



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES,
PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL

DEPARTAMENTO NACIONAL DE IN-
FRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA GERAL

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro/RJ – CEP 21240-000
E-mail: ipr@dnit.gov.br

Agosto/2017

NORMA DNIT xxx/2017-ES

Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço.

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.002476/2014-38

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na Reunião de / /

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Pavimentação, base, cimento, brita graduada

Total de
páginas

11

Resumo

Esta norma define a sistemática a ser empregada na execução de sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento (BGTC) em obras rodoviárias.

São também apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução, inclusive plano de amostragem e ensaios, condicionantes ambientais, controle da qualidade, condições de conformidade e não conformidade e o critério de medição dos serviços.

Abstract

This standard defines the system to be employed in the execution of sub-base or base of graded gravel treated with cement (BGTC), in road works.

It includes the requirements for the materials, equipment, execution, includes a sampling plan and essays, environmental management, quality control, conditions for conformity and non-conformity and the criteria for the measurement of performed services.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas.....	2
3 Definição.....	2

4 Condições gerais.....	2
5 Condições específicas.....	3
6 Condicionantes ambientais.....	6
7 Inspeções.....	7
8 Critérios de medição.....	9
Anexo A (Informativo) Bibliografia.....	10
Índice geral.....	11

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DPP para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada na execução e controle da qualidade de camada de sub-base ou base, quando utilizada mistura de brita graduada e cimento. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de camada de sub-base ou base, quando empregada mistura de brita graduada e cimento.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas aplicam-se somente as edições citadas; para referências não datadas aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

- a) ABNT NBR 5732 - Cimento Portland comum. Rio de Janeiro.
- b) ABNT NBR 5735 - Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro.
- c) ABNT NBR 5736 – Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro.
- d) ABNT NBR 11.578 – Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro.
- e) ABNT NBR 11579 - Cimento Portland – Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200) - Método de ensaio. Rio de Janeiro.
- f) ABNT NBR 15.900-1 – Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro.
- g) ABNT NBR NM 51 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”. Rio de Janeiro.
- h) ABNT NBR NM 65 – Cimento Portland – Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro.
- i) ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro.
- j) DNER-EM 036: Cimento Portland - Recebimento e aceitação – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- k) DNER-ME 054: Equivalente de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- l) DNER-ME 086: Agregado – Determinação do índice de forma – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- m) DNER-ME 088: Solos – Determinação da umidade pelo método expedito do álcool – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- n) DNER-ME 089: Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- o) DNER-ME 092: Solo – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

- p) DNER-ME 180: Solos estabilizados com cinza volante e cal hidratada – Determinação da resistência à compressão simples– Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- q) DNER-ME 181: Solos estabilizados com cinza volante e cal hidratada – Determinação da resistência à tração por compressão diametral – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- r) DNER-ME 202: Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- s) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- t) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- u) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- v) DNIT 164-ME: Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- w) DNIT 165-EM: Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- x) Resolução CONAMA 307/2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Brasília. DF, 2002.

3 Definição

Para os efeitos desta Norma aplica-se a seguinte definição:

Brita graduada tratada com cimento é o produto resultante da mistura, em usina, de pedra britada, cimento Portland, água e, eventualmente, aditivos, em proporções determinadas experimentalmente. Após a mistura, compactação e cura, a mistura adquire propriedades físicas e mecânicas específicas para atuar como camada de base ou de sub-base de pavimentos.

4 Condições gerais

- a) Antes da execução dos serviços deve ser implantada a adequada sinalização de obra, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços.

Atenção especial deve ser dispensada para a segurança do tráfego na operação do sistema siga/pare.

