



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	1 de 24

TÍTULO

PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND APLICADO COM FORMAS DESLIZANTES

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Concreto. Formas Deslizantes. Pavimentação.

APROVAÇÃO

PROCESSO

PR 010967/18/DE/2006

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. **ET-P00/44**. Pavimento de Concreto Simples com Equipamento de Formas Deslizantes. São Paulo, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT ES-049/2004**. Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-deslizante – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7583**. Execução de Pavimentos de Concreto-Simples por Meio Mecânico. Rio de Janeiro, 1986.

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO



ÍNDICE

1	OBJETIVO.....	3
2	DEFINIÇÃO	3
3	MATERIAIS	3
3.1	Concreto	3
3.2	Aço	4
3.3	Selante e Enchimento de Juntas.....	4
3.4	Película Isolante e Impermeabilizante	4
3.5	Cura do Concreto	4
4	EQUIPAMENTOS	5
4.1	Equipamentos para Execução	5
4.2	Equipamentos Complementares	5
5	EXECUÇÃO	6
5.1	Preparo da Superfície	6
5.2	Assentamento de Armadura	6
5.3	Lançamento, Espalhamento, Adensamento e Acabamento	7
5.4	Execução de Juntas	8
5.5	Cura.....	9
5.6	Selagem de Juntas.....	9
5.7	Abertura ao Tráfego	10
6	CONTROLE.....	10
6.1	Controle dos Materiais	10
6.2	Controle Geométrico e de Acabamento	11
7	ACEITAÇÃO	13
7.1	Materiais.....	13
8	CONTROLE AMBIENTAL	14
8.1	Exploração de Ocorrência de Materiais	14
8.2	Execução	15
9	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO	16
9.1	AJUSTAMENTO DE PREÇOS.....	16
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
	ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE.....	19
	ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO	23



1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a produção, execução, aceitação e medição dos serviços de pavimentos de concreto de cimento Portland aplicado com formas deslizantes em obras rodoviárias, sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Pavimento de concreto simples é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas ou eventualmente com armadura sem função estrutural, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

3 MATERIAIS

Os materiais que constituem o concreto do pavimento de concreto de cimento Portland, aplicado com formas deslizantes, devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações do DER/SP.

3.1 Concreto

O concreto empregado na execução do pavimento rígido deve apresentar a resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) definida no projeto.

A resistência à tração na flexão deve ser determinada em corpos-de-prova prismáticos, confeccionados e curados, conforme NBR 5738⁽¹⁾, e ensaiados, conforme NBR 12142⁽²⁾.

Na dosagem racional do concreto também devem ser considerados os requisitos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Requisitos para a Dosagem do Concreto

Características	Método de Ensaio	Valores Recomendados
Consumo mínimo de cimento	-	350 kg/m ³
Relação água/cimento máxima	-	0,50
Agregado graúdo	-	Dimensão máxima característica < 1/3 da espessura da placa de concreto ou 50mm, obedecido o menor valor
Abatimento	NBR NM 67 ⁽³⁾	Conforme especificação do equipamento
Teor de ar incorporado	NBR NM 47 ⁽⁴⁾	3% a 4,0%
Resistência característica a tração na flexão mínima	NBR 12142 ⁽²⁾	≥ a definida em projeto
Exsudação	NBR NM 102 ⁽⁵⁾	≤ 1,5%

3.1.1 Produção do Concreto

O concreto pode ser produzido em centrais gravimétricas do tipo misturadora ou dosadora.



3.1.2 Transporte e Lançamento do Concreto

Para o concreto produzido em central dosadora, o transporte deve ser feito em caminhões betoneira. Para o concreto produzido em central misturadora, o transporte do concreto deve ser feito em caminhões de caçamba tipo *dumpcrete*, desde que não provoquem segregação dos componentes do concreto.

3.2 Aço

O aço para as eventuais barras de transferência ou de ligação deve obedecer à NBR 7480⁽⁶⁾.

As telas soldadas empregadas nas armaduras de combate à fissuração devem atender à norma NBR 7481⁽⁷⁾.

As barras de transferência, ligação devem atender rigorosamente o especificado no projeto.

3.3 Selante e Enchimento de Juntas

O material selante deve ser moldado a frio, de produção industrial, atendendo à especificação DNIT 046/2004 EM⁽⁸⁾.

Podem ser empregadas como material de enchimento da parte inferior das juntas de dilatação: fibras trabalhadas, cortiça, borracha esponjosa, poliestireno ou pinho sem nó, devidamente impermeabilizado.

