



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE  
INFRA-ESTRUTURA DE  
TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E  
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS  
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163  
Centro Rodoviário – Vigário Geral  
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330  
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

## NORMA DNIT 065/2004 - ES

# Pavimento rígido – Sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração – Especificação de serviço

**Autor:** Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

**Processo:** 50.600.004.558/2003-24

**Origem:** Revisão da norma DNER-ES 323/97

**Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de: 25 / 11 / 2004**

*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:

Pavimento rígido, sub-base, concreto de cimento, adensamento por vibração, especificação

Nº total de páginas

08

### Resumo

Este documento define a sistemática a ser adotada na execução de sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração para construção de pavimentos rígidos de estradas de rodagem, onde são também apresentados os requisitos concernentes às condições gerais e específicas, manejo ambiental, inspeção e critérios de medição.

### Abstract

This document provides the method of executing a concrete subbase made of Portland cement thickened by vibration to be used on road rigid pavements. It includes the requirements concerned with general and specific conditions, environmental management, inspection and measurement criteria.

### Sumário

Prefácio .....	1
1 Objetivo .....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Definição .....	3
4 Condições gerais.....	3
5 Condições específicas .....	3
6 Manejo ambiental .....	5

7 Inspeção .....	6
8 Critérios de medição.....	7
Índice Geral.....	8

### Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, para servir como documento base na sistemática a ser empregada na execução de sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração, com baixo consumo de cimento para construção de pavimentos rígidos de estradas de rodagem. Está formatada de acordo com a norma DNIT 001/2002-PRO e cancela e substitui a norma DNER-ES 323/97.

### 1 Objetivo

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos a serem adotados na execução de sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração, com baixo consumo de cimento para construção de pavimentos rígidos de estradas de rodagem.

### 2 Referências normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta Norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta Norma. As edições apresentadas são

as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

- a) AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS. *ASTM C-260*: air-entraining admixtures for concrete: specification. In: \_\_\_\_\_. 1978 Annual book of ASTM standards. Philadelphia, P. A., 1978.
- b) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5732*: Cimento Portland comum: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- c) \_\_\_\_\_. *NBR 5735*: Cimento Portland de alto forno: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- d) \_\_\_\_\_. *NBR 5736*: Cimento Portland pozolânico: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- e) \_\_\_\_\_. *NBR 5738*: moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 1994.
- f) \_\_\_\_\_. *NBR 5739*: concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- g) \_\_\_\_\_. *NBR 7211*: agregado para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 1983.
- h) \_\_\_\_\_. *NBR 7212*: execução de concreto dosado em central: procedimento. Rio de Janeiro, 1984.
- i) \_\_\_\_\_. *NBR 7215*: Cimento Portland - determinação da resistência à compressão: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1996.
- j) \_\_\_\_\_. *NBR 7680*: extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 1983.
- k) \_\_\_\_\_. *NBR 11578*: Cimento Portland composto: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- l) \_\_\_\_\_. *NBR 11580*: Cimento Portland - determinação da água da pasta de consistência normal: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
- m) \_\_\_\_\_. *NBR 11581*: Cimento Portland - determinação dos tempos de pega: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
- n) \_\_\_\_\_. *NBR 11768*: aditivos para concreto de Cimento Portland: especificação. Rio de Janeiro, 1992.
- o) \_\_\_\_\_. *NBR 12655*: concreto – preparo, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 1996.
- p) \_\_\_\_\_. *NBR 12821*: preparação de concreto em laboratório: procedimento. Rio de Janeiro, 1993.
- q) \_\_\_\_\_. *NBR NM 47*: concreto - determinação do teor de ar em concreto fresco - método Pressiométrico. Rio de Janeiro, 2002.
- r) \_\_\_\_\_. *NBR NM 67*: concreto - determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.
- s) \_\_\_\_\_. *NM 102*: concreto - determinação da exsudação. Rio de Janeiro, 1996.
- t) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. *DNER-EM 036/95*: cimento Portland - recebimento e aceitação: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- u) \_\_\_\_\_. *DNER-EM 037/97*: agregado graúdo para concreto de cimento aceitação: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- v) \_\_\_\_\_. *DNER-EM 038/97*: agregados miúdo para concreto de cimento aceitação: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- w) \_\_\_\_\_. *DNER-ES 279:/97*: terraplenagem – caminhos de serviço: especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- x) \_\_\_\_\_. *DNER-ES 281/97*: terraplenagem – empréstimos: especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 1997.

