

**PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE PATOLOGIAS EM OBRAS
DE ARTE ESPECIAIS - RODOVIA BR - 392
PONTE SOBRE O ARROIO CADEIA – KM 95+812**

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	3
1.1 DADOS DA OBRA:	3
2. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO	4
2.1 MESO ESTRUTURA.....	5
2.2 SUPERESTRUTURA	10
2.3 ACABAMENTOS	19
2.4 ENCONTROS	21
2.5 DRENAGEM NAS CABECEIRAS.....	21
3. PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS	23
4. SOLUÇÕES INDICADAS.....	25
5. METODOLOGIA PARA SERVIÇOS DE REPARO.....	26
6. PROJETOS.....	49

1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho corresponde à execução de Projeto de recuperação das patologias encontradas na obra-de-arte especial rodoviária Ponte sobre o Arroio Cadeia.

1.1 DADOS DA OBRA:

1.1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Nome: Ponte sobre o Arroio Cadeia

Localização: km 95+850, sobre a pista norte/sul (sentido Pelotas x Santa Maria e Santa Maria x Pelotas), da BR-392, divisa Pelotas x Morro Redondo, estado do Rio Grande do Sul.

1.1.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E ESTRUTURAIS

Comprimento: 85,00 m

Largura: 10,15 m

Área do tabuleiro: 858,54m²

Trem tipo: 36t

Sistema Estrutural: A ponte é composta por três vãos de 24,00m e dois balanços de 6,50m.

Infraestrutura: De acordo com o projeto, a infraestrutura é composta por tubulões com base alargada.

Mesoestrutura: A mesoestrutura é composta por quatro pórticos com pilares de forma retangular com cantos quebrados. Os aparelhos de apoio são do tipo roletes metálicos nos apoios extremos e em do tipo Freyssinet ou placas de chumbo nos apoios internos, não foi possível visualizar.

Superestrutura: A superestrutura é formada por duas longarinas, laje, duas transversinas de entrada, quatro transversinas de apoio, nove transversinas intermediarias e alas.

2. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO



Foto 01 – Vista geral da obra



Foto 02 – Lateral esquerda



Foto 03 – Lateral direita

2.1 MESO ESTRUTURA



Foto 04 – Apoio P2



Foto 05 – Detalhe roletes duplos – Apoio P1



Foto 06 – Detalhe fraturas – Apoio P1



Foto 07 – Detalhe fraturas – Apoio P1



Foto 08 – Detalhe armadura exposta na travessa do Apoio P1



Foto 09 – Pilares Apoio P2 e P3



Foto 10 – Pilares Apoio P4



Foto 11 – Detalhe tubulões Apoio P2 e P3



Foto 12 – Detalhe travessa Apoio P4

2.2 SUPERESTRUTURA

2.2.1 LONGARINAS



Foto 13 – Detalhe trincas entre apoio P1 e P2



Foto 14 – Detalhe trincas apoio P4



Foto 15 – Detalhe falha de concretagem nas longarinas

2.2.2 TRANSVERSINAS



Foto 16 – Detalhe transversina de entrada – Lado Pelotas



Foto 17 – Detalhe falha de concretagem na transversina de entrada – Lado Pelotas



Foto 18 – Detalhe trincas na transversina de entrada – Lado Pelotas



Foto 19 – Detalhe transversina de entrada – Lado Boa Vista



Foto 20 – Detalhe das fraturas na transversina de entrada – Lado Boa Vista



Foto 21 – Detalhe trincas na transversina de apoio – Apoio P1



Foto 22 – Detalhe trincas na transversina de apoio – Apoio P4

2.2.3 LAJES, ALAS E PASSEIOS



Foto 23 – Falha de concretagem – Vão P3 e P4



Foto 24 – Vista inferior lajes



Foto 25 – Detalhe fratura na Ala esquerda – Lado Santana da Boa Vista



Foto 26 – Detalhe fratura na Ala esquerda – Lado Santana da Boa Vista



Foto 27 – Detalhe abertura da Ala esquerda – Lado Santana da Boa Vista



Foto 28 – Vista lateral direita dos balanços – Lado direito



Foto 29 – Vista lateral esquerda dos balanços – Lado direito



Foto 29 – Detalhe falha de concretagem e umidade nos balanços

2.3 ACABAMENTOS

2.3.1 DRENOS PLUVIAIS E PINGADEIRAS



Foto 30 – Detalhe pingadeiras obstruídas por cantoneira de madeira



Foto 31 – Detalhe pingadeiras obstruídas por substituição inadequada dos guarda corpos

2.3.2 GUARDA CORPO



Foto 32 – Guarda corpo



Foto 33 – Guarda corpo

2.4 ENCONTROS



Foto 34 – Umidade com a percolação de água- transversinas de entrada

2.5 DRENAGEM NAS CABECEIRAS



Foto 35 – Detalhe drenagem lado direito – Lado Pelotas



Foto 36 – Detalhe drenagem lado esquerdo – Lado Pelotas



Foto 36 – Detalhe drenagem lado direito – Lado Santana da Boa Vista



Foto 37 – Detalhe drenagem lado esquerdo – Lado Santana da Boa Vista

3. PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS

Infraestrutura: A infraestrutura se encontra em boas condições, não havendo a necessidade de reparo.

Mesoestrutura: As patologias identificadas na mesoestrutura foram as seguintes:

- Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída
- Falhas de concretagem
- Arestas dos pilares e das travessas fraturadas
- Roletes nos limites das chapas de deslizamento

Superestrutura: Na superestrutura foi possível verificar diversas patologias, sendo elas:

- Trincas e fissuras nas longarinas e transversinas
- Armadura aparente, devido ao cobrimento insuficiente.
- Percolação de água, decorrentes da insuficiência do sistema de drenagem
- Fratura nas alas
- Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída

As patologias apresentadas nas transversinas de entrada e nas alas indicam que os esforços do atual tráfego da rodovia estão acima das definições de projeto.

- **É necessária a elaboração de projeto específico de reforço e adequação as exigências de carga atual da rodovia.**

Acabamentos: Nos drenos pluviais, pingadeiras e guarda corpos foram observadas as seguintes patologias:

- Pingadeiras obstruídas pela substituição inadequada dos Guarda corpos
- Substituição dos guarda corpos, danificados, mal fixados ou fora de padrão.
- Sistema de drenagem de pista ineficiente, drenos curto, obstruídos e em números insuficientes.