3.4 Película Isolante e Impermeabilizante

Como película isolante e impermeabilizante entre a placa de concreto e a sub-base deve ser utilizada a alternativa definida em projeto, sendo do tipo:

- a) membrana plástica flexível;
- b) papel do tipo *kraft* betumado;
- c) pintura com emulsão asfáltica catiônica RR-2C.

O encontro de duas membranas plásticas ou de papel *kraft* deve ser feito de modo que se obtenha um recobrimento mínimo de 20 cm.

3.5 Cura do Concreto

Os materiais para cura do concreto podem ser: água, tecido de juta, cânhamo ou algodão, e compostos químicos líquidos, capazes de formar películas plásticas.

Os compostos químicos líquidos devem ser à base de PVA ou polipropileno, ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM C 309⁽⁹⁾.

Os tecidos devem ser limpos, absorventes, sem furos e, quando secos, pesar um mínimo de 200 g/m².



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	5 de 24

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados DER/SP.

4.1 Equipamentos para Execução

O espalhamento, adensamento e acabamento do concreto devem ser executados com vibro-acabadora de formas deslizantes, de bitola regulável e tração própria, constituída fundamentalmente de:

- estrutura montada sobre chassis de rodas pneumáticas ou esteiras;
- bitola regulável entre 3,50 m e 7,50 m ou entre 3,50 m e 14,00 m;
- receptor frontal de concreto, abrangendo toda a largura da pista, provido de caçamba receptora, pá-distribuidora inferior ou sem fim, com saída regulável para descargas;
- dispositivo regularizador do concreto distribuído;
- sistema vibrador: bateria de vibradores de imersão de alta frequência, superior a 60 HZ, em conjunto com unidades de vibradores hidráulicos, fixados numa barra de altura adequada com controle individual de vibração; régua vibratória de superfície, dotada de vibradores de parede;
- régua regularizadora oscilante, pré-acabadora;
- régua acabadora;
- formas-deslizantes fixas à viga vibratória;
- sistema de controle eletrônico para alinhamento e nivelamento da pavimentadora, por meio de fio-guia, apoiado lateralmente em hastes metálicas reguláveis para caminho dos apalpadores eletrônicos.

4.2 Equipamentos Complementares

- máquina de cura química, dotada de tração própria, montada sobre pneus, provida de bitola regulável e de depósito do produto de cura;
- ponte de serviço de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm;
- compressor de ar com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas;
- fermentas diversas tais como: rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas, desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm², régua para nivelamento, de madeira, com 3 m de comprimento; vassouras de fios de *nylon*, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona de 0,25 m x 4,00 m, para acabamento superficial das placas, desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas, rodos de borracha; máquina de serrar de disco adiamantado, ferramentas com ponta em cinzel e vassouras de fios duros, para limpeza das juntas.



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	6 de 24

5 EXECUÇÃO

5.1 Preparo da Superfície

A superfície a receber a camada do pavimento de concreto deve estar perfeitamente limpa e desempenhada, conformada geometricamente, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da fiscalização.

O coeficiente de recalque do conjunto de camadas subjacente à placa de concreto deve ser maior que o admitido em projeto.

A camada subjacente deve ser isolada da camada de concreto através de filme plástico, papel *kraft* ou imprimação asfáltica conforme definido em projeto.

5.2 Assentamento de Armadura

5.2.1 Barras de Ligação nas Juntas Longitudinais

Devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto. Devem estar limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto.

5.2.2 Barras de Transferência nas Juntas Transversais

Devem ser obrigatoriamente ligas e retas, com diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto.

O processo de instalação deve garantir sua imobilidade na adequada posição, mantendo-as, além do mais, paralelas à superfície acabada e ao eixo longitudinal do pavimento.

Estas barras devem ter metade do seu comprimento mais 2 cm, pintados e engraxados, de modo a permitir livre movimentação da junta. Nas juntas de construção que não coincidam com uma junta de contração, a barra não deve ter trecho pintado ou engraxado.

Caso haja adoção de capuz ao invés de graxa na extremidade pintada da barra de transferência, este capuz, que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação, deve ser suficientemente resistente para não amassar durante a concretagem. A folga entre a extremidade fechada do capuz e a ponta livre da barra, estabelecida no projeto, deve ser garantida durante a concretagem.

No alinhamento destas barras são admitidas as seguintes tolerâncias:

- desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, de $\pm 1\%$ do comprimento da barra;
- em pelo menos dois terços das barras de uma junta, admite-se desvio máximo de $\pm 0,7\%$.

5.2.3 Tela de Armação

Nas placas de dimensões irregulares e acima dos padrões normalmente adotados, deve ser colocada uma tela soldada com tipo definido em projeto. Esta tela deve ser colocada a 5 cm



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	7 de 24

da superfície do pavimento, devendo distar 5 cm de qualquer borda da placa.

