante da linha base (eixo), serão assentados e nivelados piquetes para controle de cotas e de alinhamento.

6.5. Adição de Cimento

Quando a adição de cimento for executada na usina e de conformidade com o teor indicado no projeto. As operações construtivas deverão ser realizadas de modo a não serem ultrapassados os seguintes prazos:

- 3 (três) horas, entre o instante da adição da água à mistura seca e o término da distribuição da mistura úmida na pista;
- 2 (duas) horas, entre o início e o término das operações de compactação. A quantidade de cimento consumida será anotada e comparada com o consumo previsto indicado no projeto.

A calibração da usina para que se assegure o teor de cimento e de umidade previstos no projeto deverá ser efetuada sempre que o ritmo de serviço o permitir, não se admitindo menos que duas verificações semanais.

6.6. Juntas de Construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, será executada uma junta transversal de construção em local já compactado, com face vertical. As juntas transversais de construção não deverão coincidir entre dois panos de serviço em camadas sobrepostas. A face da junta será umedecida antes da colocação da camada subsequente.

Os panos de serviço adjacentes serão executados simultaneamente, de maneira a se evitar as juntas longitudinais.

As juntas transversais não deverão coincidir com os locais de juntas da camada subjacente anteriormente executada.

6.7. Cura

Todo segmento executado, logo após a conclusão da camada de FATC, de acordo com esta especificação, deverá ser protegido contra perda rápida de umidade, seja através de processo de cura úmida, de cura química ou aplicação de camada superior.

6.8. Proteção dos Serviços

Durante todo o tempo que durar a construção, e até a execução da camada sobrejacente, os materiais e os serviços serão protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

6.9. Abertura ao tráfego

Poderá ser executada camada superior à camada de FATC imediatamente após sua execução, podendo o tráfego ser liberado desde que os critérios de qualidade da camada superior sejam aprovados.

Nos casos onde não forem realizadas camadas superiores às camadas de FATC, as mesmas não deverão ser submetidas à ação direta do tráfego, devido à ação abrasiva causada por este na camada de FATC recém executada.

7. MANEJO AMBIENTAL

Observar os seguintes cuidados visando à preservação do meio ambiente no decorrer das operações destinadas à execução da camada de fresado + agregado e cimento:

7.1. Na Exploração das Ocorrências de Materiais

Adotar os seguintes cuidados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) Apresentar a licença ambiental de operação do empréstimo, para arquivamento da cópia da licença junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) Evitar a localização do empréstimo e usina de mistura em área de preservação ambiental;

- c) Planejar adequadamente a exploração do empréstimo, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, depois de retirada de todos os materiais e equipamentos;
- d) Impedir queimadas como forma de desmatamento;
- e) Construir, junto à usina, bacias de sedimentação para retenção do pó eventualmente produzido em excesso, evitando seu carreamento para cursos d'água.
- f) Na exploração dos Materiais Fresados deverão ser atendidas as recomendações preconizadas na Especificação ET-ECS.000.000-PAV/09 – Pavimentação - Especificação técnica para fresagem.

7.2. Na Execução

Os cuidados para a preservação ambiental referem-se à disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos:

- a) Os desvios e variantes deverão ser executados com acompanhamento e orientação no que tange à proteção ambiental;
- b) Proibir o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) 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 cursos d'água;

8. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade será de responsabilidade do executante estando sujeito à auditoria por parte da EcoRodovias Concessões e Serviços.

8.1. Controle de Produção da Mistura na Usina

Com amostras coletadas na usina, na saída do misturador, deverão ser realizados no mínimo:

- a) Ensaio de umidade higroscópica do material (DNIT 456/20258-ME ou ABNT NBR 16097), para no mínimo 2 amostras por jornada de 8 horas de trabalho. As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica em torno da umidade ótima são as definidas experimentalmente;

- b) Ensaios de granulometria pelo método DNIT 459/2025-ME, com material coletado na correia, 1 ensaio por jornada diária de 8 horas de horas de trabalho;
- c) Determinação da taxa de cimento, deverá ser realizado no mínimo 1 para cada 8h.

8.2. Controle da Mistura e aplicação em Pista

Deverão ser adotados no mínimo os seguintes procedimentos com amostras coletadas na pista:

- a) Ensaio de umidade higroscópica do material durante a homogeneização e, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactado em locais escolhidos aleatoriamente (DNIT 456-ME ou ABNT NBR 16097).
- b) Ensaio de massa específica aparente seca in situ em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, para cada 100 m de extensão, nos mesmos pontos em que foram coletadas amostras para os ensaios de compactação, pelo método DNIT 458/2025-ME, para o cálculo do grau de compactação – GC;
- c) Ensaio de Determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, na energia intermediária (DNIT 164/2013-ME), por camada, 1 ensaio para cada 100 m de extensão.
- d) Ensaios de granulometria pelo método DNIT 459/2025-ME, com material coletado na pista para cada 100 m de faixa.
- e) Verificação do intervalo de tempo entre a incorporação do cimento e o final da compactação, sendo máximo de 3h.
- f) Ensaios de Resistência à Compressão Simples aos 7 dias, em molde cilíndrico bipartido, com diâmetro de 15 cm e altura de 30 cm, para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 100 m de pista.
- g) Ensaios de Resistência a tração por compressão diametral as 7 e 28 dias, em molde cilíndrico bipartido, com diâmetro de 15 cm e altura de 30 cm, para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 100 m de pista.
- h) Ensaios de Resistência à compressão simples aos 7 e 28 dias, deverá ser coletada uma amostra por camada para cada sendo, 1 ensaio a cada 100 m de pista.

i) Determinação da taxa de cimento em pista. Deverá ser realizado no mínimo 1 para cada 100 m de pista.

h) Determinação das deflexões elásticas, sobre a superfície acabada, com o auxílio de viga Benkelman (segundo o Método DNIT 133/2025 – ME) ou com o FWD - *Falling Weight Deflectometer* (DNER-PRO 273/96). Deverá ser executada pelo menos uma medida da deflexão máxima a cada 20 metros de faixa, alternando-se, aleatoriamente, entre os bordos (direito e esquerdo) e o eixo da pista.

