TÍTULO

RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND SOBRE TERRAPLENAGEM

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Reabilitação. Concreto. Pavimento.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR. Publ., 737** – Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos. Rio de Janeiro, 2010.

Relatório de recuperação do pavimento do rodoanel oeste. São Paulo, 2005.

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 3
2 DEFINIÇÃO 3
3 MATERIAIS 3
3.1 Concreto 3
3.2 Microconcreto 3
3.3 Adesivo Epoxídico 4
3.4 Aço 5
4 EQUIPAMENTOS 5
5 EXECUÇÃO 6
5.1 Reparos que Não Atingem Toda a Espessura da Placa 6
5.2 Reparos que Afetam Toda a Espessura da Placa 9
5.3 Esborcinamento ou Quebra de Canto 14
5.4 Método para Reconstituição Parcial da Placa 15
5.5 Método para Reconstituição Total da Placa 16
5.6 Tratamento da Fundação 17
5.7 Abertura ao Tráfego 17
6 CONTROLE 17
6.1 Controle dos Materiais 17
6.2 Controle da Execução 18
7 ACEITAÇÃO 18
7.1 Materiais 18
7.2 Execução 18
8 CONTROLE AMBIENTAL 18
8.1 Execução 19
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 19
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 19
ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE 21

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição dos serviços de reabilitação de pavimentos rígidos sobre plataforma de terraplenagem, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

A reabilitação de pavimento rígido consiste na aplicação de medidas que visam devolver ao pavimento as condições estruturais previstas no projeto original ou adaptá-lo às novas condições de solicitação.

Os serviços de reabilitação de um pavimento rígido agrupam-se em três modalidades:

a) restauração da fundação;
b) restauração parcial ou total da placa;
c) reforço do pavimento.

3 MATERIAIS

Os materiais que devem ser empregados na recuperação de pavimentos rígidos são os seguintes:

3.1 Concreto

Deve ser empregado concreto com alta resistência inicial e baixa retração, para viabilizar a liberação do tráfego no menor prazo possível e que possua as características indicadas na Tabela 1:

Tabela 1 – Características do Concreto

Parâmetro	Unidade	Valor Característico		Metodologia de Ensaio
Resistência à compressão	MPa	1 dia 3 dias 28 dias	15 30 40	NBR 5739(1)
Tração na flexão	MPa	1 dia 3 dias 28 dias	1,5 3,0 4,5	NBR 12142(2)

3.2 Microconcreto

O microconcreto de base mineral cimentícia utilizado nos reparos de pavimento deve possuir baixa permeabilidade, elevada resistência mecânica inicial e final tanto à compressão e à tração na flexão, como também à aderência entre o concreto novo com o velho, que é medido pelo ensaio à compressão do corpo de prova reconstituído. O produto é obtido pela

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

incorporação de pedrisco ou pedra 1, na proporção de até 30% do peso, em argamassas de grauteamento disponíveis no mercado. O manuseio da mistura e aplicação do material, inclusive quantidade de água da mistura, deve seguir rigorosamente a especificação do fabricante.

O microconcreto deve atender as características discriminadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características do Microconcreto de Alta Resistência

Parâmetro	Unidade	Valor Característico		Metodologia de Ensaio
Resistência à compressão (fck)	MPa	24 h 3 dias 28 dias	25 35 50	NBR 5739(1)
Resistência à tração por compressão diametral (fctk)	MPa	24 h 3 dias 28 dias	3 4,5 7	NBR 12142(2)
Resistência de compressão no corpo de prova reconstituído (fck)	MPa	24 h 3 dias 28 dias	2,5 ≥ c.p. de referência ou ≥ 35	*

* O ensaio do corpo de prova reconstituído é realizado pela comparação entre o corpo de prova de referência e o corpo de prova reconstituído.

- o c.p. de referência é obtido pela moldagem do corpo de prova cilíndrico conforme par concreto com traço fck ≥ 30 MPa.
- O c.p. reconstituído é obtido pela serragem do c.p. de referência aos 28 dias, com a superfície de corte plano inclinada de 30% em relação a geratriz do c.p., 60º em relação a base pelo centro do c.p. Após a serragem, a superfície resultante do corte é apicoada e o c.p. é reconstituído com microconcreto. As idades de referência para ensaio referem-se a do microconcreto.

3.3 Adesivo Epoxídico

O adesivo epoxídico utilizado para fixação das barras de ligação deve possuir as características discriminadas na Tabela 3:

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Tabela 3 – Características do Adesivo Epoxi

Parâmetro	Unidade	Valor Característico		Metodologia de Ensaio
Resistência à compressão	MPa	12h 24 h 36 h	30 40 50	NBR 12041(3) c.p. cilíndrico - 5 cm x 10cm a 20 ºC
Resistência à tração por compressão diametral	MPa	12h 24 h 36 h	4 6 8	NBR 12041(3) c.p. cilíndrico – 5 cm x 10cm a 20 ºC
Resistência à tração na flexão	MPa	12h 24 h 36 h	8 12 16	NBR 13279(4) c.p. prismático – 4 cm x 4 cm x 16 cm - a 20 ºC
Ensaio de arrancamento	Tf	12h 24 h	2 4	(*) Ver descrição do ensaio
Open time da mistura a 20 ºC	Min	-	≥50	-

* O ensaio de arrancamento deve ser executado através da seguinte sequência:

- moldagem do c.p. cilíndrico com fck=27 MPa e com 4 barras CA 50 de ∅ 10 mm, imersa na massa e paralelas a geratriz do cilindro e uniformemente distribuídos na periferia do c.p.;
- execução de furos no c.p. aos 28 dias de ∅ 12,5 mm e profundidade de 10 cm nos centros da base e topo do cilindro e na direção da geratriz;
- execução de dois chumbadores CA 50 de ∅ 10 mm, envolvidos pelo adesivo epoxídico em teste prevendo comprimento que possa ser submetido a ensaio de tração;
- ensaio de tração simples do conjunto chumbadores e c.p. até o arrancamento ou ruptura do chumbador.

