

MANUAL TÉCNICO - EDIÇÃO 2024

Linhas gerais para a consolidação, reforço estrutural e segurança sísmica com novas tecnologias green.

Prescrições, especificações técnicas e detalhes construtivos

kerakoll

Manual de consolidação

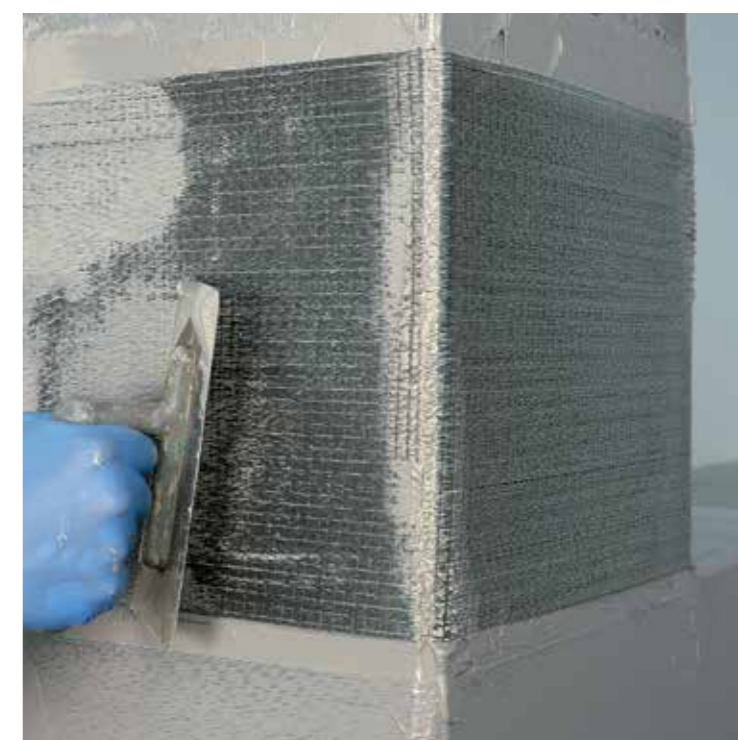
Em Portugal e no resto do mundo, numerosas patologias afectam o património edificado, em todas as suas formas: desde a construção histórica em alvenaria de variada natureza até às mais recentes estruturas em betão armado. O estudo destas patologias evidenciou aspectos relacionados com a presença de alvenarias heterogéneas e em péssimas condições de conservação, de elementos com resistência mecânica muito baixa, ou de elementos em betão armado realizados com betão de qualidade inferior ou em evidente estado de degradação.

A partir do estudo atento da mecânica dos sistemas de reforço e da interacção com os diversos materiais de construção, os nossos investigadores conceberam sistemas modernos de reforço, compostos por matrizes minerais inovadoras combinadas com novos tecidos unidireccionais em fibra de aço galvanizado de elevada resistência, com redes em fibra natural de basalto e aço inox, com fibras curtas em aço de alta resistência e com varões helicoidais em aço inox.

A primazia da nossa metodologia de investigação, conjugada com a excelência dos principais institutos de investigação nacionais italianos e externos com os quais colaboramos, assenta no desenvolvimento de sistemas de reforço capazes de se adaptarem perfeitamente à resistência e rigidez das diversas tipologias de suportes.

As combinações das matrizes Kerakoll com os tecidos em fibra de aço e em fibra de basalto constituem os inovadores sistemas de reforço estrutural de baixa espessura, que oferecem múltiplas vantagens tais como: simplicidade de aplicação e comportamento resistente, módulo de elasticidade e tenacidade superiores aos dos sistemas compósitos de reforço estrutural mais comuns.

Este Manual Técnico é um guia prático útil para projectistas e direcções de obras, para planear e dirigir a obra de modo mais simples e eficaz.