5.3 Lançamento, Espalhamento, Adensamento e Acabamento

O lançamento do concreto deve ser feito, de preferência, por descarga lateral à pista, independentemente da largura em que se ajustar o equipamento de formas deslizantes. Pode-se admitir também, o retrolançamento, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para suportar o tráfego dos caminhões basculantes sem que sua qualidade seja afetada. Em qualquer dos casos, devem ser formadas pilhas de pequenas alturas, para reduzir o trabalho de espelhamento e evitar a segregação do concreto.

No espalhamento do concreto podem ser usadas, além da pá-distribuidora do sistema de formas deslizantes, rosca sem-fim, pá triangular móvel ou caçamba que receba o concreto, distribuindo-o por toda a largura da pista. Essa distribuição deve ter altura uniforme e relevante para a operação de vibração.

A alimentação do equipamento deve ser contínua, mantendo velocidade constante de operação, evitando, deste modo, interrupções na execução do pavimento que causam desconforto ao tráfego após o endurecimento do concreto. O ponto da retomada da concretagem não deve situar-se a menos de 30 cm da junta transversal mais próxima.

Quando forem realizadas duas ou mais faixas simultaneamente, a execução deve ser realizada de forma cuidadosa de forma que as juntas longitudinais coincidam com as juntas longitudinais de projeto.

O adensamento do concreto é feito por vibradores hidráulicos que integram o equipamento de formas deslizantes, fixados em barras de altura variável que possibilitam executar a pista na espessura projetada. Para garantir a qualidade do adensamento, o equipamento deve possuir cortina metálica que controle o volume do concreto a ser vibrado.

A vibração superficial é feita pela grade ou régua vibratória, colocada imediatamente após os vibradores, sendo necessária uma camada superficial de argamassa para não deixar o agregado gráudo exposto.

A forma final do concreto deve ser dada por duas mesas, uma fixa e outra oscilante, deixando-o praticamente acabado.

Deve haver alimentação contínua do equipamento, a fim de manter homogênea a superfície final. Caso ocorra algum imprevisto que atrase o lançamento do concreto, provocando ressecamento da argamassa existente sobre a grade vibratória, prejudicando o acabamento da superfície, a concretagem deve ser paralisada e o equipamento deve ser erguido e limpo.

O acabamento deve ser feito por nivelamento topográfico, com auxílio de linhas estendidas lateralmente.

Enquanto o concreto estiver ainda plástico, é procedida a verificação da superfície, em toda a largura da faixa, com régua de 3 m disposta paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, com movimentos de vaivém e avançando de cada vez, no máximo, metade de seu comprimento. Qualquer depressão encontrada deve ser imediatamente preenchida com concreto fresco, rasada, compactada e devidamente acabada; qualquer saliência deve ser cortada



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	8 de 24

e igualmente acabada.

Quando a superfície se apresentar demasiadamente úmida, o excesso de água deve ser eliminado pela passagem de rodos de borracha.

Estes acertos devem ser executados com auxílio de pontes de serviço não apoiadas no concreto fresco, para permitir o trânsito dos operários sem atingir a superfície ainda fresca do pavimento. Após estas correções, e logo que a água superficial desaparecer, procede-se ao acabamento final.

No acabamento final são introduzidas ranhuras na superfície do pavimento, aumentando sua aderência com os pneumáticos dos veículos. Esta operação deve ser realizada antes do início da pega do concreto.

Junto às bordas, o acabamento obtido deve ser igual ao do restante da superfície.

Não são admitidas variações na superfície acabada superiores a 5 mm.

5.4 Execução de Juntas

Todas as juntas longitudinais e transversais devem estar em conformidade com as posições exatas indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5 mm. As juntas devem ser contínuas em todo o seu comprimento.

Deve ser elaborado plano de serragem das juntas transversais e longitudinais, no qual a idade do concreto no momento do corte seja determinada em ensaios de maturidade do concreto, conforme ASTM C 1074⁽¹⁰⁾. Deve ser definida a faixa de horário ideal para a serragem destas juntas para cada obra em particular, a idade do concreto é função das condições climáticas, tipo de concreto e, principalmente, do tipo de cimento utilizado, o que pode acelerar ou diminuir o tempo de corte. O prazo mínimo normalmente é 6 horas.

5.4.1 Juntas Longitudinais

O pavimento deve ser executado em faixas longitudinais parciais; a posição das juntas longitudinais de construção deve coincidir com a das longitudinais de projeto.