3.4 Aço

O aço para as barras de transferência eventuais ou de ligação deve obedecer à NBR 7480(5).

As telas soldadas empregadas nas armaduras de combate à fissuração devem atender à norma NBR 7481(6).

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

4 EQUIPAMENTOS

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

Os equipamentos básicos para execução dos reparos do pavimento rígido são:

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

a) ferramentas manuais para limpeza de juntas: cinzel, formão, ponteiras;

b) equipamento para jato de ar comprimido para limpeza de juntas e áreas de reparos;

c) equipamento para jato de areia para limpeza e preparação da superfície de reparos;

d) vassouras ou escovas para limpeza e aplicação de endurecedores superficiais e argamassas de ligação;

e) serra de disco diamantado para corte de juntas e áreas de reparos;

f) equipamento para execução dos furos e injeção de resinas epóxidicas;

g) equipamento para aplicação de materiais selantes;

h) martelete pneumático para remoção de concreto;

i) equipamento para compactação em pequenas áreas: sapos mecânicos, compactadores vibratórios;

j) equipamento de pequeno porte para execução de pavimento: vibradores, réguas vibratórias, acabadoras de superfície antiderrapante;

k) gabarito de 3,00 m para conferência de nivelamento.

5 EXECUÇÃO

5.1 Reparos que Não Atingem Toda a Espessura da Placa

Indicados para recuperação de defeitos localizados e de espessura inferior à da placa, tais como: desgaste superficial, escamação acentuada, desagregação localizada do concreto, fissuras de pequena abertura, não esborcinadas.

Deve ser feita inspeção rigorosa após o corte da área afetada, para garantir que esta restringe-se à área serrada e à metade superior da placa.

Quando houver indícios que a anomalia estende-se para regiões mais profundas ou à áreas vizinhas a demarcada, deve-se adotar a metodologia de reparo do item 5.2, reparos que afetam toda a espessura da placa.

5.1.1 Desgaste Superficial, Escamação Acentuada e Desagregação do Concreto

Para a recuperação destes defeitos, conforme seja a profundidade do desgaste, duas soluções podem ser adotadas.

Deve-se adotar a seguinte metodologia nos reparos de desgaste superficial de pouca profundidade.

a) inicialmente, deve-se limpar completamente a superfície do pavimento com água com alta pressão, para retirada de óleos, graxas ou outro tipo de elemento que possa prejudicar a pega ou a resistência do cimento;

b) antes da aplicação da calda adesiva, é necessário molhar a superfície do pavimento de forma adequada, sem permitir a formação de poças.

c) deve-se aplicar a calda adesiva com uma trincha, de modo que seja feita a cobertura

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

total do pavimento, sendo o serviço considerado satisfatório, quando todo o agregado exposto na superfície do pavimento estiver coberto com o material. A película de aplicação da calda adesiva deve ter a menor espessura possível, devendo, portanto, ser evitado qualquer excesso de aplicação;

d) após a aplicação da calda e quando ela estiver para iniciar a sua pega, deve ser feito o penteamento dessa calda, nas mesmas condições em que ele é feito no pavimento em execução;

e) a cura desta calda deve iniciar-se quando a mesma já estiver endurecida, devendo durar, no mínimo, três dias;

f) o tráfego sobre a placa tratada pode ser liberado após o término da cura.

Deve-se adotar a seguinte metodologia nos reparos de desgaste superficial com maior profundidade, escamação acentuada e desagregação do concreto.

a) demarcar os limites da área a ser corrigida, o perímetro da área delimitada deve distar no mínimo 1,20 m das juntas ou bordas. Quando a área afetada distar menos de 1,20 m esta solução não pode ser adotada;

b) cortar o concreto da área afetada com serra de disco na profundidade afetada. A profundidade de corte não deve ser inferior a 0,5 cm e no máximo deve atingir a metade da espessura da placa;

c) em seguida, com martelete pneumático ou equipamento equivalente, deve-se remover o concreto até a profundidade indicada no projeto. As paredes do reparo devem ser as mais verticais possíveis;

d) remover todas as parcelas deterioradas de concreto e executar a limpeza com jato de ar comprimido;

e) para assegurar a aderência do concreto novo ao antigo deve ser aplicada nas paredes e no fundo do reparo uma pintura à base de resina epóxídica;

f) lançar o concreto ou microconcreto, conforme definido em projeto;

g) depois de lançado, o concreto deve ser adensado e acabado de acordo com a textura do restante do pavimento existente;

h) a cura deve iniciar-se imediatamente após o acabamento da camada. Pode ser promovida inicialmente pela aspersão de um produto de cura química, de 24 horas a 48 horas, cobrindo-se a superfície posteriormente com sacos de estopa ou de aniagem, que devem ser mantidos permanentemente umedecidos, até que o concreto possa ser liberado ao tráfego.