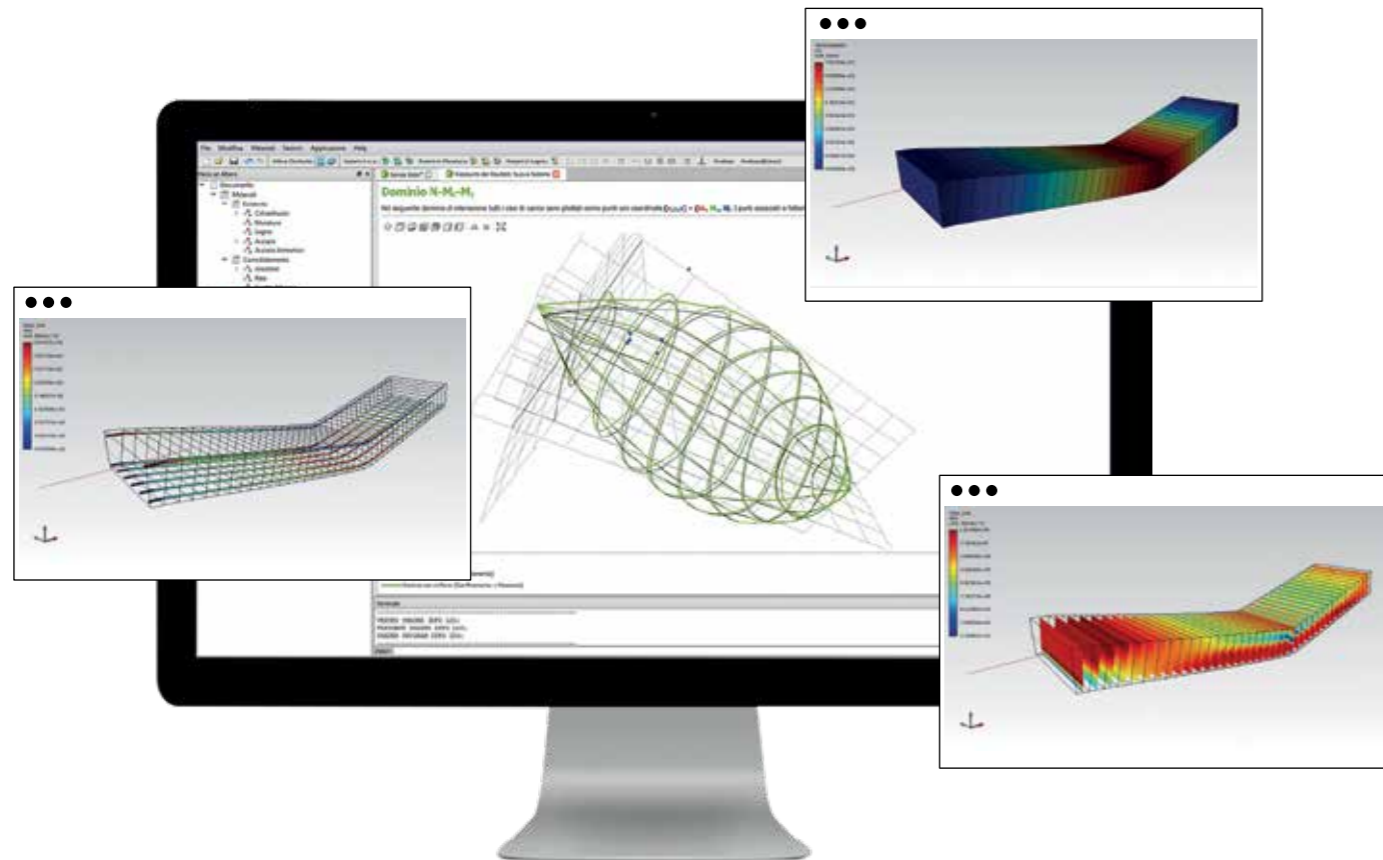


A Kerakoll é membro contribuinte e parceiro de



GEORFORCE ONE, O SOFTWARE PARA PROJECTAR A CONSOLIDAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL COM NOVAS TECNOLOGIAS GREEN

Geoforce one
Software



O inovador software Geoforce One, desenvolvido e concebido pela Asdea para a Kerakoll, permite projectar e verificar secções de forma standard ou genérica em betão armado, betão armado pré-esforçado, madeira e alvenaria. Com apenas três passos simples é possível projectar e verificar o sistema de reforço no elemento estrutural.