Terraplenos: Como as águas pluviais oriundas da rodovia percolam junto as transversinas de entrada, é necessário corrigir as drenagens, impedindo assim que a água infiltre sob as alas e transversinas de entrada.

Laje de transição: A laje de transição não estava prevista no projeto original, foi construída posteriormente para eliminar a descontinuidade da pista, quando foi construída estava totalmente apoiada nos terraplenos, devido a percolação de água ocorreu erosão sob a laje de transição apoiando esta somente na transversina de entrada. A laje de transição cria uma sobrecarga na

transversina de entrada causando patologias estruturais e podendo fraturar totalmente a transversina de entrada.

Drenagem nas cabeceiras: é de extrema importância a recuperação dos sistemas de drenagem nos terraplenos, evitando-se a percolação de água da rodovia pelas cabeceiras da ponte, através de implantação de caixas coletoras e recuperação das canaletas de descidas d'água junto à transversina de entrada.

4. SOLUÇÕES INDICADAS

As patologias apresentadas na superestrutura indicam a necessidade de amplo reforço estrutural, visando adequar a obra as exigências de carga da rodovia.

- É necessária a elaboração de projeto específico de reforço e adequação as exigências de carga da rodovia.

Infraestrutura:

- A infraestrutura se encontra em boas condições, não havendo a necessidade de reparo.

Mesoestrutura:

- Lavagem e Pintura das superfícies de concreto
- Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída
- Drenagem nas cabeceiras
- Implantação de caixas coletoras e canaletas de descida de água nas extremidades da obra, para proteção dos terraplenos.
- Reposicionamento dos roletes.

Superestrutura

- Lavagem e Pintura (Guarda-corpos e Passeio):
- Injeção de fissura e trincas com resina epóxi.
- Instalação de pingadeiras nas laterais
- Limpeza da borda e fundo das lajes laterais em balanço
- Substituição da juntas
- Substituição Guarda corpos
- Substituição das lajes de transição, transversina de entrada e Alas
- Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída

Drenagem da pista

- O sistema de drenagem da pista é por meio buzinetes nas laterais da obra, encontram-se obstruídos, curtos e em números insuficientes. Pela ineficiência da drenagem, algumas regiões estão lixiviadas no fundo das lajes laterais em balanço e faces externas das vigas longarinas. Deverá ser realizada a desobstrução de 22 buzinetes, e instalação de 32 novos buzinetes PVC Ø 4" com 0,70m de comprimento. Para a instalação dos novos buzinetes deverá ser feito perfurações no pavimento rígido de concreto com serra copo diamantada de espessura média 40 cm.

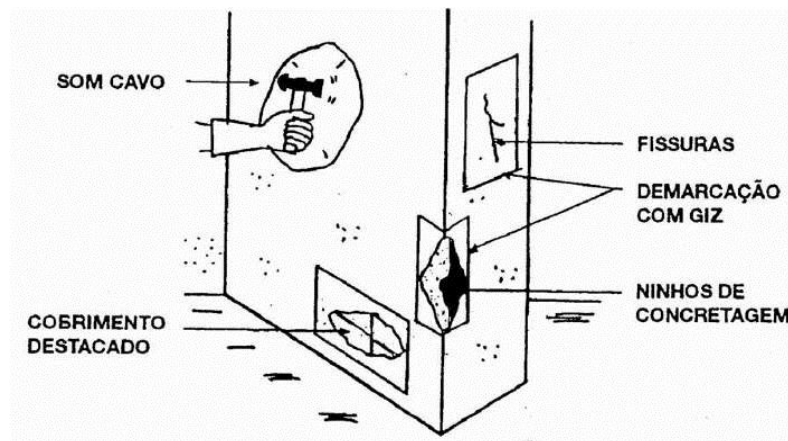
5. METODOLOGIA PARA SERVIÇOS DE REPARO

Metodologia para serviços iniciais de reparo:

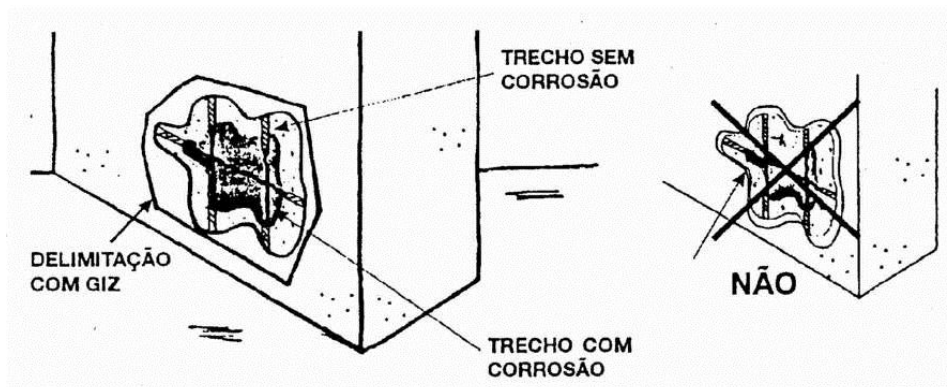
Metodologia para localização, identificação, avaliação da extensão dos reparos e de preparo do substrato de concreto e aço.