5.1.2 Fissuras Superficiais Lineares com Abertura Inferior a 1,0 mm

A solução indicada para recuperação de fissuras lineares, com abertura de no máximo 1,0 mm é a colmatação com emprego de uma resina epoxídica de baixa viscosidade (< 100 mPa.s), para permitir que, por absorção capilar, a própria fissura promova a penetração da resina para o seu interior, realizando uma vedação satisfatória.

Se a fissura for estática, ou seja, não apresentar movimentação devido às variações sazonais,

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

pode ser aplicado um produto rígido. Para a aplicação desta solução deve ser adotado o seguinte procedimento:

a) lixar a superfície do concreto ao longo de toda a extensão da fissura, em uma faixa de 0,5 cm de largura, com a fissura no meio desta faixa;

b) executar a limpeza e secagem desta superfície e do interior da fissura, por meio de jatos de ar, retirando todo o pó e outros detritos;

c) por meio de um pincel, como se fosse uma pintura, aplicar sobre a fissura e sobre a faixa que a contém, uma resina epoxídica fluida;

d) somente considerar como terminada esta pintura, quando a fissura não absorver mais a resina.

Caso a fissura apresente movimentação, esta deve ser tratada com uma resina que também tenha baixa viscosidade, mas que seja flexível.

Em fissuras de aspecto rendilhado a selagem das fissuras deve ser executada com aplicação de endurecedores superficiais, do tipo fluorsilicato de zinco ou de magnésio, ou silicato de sódio sobre a superfície do concreto endurecido, com concentração entre 20% e 30%. Aplicação é executada através de vassouramento sobre a superfície fissurada.

5.1.3 Fissuras Superficiais de Abertura Superior a 1,0 mm, no Interior da Placa

Para adoção do procedimento descrito abaixo, a área de reparo deve distar no mínimo 1,20 m das bordas da placa.

a) de cada lado da fissura executar dois cortes no concreto paralelos a fissura, com profundidade de 25 mm. A distância máxima entre os cortes deve ser de 30 mm;

b) quando a fissura possuir contorno muito irregular, deve efetuar corte no concreto apicoando suas bordas, na profundidade de 25 mm e na largura máxima de 30 mm;

c) em seguida, com auxílio de ferramentas manuais, cinzel, formal e vassouras deve-se remover as partes soltas de concreto e finalizar a limpeza com jato de ar comprimido;

d) aplicar microconcreto para o preenchimento da ranhura formada.

5.1.4 Falhas na Selagem, Resselagem de Juntas

O procedimento de reparo pode ser feito à base de silicone, que é especialmente indicado para juntas de grande movimentação e abertura; à base de poliuretano; à base de asfalto polimerizado e aplicado a quente; ou outro equivalente.

Para aumentar a durabilidade do mástique, é fundamental a utilização de colas para fixá-lo às bordas da junta.

Neste tipo de recuperação deve-se iniciar os trabalhos com a limpeza da junta removendo os materiais selantes ou incompreensíveis porventura existentes com auxílio de ferramentas manuais: talhadeiras, ponteiras e serra de disco.

Antes da aplicação do selante deve ser garantido o fator de fôrma do reservatório, se

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

necessário, mediante a colocação de fita plástica ou corda de sisal à profundidade conveniente. Faz-se então, a selagem das juntas com materiais definidos em projeto, devem ser vazados no local à frio.

Na colocação do selante, deve ser deixado um pequeno espaço vazio na parte superior, cerca de 5 mm, para evitar que, com o fechamento da junta, o material selante aflore e seja danificado pelo tráfego.

Caso as bordas das placas adjacentes não estejam íntegras, ou possuam quebras e partes soltas, estas devem ser refeitas antes da selagem.

5.2 Reparos que Afetam Toda a Espessura da Placa

Indicado para a recuperação de placas que apresentem fissuras transversais ou longitudinais com abertura superior a 1,0 mm, esborcinamento de juntas e outros defeitos que estejam orientados do sentido longitudinal ou transversal a placa.

5.2.1 Reparo Tangente às Juntas ou Bordas Longitudinais da Placa que Abrange todo o Comprimento da Placa

Quando a área afetada atingir todo o comprimento da placa, a área de reparo deve abranger o comprimento total da placa e possuir largura (L) compreendida no seguinte intervalo: 1,7 m $\leq$ L $\geq$ ½ da largura da placa. Caso a largura remanescente seja inferior a 1,7 m deve-se realizar a reconstituição total da placa.

Deve-se adotar a seguinte metodologia para reparo da área afetada:

a) demarcar a área afetada e cortar o concreto da área afetada com serra de disco, distante 10 cm das bordas do reparo, numa profundidade mínima de 9 cm, de modo a facilitar a remoção do concreto e evitar quebras nessas bordas. Deve-se cuidar para que as operações de demolição não danifiquem as placas adjacentes;

b) com martelete pneumático ou equipamento equivalente remover todo o concreto da área demarcada;

c) as paredes do reparo devem ser limpas com jato de ar comprimido, removendo-se as partes soltas ou fracamente aderidas ao concreto, as paredes do reparo devem ser verticais e ásperas;

d) verificar as condições de suporte da base. Quando a base estiver danificada deve-se realizar regularização da base através da substituição do material sob a placa por material com as mesmas características técnicas do material existente, granular ou cimentado, compactando a camada;

e) as barras de transferência e de ligação devem ser mantidas, desde que não estejam oxidadas, as barras de transferência devem ter suas metades expostas, alinhadas, pintadas e engraxadas;

f) caso não se observe a presença de barras nas placas adjacentes, estas devem ser instaladas na parede da porção restante da placa, envolvidas por adesivo epoxídico, com os espaçamentos e diâmetro do projeto;

g) deverão ser chumbadas barras de ligação na nova junta longitudinal formada entre o

