TÍTULO

RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND SOBRE OBRA DE ARTE ESPECIAIS

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Reabilitação. Pavimento. Obra de Arte.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

MINUTA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

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 Adesivo Epoxídico para Grampo 3
3.2 Concreto 4
3.3 Argamassa de Estucamento e Restauração das Bordas 4
3.4 Cura do Concreto 4
4 EQUIPAMENTOS 4
5 EXECUÇÃO 5
5.1 Demolição do Pavimento Degradado 5
5.2 Preparo da Superfície e Retirada de Material Solto 5
5.3 Execução dos Grampos 6
5.4 Concretagem 6
5.5 Acabamento 7
5.6 Cura 7
5.7 Abertura ao Tráfego 7
6 CONTROLE 7
6.1 Controle dos Materiais 7
6.2 Controle da Execução 7
7 ACEITAÇÃO 8
7.1 Materiais 8
7.2 Execução 8
8 CONTROLE AMBIENTAL 8
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 9
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 9
ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE 11

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 orientem a execução, aceitação e medição dos serviços de recuperação de pavimentos rígidos sobre obra de arte especial, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

A reabilitação de pavimentos rígidos sobre obra de arte desta especificação, refere-se aos procedimentos necessários para a condição de troca total da placa e recomposição com concreto de cimento Portland, solidarizando a laje do tabuleiro da OAE por meio de grampos.

3 MATERIAIS

Os materiais que serão utilizados devem atender às normas estabelecidas pela ABNT para a fabricação e aceitação do produto, assim como as especificações pertinentes do DER/SP.

- estruturas de concreto armado moldado *in loco*;
- revestimento de concreto de cimento *Portland* sobre obra de arte especial, procedimento manual.

Os valores característicos dos materiais aplicados devem atender ao especificado abaixo.

3.1 Adesivo Epoxídico para Grampo

Tabela 1 – Características do Adesivo Epoxídico

Parâmetro	Unidade	Valor Característico		Ensaio
Resistência à compressão	MPa	12h	30	NBR 12041(1) c.p. cilíndrico - 5 cm x 10cm a 20 ºC
		24h	40	
		36h	50	
Resistência à tração por compressão diametral	MPa	12h	4	NBR 12041(1) c.p. cilíndrico – 5 cm x 10cm a 20 ºC
		24h	6	
		36h	8	
Resistência à tração na flexão	MPa	12h	8	NBR 13279(2) c.p. prismático – 4 cm x 4 cm x 16 cm - a 20 ºC
		24h	12	
		36h	16	
Ensaio de arrancamento	tf	12h	2	(*) Ver descrição do ensaio
	tf	24h	4	
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.;

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.

- 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 grampos CA 50 de ∅ 10 mm, envolvidos pelo adesivo epóxi em teste prevendo comprimento que possa ser submetido a ensaio de tração;
- ensaio de tração simples do conjunto grampos e c.p. até o arrancamento ou ruptura do grampo.

Efetuar também ensaio de arrancamento *in loco* para a carga de trabalho de 2,4 tf.

3.2 Concreto

O concreto deve possuir alta resistência inicial e baixa retração, para viabilizar a liberação do tráfego a baixa idade, com consumo mínimo de 350 kgf/m³ e relação água/cimento entre 0,45 à 0,50. O concreto deve atender o especificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Características do Concreto

Parâmetro	Unidade	Valor Característico		Metodologia de Ensaio
Tração na flexão	MPa	28 dias	4,0	NBR 12142(3)

3.3 Argamassa de Estucamento e Restauração das Bordas

A argamassa deve ser composta por produto cimentício e agregados minerais, com incorporação de polímero para melhoria das características atendendo as seguintes condições:

Tabela 3 – Características da Argamassa Cimentícia Polimérica

Parâmetro	Unidade	Valor Característico		Metodologia de Ensaio
Resistência à compressão	MPa	1 dia	25	NBR 12041(1)
		3 dias	40	
Resistência à tração por compressão diametral	MPa	1 dia	1,5	NBR 12041(1)
		3 dias	3,5	
Módulo de elasticidade aos 28 dias	MPa	30.000		NBR 8522-1-2(4)

3.4 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(5).

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e

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.

aprovados pelo DER/SP.

Os equipamentos básicos para execução dos reparos do pavimento rígido sobre obra de arte são:

a) ferramentas manuais para limpeza de juntas: cinzel, formão, ponteiras;
b) equipamento para jato de ar sob pressão para limpeza e preparação da superfície de reparos;
c) equipamento para aspiração mecânica para limpeza e preparação da superfície de reparos;
d) serra de disco diamantado para corte de juntas e áreas de reparos;
e) equipamento para execução de furos Ø 12,5 mm e aplicação de resina epóxica;
f) equipamento de pequeno porte para execução do pavimento: vibradores, réguas vibratórias, acabadoras de superfície antiderrapante;
g) gabarito de 3,00 m para conferência de nivelamento.