1. Mobilização e instalação de canteiro, isolamento da área, criação dos acessos necessários, escoramentos e transferências de carga e montagem de plataformas de trabalho (verba);

2. Inspeção das estruturas, localizando e identificando as regiões da estrutura que estejam apresentando manifestações patológicas como insuficiência de cobrimento de concreto às armaduras, destacamento do concreto de cobrimento, concreto segregado (falhas, ninhos ou bicheiras), fissuras, manchas de corrosão, armaduras corroídas expostas, entre outras anomalias, através de exame visual, de percussão com marreta leve e de ensaios de laboratório quando julgados necessários;

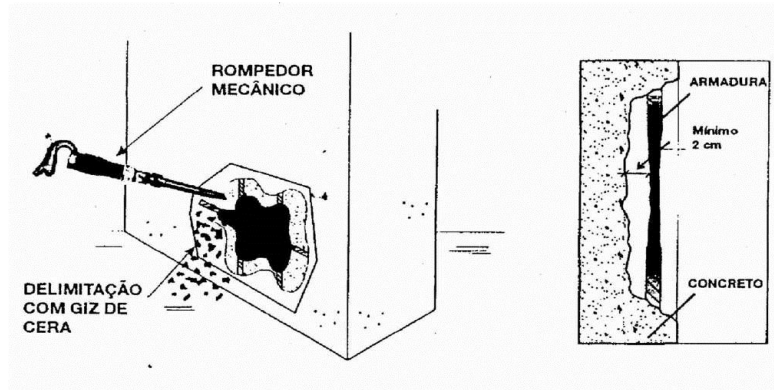


3. Demarcação com giz das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90°) que envolvam com folga estas áreas; não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas;



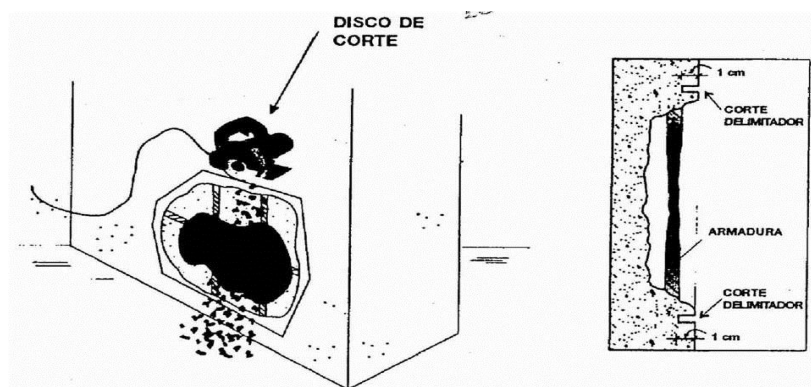
4. Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado), através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves, de até 6 kg, ou

martelletes elétricos), até a permanência apenas de concreto são e a exposição mínima de 10,0 cm de armadura sã (sem corrosão), em cada extremidade do trecho corroído da barra, liberando-a do concreto, em toda a sua superfície (distância mínima ao concreto de 2,0 cm).



5. Delimitação das regiões a serem reparadas com serra elétrica circular dotada de disco de corte diamantado, tipo Makita, com a profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.

6. Remoção do concreto deteriorado (e parte do são), dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (preferencialmente) ou mecânico, evitando-se o rompimento das bordas do friso.



7. Limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5800).

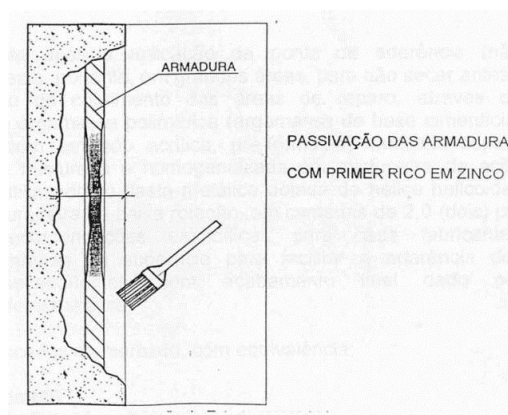
8. Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação a barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2004.

Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto: respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.

9. Limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).

10. Aplicação de pintura passivadora das armaduras, composta de primer rico em zinco (zinco metálico puro, com teores superiores a 55% em peso), devendo ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- NITOPRIMER ZN de fabricação da ANCHORTEC-FOSROC
- MASTERSEAL ZINCO PRIMER de fabricação da BASF-MBT
- DENVERPRIMER ZINCO de fabricação da DENVER GLOBAL.
- TRAFIX EP ZN de fabricação da BAUTECH
- VIAPLUS FERROPROTEC de fabricação da VIAPOL.



11. Recompôr a seção dos elementos conforme metodologias apresentadas a seguir.

Mesoestrutura:

Limpeza da superfície de concreto armado

01. Lixamento manual ou mecânico da sup. do concreto: Lixamento mecânico será executado com equipamentos eletromecânicos, munidos de discos e abrasivos especiais à base de carbureto de silício, objetivando a retirada total das impurezas aderidas ao concreto e rebarbas oriundas da concretagem.

02. Limpeza das superfícies c/ hidrojateamento: O impacto do jato de água com a superfície remove contaminantes e materiais estranhos. Como não há abrasivo nesse processo, a água não consegue provocar rugosidade na superfície.

03. Estucamento da superfície: Consiste na aplicação de pasta formada por cimento aditivado com resina acrílica.

04. Lixamento manual para retirada do excesso de estuque

05. Limpeza das superfícies c/ hidrojateamento: Utilizada após o lixamento manual para retirada da poeira.

06. Aplicação do hidrofugante: Servirá para repelir a água, dificultando a infiltração na superfície do concreto.

07. Pintura com tinta acrílica.

**Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída -
Reparos localizados rasos (espessuras < 4 cm)**

01. Delimitação das áreas de reparo com disco de corte diamantado: A delimitação das áreas de reparo é feita após o mapeamento das áreas, é utilizado uma serra mármore com disco de corte diamantado, determinando a extensão do reparo. A profundidade máxima de corte deverá ser de 5 mm, contados da face original da peça. Deverão ser adotados cuidados especiais para não atingir as armaduras.

02. Apicoamento manual ou mecânico do concreto: Retirada da camada mais externa do concreto das peças estruturais, com o intuito de potencializá-las para a complementação com uma camada adicional de revestimento, em concreto ou argamassa, para aumento da espessura de cobertura das armaduras, sendo até 10 mm.

03. Limpeza abrasiva do aço com jato de areia: A limpeza das superfícies pela aplicação de jatos de areia sob pressão controlada, pode ser considerada com a principal tarefa na preparação das superfícies para a recepção dos materiais de recuperação, sendo normalmente utilizada na maioria dos sistemas de recuperação imediatamente após os trabalhos de corte e/ou apicoamento do concreto. A areia a ser utilizada deve ser limpa, de granulometria adequada ao diâmetro da mangueira, lavada, perfeitamente seca e isenta de matéria orgânica, não devendo ser reaproveitada. A aplicação do jato deve ser feita em círculos e, se o operador for eficiente, será tarefa suficiente para garantir a retirada de todos os resíduos de corrosão do concreto e das barras da armadura.