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

concreto novo e o antigo, na placa a ser reparada. Caso necessário, novas barras de ligação também deverão ser chumbadas na junta longitudinal existente, conforme previsto em projeto;

h) as barras de ligação deverão ser de aço CA 50 ou CA 60, ter bitola de 12,5 mm, comprimento mínimo de 62 cm e espaçadas de 50 cm, a serem definidas em projeto;

i) os furos para a inserção das barras de ligação deverão ser executados por equipamentos apropriados, de modo que garantam a profundidade, o diâmetro e o alinhamento desejados. Antes do chumbamento das barras, normalmente feito com resina epóxi, os furos deverão ser limpos com jatos de ar comprimido;

j) aplicar filme plástico ou papel betumado sobre a sub-base preparada;

k) quando existir armadura distribuída descontínua, esta não deve ser totalmente removida, deixando 0,25 m de suas extremidades, que devem ser dobradas, para assegurar a união entre o concreto novo ao existente.

l) deve-se colocar nova armadura com taxa de armadura mínima de 1,96 cm^2/m, ou a prevista no projeto de restauração, de malha quadrada, do tipo Telcon Q 196, colocada a 5 cm da superfície;

m) colocar talisca para formação de reservatório da junta de construção, previamente à concretagem;

n) lançar o concreto de reparo que deve apresentar as características especificadas no projeto de restauração ou as indicadas na Tabela 1;

o) adensar o concreto de reparo com o emprego de vibradores de imersão e de réguas vibratórias, obrigatoriamente, sendo o acabamento superficial dado pelo emprego de desempenadeiras metálicas de cabo curto e de cabo longo (*floats*);

p) as juntas do pavimento devem ser refeitas e seladas, construindo se uma ou duas novas juntas, conforme caso;

q) imediatamente após adensamento e nivelamento do concreto, promove-se a texturização da superfície, de modo que a textura superficial seja semelhante à do pavimento existente;

r) as operações de cura devem ser iniciadas tão logo terminem aquelas de acabamento superficial e devem ser as mais rigorosas possíveis. Iniciam-se com aplicação de um produto de cura química, líquido, formador de película plástica, que atenda à norma ASTM C 309[(7)]; assim que o concreto adquirir resistência que garanta a sanidade do acabamento superficial, a placa deve ser coberta com sacos de estopa ou aniagem, mantidos permanentemente úmidos durante 7 dias;

s) caso seja necessária a rápida liberação ao tráfego, poderá ser empregada a tecnologia "*fast track*" de liberação rápida, com a utilização de concretos de alta resistência inicial e o emprego de mantas isolantes, capazes de acelerar as reações de hidratação do cimento e promover a desejada resistência à tração na flexão do concreto nas primeiras idades;

t) se a área a ser reparada for superior a metade da área da placa, deve-se realizar a reconstituição total da placa. Nesses casos, as barras de transferência deverão ser realinhadas e engraxadas e as barras de ligação deverão ser simplesmente realinhadas.

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Também, a placa reconstruída será dotada de armadura simples, do tipo Telcon Q 196;

u) se a espessura do reparo for inferior à espessura de projeto, devido a eventuais falhas de execução, o reparo deverá ser dotado de armadura dupla, a ser definida em projeto. Recomenda-se o emprego das seguintes armaduras mínimas: armadura inferior, do tipo Telcon Q 503, e armadura superior, do tipo Telcon Q 196;

v) as placas demolidas e reconstruídas, com deficiência de espessura, deverão ser dotadas de armadura dupla.

5.2.2 Reparo Tangente às Juntas ou Bordas Transversais da Placa que Abrange Toda a Largura da Placa

Quando a área afetada atingir toda a largura da placa, a área de reparo deve abranger toda a largura da placa e deve possuir comprimento (B) compreendido no seguinte intervalo: 1,5 m ≤ B ≥ ½ do comprimento da placa. Caso o comprimento remanescente seja inferior a 1,5 m deve realizar a reconstituição total da placa.

Deve-se adotar a seguinte metodologia para o reparo da área afetada:

a) demarcar a área afetada e cortar o concreto da área afetada com serra de disco, distante 10 cm das bordas do reparo, numa profundidade mínima de 9 cm, de modo a facilitar a remoção do concreto e evitar quebras nessas bordas. Deve-se cuidar para que as operações de demolição não danifiquem as placas adjacentes;

b) com martelete pneumático ou equipamento equivalente remover todo o concreto da área demarcada;

c) as paredes do reparo devem ser limpas com jato de ar comprimido, removendo-se as partes soltas ou fracamente aderidas ao concreto, as paredes do reparo devem ser verticais e ásperas;

d) verificar as condições de suporte da base. Quando a base estiver danificada deve-se realizar regularização da base através da substituição do material sob a placa por material com as mesmas características técnicas do material existente, granular ou cimentado, compactando a camada;

e) as barras de transferência e de ligação devem ser mantidas, desde que não estejam oxidadas, as barras de transferência devem ter suas metades expostas, alinhadas, pintadas e engraxadas;