O DNIT dispõe de um Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias (publicação IPR-738);

- b) Não é permitida a execução dos serviços objeto desta Norma em dias de chuva;
- c) Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado do fornecedor com informações dos resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, a data de fabricação e a indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo.
- d) É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e dos materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

5 Condições específicas

5.1 Insumos

5.1.1 Cimento Portland

Deve obedecer às exigências da norma DNER-EM 036/95, para recebimento e aceitação do material. Podem ser empregados:

- Cimento Portland comum – NBR 5732:1991;
- Cimento Portland de alto-forno – NBR 5735:1991;
- Cimento Portland pozolânico – NBR 5736:1999;
- Cimento Portland composto – NBR 11.578:1997.

5.1.2 Água

Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais, e atender aos requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR 15.900-1:2009.

5.1.3 Agregado

A camada de base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento deve ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- a) Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem constituir-se de fragmentos duros, limpos e duráveis, e livres do excesso de partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração,

assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

- b) O desgaste do agregado graúdo no ensaio de abrasão “Los Angeles”, em conformidade com a norma NBR NM 51:2001, deve ser inferior ou igual a 50%;
- c) O equivalente de areia do agregado miúdo, de acordo com a norma DNER-ME 054/97, deve ser igual ou superior a 55%;
- d) O índice de forma do agregado graúdo (DNER-ME 086/94) deve ser igual ou superior a 0,5;
- e) A perda de massa do agregado graúdo no ensaio de durabilidade realizado em conformidade com a norma DNER-ME 89/94, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior ou igual a 20% e, com sulfato de magnésio, inferior ou igual a 30%.

5.1.4 Material para cura

A cura da camada de brita graduada tratada com cimento deve ser realizada com a emulsão asfáltica de ruptura rápida RR-2C, em conformidade com as características prescritas na norma DNIT 165/2013-EM: Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material.

A taxa de aplicação da emulsão deve ser fixada no projeto e ajustada na obra no início dos serviços.

5.1.5 Projeto da mistura de brita graduada tratada com cimento

A dosagem da mistura de brita graduada tratada com cimento deve apresentar as seguintes características:

- a) A curva granulométrica de projeto da mistura dos agregados deve se enquadrar em uma das faixas granulométricas da Tabela 1 apresentadas nesta subseção;
- b) A faixa de trabalho definida a partir da curva granulométrica de projeto deve obedecer às tolerâncias indicadas para cada peneira na Tabela 1, porém respeitando os limites das faixas granulométricas;
- c) A percentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.

Tabela 1 – Faixas Granulométricas

Peneira de malha quadrada		% em massa passando		Tolerâncias
ASTM	mm	Faixa "A"	Faixa "B"	
1 1/2"	38,1	100	100	
1"	25,4	90-100	-	- 7%
3/4"	19,1	75-95	60-95	± 7%
3/8"	9,5	45-64	40-75	± 7%
Nº 4	4,75	30-45	25-60	± 5%
Nº 10	2,0	18-33	15-45	± 5%
Nº 40	0,42	7-17	8-25	± 5%
Nº 80	0,18	1-11	-	± 3%
Nº 200	0,075	0-8	2-10	± 2%

d) A percentagem de cimento a ser incorporada aos agregados para constituição da mistura deve ser fixada de modo a atender as resistências à compressão simples e à tração por compressão diametral, ambas aos 28 dias, fixadas no projeto do pavimento.

A variação admitida para o teor de cimento é de $\pm 0,5$ ponto percentual do teor ótimo de cimento do projeto da mistura.

NOTA: Define-se teor de cimento em percentagem como a relação entre a massa de cimento e a massa de agregados secos, multiplicada por 100.

5.1.6 Aditivos

Quando necessária a incorporação de aditivos, estes devem obedecer às especificações particulares constantes do projeto e sua dosagem deve ser feita experimentalmente em laboratório.

5.2 Equipamentos

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DNIT.