5.4.2 Juntas Transversais

As juntas transversais devem ser retílineas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo em situações particulares indicadas no projeto. Devem ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam processar-se continuamente, como se as juntas não existissem.

5.4.2.1 Juntas Transversais de Contração de Seção Enfraquecida

A locação das seções onde devem ser executadas as juntas deve ser feita por medidas topográficas; devem ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou, ainda, sobre as formas estacionárias.



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	9 de 24

5.4.2.2 Juntas Transversais de Construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver que ser interrompida por mais de 30 minutos, deve ser executada uma junta de construção cuja posição coincida com a junta transversal indicada no projeto. Nos casos em que não seja possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, deve ser obrigatoriamente executada uma junta transversal de construção de emergência, conforme previsto no projeto, com adoção das correspondentes barras de transferência de carga.

5.4.2.3 Juntas Transversais de Expansão

A instalação de juntas de expansão, quando prevista, deve iniciar à frente do ponto em que for lançado o concreto, com antecedência suficiente para sua perfeita execução. Devem ser empregados sistemas de fixação que assegurem a permanência das barras de transferência em sua posição correta durante a concretagem e a obtenção de juntas perpendiculares à superfície do pavimento.

Nas posições indicadas no projeto, o concreto deve ter furos de diâmetro igual ao das barras de transferência. A parte superior da junta, destinada a receber o material de selagem, deve ser moldada com o emprego de peça adicional, cujo topo fique nivelado com a superfície final do pavimento.

O lançamento do concreto adjacente à junta deve ser feito com pás, simultaneamente em ambos os lados, de modo a não deslocar o dispositivo instalado para a confecção da junta. O adensamento deve ser feito cuidadosamente ao longo de toda junta, com vibradores de imersão. Os vibradores não devem entrar em contato com o material de enchimento da junta, nem com as barras de transferência, nem com o fundo da caixa. Adensado o concreto adjacente à junta, procede-se ao acabamento mecânico da superfície, com as necessárias precauções para que, à passagem do equipamento, a junta não seja deslocada.

5.5 Cura

As faces laterais das placas que estiverem expostas devem ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições análogas às da superfície do pavimento.

O período total de cura deve ser de 7 dias, no período inicial, executado imediatamente após o acabamento do concreto e se estendo até 72 horas, deve ser utilizada cura química com produto apropriado, com taxa variando entre 0,35 l/m² a 0,50 l/m², em toda a superfície do pavimento.

A superfície do pavimento também deve ser recoberta com tecidos molhados mencionados no item 3.5.

5.6 Selagem de Juntas

Para a aplicação do material de selagem das juntas, limpar as juntas cuidadosamente com a ponta de um cizel, vassouras de fios duros e ar comprimido.

O material de selagem das juntas deve ser aplicado cuidadosamente no interior dos sulcos, de modo a preencher a junta sem transbordamento. Os excessos e respingos na superfície



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	10 de 24

devem ser removidos.

A profundidade de penetração do material selante e suas características devem ser definidas no projeto.

5.7 Abertura ao Tráfego

O pavimento pronto só pode ser aberto ao tráfego quando atingida a resistência mínima de aceitação, 28 dias após a concretagem da última placa, e depois de verificado pela fiscalização.

Quando houver necessidade de antecipar a abertura do pavimento ao tráfego, a fiscalização pode autorizá-la, desde que as tensões de ruptura dos corpos de prova ensaiados, com idade inferior a 28 dias de idade, tenham atingido a especificada com a antecipação pretendida.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Concreto

O controle das características do concreto na pista deve abranger:

- registro de todo concreto recebido na obra, identificando-se cada caminhão, o volume de concreto, a hora de adição de água e a hora de lançamento. O intervalo de tempo entre a hora de adição de água e o lançamento não deve ser superior a 30 minutos;
 - este período pode ser ampliado para 90 minutos quando for usado caminhão betoneira e quando houver agitação do concreto durante o transporte e sua descarga, ou ainda quando forem usados aditivos convenientemente dosados e comprovados experimentalmente através de ensaios laboratoriais. Pode também ser utilizada a combinação de uso de aditivos e agitação do concreto durante o transporte em caminhão betoneira.
- determinar o abatimento do concreto, conforme NBR NM 67⁽³⁾, de cada caminhão que chegar à obra, imediatamente antes do lançamento; o material será liberado para lançamento desde que o abatimento esteja compreendido dentro da variação especificada na dosagem do concreto e seja compatível com equipamento utilizado;
- determinar o teor de ar incorporado, conforme NBR NM 47⁽⁴⁾, de cada caminhão que chegar à obra, o teor de ar incorporado deve situar entre 3% a 4%;
- moldagem e cura de corpos-de-prova prismáticos, conforme NBR 5738⁽¹⁾, a cada 15 m³ de concreto que chegar à obra para determinação da resistência à tração na flexão, conforme NBR 12142⁽²⁾, na idade de controle fixada no projeto.