O Geoforce One permite ainda a modelação e a análise de elementos estruturais como vigas/pilares em betão armado, paredes, lintéis, arcos e abóbadas em alvenaria e nós viga-pilar.

1. DEFINIÇÃO DA SECÇÃO

- Geração da geometria de secções com formas recorrentes (rectangular ou circular) através de editores específicos
- Geração da geometria de secções de formas complexas através de um ambiente CAD integrado
- Definição de varões de armadura longitudinal e transversal
- Definição de reforços à flexão, corte, confinamento e torsão
- Definição de aumentos de secção
- Definição de outros casos de carga

2. ANÁLISE DA SECÇÃO

- Verificações à flexo-compressão/tracção:
 - verificação do estado inicial devido às cargas presentes no momento da aplicação do reforço
 - verificação do ELS
 - verificação do ELU
- Verificações ao confinamento, corte e torsão: para secções em betão armado o modelo constitutivo do betão tem em conta o efeito do confinamento
- Verificação para outros casos de carga

3. VISUALIZAÇÃO E EXPORTAÇÃO DOS RESULTADOS

- Geração, visualização e exportação de relatórios detalhados
- Resumo dos materiais utilizados
- Resultados das verificações ao estado inicial e ELS
- Resultados das verificações ao ELU pré e pós-intervenção com sistemas de reforço Kerakoll
- Visualização de domínios de interacção 2D e 3D
- Visualização do gráfico momento-curvatura

DEFINIÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL

- Geração de elementos estruturais com um editor ad hoc
- Elementos construídos a partir de um número variável de secções, e a sua localização ao longo do eixo do elemento
- Possibilidade de inserir aumentos de secção (com ou sem reforço) em arcos e abóbadas

ANÁLISE MEF ESTÁTICA NÃO LINEAR

- Definição de cargas e condições de contorno
- Lançamento da análise estática não linear em dois passos:
 - estado inicial antes da aplicação do reforço
 - estado final com o elemento reforçado
- Modelo de viga com integração da resposta seccional usando o modelo com fibras
- Modelos constitutivos não lineares baseados na teoria da plasticidade e do dano contínuo

VISUALIZAÇÃO DOS RESULTADOS

- Visualização gráfica dos resultados em cada passo da análise não linear
- Visualização dos gráficos de contorno para resultados nodais e de elemento
- Visualização dos gráficos de contorno para resultados seccionais:
 - estado de tensão-deformação em cada ponto da secção em fibras
 - estado dos materiais
 - factores de aproveitamento
- Gráfico da curva tensão-deformação



A ASDEA é um gabinete de engenharia constituído por profissionais que ao longo de várias décadas adquiriram uma experiência de investigação significativa ao nível internacional.





A empresa nasceu com o objectivo de oferecer soluções inovadoras altamente tecnológicas no campo da engenharia estrutural e opera activamente em diversos países, contando com mais de 300 profissionais, fornecendo em todo o mundo serviços de engenharia e arquitectura altamente especializados.

Índice Geral








SOLUÇÕES PARA A CONSOLIDAÇÃO DE ESTRUTURAS EM BETÃO ARMADO, BETÃO ARMADO PRÉ-ESFORÇADO E PRÉ-FABRICADOS	9
• RECONSTRUÇÃO, REPARAÇÃO E AUMENTO DE ESPESSURA	10
• PILARES E NÓS	18
• VIGAS E LAJES	32
SOLUÇÕES PARA A CONSOLIDAÇÃO, REFORÇO E REPARAÇÃO DE PAREDES DE ENCHIMENTO EM ESTRUTURAS PORTICADAS EM BETÃO ARMADO	53
• REPARAÇÃO, RECUPERAÇÃO DE LESÕES LOCAIS	54
• REFORÇO E MELHORIA GENERALIZADA	58
SOLUÇÕES PARA A CONSOLIDAÇÃO DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA PORTANTE DE TIJOLO MACIÇO, TUFO, PEDRA NATURAL, TERRA CRUA E ADOBE	68
• ALVENARIA E PILARES	70
• ARCOS	114
• ABÓBADAS	122
• CÚPULAS	146
APÊNDICES	154