04. Limpeza das superfícies com jato de ar comprimido filtrado: Usada para remoção de poeira e das partículas menores que ficam na superfície a ser recuperada, após os trabalhos de corte e apicoamento de concreto danificado, nos pontos de mais difícil acesso. É um serviço complementar, caso os

serviços de hidrojateamento e jatos de areia não forem suficientes. O compressor deve ser dotado de filtro de ar e óleo, para garantir que o ar não seja sujo e que não venha a danificar a estrutura.

05. Passivação das armaduras com primer rico em zinco: A aplicação de primer rico em zinco protege por passivação as armaduras contra o ataque de carbonatação, cloretos, águas agressivas e outros agentes externos. Sua aplicação sobre as ferragens tem como objetivo neutralizar as reações eletroquímicas da corrosão. Nas áreas onde a ferragem apresentar um excessivo processo de corrosão com diminuição de sua seção será colocada nova ferragem transpassando a ferragem deteriorada em 60 vezes seu diâmetro, conforme normas da ABNT.

06. Reconstituição dos cobrimentos, utilizando-se argamassa polimérica de base: Tem consistência tixotrópica, alta durabilidade, impermeabilidade, aderência ao concreto velho e à armadura, utilizado em reparos de pequenas áreas, sua aplicação requer mão-de-obra especializada e testes prévios de desempenho.

**Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída -
Reparos localizados profundos (espessuras > 4 cm)**

01. Delimitação áreas de reparo com disco de corte diamantado: A delimitação das áreas de reparo é feita após o mapeamento das áreas, é utilizado uma serra mármore com disco de corte diamantado, determinando a extensão do reparo. A profundidade máxima de corte deverá ser de 5 mm, contados da face original da peça. Deverão ser adotados cuidados especiais para não atingir as armaduras.

02. Apicoamento superficial do concreto: Retirada da camada mais externa do concreto das peças estruturais, com o intuito de potencializá-las para a complementação com uma camada adicional de revestimento, em concreto ou

argamassa, para aumento da espessura de cobrimento das armaduras, sendo até 10 mm.

03. Limpeza abrasiva do substrato com jato de areia: A limpeza das superfícies pela aplicação de jatos de areia sob pressão controlada, pode ser considerada com a principal tarefa na preparação das superfícies para a recepção dos materiais de recuperação, sendo normalmente utilizada na maioria dos sistemas de recuperação imediatamente após os trabalhos de corte e/ou apicoamento do concreto. A areia a ser utilizada deve ser limpa, de granulometria adequada ao diâmetro da mangueira, lavada, perfeitamente seca e isenta de matéria orgânica, não devendo ser reaproveitada. A aplicação do jato deve ser feita em círculos e, se o operador for eficiente, será tarefa suficiente para garantir a retirada de todos os resíduos de corrosão do concreto e das barras da armadura.

04. Limpeza das superfícies com jato de ar comprimido filtrado: Usada para remoção de poeira e das partículas menores que ficam na superfície a ser recuperada, após os trabalhos de corte e apicoamento de concreto danificado, nos pontos de mais difícil acesso. É um serviço complementar, caso os serviços de hidrojateamento e jatos de areia não forem suficientes. O compressor deve ser dotado de filtro de ar e óleo, para garantir que o ar não seja sujo e que não venha a danificar a estrutura.

05. Passivação das armaduras com primer rico em zinco: A aplicação de primer rico em zinco protege por passivação as armaduras contra o ataque de carbonatação, cloretos, águas agressivas e outros agentes externos. Sua aplicação sobre as ferragens tem como objetivo neutralizar as reações eletroquímicas da corrosão. Nas áreas onde a ferragem apresentar um excessivo processo de corrosão com diminuição de sua seção será colocada nova ferragem transpassando a ferragem deteriorada em 60 vezes seu diâmetro, conforme normas da ABNT.

06. Saturação do substrato com água: Garante melhor aderência das mesmas aos concretos ou as argamassas de base cimentícia que sobre elas serão aplicadas, como materiais complementares para restabelecimento ou alteração da geometria original das peças de concreto.

07. Reconstituição dos cobrimentos, utilizando-se grout de base epóxi: O grout de base epóxi é uma argamassa de grande fluidez, alta resistência, não apresenta retração, é auto-adensável. A superfície deve estar preparada a úmida para receber o grout, as fôrmas poderão ser retiradas em 24 horas, pois o grout atinge altas resistências rapidamente. O excesso de grout deverá ser retirado cuidadosamente, utilizando ponteiros ou talhadeiras e marreta.

Drenagem nas cabeceiras – Substituição dos terraplenos

01. Os serviços de manutenção e reparo em locais de ocorrência de terraplenos instáveis devem ser feitos de forma a restaurar terrapleno dentro dos alinhamentos e declividades originais.

02. Deve-se realizar, antes do lançamento do material de recomposição, o preparo da superfície para execução dos serviços de manutenção, ou seja, escavação manual ou mecânica para a retirada de todo o material solto remanescente de forma a ser obtido material em condição não afetada. A superfície deverá ser escarificada e irrigada para se obter uma boa ligação com o aterro a ser reconstituído.

03. Providenciar escoramento adequado.

04. Em função do volume de material e das dimensões do aterro, o lançamento poderá ser feito com o próprio basculante de transporte e/ou com carrinho de mão. O espalhamento pode ser feito com retroescavadeira e/ou com enxadas.

05. Executar camadas de 20 cm de solo-cimento compactado. No caso de compactadores manuais, a espessura de cada camada de compactação não deve ultrapassar 10 cm e ficar entre 15 a 20 cm no caso de se utilizarem rolos compactadores.

06. O controle da espessura das camadas deve ser feito com o uso de piquetes de madeira convenientemente espaçados.

07. A umidade dos solos utilizados nos aterros deve estar com no máximo 2% de diferença em torno da umidade ótima. O grau de compactação mínimo requerido é de 98%, referido ao ensaio Proctor Normal.