Na moldagem dos corpos-de-prova, para determinação da resistência à tração na flexão, cada amostra deve ser constituída por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento. Deve-se também, deve-se correlacionar o número da placa do caminhão, a estaca, o número da placa concretada, com os respectivos corpos-de-prova.



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	11 de 24

Toma-se como resistência do exemplar, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio.

6.1.2 Aditivos

Para cada fornecimento de um tipo de aditivo deve ser constituída uma amostra representativa, a partir da homogeneização de porções retiradas de cada embalagem do lote, e submetida aos ensaios especificados na NBR 11768⁽¹¹⁾. Quando utilizado aditivo incorporador de ar, este também deve atender à norma ASTM C 260⁽¹²⁾.

6.1.3 Aço

O aço utilizado nas barras de transferência e ligação deve ser amostrado e ensaiado conforme estabelecido na NBR 7480⁽⁶⁾.

As telas empregadas nas armaduras devem ser ensaiadas conforme estabelecido na NBR 7481⁽⁷⁾.

6.1.4 Selante de Juntas

O material utilizado conforme especificado em projeto na selagem das juntas deve ser amostrado e ensaiado conforme estabelecido na especificação DNIT 046/2004 EM⁽⁸⁾.

6.2 Controle Geométrico e de Acabamento

6.2.1 Controle de Espessura e Cotas

A espessura deve ser verificada por medidas topográficas altimétricas, e determinadas no mínimo 6 medidas para o consumo de concreto inferior 500 m³, e área pavimentada de no máximo 2.500 m². As medidas devem ser realizadas em pontos definidos pela fiscalização.

6.2.2 Controle do Alinhamento

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

6.2.3 Controle da Irregularidade Longitudinal

Deve-se utilizar um perfilógrafo do tipo Califórnia, que permite o traçado do perfil longitudinal do pavimento nas trilhas de rodas e a identificação de áreas que necessitem ser desbastadas, lixadas ou fresadas, conforme descrito no item 6.2.3.1.

O pavimento será aceito quanto à irregularidade longitudinal quando o índice de perfil (IP) estiver entre 7 pol e 10 pol por milha, (17,8 cm e 38,1 cm, para cada 1,6 km).

6.2.3.1 Metodologia de controle da irregularidade longitudinal de pavimentos rígidos

A irregularidade longitudinal do pavimento deve ser determinada pela utilização e operação de um perfilógrafo sobre cada faixa de tráfego. O acabamento da superfície do pavimento deve ser avaliado e corrigido quanto a irregularidade como exposto a seguir.



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	12 de 24

A força motriz do perfilógrafo pode ser manual ou composta de unidade propulsora acoplada ao conjunto. O perfilógrafo deve ser movido longitudinalmente ao longo do pavimento com velocidade não superior a 4,827 km/h (3 milhas por hora) para minimizar saltos.

Os perfis dos pavimentos devem ser obtidos:

- a 91 cm de cada borda do pavimento, e paralelamente a elas, para pavimentos com 3,65 m de largura ou menos;
- a 91 cm de cada borda do pavimento e da locação aproximada de cada junta longitudinal planejada, e paralelamente a elas;
- perfis adicionais podem ser obtidos somente para definir os limites de uma variação de superfície fora de tolerância;

Durante as operações iniciais de pavimentação, tanto no começo ou após longo período de paralisação, a superfície do pavimento deve ser avaliada com o perfilógrafo tão logo o concreto esteja curado o suficiente para permitir a avaliação. A membrana de cura danificada durante as operações de avaliação deve ser reparada, sem ônus ao contratante, pela contratada, conforme orientação da fiscalização.

Quando a irregularidade for satisfatória, isto é, apresentar $IP \leq 25,4 \text{ cm}/1,61 \text{ km}$, a contratada pode prosseguir com as operações de pavimentação.

Após os testes iniciais, os perfis devem ser levantados para trechos correspondentes a um dia de pavimentação, e antes do prosseguimento da pavimentação do trecho subsequente.

Um dia de pavimentação é definido como trecho com no mínimo 161 m de pavimento construído, com sua largura total, no mesmo dia. Se menos do que 161 m for pavimentado em um dia, a produção do dia deve ser agrupada com a produção do dia seguinte.