f) caso não se observe a presença de barras nas placas adjacentes, estas devem ser instaladas na parede da porção restante da placa, envolvidas por adesivo epoxídico, com os espaçamentos e diâmetro do projeto;

g) as barras de transferência a serem chumbadas na parede do reparo deverão ser as mesmas previstas no projeto, criando-se, ali, uma nova junta transversal de construção;

h) os furos para a inserção das barras deverão ser executados por equipamentos apropriados, de modo que garantam a profundidade, o diâmetro e o alinhamento desejados. Antes do chumbamento das barras, normalmente feito com resina epóxi, os furos deverão ser limpos com jatos de ar comprimido;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

i) aplicar filme plástico ou papel betumado sobre a sub-base preparada;

j) quando existir armadura distribuída descontínua, esta não deve ser totalmente removida, deixando 0,25 m de suas extremidades, que devem ser dobradas, para assegurar a união entre o concreto novo ao existente;

k) deve-se colocar nova armadura com taxa de armadura mínima de 1,96 cm^2/m, ou a prevista no projeto de restauração, de malha quadrada, do tipo Telcon Q 196, colocada a 5 cm da superfície;

l) colocar talisca para formação de reservatório da junta de construção, previamente à concretagem;

m) lançar o concreto de reparo que deve apresentar as características especificadas no projeto de restauração ou as indicadas na Tabela 1;

n) adensar o concreto de reparo com o emprego de vibradores de imersão e de réguas vibratórias, obrigatoriamente, sendo o acabamento superficial dado pelo emprego de desempenadeiras metálicas de cabo curto e de cabo longo (*floats*);

o) as juntas do pavimento devem ser refeitas e seladas, construindo se uma ou duas novas juntas, conforme caso;

p) imediatamente após adensamento e nivelamento do concreto, promove-se a texturização da superfície, de modo que a textura superficial seja semelhante à do pavimento existente;

q) as operações de cura devem ser iniciadas tão logo terminem aquelas de acabamento superficial e devem ser as mais rigorosas possíveis. Iniciam-se com aplicação de um produto de cura química, líquido, formador de película plástica, que atenda à norma ASTM C 309[(7)]; assim que o concreto adquirir resistência que garanta a sanidade do acabamento superficial, a placa deve ser coberta com sacos de estopa ou aniagem, mantidos permanentemente úmidos durante 7 dias;

r) caso seja necessária a rápida liberação ao tráfego, poderá ser empregada a tecnologia "*fast track*" de liberação rápida, com a utilização de concretos de alta resistência inicial e o emprego de mantas isolantes, capazes de acelerar as reações de hidratação do cimento e promover a desejada resistência à tração na flexão do concreto nas primeiras idades;

s) se a área a ser reparada for superior a dois terços da área da placa, deve-se realizar a reconstituição total da placa. Nesses casos, as barras de transferência deverão ser realinhadas e engraxadas e as barras de ligação deverão ser simplesmente realinhadas. Também, a placa reconstruída será dotada de armadura simples, do tipo Telcon Q 196;

t) se a espessura do reparo for inferior à espessura de projeto, devido a eventuais falhas de execução, o reparo deverá ser dotado de armadura dupla, a ser definida em projeto. Recomenda-se o emprego das seguintes armaduras mínimas: armadura inferior, do tipo Telcon Q 503, e armadura superior, do tipo Telcon Q 196;

u) as placas demolidas e reconstruídas, com deficiência de espessura, deverão ser dotadas de armadura dupla.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

5.2.3 Reparo no Interior da Placa

Esta metodologia é utilizada na eliminação de defeitos localizados no interior da placa desde que não tangenciem as bordas ou as juntas transversais ou longitudinais.

A maior dimensão do reparo (L) deve estar orientada no sentido longitudinal da placa, na proporção de L/B (menor dimensão) entre 1,5 a 2,0; o perímetro da área de reparo deve distar no mínimo 1,20 m das juntas e bordas da placa.

Deve-se adotar a seguinte metodologia para reparo da área afetada:

a) demarcar a área afetada e cortar o concreto da área afetada com serra de disco;

b) com martelete pneumático ou equipamento equivalente deve-se remover todo o concreto da área demarcada;

c) as paredes do reparo devem ser limpas com jato de ar comprimido, removendo-se as partes soltas ou fracamente aderidas ao concreto, as paredes do reparo devem ser verticais e ásperas;

d) verificar as condições de suporte da base. Quando a base estiver danificada deve-se realizar regularização da base través da substituição do material sob a placa por material com as mesmas características técnicas do material existente, granular ou cimentado, compactando a camada;

e) aplicar filme plástico ou papel betumado sobre a sub-base preparada;

f) quando existir armadura distribuída descontínua, esta não deve ser totalmente removida, deixando 0,25 m de suas extremidades, que devem ser dobradas, para assegurar a união entre o concreto novo ao existente;

g) deve-se colocar nova armadura com taxa de armadura mínima de 1,96 cm^2/m, ou a prevista no projeto de restauração, de malha quadrada, do tipo Telcon Q 196, colocada a 5 cm da superfície;

h) nas paredes do reparo aplicar adesivo estrutural através de pintura com material a base de resina epoxídica;

i) lançar o concreto de reparo que deve apresentar as características especificadas no projeto de restauração ou as indicadas na Tabela 1;

j) adensar o concreto de reparo com o emprego de vibradores de imersão e de réguas vibratórias, obrigatoriamente, sendo o acabamento superficial dado pelo emprego de desempenadeiras metálicas de cabo curto e de cabo longo (*floats*);