O equipamento básico para a execução de sub-base ou de base de brita graduada tratada com cimento compreende as seguintes unidades:

- Usina misturadora dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos para agregados, silo individual para cimento, dispositivo para adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill";
- Caminhões basculantes;

- Vibro acabadora de asfalto com recurso eletrônico para nivelamento da camada;
- Rolo compactador autopropelido liso vibratório;
- Rolo compactador autopropelido pneumático de pressão regulável;
- Caminhão tanque irrigador de água;
- Motoniveladora com escarificador;
- Compactador portátil vibratório;
- Pá carregadeira de pneus;
- Marteleto rompedor a ar comprimido;
- Duas réguas de madeira ou de metal, uma de 1,20 m e outra de 3,0 m de comprimento;
- Ferramentas diversas.

5.3 Execução

5.3.1 Plano da qualidade

Antes de iniciados os trabalhos, devem estar definidos no Plano da Qualidade (ver norma DNIT 011/2004-PRO) os procedimentos a serem obedecidos pela executante relativos à execução prévia e obrigatória de trecho experimental.

O trecho experimental deve integrar o projeto de engenharia e sua execução deve ser acompanhada pelos responsáveis pela obra e pela elaboração do projeto.

No trecho experimental devem ser definidos todos os procedimentos referentes à construção da camada de sub-base ou de base de brita graduada tratada com cimento, visando atender a todas as especificações contidas nesta Norma e no projeto, desde os procedimentos da mistura na usina até seu acabamento final e cura, passando, portanto, por seu transporte, espalhamento, compactação e controle dos insumos, da produção da BGTC, da execução e da geometria da camada acabada, trecho este que deverá ser aceito formalmente pelo DNIT, sem o que não se poderá dar prosseguimento aos serviços.

5.3.2 Preparo da superfície subjacente

A superfície a receber a camada de sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento deve estar totalmente concluída, perfeitamente limpa, isenta de lama e de-

mais agentes prejudiciais, desempenada e com as declividades estabelecidas no projeto e previamente aprovada pela Fiscalização.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados antes da distribuição da brita graduada tratada com cimento.

5.3.3 Produção da BGTC

A brita graduada tratada com cimento (BGTC) deve ser preparada em usina do tipo contínua ou descontínua e os materiais devem ser dosados em massa.

Os agregados resultantes da operação de britagem normalmente formam três frações de dimensões máximas distintas, devendo ser estocados convenientemente, além de drenados e cobertos, de modo que cada fração ocupe um silo da usina, não sendo permitida a mistura prévia dos materiais.

Nas usinas utilizadas para produção da brita graduada tratada com cimento os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador, e devem possuir, no mínimo, três silos de agregados e um silo de cimento, com dispositivos que os abriguem da chuva.

A usina deve ser calibrada, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

As frações obtidas, acumuladas nos silos da usina, são combinadas no misturador, acrescentando-se a água necessária para obtenção da mistura de agregados na umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subsequentes. O abastecimento dos insumos deve ser convenientemente programado de modo a evitar a interrupção da produção.

A introdução da água no misturador deve ser controlada por meio de dispositivo que permita a verificação da quantidade acrescentada por ciclo.

Eventuais zonas mortas no misturador, nas quais o material não seja revolvido suficientemente, devem ser desfeitas.

5.3.4 Transporte

A brita graduada tratada com cimento produzida na usina deve ser descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista. O material deve ser protegido por lona para evitar perda de

umidade durante seu transporte, não sendo permitida a estocagem do material usinado.

5.3.5 Espalhamento

A definição da espessura do material solto deve ser obtida a partir da criteriosa observação do trecho experimental previamente executado. Após a compactação, essa espessura deve permitir a obtenção da espessura definida em projeto, observadas as devidas tolerâncias.

Imediatamente antes do espalhamento, a superfície a ser recoberta deve ser umedecida, sem apresentar excessos de água.

A operação de espalhamento deve ser feita com vibro-acabadora, ou equipamento similar aprovado, capaz de distribuir a brita graduada tratada com cimento em espessura uniforme, sem produzir segregação e de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

A largura de cada trecho não deve permitir que juntas longitudinais se situem abaixo de trilhas de roda.

O mesmo procedimento deve ser realizado nas juntas transversais, as quais não devem coincidir com bueiros, drenos ou outros elementos que venham a enfraquecer a seção.