08. No caso de utilização de rolo compactador, deve-se realizar um mínimo de 6 passadas. Uma passada corresponde a uma cobertura completa com superposição de 30 cm entre faixas do traçado.

09. As superfícies refeitas deverão ser protegidas de maneira similar às regiões adjacentes, utilizando-se o mesmo processo e materiais; no caso presente, em pavimento asfáltico.

Drenagem nas cabeceiras – Implantação de canaletas de drenagem nos taludes laterais

01. Demolição de canaleta existente;

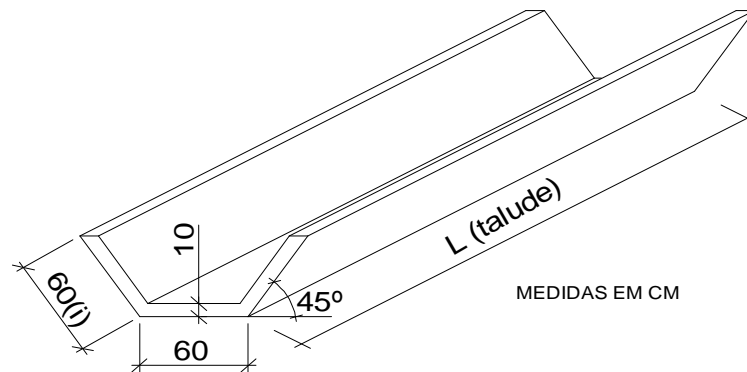
02. Escavação da região em que será implantada a canaleta de drenagem, com dimensões, conforme desenho abaixo;

03. Regularização e compactação do solo para recebimento do lastro de concreto com fck de 5 a 10 MPa, com e = 5 cm;

04. Fornecimento, corte, dobra e instalação de armadura (tela metálica, soldada), considerando-se mínimo de 60 kg de aço / m³ de concreto;

05. Fornecimento, transporte, lançamento, adensamento e acabamento de concreto estrutural, $f_{ck} \geq 20$ MPa;

06. Cura do concreto.



Drenagem nas cabeceiras – Implantação de escadas de dissipação de concreto nos taludes laterais

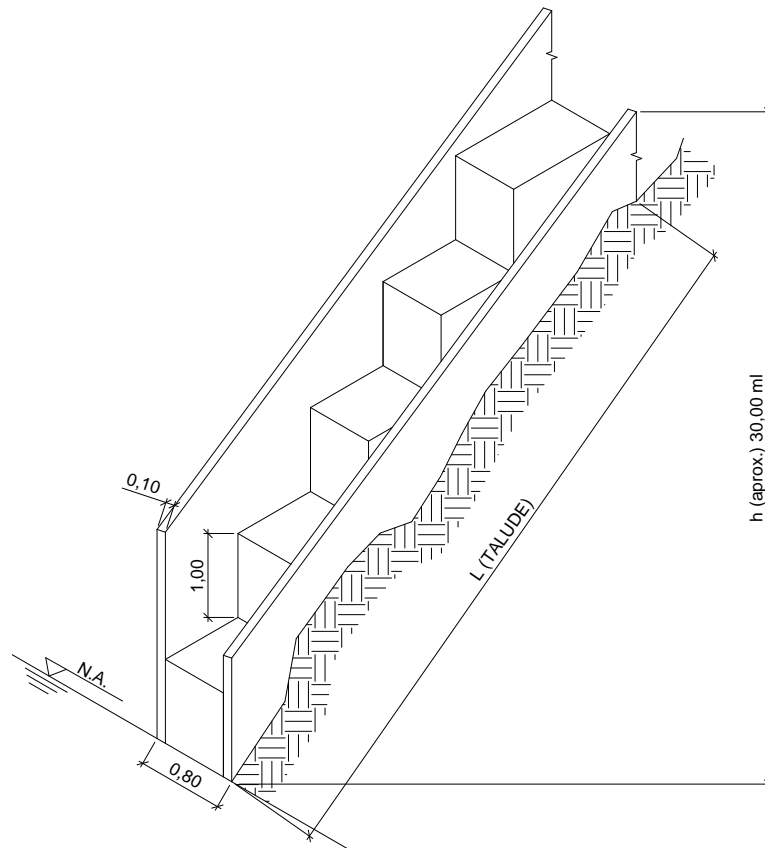
01. Escavação da região em que será implantada a escada de dissipação, com dimensões, conforme desenho abaixo;

02. Regularização e compactação do solo para recebimento do lastro de concreto com f_{ck} de 5 a 10 MPa, com $e = 5$ cm;

03. Fornecimento, corte, dobra e instalação de armadura (tela metálica, soldada), considerando-se mínimo de 60 kg de aço / m^3 de concreto;

04. Fornecimento, transporte, lançamento, adensamento e acabamento de concreto estrutural, $f_{ck} \geq 20$ MPa;

05. Cura do concreto.



Reposicionamento dos roletes

01. Macaqueamento da estrutura
02. Andaimos de serviço
03. Reposicionamento dos roletes

Superestrutura

Lavagem e Pintura (Guarda-corpos e Passeio):

01. Limpeza das superfícies através do hidrojateamento,
02. Aplicação de hidrofugante para impermeabilizar a superfície.
03. Pintura com tinta acrílica.

Injeção de fissura com resina epóxi.

01. Remover eventuais revestimentos e/ou impermeabilizações sobre as áreas a serem reparadas.

02. Abertura de uma seção em forma de "V" ao longo da fissura, utilizando serra circular provida de disco de corte, talhadeira e marreta. A abertura em "V" deverá ter largura igual a 30 mm (15 mm para cada lado da fissura), e terá uma profundidade de 10 mm, aproximadamente.

03. Por sobre a fissura e a cada 200 mm, aproximadamente, deverão ser feitos orifícios, utilizando furadeira elétrica rotativa com percussão, dotada de broca de vídea, com profundidade variável entre 30 e 50 mm, no diâmetro necessário para fixação dos bicos de injeção (cerca de 12 mm). Durante este serviço, cuidar para que haja o menor depósito possível do material proveniente da furação no interior da fissura.

04. Limpeza das superfícies com escova de aço e ar comprimido (compressor com filtro de ar para retenção de óleo e mangueira de alta pressão), objetivando a remoção de partículas soltas e a completa secagem das superfícies interiores à fissura. Não utilizar água para os serviços de limpeza.