k) imediatamente após adensamento e nivelamento do concreto, promove-se a texturização da superfície de modo que a textura superficial seja semelhante à do pavimento existente;

l) as operações de cura devem ser iniciadas tão logo terminem aquelas de acabamento superficial e devem ser as mais rigorosas possíveis. Iniciam-se com aplicação de um produto de cura química, líquido, formador de película plástica, que atenda à norma ASTM C 309[(7)]; assim que o concreto adquirir resistência tal que garanta a sanidade do acabamento superficial, a placa deve ser coberta com sacos de estopa ou aniagem, mantidos permanentemente úmidos durante 7 dias;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

m) caso seja necessária a rápida liberação ao tráfego, poderá ser empregada a tecnologia "*fast track*" de liberação rápida, com a utilização de concretos de alta resistência inicial e o emprego de mantas isolantes, capazes de acelerar as reações de hidratação do cimento e promover a desejada resistência à tração na flexão do concreto nas primeiras idades;

n) se a área a ser reparada for superior a metade da área da placa, deve-se realizar a reconstituição total da placa. Nesses casos, as barras de transferência deverão ser realinhadas e engraxadas e as barras de ligação deverão ser simplesmente realinhadas. Também, a placa reconstruída será dotada de armadura simples, do tipo Telcon Q 196;

o) se a espessura do reparo for inferior à espessura de projeto, devido a eventuais falhas de execução, o reparo deverá ser dotado de armadura dupla, a ser definida em projeto. Recomenda-se o emprego das seguintes armaduras mínimas: armadura inferior, do tipo Telcon Q 503, e armadura superior, do tipo Telcon Q 196;

p) as placas demolidas e reconstruídas, com deficiência de espessura, deverão ser dotadas de armadura dupla.

5.3 Esborcinamento ou Quebra de Canto

Deve-se adotar a seguinte metodologia para reparo da área afetada:

a) demarcar a área afetada e serrar o concreto com serra de disco e ferramentas manuais, de modo que o reparo tenha sempre as seguintes dimensões mínimas, principalmente na região das juntas:

   i. comprimento ≥ 20 cm;

   ii. largura ≥ 10 cm;

   iii. profundidade ≥ 5 cm.

b) com martelete pneumático ou equipamento equivalente deve-se remover entre o canto (ou borda) e o corte, até a profundidade necessária, que deve ter 5 cm, no mínimo. O corte inicial com serra deverá ter 4 cm de profundidade, sendo o restante removido com martelete leve e ferramentas manuais. Cortes internos poderão ser realizados para facilitar a remoção do concreto;

c) depois de removido o concreto, tanto o fundo quanto as paredes do reparo deverão ser rigorosamente limpos com jatos de areia ou ar, de modo a remover as partes soltas ou fracamente aderidas do concreto;

d) aplicar sobre as paredes e fundo do reparo uma pintura de ligação com pasta à base de resina epoxídica, numa espessura de 1 a 2 mm, conforme especificação do fabricante. O produto deve ser aplicado no fundo e nas laterais do reparo, exceto na parede formada pela placa ou placas adjacentes, onde serão refeitas as juntas existentes;

e) a junta existente será refeita pela colocação de um material compressível (isopor ou similar), em toda a profundidade da junta, mais 2,5 cm na profundidade e 5 cm no comprimento, para cada lado do reparo;

f) logo após a aplicação da pintura de ligação e antes que ela seque, o reparo deverá ser

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

preenchido com microconcreto de alta resistência mecânica, industrializado, não retrátil;

g) preparar pequenas quantidades da calda adesiva, pois o intervalo de tempo máximo decorrido entre a aplicação desta calda e o lançamento do microconcreto de encontro a ela deve ser de 20 minutos;

h) logo em seguida, lançar o microconcreto, que deve ter as seguintes características básicas: consumo de cimento mínimo de 350 kg/m³; dimensão máxima do agregado igual ou inferior a 1/3 da espessura do reparo. Como alternativa podem ser empregadas argamassas de grout de alta resistência e não retráteis, além de argamassas poliméricas adequadas para este tipo de aplicação;

i) imediatamente após adensamento e nivelamento do concreto, promove-se a texturização da superfície de modo que a textura superficial seja semelhante à do pavimento existente;

j) as operações de cura do microconcreto devem ser iniciadas tão logo terminem aquelas de acabamento superficial e devem ser as mais rigorosas possíveis. Iniciam-se com aplicação de um produto de cura química, líquido, formador de película plástica, que atenda à norma ASTM C 309[(7)] numa taxa de aplicação entre 0,35 l/m^2 e 0,50 l/m^2, a ser definida pelo fabricante; assim que o concreto adquirir resistência tal que garanta a sanidade do acabamento superficial, a placa deve ser coberta com sacos de estopa ou aniagem, mantidos permanentemente úmidos durante 7 dias;

k) as juntas formadas pelas paredes do reparo pela placa ou placas adjacentes deverão se resseladas, conforme previsto em projeto;

l) pequenas e localizadas quebras de borda das juntas, causadas pelo deslocamento do agregado graúdo, durante as operações de serragem, geralmente com largura inferior a 25 mm, podem ser tratadas durante a selagem das juntas, pela colocação de resinas poliméricas, ou pelo próprio material selante, conforme as recomendações do fabricante, a ser definido pela fiscalização.