Não deve ser permitido o espalhamento do material com motoniveladora.

5.3.6 Compactação e acabamento

O tipo de equipamento a ser utilizado e o número de passadas do rolo compactador devem ser definidos logo no início da obra, em função dos resultados obtidos na execução do trecho experimental, de forma que a camada atinja o grau de compactação especificado. Este procedimento deve ser repetido no caso de mudança no projeto da faixa granulométrica adotada.

Terminada a operação de espalhamento, o material deve ser rapidamente compactado. O tempo decorrido entre a adição de água à mistura e o término da compactação não deve exceder o tempo de início de pega do cimento.

A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada tratada com cimento deve ser a do Proctor modificado, que deve ser adotada na determinação da massa específica aparente

seca máxima e da umidade ótima, determinadas conforme a norma DNIT 164/2013-ME. O teor de umidade da brita graduada tratada com cimento imediatamente antes da compactação deve estar compreendido no intervalo de -2,0 % a +1,0 %, em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação.

A compactação da brita graduada tratada com cimento é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo das bordas para o eixo, e nas curvas, partindo da borda interna para a borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente compactada.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida deve ser realizada com compactadores portáteis, sejam manuais ou mecânicos.

A camada deve ser executada em espessura única definida em projeto.

A espessura da camada compactada deve ser de, no mínimo, 12 cm e de, no máximo, 18 cm, de acordo com o definido no projeto.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação igual ou superior a 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação, de acordo com a norma DNIT 164/2013-ME, na energia do Proctor modificado, e o desvio de umidade deve estar compreendido entre -2,0 % e +1,0 %, em relação à umidade ótima.

5.3.7 Juntas de Construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou em caso de interrupção dos serviços, deve ser executada uma junta transversal de construção, mediante corte vertical da camada.

As juntas transversais de construção não devem coincidir entre dois trechos de serviços adjacentes, bem como não devem coincidir com os locais de juntas da camada subjacente. A face da junta deve ser umedecida antes da colocação da camada subsequente.

5.3.8 Cura

A superfície da camada de brita graduada tratada com cimento deve ser protegida contra a evaporação da água

por meio de aplicação de emulsão asfáltica de ruptura rápida RR-2C, em conformidade com as características estabelecidas na norma DNIT 165/2013-EM.

A pintura de cura deve ser aplicada em quantidade suficiente para se obter uma membrana contínua. Este procedimento deve ser executado imediatamente após o término da compactação.

A emulsão asfáltica não deve ser distribuída quando a superfície a ser pintada apresentar excesso de umidade.

A aplicação da pintura de proteção da camada só deve ser executada depois de liberada pela Fiscalização. No caso de ocorrência de chuva intensa antes da sua aplicação a camada de BGTC deve ser removida e refeita, sem ônus ao contratante, a critério da Fiscalização.

5.4 Abertura ao tráfego

A sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento não deve ser liberada à ação do tráfego, inclusive de equipamentos. A Fiscalização poderá, em caráter excepcional, autorizar a abertura ao tráfego, depois da ruptura total do ligante asfáltico da pintura de cura e desde que a camada apresente, na ocasião, resistência suficiente para resistir às solicitações de cargas atuantes e obedecido o estabelecido no projeto.

6 Condicionantes ambientais

6.1 Condicionantes ambientais gerais

Devem ser devidamente observados a legislação ambiental vigente e os procedimentos prescritos no instrumental técnico normativo pertinente do DNIT, especialmente a norma DNIT 070/2006-PRO, e cumprido o estabelecido na documentação vinculada à execução do empreendimento, constituída pelo projeto de engenharia, estudos ambientais e o licenciamento ambiental.