05. Os compostos epóxi deverão ser misturados e aplicados, seguindo rigorosamente as especificações dos fabricantes.

06. Os tubos de PVC deverão ser introduzidos nas perfurações e fixos com adesivo epóxi. O tubo deverá ser de PVC flexível, incolor e transparente, apresentando diâmetro interno de 10 mm ou compatível com a furação executada. Utilizar adesivo epóxi de pega rápida para fixação dos tubos de injeção e selagem das fissuras. Esse adesivo também deverá apresentar aderência em presença de umidade.

07. Ao longo de toda a fissura, deverá ser aplicada uma selagem, utilizando adesivo epóxi, em uma camada de aproximadamente 5 mm de espessura.

08. Preencher o restante da abertura em "V" ao longo de toda a fissura, tomando a precaução de nivelar a superfície final do selante com a superfície do concreto.

09. Após o endurecimento do adesivo, deverá ser feito um teste com ar comprimido isento de óleo, com finalidade de constatar a comunicação entre os furos. Caso não haja comunicação perfeita entre os furos, deverão ser instalados novos respiros.

10. A injeção propriamente dita só deverá ter início após o adesivo de vedação ter atingido a resistência suficiente para suportar as pressões de serviço.

11. Para a injeção, utilizar resina à base de epóxi apropriado para injeção, isenta de solventes e com viscosidades compatíveis com as aberturas e profundidades das fissuras que serão injetadas. O "Pot Life" da resina deverá ser suficiente para permitir seu manuseio adequado (no mínimo 30 minutos), à temperatura do local da obra.

12. No caso de fissuras verticais, a injeção deverá ser iniciada pelos tubos inferiores, de maneira que o produto vá penetrando na fissura no sentido ascendente. Assim que for verificada saída da resina pelo tubo imediatamente acima do que está sendo injetado, esse último deve ser tamponado e a operação deve prosseguir pelo seguinte e assim sucessivamente.

13. Para as fissuras horizontais, o processo deverá ser mantido, sendo que a injeção deverá ser iniciada por qualquer uma das extremidades.

14. No caso de fissuras que atravessam toda a seção transversal da peça, a injeção deverá ser feita alternadamente em cada um dos lados da peça, de modo a garantir o melhor enchimento possível da fissura.

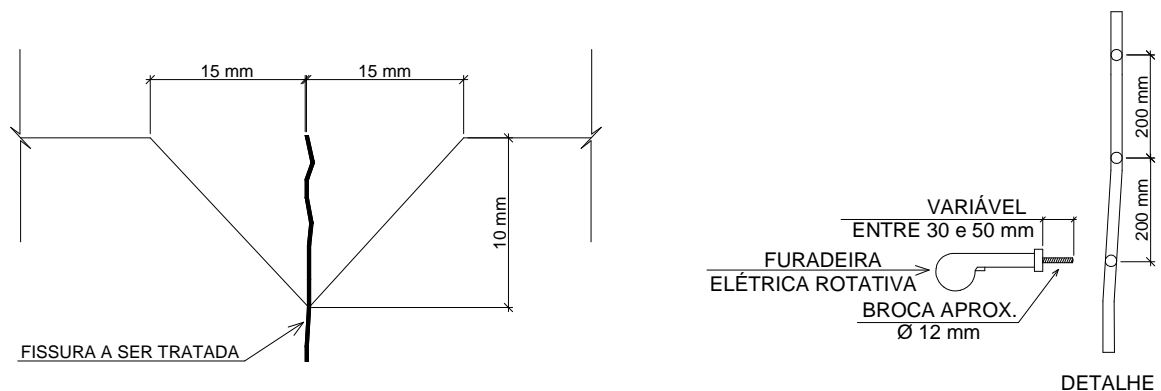
15. A pressão de injeção varia de 3 a 10 Kgf/cm², dependendo da viscosidade do material e das características geométricas da fissura. Para tanto, utilizar equipamento para injeção, constituído de compressor com manômetro e mangueira de alta pressão.

16. A fissura será considerada injetada, caso a pressão de aplicação da resina possa ser mantida. Caso isto não ocorra, é sinal que a resina ainda está penetrando na fissura ou está saindo para outro local. Recomenda-se que após a injeção da resina, uma pressão em torno de 6 Kgf/cm² seja mantida para garantir a penetração da resina pelas porosidades e capilares do concreto.

17. Para acabamento das superfícies, cortar os tubos de injeção e executar o acabamento da superfície, caso necessário, por esmerilhamento com talhadeira.

18. Proceder à cura final (tempo indicado pelo fornecedor do produto, e da ordem de 24 horas à temperatura ambiente de 18 °C).

Deverá ser feita inspeção visual nos locais dos reparos, durante a realização das inspeções de vigilância programadas no Plano de Manutenção.



Instalação de pingadeiras nas laterais:

Regiões com borda rompida, gerando manchas de escorrimentos nas faces inferiores das lajes laterais em balanço e regiões com armaduras corroídas, a adoção deste pequeno detalhe reduzirá em muito o escoamento de águas pluviais. Os serviços realizados serão:

01. Lixamento manual ou mecânico da sup. do concreto: Lixamento mecânico será executado com equipamentos eletromecânicos, munidos de discos e abrasivos especiais à base de carbureto de silício, objetivando a retirada total das impurezas aderidas ao concreto e rebarbas oriundas da concretagem.

02. Limpeza superficial do concreto através de jateamento de ar filtrado: Usada para remoção de poeira e das partículas menores que ficam na superfície a ser recuperada, após os trabalhos de corte e apicoamento de concreto danificado, nos pontos de mais difícil acesso. O compressor deve ser dotado de filtro de ar e óleo, para garantir que o ar não seja sujo e que não venha a danificar a estrutura.

03. Aplicação do primer PR2000 ao longo da faixa

04. Aplicação do adesivo

05. Fixação através do uso de buchas e parafuso

Limpeza da borda e fundo das lajes laterais em balanço

01. Lixamento manual ou mecânico da sup. do concreto: Lixamento mecânico será executado com equipamentos eletromecânicos, munidos de discos e abrasivos especiais à base de carbureto de silício, objetivando a retirada total das impurezas aderidas ao concreto e rebarbas oriundas da concretagem.