SOLUÇÕES PARA A CONSOLIDAÇÃO DE ESTRUTURAS EM BETÃO ARMADO, BETÃO ARMADO PRÉ-ESFORÇADO E PRÉ-FABRICADOS

RECONSTRUÇÃO, REPARAÇÃO E AUMENTO DE ESPESSURA

1		Reparação/preenchimento de fissuras em secções danificadas através da selagem e injeção com sistemas orgânicos	10
2		Reconstrução através da reparação monolítica de secções em betão armado e tratamento das armaduras com georgamassa mineral estrutural tixotrópica	12
3A		Reforço através da reconstrução volumétrica monolítica com aumento de secção e armadura complementar, com encamisamento por gravidade de georgamassa mineral estrutural fluida	14
3B		Reforço através da reconstrução volumétrica monolítica e aumento de secção, com encamisamento por gravidade de georgamassa mineral fluida reforçada com fibras de elevado desempenho	16

PILARES E NÓS

4		Reforço através da realização de ligação rígida entre pilar pré-fabricado e laje industrial em betão armado com adesivo epoxídico	18
5		Reforço de pilares através do reforço exterior de confinamento com tecidos de fibra de aço galvanizado e georgamassa mineral estrutural tixotrópica	20
6		Reforço de pilares através do reforço exterior de confinamento com tecidos de fibra de aço galvanizado com adesivo epoxídico	22
7A		Reforço dos nós viga-pilar de fachada através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e georgamassa mineral estrutural tixotrópica	24
7B		Reforço dos nós viga-pilar de fachada através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e adesivo epoxídico	26
8A		Reforço dos nós viga-pilar de canto através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e georgamassa mineral estrutural tixotrópica	28
8B		Reforço dos nós viga-pilar de canto através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e adesivo epoxídico	30

VIGAS E LAJES

9		Consolidação e reforço à flexão de lajes em abobadilha cerâmica através do reforço da face inferior com tecidos em fibra de aço galvanizado e georgamassa mineral tixotrópica ou adesivo epoxídico	32
10A		Prevenção antidestacamento através da aplicação sobre o reboco existente de rede biaxial em fibra natural de basalto com reboco-barramento à base de cal hidráulica natural pura e ancoragens através de varões helicoidais	34
10B		Reparação e prevenção de destacamento através de reboco-barramento à base cal hidráulica natural pura e rede biaxial em fibra natural de basalto	36
11A		Reforço através de aumento de rigidez na face superior de laje em abobadilha cerâmica ou laje em betão armado com armadura complementar e de georgamassa mineral estrutural fluida e colaborante	38
11B		Reforço à flexão e aumento de rigidez na face superior de laje em abobadilha cerâmica ou laje em betão armado através de georgamassa mineral fluida e colaborante reforçada com fibras de elevado desempenho	40
11c		Realização de diafragma rígido através de georgamassa mineral fluida reforçada com fibras de elevado desempenho	42
12		Reforço à flexão de vigas através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e georgamassa mineral estrutural tixotrópica	44
13		Reforço à flexão de vigas através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e adesivo epoxídico	46
14		Reforço ao corte de vigas através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e georgamassa mineral estrutural tixotrópica	48
15		Reforço ao corte de vigas através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e adesivo epoxídico	50

4 Reforço através da realização de ligação rígida entre pilar pré-fabricado e laje industrial em betão armado com adesivo epoxídico

PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Identificar com equipamentos adequados (p. ex. pacómetro), as zonas sem armadura. Efectuada esta verificação preliminar, deve-se criar negativos no pavimento industrial através de fresagem e/ou abertura de roços, respeitando as seguintes dimensões (que deverão conter cada varão de armadura projectado pelo projectista): o comprimento de ancoragem (Ls) deve ser pelo menos igual a 50 vezes o diâmetro (Ø) do varão de armadura utilizado para a ligação, enquanto a profundidade (hs) deve ser pelo menos igual a 50 mm. Furar então o pilar nos pontos preestabelecidos para permitir a posterior ancoragem dos varões metálicos de ligação; a profundidade (La) deve ser igual a pelo menos 10 vezes o diâmetro (Ø), com inclinação limitada em relação à horizontal ($\leq 15^\circ$). Limpar o substrato e os negativos realizados, eliminando qualquer resíduo de pó, gordura, óleos e outras substâncias contaminantes com ar comprimido ou jacto de água.
2. Realização do reforço através de ligação armada. Realizar a ancoragem através de GEOLITE GEL, dos varões metálicos no pilar e nos negativos em espessuras não inferiores a 10 mm, garantindo uma distância adequada do fundo e um recobrimento do varão adequado, respeitando as técnicas de aplicação correctas. Os varões da armadura, pelos menos dois por cada lado do pilar, devem ser dimensionados e verificados pelo projectista.