6.2 Condicionantes ambientais específicos

Devem ser obedecidos os procedimentos a seguir:

a) A executante deve encaminhar à Fiscalização do DNIT cópia da licença para a operação da pedreira definida no projeto e planejar sua exploração, visando à minimização dos impactos ambientais. Terminada a operação da pedreira, deve ser realizada a reabilitação da área, de modo a não gerar nenhum passivo ambiental;

- b) Evitar o tráfego de equipamentos fora do corpo estradal;
- c) Controlar a emissão de poeira, ruído e vibração, principalmente em área urbana;
- d) As operações na instalação de britagem e de manuseio e transporte de materiais, assim como suas estocagens nas áreas aprovadas, devem ser efetuadas em condições adequadas e de forma a não intervir com o processo natural de escoamento de águas superficiais e com os dispositivos instalados de drenagem.
- e) Devem ser observadas as prescrições da Resolução CONAMA 307, de 05/7/2002, especialmente o disposto em seu artigo 10, inciso I.

7. Inspeções

7.1 Controle dos insumos

Todos os materiais a serem aplicados na obra devem ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer às normas vigentes.

7.1.1 Cimento

Deve ser realizado um ensaio do índice de finura, em conformidade com a norma NBR 11579:2013, a cada 8 horas de jornada de trabalho, e um ensaio de tempo de pega, de acordo com a norma NBR NM 65:2003, a cada 30 t de cimento utilizadas.

O cimento deve atender à especificação de aceitação e recebimento constante da norma DNER-ME 036/95 e apresentar índice de finura e tempo de início de pega satisfatórios; caso não atenda a estas especificações deve ser rejeitado.

7.1.2 Água

A água deve estar isenta de matéria orgânica ou outra substância prejudicial à hidratação do cimento. Sempre que houver dúvida sobre a sua qualidade, verificar se atende aos requisitos da norma NBR 15.900-1:2009.

7.1.3 Agregados

Devem ser executados os seguintes ensaios no agregado graúdo:

- a) Abrasão Los Angeles, conforme norma ABNT NBR NM 51:2001 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”: um ensaio no início da utilização do agre-

gado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

- b) Índice de forma, conforme a norma DNER-ME 086/94: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

- c) Durabilidade, com sulfato de sódio e com sulfato de magnésio, em cinco ciclos, conforme a norma DNER-ME 089/94: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.

Para o agregado miúdo, deve ser realizado um ensaio de equivalente de areia, conforme a norma DNER-ME 054/97, por jornada de 8 horas de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.

7.2 Controle da produção de brita graduada tratada com cimento, na usina

O controle das características da mistura na usina deve abranger:

- a) Determinação do teor de umidade pelo método expedito do álcool, conforme a norma DNER-ME 088/94, ou outro método aprovado pela Fiscalização, com amostras coletadas na saída do misturador: quatro determinações por jornada de 8 horas de trabalho. O desvio da umidade em relação a umidade ótima deve ser estabelecido experimentalmente no início dos serviços, em função da perda de umidade por evaporação, ocorrida entre a saída do misturador e o início das operações de compactação;

- b) Granulometria, conforme a norma ABNT NBR NM 248:2003: duas determinações por jornada de 8 horas de trabalho em amostras coletadas na esteira, sem a adição do cimento;

- c) Determinação do teor de cimento, obtido pela razão entre a diferença de massas da mistura, com cimento e sem cimento, pela massa da mistura sem cimento, multiplicado por 100. Devem ser feitas duas determinações por jornada de 8 horas de trabalho e sempre que houver suspeita de falta de cimento. As massas da mistura com e sem cimento são obtidas a partir de coletas na correia transportadora; as amostras devem ser recolhidas no mesmo local da correia.