- y) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 036/2004-ME*: pavimento rígido - água para amassamento do concreto de cimento Portland – ensaios químicos: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- z) \_\_\_\_\_. *DNIT 037/2004-ME*: pavimento rígido – água para amassamento de concreto de cimento Portland – ensaios comparativos: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

### 3 Definição

Concreto adensado para sub-base - concreto simples para emprego em sub-base com baixo consumo de cimento, de consistência plástica que permita o seu adensamento por meio de vibradores de imersão ou régua vibratória.

### 4 Condições gerais

#### 4.1 Concreto da sub-base

A composição concreto destinado a execução da sub-base deverá ser determinada por método racional, conforme as normas NBR 12655 e NBR 12821, visando obter com os materiais disponíveis uma mistura fresca com consistência adequada para adensamento por meio de vibradores de imersão ou régua vibradora, do que resulta um produto endurecido e compacto, com a resistência característica exigida nesta Norma.

A camada de concreto adensado por vibração, que atenda às exigências desta Norma, também poderá ser empregada como base de pavimento flexível.

#### 4.2 Recebimento do material

O recebimento e armazenamento do cimento Portland e dos agregados e aditivos na obra deverão ser conforme os recomendados nas normas DNER-EM 036, DNER-EM 037 e DNER-EM 038.

## 5 Condições específicas

### 5.1 Materiais

#### 5.1.1 Cimento Portland

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação para execução da sub-base de concreto simples adensado por vibração são: CP-I (Portland Comum - NBR 5732), CP-II (Portland Composto - NBR 11578), CP -III (Portland de Alto Forno - NBR 5735) e tipo CP-IV (Portland Pozolânico - NBR 5736).

Outros tipos de cimento Portland poderão ser empregados desde que devidamente comprovada a sua adequação à obra em questão.

#### 5.1.2 Agregados

Os agregados graúdos e miúdos deverão atender às exigências da norma NBR 7211.

#### 5.1.3 Água

A água destinada ao amassamento do concreto deverá atender aos limites indicados a seguir, determinados de acordo com o procedimento apresentado na Norma DNIT 036/2004-ME.

PH	Entre 5 e 8
Matéria orgânica, expressa em oxigênio consumido	3 mg/l
Resíduo sólido	5000 mg/l
Sulfatos, expresso em íons SO <sub>4</sub>	600 mg/l
Cloretos, expressos em íons Cl	1000 mg/l
Açúcar	5 mg/l

Nos casos duvidosos para verificar se a água em apreço é prejudicial ao concreto, deverão ser feitos ensaios comparativos de tempo de pega e de resistência à compressão realizados, respectivamente, em pasta e argamassa de cimento, de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME.

A água examinada será considerada satisfatória se apresentar os seguintes resultados:

- a) Tempo de início de pega diferindo de  $\pm 30$  min em relação à da pasta preparada com uma água de referência, em ensaio realizado de acordo com as normas NBR 11580 e NBR 11581.

- b) Resistência à compressão maior ou igual a 85% em relação à da argamassa preparada com a água de referência, em ensaios realizado de acordo com a norma NBR 7215.

#### 5.1.4 Aditivos

Os aditivos empregados no concreto poderão ser do tipo plastificante ou redutor de água, superplastificante e retardador de pega, que atendem a norma NBR 11768.

No caso de ser empregado aditivo incorporador de ar, deverá este aditivo atender aos requisitos gerais da norma NBR 11768 e aos requisitos específicos da norma ASTM-C-260.

A dosagem do aditivo no concreto deverá, em princípio, ser aquela recomendada pelo fabricante, em função da temperatura ambiente, podendo ser alterada para mais ou para menos em função dos efeitos obtidos, tipo de cimento empregado na obra e outras condições. Fixada esta dosagem no início da concretagem, ela não deverá ser alterada, a menos que haja modificações significativas nas características dos materiais da obra.

#### 5.1.5 Materiais para a cura

A cura de superfícies da sub-base deverá ser feita com pintura betuminosa, utilizando-se emulsões asfálticas catiônicas de ruptura média.