Quando a superfície apresentar índice de perfil médio superior a 38,1 cm para cada 1,61 km em alguma operação diária de pavimentação, as operações de pavimentação devem ser suspensas e não é permitido a retomada da pavimentação até que ações corretivas sejam feitas pela contratada. No reinício dos trabalhos deve-se avaliar o perfil do pavimento de modo análogo ao início dos trabalhos.

Para determinação das seções do pavimento onde trabalhos corretivos ou ajustamentos de pagamento sejam necessários, o pavimento deve ser avaliado em seções de 161 m. Dentro de cada seção de 161 m, todas as áreas representadas por pontos altos contendo desvios em excesso a 1,0 cm em 7,62 m (0,4 polegadas em 25 pés) ou menos deverão ser corrigidas pela contratada.

Após a correção dos desvios individuais em excesso a 1,0 cm em 7,62 m (0,4 polegadas em 25 pés), ações corretivas devem ser tomadas para reduzir o índice de perfil médio para 25,4 cm em cada 1,61 km (10 polegadas por milha) ou menos. Qualquer seção de 161 m com índice de perfil inicial superior a 38,1 cm em cada 1,61 km (15 polegadas por milha), deve receber trabalhos corretivos ou até mesmo demolição.

Nas seções submetidas às correções o pavimento deve ser avaliado, após as correções, para verificar se estas correções produziram um índice de perfil de 25,4 cm em cada 1,61 km, ou



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	13 de 24

menos.

As correções devem ser feitas utilizando-se aparelhos de corte aprovados ou reconstrução do pavimento como orientado pela fiscalização. Martelletes ou outros equipamentos de impacto não são permitidos. Os trabalhos de correção devem ser feitos por conta do contratado.

Onde as correções forem realizadas o contratado deve reestabelecer a textura da superfície para proporcionar uma textura uniforme equivalente em regularidade à do pavimento vizinho não corrigido. Este trabalho deve ser feito às expensas do contratado.

Os trabalhos corretivos devem estar finalizados antes da determinação da espessura do pavimento.

6.2.4 Condições de Segurança

As condições de segurança devem ser determinadas pela macrotextura do revestimento, conforme ASTM E 1845⁽¹³⁾, através de ensaios de mancha de areia, espaçados a cada 100 m.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, e de execução, estabelecidas nesta especificação, discriminadas a seguir:

7.1 Materiais

7.1.1 Resistência à Tração na Flexão

Os lotes para determinação da resistência característica estimada à tração na flexão devem possuir volume de concreto inferior a 500 m³, e devem corresponder a, no máximo, uma área pavimentada de 2500 m².

Os lotes devem possuir 32 amostras, e deve corresponder a número inteiro de placas concretadas.

A resistência característica estimada à tração na flexão deve ser determinada na idade definida em projeto, sendo calculadas de acordo com a equação 4 do anexo B. Os lotes serão aceitos desde que:

$$f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k}$$

Onde:

$f_{ctM,est}$ = resistência característica estimada do concreto à tração na flexão;

$f_{ctM,k}$ = resistência característica do concreto à tração na flexão, definida em projeto;

Se o lote for rejeitado, isto é, se a resistência característica estimada for inferior a especifi-



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	14 de 24

cada devem ser extraídos, às expensas do consultor, pelo menos 6 corpos-de-prova cilíndricos, conforme NBR 7680⁽¹⁴⁾, que correspondam a um máximo de 100 m³ de concreto ou 500 m² de área pavimentada.

A resistência característica estimada a compressão simples da amostra obtida é determinada através da equação 5, do anexo B. O valor estimado da resistência característica obtido deve ser aumentado de 10% se o número de corpos de prova for de até 17, e em 15% se o número de corpos de prova for superior a 17.

O valor obtido da resistência característica a compressão deve ser maior que o valor estabelecido por correlação entre os valores resistência à tração na flexão e compressão simples.

Se o trecho ainda não for aceito a parte condenada deve ser demolida e reconstruída.

7.1.2 Geometria

O pavimento é aceito quanto à espessura e alinhamento desde que atenda as seguintes condições:

- a) a diferença entre os valores individuais das espessuras seja de no máximo 1 cm;
- b) a espessura média do lote deve ser maior ou igual à espessura da placa definida no projeto;
- c) o desvio máximo admitido no alinhamento seja de ± 5 mm.

7.1.3 Irregularidade Longitudinal

A superfície deve apresentar uma superfície de rolamento com índice de perfil de 25,4 cm por 1,61 km ou menos. Quando os índices de perfis ultrapassarem este limite, deve-se proceder como descrito no item 6.2.3. Todas as correções necessárias devem ser executadas pela contratada, sem ônus a contratante. Em hipótese alguma são aceitos seções com IP > 38,5 cm por 161 m.