7.3 Controle da execução

O controle das características da brita graduada tratada com cimento na pista deve abranger:

- a) Determinação do teor de umidade a cada 250 m² de pista, imediatamente antes da compactação; se o desvio da umidade em relação à umidade ótima for no máximo de - 2,0 % a + 1,0 %, o material pode ser liberado para compactação;
- b) Ensaio de compactação na energia do Proctor modificado, de acordo com a norma DNIT 164/2013-ME, para determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, de amostras coletadas na pista: um ensaio no início da utilização do material na obra e sempre que a curva granulométrica da mistura se achar fora da faixa de trabalho;
- c) Determinação da resistência à compressão simples, de corpos de prova moldados com material coletado na pista, a cada 250 m², aos 28 dias de cura, e a cada 750 m² de pista, aos 7 dias, conforme a norma DNER-ME 180/94, para avaliar os resultados iniciais em relação à resistência final a ser atingida; a resistência à compressão simples aos 7 dias deve ser igual ou superior àquela definida no projeto;
- d) Determinação da resistência à tração por compressão diametral, de corpos de prova moldados com materiais coletados na pista, aos 28 dias de cura, conforme DNER-ME 181/94, a cada 250 m² de pista;
- e) Determinação da umidade e da massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com a norma DNER-ME 092/94, e respectivo grau de compactação em relação aos valores obtidos na alínea "b", a cada 250 m² de pista, em pontos que sempre obedecem à ordem: borda direita, eixo, borda esquerda, eixo, borda direita etc.; a determinação nas bordas deve ser feita a 60 cm delas;
- f) Determinação do intervalo de tempo decorrido entre a incorporação do cimento à mistura na usina e o início da compactação. Este intervalo não deve ser superior ao tempo de início de pega do cimento.
- g) Registro dos locais de aplicação da mistura, com as respectivas datas de produção, mediante controle de carga e descarga realizada pelos caminhões, acompanhados com os respectivos ensaios de controle tecnológico.

Com relação às determinações das resistências à compressão simples e à tração por compressão diametral especificadas, respectivamente, nas alíneas "c" e "d" desta subseção, deve ser observado o que segue:

► Na moldagem dos corpos de prova, cada exemplar é constituído por dois corpos de prova moldados de acordo com a norma DNER-ME 202/94, na mesma massada, no

mesmo ato, para cada idade de rompimento. Toma-se como resistência do exemplar, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio. Os corpos de prova devem ser moldados imediatamente antes da compactação, com material coletado na vibro acabadora;

► Os resultados da análise estatística das resistências características estimadas à compressão simples e à tração por compressão diametral, obtidas através da equação:

$$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado,}$$

devem ser maiores ou iguais às resistências do projeto do pavimento. Os lotes devem ser formados por no mínimo cinco exemplares.

Não são admitidos valores individuais inferiores a 90% das respectivas resistências especificadas no projeto.

7.4 Controle geométrico do produto

A espessura da camada e as diferenças de cotas entre a camada subjacente e a de brita graduada tratada com cimento devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m, ou conforme Nota de Serviço.

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

A largura da plataforma acabada deve ser determinada por meio de trena, no mínimo, a cada 20 m.

São permitidas as seguintes tolerâncias:

- a) Até 10 cm em excesso quanto a largura da plataforma, não sendo permitida largura inferior à indicada no projeto geométrico;
- b) Até 20% em excesso para a flecha de abaulamento, ou até 0,5% em excesso para a declividade transversal de caimento simples, não se admitindo falta nos dois casos;
- c) $\pm 10\%$ quanto à espessura especificada no projeto.

7.5 Controle da qualidade

7.5.1 Plano de amostragem

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle da qualidade da obra devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem elaborado pela construtora em conformidade com os preceitos da norma DNER-PRO 277/97 e submetido à Fiscalização para aprovação.

O tamanho das amostras ou determinações deve constar do referido Plano, para cada parâmetro da qualidade a ser controlada.

7.5.2 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos a produção de brita graduada tratada com cimento (subseção 7.2), a execução (subseção 7.3) e a geometria do produto (subseção 7.4), realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado em 7.5.1, devem cumprir as Condições Gerais e Condições Específicas desta Norma (seções 4 e 5), e estar de acordo com os seguintes critérios:

a) Quando especificado um valor mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

► Condições de conformidade:

$$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado};$$

$$\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}.$$

► Condições de não conformidade:

$$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado};$$

$$\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}.$$

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

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

Onde:

x_i – valores individuais

\bar{X} – média da amostra

s - desvio padrão da amostra

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações, de acordo com a Tabela 1- Amostragem Variável, da norma DNER-PRO 277/97.

n - número de determinações (tamanho da amostra).

b) Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO.

c) Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma.