5 EXECUÇÃO

Os serviços de reabilitação do pavimento rígido consistem na retirada através de demolição cuidadosa do pavimento contido pela área delimitada pelas juntas longitudinais e transversais e por pelo menos uma placa, preparo da superfície com limpeza e retirada de material solto; execução de grampos; posicionamento da tela eletro-soldada; concretagem; acabamento antiderrapante e cura.

Os serviços devem ser executados de modo cuidadoso para que não haja danos na estrutura da OAE. Deve ser dada atenção especial à armadura protendida, inclusive com verificação do projeto executivo, estando inviabilizadas por este procedimento as obras com alta densidade de armadura protendida na laje do tabuleiro, caixão contínuo e obras em consolos sucessivos.

Durante a execução dos serviços, a obra deve ser mantida sob total interdição e seu tráfego desviado. Eventualmente pode ser aceita a condição de interdição parcial, com tráfego lateral à área sob intervenção, desde que haja rigoroso controle de tráfego garantindo a ausência de frenagem ou impactos na OAE durante a execução dos reparos, limitando a velocidade máxima a 30 km/h.

5.1 Demolição do Pavimento Degradado

Inicialmente deve ser definida a área sob intervenção, sempre limitada às juntas do pavimento existente. Para evitar que a demolição se estenda além dos limites demarcados, é recomendável a execução de pré-corte com disco de vidia diamantada, na linha limite de demolição.

As demolições devem ser executadas de forma manual e cuidadosa ou com equipamento leve, para que não haja danos às superfícies vizinhas.

5.2 Preparo da Superfície e Retirada de Material Solto

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 superfície do fundo da cava, topo da laje do tabuleiro, deve ser tratada com jato de ar sob pressão ou aspiração mecânica para retirada de restos de demolição e materiais soltos ou desagregados.

Deve ser realizada inspeção visual para verificar se ainda existe material solto, podendo também ser utilizada a percussão com haste metálica para detectar eventuais regiões com material solto.

As laterais da cava devem ter superfície plana e lisa. Caso ocorra rugosidade, as saliências devem ser retiradas com demolição manual ou corte com disco de vidia diamantada, e as reentrâncias preenchidas com argamassa cimentícia polimérica, com as características indicadas no item 3.3 até a espessura máxima de 2 cm. Para acabamento final, estas laterais devem ser estucadas, com a mesma argamassa, até a espessura de 5 mm e desempenadas com desempenadeira de aço.

5.3 Execução dos Grampos

Os grampos devem ser instalados nas quantidades e locais indicados no projeto de restauração. O adesivo utilizado na fixação dos grampos pode ser vertido por gravidade para o interior do furo, em quantidade tal que ao se introduzir o aço, haja preenchimento completo de toda a profundidade do furo. O topo do furo deve ser selado com massa plástica, ou outro dispositivo, que garanta a imobilidade do grampo durante o processo de cura do adesivo.

Para a aplicação do adesivo epoxídico os furos devem estar limpos e secos, sem a presença de qualquer material estranho tais como: poeira, óleos, graxas etc. Os serviços devem ser executados com tempo seco, a periferia da cava deve ser protegida de modo a evitar qualquer afluxo de água para interior dos furos, é recomendável a construção da cobertura de proteção com lona plástica durante a execução dos serviços.

Devem ser observadas rigorosamente as recomendações do fabricante do adesivo epóxi, no que se refere ao preparo da mistura, temperatura ambiente e tempo de aplicação, para garantia da eficiência do método.

Após a cura do adesivo conforme especificação do fabricante, a fiscalização deve verificar se o adesivo se encontra com pega satisfatória, através da retirada do selo superior, mobilização manual do grampo e tentativa de introdução de prego na massa vizinha ao grampo.

Deve ser dada atenção especial para a existência de cabos de protensão e suas ancoragens tipo relevés. Neste caso a fiscalização deve alterar a locação dos furos de modo a garantir a integridade dos elementos de protensão, bem como manter a mesma densidade de grampos prevista.

5.4 Concretagem

Os grampos devem ser dobrados em direção favorável ao sentido do tráfego, de modo a não criar elementos pontiagudos e contrários ao sentido do tráfego em caso de desagregação do pavimento em execução.