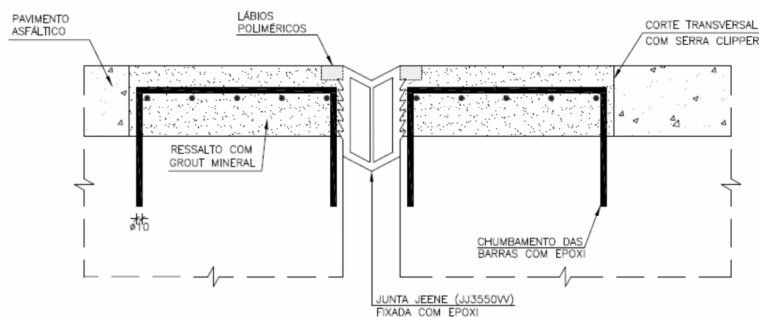
-
02. Limpeza das superfícies c/ hidrojateamento: O impacto do jato de água com a superfície remove contaminantes e materiais estranhos, limpando e preparando a superfície para receber o material de reparação.
 03. Estucamento da superfície: Consiste na aplicação de pasta formada por cimento aditivado com resina acrílica.
 04. Lixamento manual para retirada do excesso de estuque
 05. Limpeza das superfícies c/ hidrojateamento: Utilizada após o lixamento manual para retirada da poeira.
 06. Aplicação do hidrofugante: Servirá para repelir a água, dificultando a infiltração na superfície do concreto.

Substituição das juntas

As juntas encontram-se obstruídas e com fissuras tanto nos encontros como nos vãos gerber, causando a infiltração de água danificando vigas longarinas e as vigas transversinas. Os processos para a substituição das juntas estão especificados a seguir:

01. Corte transversal com serra Clipper
02. Remoção manual ou mecânica do pavimento para desobstrução das juntas
03. Preparo superficial através de apicoamento, fresagem do substrato de concreto
04. Perfuração com profundidade de 5cm para fixação da armadura para o berço de aproximação
05. Chumbamentos das barras com resina epóxi nos furos
06. Limpeza geral da superfície com jato de ar

07. Instalação de sarrafos de madeira para formação dos rebaixos relativos aos esforços de borda
08. Instalação de “isopor” na junta
09. Limpeza da superfície de concreto com jato de ar comprimido
10. Lançamento do grout nos lábios poliméricos
11. Lixamento manual da superfície de concreto
12. Aplicar o primer epóxi
13. Fixação com adesivo epóxi e instalação da junta jeene JJ2030VV



Substituição de Guarda corpos:

01. Foi identificada a necessidade de substituição de sessenta e cinco guarda-corpos danificados, mal fixados ou fora de padrão.

Substituição das lajes de transição, transversina de entrada e Alas

01. Demolição das transversinas de entrada, lajes de transição e no lado Santana da Boa vista demolição da Ala esquerda.

01. Reconstrução das transversinas de entrada, lajes de transição e no lado Santana da Boa vista reconstrução da Ala esquerda.

**Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída -
Reparos localizados rasos (espessuras < 4 cm)**

01. Delimitação das áreas de reparo com disco de corte diamantado: A delimitação das áreas de reparo é feita após o mapeamento das áreas, é utilizado uma serra mármore com disco de corte diamantado, determinando a extensão do reparo. A profundidade máxima de corte deverá ser de 5 mm, contados da face original da peça. Deverão ser adotados cuidados especiais para não atingir as armaduras.

02. Apicoamento manual ou mecânico do concreto: Retirada da camada mais externa do concreto das peças estruturais, com o intuito de potencializá-las para a complementação com uma camada adicional de revestimento, em concreto ou argamassa, para aumento da espessura de cobertura das armaduras, sendo até 10 mm.

03. Limpeza abrasiva do aço com jato de areia: A limpeza das superfícies pela aplicação de jatos de areia sob pressão controlada, pode ser considerada com a principal tarefa na preparação das superfícies para a recepção dos materiais de recuperação, sendo normalmente utilizada na maioria dos sistemas de recuperação imediatamente após os trabalhos de corte e/ou apicoamento do concreto. A areia a ser utilizada deve ser limpa, de granulometria adequada ao diâmetro da mangueira, lavada, perfeitamente seca e isenta de matéria orgânica, não devendo ser reaproveitada. A aplicação do jato deve ser feita em círculos e, se o operador for eficiente, será tarefa suficiente para garantir a retirada de todos os resíduos de corrosão do concreto e das barras da armadura.

04. Limpeza das superfícies com jato de ar comprimido filtrado: Usada para remoção de poeira e das partículas menores que ficam na superfície a ser recuperada, após os trabalhos de corte e apicoamento de concreto danificado, nos pontos de mais difícil acesso. É um serviço complementar, caso os

serviços de hidrojateamento e jatos de areia não forem suficientes. O compressor deve ser dotado de filtro de ar e óleo, para garantir que o ar não seja sujo e que não venha a danificar a estrutura.

05. Passivação das armaduras com primer rico em zinco: A aplicação de primer rico em zinco protege por passivação as armaduras contra o ataque de carbonatação, cloretos, águas agressivas e outros agentes externos. Sua aplicação sobre as ferragens tem como objetivo neutralizar as reações eletroquímicas da corrosão. Nas áreas onde a ferragem apresentar um excessivo processo de corrosão com diminuição de sua seção será colocada nova ferragem transpassando a ferragem deteriorada em 60 vezes seu diâmetro, conforme normas da ABNT.

06. Reconstituição dos cobrimentos, utilizando-se argamassa polimérica de base: Tem consistência tixotrópica, alta durabilidade, impermeabilidade, aderência ao concreto velho e à armadura, utilizado em reparos de pequenas áreas, sua aplicação requer mão-de-obra especializada e testes prévios de desempenho.

**Áreas com concreto segregado, disgregado e armadura corroída -
Reparos localizados profundos (espessuras > 4 cm)**

01. Delimitação áreas de reparo com disco de corte diamantado: A delimitação das áreas de reparo é feita após o mapeamento das áreas, é utilizado uma serra mármore com disco de corte diamantado, determinando a extensão do reparo. A profundidade máxima de corte deverá ser de 5 mm, contados da face original da peça. Deverão ser adotados cuidados especiais para não atingir as armaduras.