8.3. Controle Geométrico

Após a execução da camada, proceder a relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, a cada 20 m, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- As variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo de -2 cm a +1 cm em relação à de projeto;
- Não se obtenham diferenças nas espessuras superiores a 10% em relação a espessura de projeto, em qualquer ponto da camada.
- A espessura determinada estatisticamente através, controle bilateral, situe-se no intervalo de $\pm 5\%$ em relação à espessura prevista em projeto; não se obtenham valores individuais da largura da plataforma inferiores às de projeto;
- O abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de $\pm 0,5\%$ em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.
- A variação máxima entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada, não seja superior a 0,5 cm;

8.4. Tabela Resumo dos Ensaios e Controles

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. CONTROLE DE EXECUÇÃO DA MISTURA NA USINA				
Determinação Umidade Higroscópica na Usina	DNIT 456/2025-ME	2 a cada 8 h de jornada de trabalho.	Individual	Dentro da tolerância estabelecida experimentalmente
Ensaio de Granulometria	DNIT 459/2025-ME	1 a cada 8 h de jornada de trabalho.	Controle Bilateral no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	De estar dentro dos limites da faixa de trabalho da mistura
Determinação da taxa de cimento em usina	-	1 a cada 8 h de jornada de trabalho.	Individual	$\pm 0,5\%$ do teor de ótimo de cimento da mistura

2. CONTROLE DE EXECUÇÃO DA MISTURA NA PISTA				
Determinação Umidade Higroscópica na Pista	DNIT 456/2025-ME	1 a cada 100 m	Individual	- 2% a +1% da umidade ótima
Massa Específica Aparente Seca <i>in situ</i> – Frasco de areia	DNIT 458/2025-ME	1 a cada 100 m	Resultados individuais e controle unilateral pelo limite inferior	Resultados individuais GC $\geq 100\%$
Determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, na energia intermediária	DNIT 164/2013-ME	1 a cada 100 m	Individual	Parâmetros de controle
Ensaio de Granulometria	DNIT 459/20258-ME	1 a cada 100 m	Controle Bilateral no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	De estar dentro dos limites da faixa de trabalho da mistura
Verificação do intervalo de tempo entre a incorporação do cimento e o final da compactação	Diferença entre os horários de incorporação do cimento e de término da compactação.	Máx. 3h até final da compactação	Individual	-
Resistência à tração por compressão diametral aos 7 e 28 dias	ABNT NBR 7222	1 a cada 100 m	Resultados individuais e controle unilateral pelo limite inferior	\geq Projeto
Resistência à compressão simples aos 7 e 28 dias	ABNT NBR 5739 ABNT NBR 12025	1 a cada 100 m	Resultados individuais e controle unilateral pelo limite inferior	\geq Projeto
Determinação da taxa de cimento em pista (caso a incorporação de cimento seja na pista)	-	1 a cada 100 m	Individual	$\pm 0,5\%$ do teor de ótimo de cimento da mistura
Viga Benkelman	DNIT 133/2025-ME	A cada 20 m por faixa alternada, determinar D0	Resultados individuais e controle unilateral pelo limite superior	Conforme projeto
3. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
Espessuras e cotas	Relocação e nivelamento topográfico Medidas de trena	A cada 20m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários	Individual	Conforme Projeto
Largura e alinhamentos da plataforma	Relocação e nivelamento topográfico Medidas de trena	A cada 20 m	Individual	Conforme Projeto
Acabamento da superfície	Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada.	A cada 20 m	Individual	Conforme Projeto

9. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço será medido em volume (metros cúbicos) ou toneladas, executado conforme a seção transversal do projeto.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual multiplicado pelo quantidade efetivamente executada e este consistirá em remuneração única do serviço, podendo abranger, o fornecimento, a mistura, o transporte e a aplicação dos materiais e execução da camada, ensaios especificados dos materiais e das camadas executadas, toda a mão-de-obra e encargos sociais incidentes, os equipamentos, as ferramentas, as despesas indiretas, as despesas fiscais e eventuais necessários à sua execução, ou parte desses serviços citados de acordo com Contrato específico.

10. Controle Estatístico

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra (\bar{X})	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	
2 - Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N - 1}}$	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
Controle Unilateral		
3 - Controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	
	Ou	
4 - Controle pelo limite superior	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$	
Controle Bilateral		
5 - Controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	
	e	
	$X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	

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

a) Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos, na frequência previamente definida, de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual prescreve que o executante da obra deve estabelecer e manter procedimentos documentados para implementar as ações corretivas e preventivas na execução da obra, com o objetivo de detectar e eliminar as causas das não conformidades.

b) Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Especificação. Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções efetuadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Especificação; caso contrário deve ser rejeitado.