A tela eletro-soldada deve ser apoiada nos grampos dobrados e fixadas a eles com arame recozido. O conjunto grampo e tela devem estar posicionados de forma a garantir 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.

recobrimento mínimo de 4 cm e máximo de 5 cm. Para o lançamento do concreto, o topo da laje do tabuleiro deve ser molhado até a condição de superfície saturada seca. As paredes laterais da cava devem receber aplicação de produto desmoldante, de modo a evitar qualquer aderência entre o concreto velho e o concreto novo nas juntas do contorno da placa. O concreto deve ser devidamente vibrado garantindo compacidade adequada.

5.5 Acabamento

O acabamento final deve ser realizado imediatamente após adensamento e nivelamento do concreto, promovendo a texturização da superfície, garantindo a rugosidade, na direção transversal ao tráfego e semelhante à rugosidade existente nas placas vizinhas à região sob intervenção.

5.6 Cura

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

Após o período inicial de cura, a superfície do pavimento deve ser recoberta com qualquer um dos produtos mencionados no item 3.4 ou combinações dos materiais.

As faces da laje expostas pela remoção das formas devem ser imediatamente protegidas, de modo que se proporcionem condições de cura análogas às indicadas anteriormente.

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 Adesivo Epóxidico para Grampo

A cada 50 m² de pavimento a ser restaurado deve ser executado:

a) ensaio de arracamento, conforme descrito no item 3.1, e;
b) ensaio de arrancamento *in loco* para a carga de trabalho de 2,4 tf, em três pontos distintos.

6.1.2 Concreto do pavimento

A cada 50 m² de pavimento a ser restaurado deve ser executado:

a) resistência à tração na flexão aos 28 dias de cura, NBR 12142[(3)].

6.2 Controle da Execução

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.

O controle de execução deve ser realizado através de rigorosa inspeção visual das condições de limpeza e aplicação dos materiais. Verificação das condições de acabamento da superfície do pavimento.

7 ACEITAÇÃO

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

7.1 Materiais

7.1.1 Adesivo Epóxidico para Grampo

O adesivo epóxi é aceito desde que os resultados individuais do ensaio de arracamento atenda aos valores mínimos especificados no item 3.1, e o período de trabalhabilidade, *open time*, do material seja superior a 50 minutos.

7.1.2 Concreto do pavimento

O concreto do pavimento deve ser aceito desde que os resultados individuais de resistência a compressão e tração na flexão atendam aos valores mínimos especificados no item 3.2.

7.2 Execução

Os serviços são aceitos quando forem executados na forma descrita nesta especificação e 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 considerados durante o processo de reabilitação do pavimento de concreto sobre obra de arte especial.

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;

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.

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

f) é proibida a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na recuperação do pavimento junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento;

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

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A recuperação do pavimento é medida da seguinte forma:

c) números de furos executados para fixação dos grampos, conforme itens descritos na fase 27 – Recuperação de obras de arte especiais, da tabela de preços unitários da TPU;

d) quantidade de resina epoxídica aplicada em quilos (kg), conforme item da fase 27 da TPU;

e) pavimento de concreto executado conforme item 23.11.09 da TPU;

f) estucamento de placas e restauração das bordas da placa é medido em m³.

Caso o projeto de restauração não tenha sido elaborado, as quantidades dos materiais e serviços devem ser definidos antes do início da recuperação, através da medição da extensão dos trechos a serem restaurados.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos de acordo com os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: o fornecimento de materiais, perdas, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, acabamento, juntas, cura e proteção, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários a execução dos serviços.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
27.11.01 – Argamassa Cimento e Areia 1:1	m³
23.11.09 – Pavimento de Concreto Sobre Obra de Arte Especial - Manual	m³

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12041**. Argamassa de alta resistência mecânica para pisos - Determinação da resistência compressão simples e tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 2012.

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

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

4 ____. **NBR 8522-1-2**. Concreto endurecido - Determinação dos módulos de elasticidade e de deformação. Rio de Janeiro, 2021.

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.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 309**. Standard 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 Adesivo Epóxi para Grampos				
Ensaio de arracamento	(*)	A cada 50m² de pavimento recuperado,	Resultados individuais	12 h ≥ 2 tf 24 h ≥ 4 tf
Ensaio de arrancamento *in loco* , em três pontos distintos	Para carga de 2,4 tf			
(*) 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 gramposes CA 50 de ∅ 10 mm, envolvidos pelo adesivo epóxi em teste prevendo comprimento que possa ser submetido a ensaio de tração; - ensaio de tração simples do conjunto gramposes e c.p. até o arrancamento ou ruptura do grampos.				
O o*pen time* da mistura a 20º C deve ser maior ou igual a 50 minutos				
1.2 Concreto				
Resistência à tração na flexão, 28 de cura	NBR 12142(3)			4,0 MPa
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.