7.1.4 Condições de Segurança

A altura da areia, determinada no ensaio de mancha de areia, deve apresentar-se no intervalo de 0,6 mm a 1,2 mm, caracterizando uma classe de textura superficial de média a grossa.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução do pavimento de concreto de cimento Portland aplicado com formas deslizantes.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:



CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	15 de 24

- a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;
- b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;
- c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;
- f) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e arvores.
- g) deve-se 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;
- h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
- i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;



f) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado no pavimento de concreto de cimento Portland, junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;

g) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metro cúbico de concreto da camada acabada, cujo volume será calculado multiplicando a extensão obtida a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal e pela espessura de projeto.

9.1 AJUSTAMENTO DE PREÇOS

Quando o índice de perfil for maior que 17,8 cm (7 polegadas) mas não excede a 25,4 cm por 1,61 km por seção de 161 m (10 polegadas por milha por seção de 0,1 milha), o pagamento será feito pelo preço unitário do contratado para o pavimento completo.

Quando o índice de perfil excede a 38,1 cm por 1,61 km por seção de 161 m (15 polegadas por milha por seção de 0,1 milha), o pavimento será reparado ou reconstruído.

Se o índice de perfil for superior a 25,4 cm por 1,61 km, por seção de 161 m, for aceito deve-se aplicar o ajustamento de preço conforme discriminado na Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de Ajustamento de Preços

Índice de Perfil (IP)						Ajustamento de Preço
Polegadas por milha por seção de 0,1 milha			Centímetros por 1,61 km por seção de 161 metros			Porcentagem do preço unitário oferecido do pavimento
7	< IP ≤	10	17,78	< IP ≤	25,40	100
10	< IP ≤	11	25,40	< IP ≤	27,94	98
11	< IP ≤	12	27,94	< IP ≤	30,48	96
12	< IP ≤	13	30,48	< IP ≤	33,02	94
13	< IP ≤	14	33,02	< IP ≤	35,56	92
14	< IP ≤	15	35,56	< IP ≤	38,1	90
IP	≥	15	IP	≥	38,5	trabalhos corretivos ou demolição

A tabela de ajustamentos de preços para pagamento de 100% ou pagamentos reduzidos aplica-se à seções de pavimentos onde trabalhos corretivos estejam completos.

O preço unitário ajustado oferecido é calculado usando-se a espessura planejada de concreto de cimento Portland do pavimento. Esse preço unitário é aplicado na área total da seção de 160,9 m (0,1 milha) para a largura de faixa representada pelo perfilógrafo

O serviço recebido e medido da forma descrita deve ser pago conforme preço unitário contratual respectivo, aplicado o ajustamento de preço quando necessário. No preço estão inclu-



sos: o fornecimento de materiais, usinagem, perdas, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, adensamento, acabamento, juntas, cura e proteção; abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DESIGNAÇÃO

UNIDADE

23.11.04.01 – Pavimento de concreto – aplicação com formas deslizantes m^3

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003.
- 2 _____. **NBR 12142**. Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 1991.
- 3 _____. **NBR NM 67**. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1996.
- 4 _____. **NBR NM 47**. Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico. Rio de Janeiro, 2002.
- 5 _____. **NBR NM 102**. Concreto - Determinação da exsudação. Rio de Janeiro, 1996.
- 6 _____. **NBR 7480**. Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Rio de Janeiro, 1996.
- 7 _____. **NBR 7481**. Tela de aço soldada - Armadura para concreto. Rio de Janeiro, 1990.
- 8 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 046/2004 EM**. Pavimento rígido – selante de juntas: especificação de material. Rio de Janeiro, IPR, 2004.
- 9 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 309**. Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete. Philadelphia, 1998.
- 10 _____. **ASTM C 1074**. Standard Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method. Philadelphia, 1998.
- 11 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**. Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1992.
- 12 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 260**. Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete. Philadelphia, 2000.
- 13 _____. **ASTM E 1845**. Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth. Philadelphia, 2001.