02. Apicoamento superficial do concreto: Retirada da camada mais externa do concreto das peças estruturais, com o intuito de potencializá-las para a complementação com uma camada adicional de revestimento, em concreto ou

argamassa, para aumento da espessura de cobertura das armaduras, sendo até 10 mm.

03. Limpeza abrasiva do substrato com jato de areia: A limpeza das superfícies pela aplicação de jatos de areia sob pressão controlada, pode ser considerada com a principal tarefa na preparação das superfícies para a recepção dos materiais de recuperação, sendo normalmente utilizada na maioria dos sistemas de recuperação imediatamente após os trabalhos de corte e/ou apicoamento do concreto. A areia a ser utilizada deve ser limpa, de granulometria adequada ao diâmetro da mangueira, lavada, perfeitamente seca e isenta de matéria orgânica, não devendo ser reaproveitada. A aplicação do jato deve ser feita em círculos e, se o operador for eficiente, será tarefa suficiente para garantir a retirada de todos os resíduos de corrosão do concreto e das barras da armadura.

04. Limpeza das superfícies com jato de ar comprimido filtrado: Usada para remoção de poeira e das partículas menores que ficam na superfície a ser recuperada, após os trabalhos de corte e apicoamento de concreto danificado, nos pontos de mais difícil acesso. É um serviço complementar, caso os serviços de hidrojateamento e jatos de areia não forem suficientes. O compressor deve ser dotado de filtro de ar e óleo, para garantir que o ar não seja sujo e que não venha a danificar a estrutura.

05. Passivação das armaduras com primer rico em zinco: A aplicação de primer rico em zinco protege por passivação as armaduras contra o ataque de carbonatação, cloretos, águas agressivas e outros agentes externos. Sua aplicação sobre as ferragens tem como objetivo neutralizar as reações eletroquímicas da corrosão. Nas áreas onde a ferragem apresentar um excessivo processo de corrosão com diminuição de sua seção será colocada nova ferragem transpassando a ferragem deteriorada em 60 vezes seu diâmetro, conforme normas da ABNT.

06. Saturação do substrato com água: Garante melhor aderência das mesmas aos concretos ou as argamassas de base cimentícia que sobre elas serão aplicadas, como materiais complementares para restabelecimento ou alteração da geometria original das peças de concreto.

07. Reconstituição dos cobrimentos, utilizando-se grout de base epóxi: O grout de base epóxi é uma argamassa de grande fluidez, alta resistência, não apresenta retração, é auto-adensável. A superfície deve estar preparada a úmida para receber o grout, as fôrmas poderão ser retiradas em 24 horas, pois o grout atinge altas resistências rapidamente. O excesso de grout deverá ser retirado cuidadosamente, utilizando ponteiros ou talhadeiras e marreta.

Drenagem da pista

O sistema de drenagem da pista é por meio buzinos nas laterais da obra, encontram-se obstruídos, curtos e em números insuficientes. Pela ineficiência da drenagem, algumas regiões estão lixiviadas no fundo das lajes laterais em balanço e faces externas das vigas longarinas. Deverá ser realizada a desobstrução de 22 buzinos, e instalação de 32 novos buzinos PVC Ø 4" com 0,70m de comprimento. Para a instalação dos novos buzinos deverá ser feito perfurações no pavimento rígido de concreto com serra copo diamantada de espessura média 40 cm.

Para drenagem da pista de rolamento, executar os furos na lateral da Pista de Rodagem (acostamento), com perfuração do pavimento e da laje.

01. Execução do furo com a utilização de perfuratriz elétrica dotada de broca diamantada, com abertura suficiente para a colocação do tubo em PVC de Ø = 6".

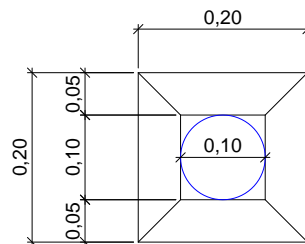
02. Lixamento da superfície do tubo para remoção de eventuais resíduos e aumento da aderência com o epóxi.

03. Para garantir a aderência do tubo de PVC com o concreto, aplicar nos primeiros 15 cm do tubo, com o auxílio de pincel, adesivo base poliéster tipo

LOKFIX MP de fabricação da ANCHORTEC-FOSROC ou DENVER ANCOR de fabricação da DENVER GLOBAL.

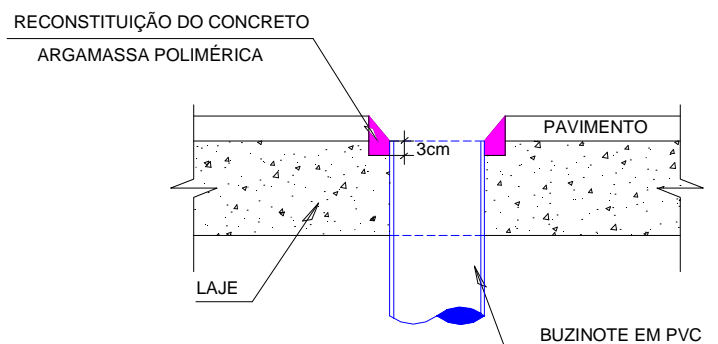
04. Colocação de tubo de PVC com 15 cm de diâmetro e comprimento mínimo de 40,0 cm a partir do fundo da laje. Este tubo deverá ter a parte inferior cortada no sentido diagonal

05. No pavimento executar chanfros para facilitar o escoamento das águas pluviais, com as seguintes dimensões:



06. Reconstituição do concreto da laje, mediante aplicação de argamassa polimérica, utilizando um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- RENDEROC S2 de fabricação da ANCHORTEC-FOSROC.
- EMACO S168 de fabricação da BASF-MBT.
- SIKATOP 122 de fabricação da SIKA.
- OBE 250 de fabricação da OTTO BAUNGART.
- DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER GLOBAL.
- TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.
- ZENTRIFIX GM 2 de fabricação da MC-BAUCHEMIE



6. PROJETOS