#### 5.1.6 Concreto

O concreto adensado por vibração, destinado à execução de sub-bases, deverá apresentar as seguintes características:

- a) resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ) na idade de 28 dias, determinada em corpos-de-prova moldados e rompidos conforme as normas NBR 5738 e NBR 5739.
- $f_{ck} = 7,5$  MPa;
- b) consumo mínimo de cimento:
- $C_{min} = 100\text{kg/m}^3$ ;
- c) abatimento, determinado conforme a norma NBR 7223,  $80\text{mm} \pm 20$  mm

- d) a dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder  $1/3$  da espessura da sub-base ou 25mm obedecido o menor valor
- e) teor de ar, determinado conforme a NBR 11686;
- $\leq 5\%$
- f) exsudação, medida conforme a norma NBR NM 102
- $\leq 1,5\%$

## 5.2 Equipamento

Os equipamentos destinados à execução da sub-base são:

- a) vibradores de imersão com diâmetro externo de, no máximo, 40 mm, e frequência igual ou superior a 60 Hz (3600 rpm);
- b) régua vibradora com frequência igual ou superior a 60 Hz (3600rpm);
- c) régua acabadora de madeira com seção retangular de 10 cm de largura, 12 cm de altura e comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm;
- d) ponte de serviço de madeira de dimensão igual à largura da placa acrescida de 50 cm;
- e) rolo de cabo longo, preferencialmente, de alumínio com formas arredondadas;
- f) desempenadeira de madeira, com área útil de, no mínimo,  $450\text{cm}^2$ ;
- g) régua para nivelamento, de madeira, com 3 m de comprimento.

## 5.3 Execução

### 5.3.1 Largura da sub-base

A sub-base deverá exceder de 50 cm, no mínimo, a largura total do pavimento, devendo sua superfície ser lisa e desempenada.

### 5.3.2 Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem

As fôrmas poderão ser metálicas ou de madeira firmemente fixadas ao subleito, de modo a suportar sem deslocamento, os esforços decorrentes do lançamento e adensamento do concreto.

O topo das fôrmas deverá coincidir com a superfície da sub-base; feita a verificação do alinhamento e nivelamento, admite-se desvios altimétricos de até 3 mm e diferenças planimétricas não superiores a 5 mm em relação ao projeto.

Deverá ser feita verificação do fundo de caixa, não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto. As fôrmas serão untadas de modo a facilitar a desmoldagem.

### 5.3.3 Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto

O concreto poderá ser produzido em betoneiras estacionárias ou em centrais, podendo os materiais serem medidos tanto em peso como em volume, exceto o cimento, que sempre deverá ser medido em peso. No caso do concreto ser fornecido por usina comercial deverão ser atendidas as condições estipuladas na NBR 7212

O transporte do concreto, quando não feito em caminhão betoneira, deverá ser por equipamento capaz de evitar a segregação dos materiais componentes da mistura.

O período máximo entre o preparo da mistura, a partir da adição da água e o lançamento, deverá ser de 30 minutos, não sendo permitida a redosagem sob qualquer forma. Quando usado caminhão-betoneira e durante o transporte e a descarga houver agitação do concreto, este poderá ser ampliado para 90 minutos.

O lançamento do concreto é feito, de preferência, lateral à faixa a executar, devendo o subleito ser previamente saturado sem a formação de poças d' água.

O espalhamento do concreto, feito com o auxílio de ferramentas manuais ou executado eventualmente a máquina, deverá garantir uma distribuição homogênea da camada na espessura a ser adensada.

### 5.3.4 Adensamento

Deverá ser feito por vibradores de imersão e pela régua vibratória.

Nos cantos das fôrmas devem ser aplicados os vibradores de modo a corrigir as deficiências no adensamento do concreto quando superficialmente vibrado pela régua.

A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita com o emprego de régua de 3 m de comprimento.

Qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, em depressão ou em saliência, deverá ser corrigida, cortando-se as saliências ou preenchendo-se as depressões com concreto fresco.

Imediatamente após o adensamento será feito acabamento da superfície, por meio da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém.

### 5.3.5 Cura

A superfície do concreto deverá ser protegida contra evaporação de água por meio de uma pintura betuminosa aplicada em quantidade suficiente para construir uma membrana contínua (0,8 a 1,5 l/m<sup>2</sup>). Esta pintura deverá ser executada imediatamente após o término do acabamento.

Deverá a sub-base ser interditada ao tráfego ou a presença de qualquer equipamento, até que ela apresente resistência para suportar as solicitações de carga.

## 6 Manejo ambiental

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas a execução do pavimento de concreto, devem atender:

### 6.1 Agregados

No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras e areais devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) Caso seja utilizado areal comercial, a brita e a areia somente serão aceitas após

apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia deverá ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

- b) Não será permitido a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- c) Planejar adequadamente a exploração da pedreira e do areal, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias.
- d) Impedir queimadas como forma de supressão da vegetação.
- e) Seguir as recomendações constantes da DNER-ES 279/97 para os caminhos de serviço.
- f) Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

## 6.2 Na execução

Os cuidados para a preservação ambiental referem-se à disciplina do tráfego local e em decorrência das obras.