5.4 Método para Reconstituição Parcial da Placa

Alguns tipos de defeitos podem ser recuperados sem que haja a necessidade de realizar a reconstituição da placa. São eles:

a) bombeamento;

b) escalonamento ou degraus;

c) assentamentos;

d) desnível pavimento/acostamento;

e) alçamento.

Entretanto, se a placa que apresentar estes defeitos, apresentar também outros defeitos, tais como fissuras e quebras, a placa deve ser reconstituída total ou parcialmente. Caso não existam outros defeitos, a placa pode ser recuperada por meio de injeções entre a fundação e a placa, adotando-se, para tanto, o procedimento indicado para a recuperação de placas

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

bailarinas.

A placa bailarina é aquela cuja movimentação vertical é visível sob a ação do tráfego, principalmente na região das juntas e sua metodologia de recuperação é a seguinte:

a) executar a injeção de calda de cimento ou de outros materiais, tais como argamassa de cimento e areia, solo-cimento de consistência fluida, ou outro material adequado para injeção nestas condições, isto é, a ser realizada sob a placa de concreto, na sua interface com a fundação, no trecho que esta placa apresenta deformações verticais;

b) a distribuição dos furos para injeção, volume de calda a ser injetada em cada furo e a sequência das injeções devem ser determinados para cada caso específico;

c) no caso de a injeção ser feita com calda de cimento, deverá ser iniciada com uma calda mais plástica, com relação água/cimento aproximada de 0,70;

d) a pressão de injeção deve ser rigorosamente controlada, para evitar a ruptura da placa;

e) ao ser injetado um furo, deve ser observada a saída de calda pelos furos adjacentes;

f) depois de definida a evolução da resistência do material injetado com o tempo, o tráfego pode ser aberto, devendo ser observado o comportamento da placa tratada;

g) se a placa ainda apresentar deformações verticais com a passagem do tráfego, deverão ser feitas reinjeções, em furos abertos entre os furos já injetados. Nesta reinjeção, a calda de cimento pode ser menos fluida, com relação água/cimento de 0,50.

5.5 Método para Reconstituição Total da Placa

Sempre que o reparo atingir área superior a 2/3 da área da placa, ou quando o comprimento ou largura da placa não reparada resultem em dimensão inferior a 1,5 m, deve-se reconstituir a placa.

Deve-se adotar a seguinte metodologia construtiva:

a) remover a placa danificada;

b) verificar as condições de suporte da base. Quando a base estiver danificada deve-se realizar regularização da base través da substituição do material sob a placa por material com as mesmas características técnicas do material existente, granular ou cimentado, compactando a camada;

c) limpa com jato de ar as paredes adjacentes do reparo;

d) as barras de transferência e de ligação devem ser mantidas, caso não estejam oxidadas. As barras de transferência devem ter suas extremidades expostas alinhadas, pintadas e engraxadas;

e) quando não houver barras de ligação ou transferência, instalar na quantidade e posicionamento indicado em projeto, nas paredes verticais das juntas transversais e longitudinais através de chumbamento com adesivo epoxídico;

f) colocar um filme plástico de polietileno ou papel betumado, tipo kraft, sob a base preparada;

g) colocar talisca para formação do reservatório da junta de construção previamente a

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

construção;

h) os cuidados com a produção, lançamento, acabamento e cura do concreto são os mesmos mencionados nas metodologias de reparos parciais;

i) as juntas devem ser refeitas e seladas.

5.6 Tratamento da Fundação

Quando houver a reconstituição parcial ou total da placa, deve ser feita a recuperação da fundação, caso seja necessário.

A recuperação da fundação deve seguir a seguinte metodologia:

a) remoção do material da fundação, até uma espessura de, no mínimo, 10 cm;

b) reforço da fundação, mediante a colocação de material adequado, que deve ser compactado, com Índice de Suporte Califórnia (ISC) adequado;

c) execução de uma camada de concreto magro, na espessura conveniente, para não alterar o greide do pavimento, tendo uma espessura de, no mínimo, 10 cm;

A reconstituição parcial ou total da placa existente deve ser feita como indicado nos itens 5.4 e 5.5.

5.7 Abertura ao Tráfego

O trecho recuperado pode ser aberto ao tráfego quando o concreto utilizado atingir a resistência mínima indicada no projeto de restauração ou de acordo com o determinado pela fiscalização.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Concreto

Para cada 50 m² de pavimento restaurado deve ser determinado, no mínimo:

a) Resistência à compressão simples aos 3 e 28 dias de cura, conforme NBR 5739[(1)];

b) resistência à tração na flexão, aos 3 e 28 dias de cura, conforme NBR 12142[(2)];

6.1.2 Microconcreto

Para cada 50 m² de pavimento restaurado deve ser determinado, no mínimo:

a) Resistência à compressão simples a 12 horas, 3 e 28 dias de cura, conforme NBR 5739[(1)];

b) resistência à tração na flexão a 12 h, 3 e 28 dias de cura, conforme NBR 12142[(2)];

c) resistência à compressão no corpo de prova reconstituído, quando utilizados em reparos localizados, a 12horas, 3 e 28 dias de cura, conforme NBR 5739[(1)].

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6.1.3 Adesivo Epoxi

Para cada 50 m² de pavimento restaurado deve ser executado as seguintes determinações:

a) resistência à compressão simples a 12, 24 e 36 horas de cura, conforme NBR 12041(3);
b) um ensaio de resistência à tração por compressão diametral, a 12, 24 e 36 horas, conforme NBR 12041(3);
c) resistência à tração na flexão, a 12, 24 e 36 horas, conforme NBR 13279(4);
d) tração de arrancamento, conforme descrito no item 4.2, a 12h e 24 h de cura;

6.2 Controle da Execução

O controle da execução deve ser realizado através de rigorosa inspeção visual das condições de limpeza e da sequência executiva dos serviços.