ADVERTÊNCIAS

No caso em que a distância entre eixos de dois varões metálicos consecutivos colocados ao longo do mesmo lado do pilar seja pequeno, aconselha-se a efectuar um único negativo com vários varões, de modo a evitar um consumo excessivo de mão-de-obra.

ESPECIFICAÇÃO

Intervenção de reforço estrutural com a realização de ligação rígida entre pilar pré-fabricado e pavimento industrial, através de: realização de pelo menos dois negativos por lado do pilar no pavimento existente através de fresagem e/o abertura de roços (comprimento de ancoragem Ls igual a pelo menos 50 vezes o diâmetro Ø do varão metálico utilizado para a ligação – profundidade hs igual a pelo menos 50 mm) e posteriores furos do pilar, nos pontos preestabelecidos (profundidade La igual a pelo menos 10 vezes o diâmetro Ø com inclinação em relação à horizontal $\leq 15^\circ$); limpeza do substrato e dos negativos através de ar comprimido e/ou aspirador; posicionamento nos negativos, por ancoragem no pilar, dos varões metálicos, distanciados do fundo e com recobrimento adequado; preenchimento final dos negativos realizados através de sistema epoxídico bicomponente em gel tixotrópico, GreenBuilding Rating 4, provido de marcação CE e em conformidade com os requisitos de desempenho exigidos pela norma EN 1504-4 para a colagem de elementos estruturais e pela norma EN 1504-6 para a ancoragem de varões. Adequado como matriz orgânica mineral em combinação com tecidos de aço galvanizado Geosteel, nos sistemas certificados de reforço estrutural, melhoria e adaptação sísmica, sem a necessidade de utilização de primário de aderência, isento de solventes, com emissões muito baixas de substâncias orgânicas voláteis, – tipo GEOLITE GEL da Kerakoll – características técnicas certificadas: Euroclasse de reacção ao fogo C-s2,d0 (EN 13501-1); emissão de substâncias orgânicas voláteis EC1 Plus certificado GEV-Emicode; temperatura de transição vítrea +60 °C (EN 12614); resistência ao corte > 20 MPa (EN 12188); retracção linear < 0,005% (EN 12617-1); módulo de elasticidade à flexão > 2500 MPa (EN ISO 178).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: demolição e fresagem das zonas de roços indicadas; enchimento dos roços e ancoragem do varão com adesivo mineral epoxídico.

Inclui-se: a realização dos roços e a posterior limpeza. Exclui-se: as armaduras metálicas a utilizar para a ligação e os inquéritos pré e pós-intervenção.

O preço é ao metro linear de varão ancorado.