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	18 de 24

14 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7680**. Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 1983

/ANEXO A



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	19 de 24

ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	20 de 24

1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.1 Concreto				
Registro de todo concreto recebido na obra, identificando-se cada caminhão, o volume de concreto, a hora de adição de água e a hora de lançamento	-	Todo caminhão	Resultados individuais	O intervalo de tempo entre a hora de adição de água e o lançamento não deve ser superior a 30 minutos
Este período poderá ser ampliado para 90 minutos quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, ou quando forem usados aditivos convenientemente dosados e comprovados experimentalmente e através de ensaios laboratoriais. Pode ainda ser utilizada a combinação de uso de aditivos e agitação do concreto durante o transporte em caminhão betoneira				
Determinação do abatimento do concreto	NBR NM 67 ⁽³⁾	Todo caminhão, imediatamente antes do lançamento	Resultados individuais	Compreendido no intervalo estabelecido na dosagem e que seja compatível com o equipamento
Determinação do teor de ar incorporado	NBR NM 47 ⁽⁴⁾	Todo caminhão	Resultados individuais	= 3% a 4%
Determinação da resistência característica estimada na flexão na idade de controle fixada no projeto	NBR 12142 ⁽²⁾	No mínimo 1 determinação a cada 15m ³ de concreto que chegar à obra	Conforme equação 4 do Anexo B Análise de 32 amostras por lote	$f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k}$
Na moldagem dos corpos de prova, para determinação da resistência característica estimada à compressão na flexão: - cada amostra será constituída por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento; - toma-se como resistência da amostra, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio; - deve-se correlacionar-se o número da placa do caminhão, estaca, número da placa de concretada, com os respectivos corpos-de-prova.				

/continua



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	21 de 24

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.2 Aditivos				
Verificação da qualidade	NBR 11768 ⁽¹¹⁾	Para cada fornecimento de um tipo de aditivo será constituída uma amostra representativa, a partir da homogeneização de porções retiradas de cada embalagem do lote	Resultados individuais	Atender o especificado na norma
1.3 Aço e Telas				
Verificação da qualidade	NBR 7480 ⁽⁶⁾ e NBR 7481 ⁽⁷⁾	Formação de lotes conforme as normas indicadas	Resultados individuais	Atender o especificado na norma
1.4 Material Selante de juntas				
Verificação da qualidade	DNIT 046/2004 EM ⁽⁸⁾	Formação de lotes conforme as normas indicadas	Resultados individuais	Atender o especificado na norma

/continua



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	22 de 24

/conclusão

2. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Espessura	medidas altimétricas	O lote deve ser menor que 500m ³ de concreto e não ultrapassar 2.500 m ² de área pavimentada. No mínimo 6 medidas por lote. As medidas devem ser realizadas em pontos representativos, e definidos pela fiscalização	Média aritmética	A espessura média do lote for maior ou igual à espessura de projeto e a diferença entre o menor e o maior valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm
Alinhamento	Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	No máximo ± 5 mm
Irregularidade longitudinal	Perilográfico Califórnia	Em cada faixa de tráfego, diariamente, tão logo o concreto esteja curado o suficiente para permitir a avaliação. Os perfis dos pavimentos serão obtidos a 91 cm de cada borda do pavimento, e paralelamente a elas, para pavimentos construídos com 3,65 m de largura ou menos. Quando os pavimentos forem construídos com larguras maiores do que 3,65 m, o perfil será obtido a 91 cm de cada borda e da locação aproximada de cada junta longitudinal planejada, e paralelamente a elas.	Resultados Individuais por trecho	IP ≤ 25,4 cm por 1,61 km

5. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

Determinar a macrotextura através do ensaio de macha de areia	ASTM E 1845 ⁽¹³⁾	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia situada entre 0,6 mm a 1,2 mm
---	-----------------------------	-------------------------------	------------------------	---

/ANEXO B



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/039	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2007	FOLHA	23 de 24

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO



Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\overline{f_{ctM,j}}$ ou $\overline{f_{cj}} = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{N}$	Onde: f_i = resistência de um determinado exemplar $\overline{f_{ctM,j}}$ = resistência característica média do concreto da amostra à tração na flexão; na idade de j dias; $\overline{f_{cj}}$ = resistência média do concreto da amostra à compressão, na idade de j dias; N = número de amostras
2 - Desvio-padrão da amostra (s), da resistência à tração na flexão	$s = \sqrt{\frac{\sum (\overline{f_{ctM,j}} - f_i)^2}{N-1}}$	
3 - Desvio-padrão da amostra (s), da resistência à compressão	$s = \sqrt{\frac{\sum (\overline{f_{cj}} - f_i)^2}{N-1}}$	
4 – resistência característica estimada do concreto à tração na flexão	$f_{ctM, est} = \overline{f_{ctM,j}} - Ks$	
5 - resistência característica estimada do concreto à compressão simples	$f_{ck, est} = \overline{f_{cj}} - Ks$	K= parâmetro estatístico que varia em função do número de amostras que estão tabelados na tabela B-2 – Valores de K.

Tabela B-2 – Valores K

N	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
K	0,920	0,906	0,896	0,883	0,883	0,876	0,868	0,863	0,861	0,857	0,854	0,842	0,842