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 Concreto

O concreto utilizado é aceito desde que os resultados individuais de resistência a compressão simples e de tração na flexão atendam ao estabelecido no item 3.1.

7.1.2 Microconcreto

O microconcreto utilizado é aceito desde que os resultados individuais de resistência a compressão simples e de tração na flexão atendam ao estabelecido no item 3.2.

7.1.3 Adesivo Epoxídico

O adesivo epoxídico é aceito desde que os resultados individuais de resistência a compressão simples, compressão diametral, tração na flexão e tração de arrancamento atendam ao estabelecido no item 3.3. e *open time* do adesivo, a 20ºC, seja maior ou igual a 50 minutos.

7.2 Execução

A execução dos serviços é aceita quando forem executados considerados satisfatórios pela fiscalização.

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 para proteção do meio ambiente e segurança, a serem observados no decorrer da reabilitação do pavimento

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

de concreto sobre terraplenagem.

8.1 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

a) a sinalização de alerta e segurança deve ser implantada de acordo com a norma pertinente aos serviços;

b) proíbe-se o tráfego desnecessário dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos à vegetação e interferências na drenagem natural;

c) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, e localizadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;

d) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na sua manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;

e) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizados na execução dos serviços junto ao sistema de drenagem lateral, evitando assim o assoreamento e soterramento da vegetação;

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

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os preços unitários admitem variações em função do tipo de recuperação executada. Devem ser compostos quando os serviços forem realizados.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

2 ____. **NBR 12142**. Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.

3 ____. **NBR 12041**. Argamassa de alta resistência mecânica para pisos - Determinação da resistência compressão simples e tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 2012.

4 ____. **NBR 13279**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e compressão. Rio de Janeiro, 2005.

5 ____. **NBR 7480**. Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

6 ____. **NBR 7481**. Tela de aço soldada nervurada para armadura de concreto – Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

7 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 309**. Standard

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete. Philadelphia, 2019.

_____

/ANEXO A

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
ENSAIO	**MÉTODO**	**FREQUÊNCIA**	**CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS**	**ACEITAÇÃO**
1.1 Concreto				
Resistência compressão simples aos 3 e 28 dias de cura	NBR 5739(1)	A cada 50m² de pavimento recuperado,	Resultados individuais	3 dias ≥ 30 MPa 28 dias ≥ 40 MPa
Resistência à tração na flexão, ao 3 e 28 de cura	NBR 12142(2)			3 dias ≥ 3 MPa 28 dias ≥ 4,5 MPa
1.2 Microconcreto				
Resistência compressão simples aos 3 e 28 dias de cura	NBR 5739(1)	A cada 50m² de pavimento recuperado,	Resultados individuais	3 dias ≥ 30 MPa 28 dias ≥ 40 MPa
Resistência à tração na flexão, ao 3 e 28 de cura	NBR 12142(2)			3 dias ≥ 3 MPa 28 dias ≥ 4,5 MPa
Resistência a compressão no corpo de prova reconstituído, a 12 horas, 3 e 28 dias de cura	NBR 5739(1)			12 horas ≥ 2,5 MPa 3 e 28 dias ≥ c.p. de referência ou ≥ 35 MPa
1.3 Adesivo Epoxídico				
Resistência compressão simples a 12, 24 e 36 horas de cura	NBR 12041(3)	A cada 50m² de pavimento recuperado	Resultados individuais	12h ≥ 30 MPa 24h ≥ 40 MPa 36h ≥ 50 MPa
Um ensaio de resistência à tração por compressão diametral, a 12, 24 e 36 horas	NBR 12041(3)			12h ≥ 4 MPa 24h ≥ 6 MPa 36h ≥ 8 MPa

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	Frequência	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Resistência a tração na flexão, a 12, 24 e 36 horas	NBR 13279(4)	A cada 50m² de pavimento recuperado	Resultados individuais	12h ≥ 8 MPa 24h ≥ 12 MPa 36h ≥ 16 MPa
Tração de arrancamento, a 12 e 24 horas de cura;	*			12h ≥ 2 tf 24h ≥ 4 tf
*** O *open time* da mistura a 20º C deve ser maior ou igual a 50 minutos				
O Ensaio de arrancamento deve ser executado através da seguinte sequência: - moldagem do c.p. cilíndrico com fck=27 MPa e com 4 barras CA 50 de ∅ 10 mm, imersa na massa e paralelas a geratriz do cilindro e uniformemente distribuídos na periferia do c.p.; - execução de furos no c.p. aos 28 dias de ∅ 12,5 cm e profundidade de 10 cm nos centros da base e topo do cilindro e na direção da geratriz; - execução de dois chumbadores CA 50 de ∅ 10 mm, envolvidos pelo adesivo epoxídico em teste prevendo comprimento que possa ser submetido a ensaio de tração; ensaio de tração simples do conjunto chumbadores e c.p. até o arrancamento ou ruptura do chumbador.				
2. EXECUÇÃO				
Inspeção rigorosa da condições de limpeza da sequência executiva	Bases visuais	Em todo local reparado	Resultados Individuais	Considerada satisfatória pela fiscalização

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.