Qualquer serviço não conforme só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário deve ser rejeitado.

8. Critérios de medição

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no edital de licitação, ou na falta desses critérios em conformidade com as disposições a seguir:

a) O serviço deve ser medido pelo volume da camada de sub-base ou de base efetivamente executado na pista, em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto, admitidas as tolerâncias estabelecidas nesta Norma.

b) Não devem ser motivo de medição em separado o fornecimento e aplicação de materiais, transporte, mão de obra, encargos sociais incidentes, custos com a utilização de equipamentos, despesas fiscais e eventuais necessárias à execução e ao controle da qualidade da obra, devendo os mesmos estar incluídos na composição do preço unitário do serviço.

c) Volumes superiores aos indicados no projeto só devem ser medidos pela Fiscalização depois da competente aprovação e autorização.

Anexo A (Informativo) - Bibliografia

- a) BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de sinalização de obras e emergências em rodovias*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2010. (Publ. IPR, 738).
- b) _____. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 719).
- c) _____. *Manual de restauração de pavimentos asfálticos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 720).
- d) São Paulo (Estado). Departamento de Estradas e Rodagem. *ET-DE-P00/009: Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - BGTC*. São Paulo, 2005. Disponível em: http://www.der.sp.gov.br/website/Documentos/normas_tecnicas.aspx. Acesso em: 26 jul. 2017.
- e) Rio Grande do Sul. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. ES-P 11/91: Base tratada com cimento. In: _____. *Especificações gerais*. Porto Alegre, 1998. Disponível em: http://www.daer.rs.gov.br/site/normas_publicacoes.php. Acesso em: 26 jul. 2017.
- f) Paraná. Departamento de Estradas de Rodagem. *ES-P 16/05: Pavimentação: Brita graduada tratada com cimento*. Curitiba, 2005. Disponível em: http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/pdf_Pavimentacao/ES-P16-05BritaGraduadaTratadaComCimento.pdf. Acesso em: 26 jul. 2017.

_____/Índice geral

Índice geral					
Abertura ao tráfego	5.4	6	Cura	5.3.8	6
Abstract		1	Definição	3	2
Aditivos	5.1.6	4	Equipamentos	5.2	4
Agregado	5.1.3	3	Espalhamento	5.3.5	5
Agregados	7.1.3	7	Execução	5.3	4
Água	5.1.2, 7.1.2	3,7	Índice geral		11
Anexo A (Bibliografia)		10	Inspeções	7	7
Cimento Portland	5.1.1	3	Insumos	5.1	3
Cimento	7.1.1	7	Juntas de construção	5.3.7	6
Compactação e acabamento	5.3.6	5	Material para cura	5.1.4	3
Condicionantes ambientais	6	6	Objetivo	1	1
Condicionantes ambientais específicos	6.2	6	Plano da qualidade	5.3.1	4
Condicionantes ambientais gerais	6.1	6	Plano de amostragem	7.5.1	8
Condições de conformidade e não conformidade	7.5.2	8	Prefácio		1
Condições específicas	5	3	Preparo da superfície Subjacente	5.3.2	4
Condições gerais	4	2	Produção da BGTC	5.3.3	5
Controle da execução	7.3	7	Projeto da mistura de brita graduada tratada com cimento	5.1.5	3
Controle da produção de brita graduada com cimento, na usina	7.2	7	Referências normativas	2	1
Controle da qualidade	7.5	8	Resumo		1
Controle dos insumos	7.1	7	Sumário		1
Controle geométrico do produto	7.4	8	Tabela 1		4
Critérios de medição	8	9	Transporte	5.3.4	5