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

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 ou cotas inferiores.

## 7 Inspeção

### 7.1 Controle do material

Deverão ser realizados no concreto os seguintes ensaios de controle de 7.1.1 a 7.1.2.

#### 7.1.1 Determinação do abatimento

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, cada vez que forem moldados corpos-de-prova para o ensaio de resistência à compressão.

#### 7.1.2 Determinação de resistência à compressão

A cada trecho de no máximo 2500 m<sup>2</sup> de sub-base deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 20 exemplares de corpos-de-prova.

Cada exemplar é constituído por, no mínimo, dois corpos-de-prova cilíndricos de uma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a NBR 5738.

Os corpos-de-prova serão rompidos na idade de 28 dias, segundo a norma NBR 5739, adotando-se como resistência do exemplar, o maior dos dois valores obtidos em cada ensaio.

## 7.2 Controle geométrico

Após a execução de cada trecho de 2500 m<sup>2</sup> de sub-base, proceder a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos de 20m em 20m, ao longo do eixo, para fins de verificação do atendimento ao projeto, largura e espessura da sub-base.

Para aceitação dos parâmetros geométricos da sub-base, serão adotados as seguintes tolerâncias em relação às dimensões do projeto:

- a) ± 10 cm para a largura;
- b) ± 10% para a espessura.

## 7.3 Aceitação e rejeição

### 7.3.1 Resistência do concreto

Determinação da resistência característica

A resistência característica estimada do concreto à compressão axial de cada trecho inspecionado, será dada por:

$$f_{ck\ est} = f_{c28} (1 - 0,842v)$$

sendo:

$f_{ck\ est}$  = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial

$f_{c28}$  = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias

$v$  = coeficiente de variação dos resultados

### 7.3.2 Aceitação automática

O trecho será automaticamente aceito se:

$$f_{ck,est} \geq 7,5 \text{ MPa}$$

Verificações suplementares, como a seguir:

- a) quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, no mínimo, seis corpos-de-prova de 15 cm de diâmetro seguindo a NBR 7680, que serão ensaiados à compressão conforme a NBR 5739;
- b) nenhum resultado inferior a 4,6 MPa para a sub-base será aceito;
- c) caso contrário, de comum acordo entre as partes interessadas, pode ser tomada uma das seguintes decisões:

– a parte condenada será demolida e reconstruída;

– a sub-base será reforçada.

## 8 Critérios de medição

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios:

- a) A sub-base será medida em metros cúbicos de concreto, conforme a seção transversal do projeto. Não serão motivo de medição: a mão-de-obra, materiais, equipamentos, transportes, lançamento da mistura, acabamento, cura e encargos.
- b) No cálculo dos valores dos volumes serão consideradas as larguras médias obtidas no controle geométrico.
- c) Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.

\_\_\_\_\_ /Índice Geral

**Índice Geral**

Abstract	.....	1	Determinação de resistência à compressão	7.1.2.....	6
Aceitação automática	7.3.2.....	7	Determinação do abatimento	7.1.1.....	6
Aceitação e rejeição	7.3.....	6	Equipamento	5.2.....	4
Adensamento	5.3.4.....	5	Execução	5.3.....	4
Aditivos	5.1.4.....	4	Índice Geral	.....	8
Agregados	5.1.2.....	3	Inspeção	7.....	6
Agregados	6.1.....	5	Largura da sub-base	5.3.1.....	4
Água	5.1.3.....	3	Manejo ambiental	6.....	5
Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem	5.3.2.....	5	Materiais para a cura	5.1.5.....	4
Cimento Portland	5.1.1.....	3	Materiais	5.1.....	3
Concreto da sub-base	4.1.....	3	Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto	5.3.3.....	5
Concreto	5.1.6.....	4	Na execução	6.2.....	6
Condições específicas	5.....	3	Objetivo	1.....	1
Condições gerais	4.....	3	Prefácio	.....	1
Controle do material	7.1.....	6	Recebimento do material	4.2.....	3
Controle geométrico	7.2.....	6	Referências normativas	2.....	1
Crítérios de medição	8.....	7	Resistência do concreto	7.3.1.....	6
Cura	5.3.5.....	5	Resumo	.....	1
Definição	3.....	3	Sumário	.....	1