1 Abertura de negativo na laje.



2 Execução dos furos no pilar.



3 Enchimento dos negativos com GEOLITE GEL.



4 Inserção dos varões metálicos de ligação.



5 Fixação mecânica dos varões metálicos de ligação.

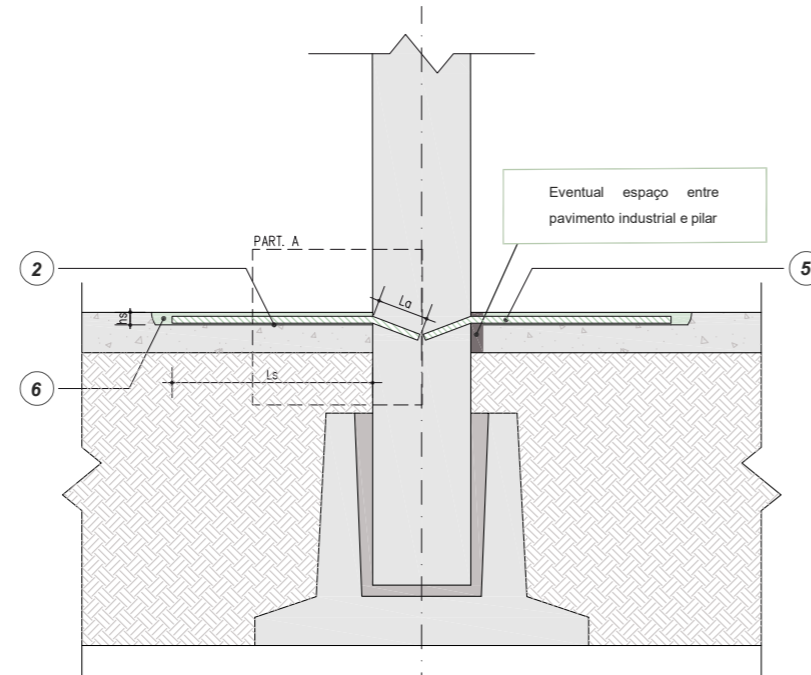
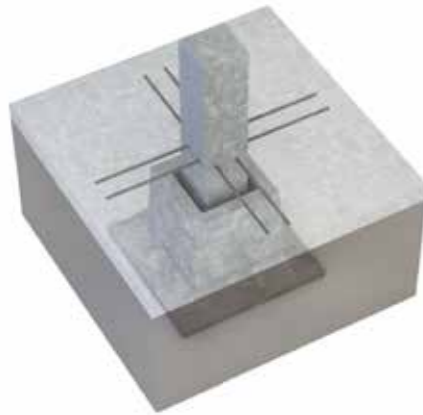


6 Eventual etapa final de acabamento.



4

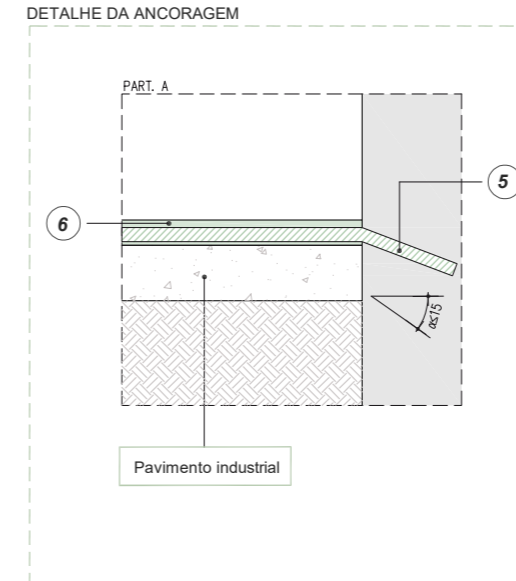
REFORÇO ATRAVÉS DA REALIZAÇÃO DE LIGAÇÃO RÍGIDA ENTRE PILAR PRÉ-FABRICADO E LAJE INDUSTRIAL EM BETÃO ARMADO COM ADESIVO EPOXÍDICO



SECÇÃO A-A'
REFORÇO ATRAVÉS DE REALIZAÇÃO DE LIGAÇÃO RÍGIDA ENTRE PILAR PRÉ-FABRICADO E LAJE INDUSTRIAL EM BETÃO ARMADO

Imagens gráficas reelaboradas por: "Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



Aconselha-se a utilização de:
 $h_s > 50 \text{ mm}$;
 $L_a > 10\varnothing$;
 $L_s > 50\varnothing$
 ("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

1 PREPARAÇÃO DO SUPORTE: IDENTIFICAÇÃO, ATRAVÉS DE PACÓMETRO, DAS ZONAS SEM ARMADURA

2 PREPARAÇÃO DOS SUPORTES: FRESAGEM NO PAVIMENTO INDUSTRIAL: COMPRIMENTO DE ANCORAGEM (L_s) IGUAL A PELO MENOS 50 VEZES O DIÂMETRO (\varnothing) DO VARÃO UTILIZADO PARA A LIGAÇÃO; PROFUNDIDADE (h_s) IGUAL A PELO MENOS 50 mm

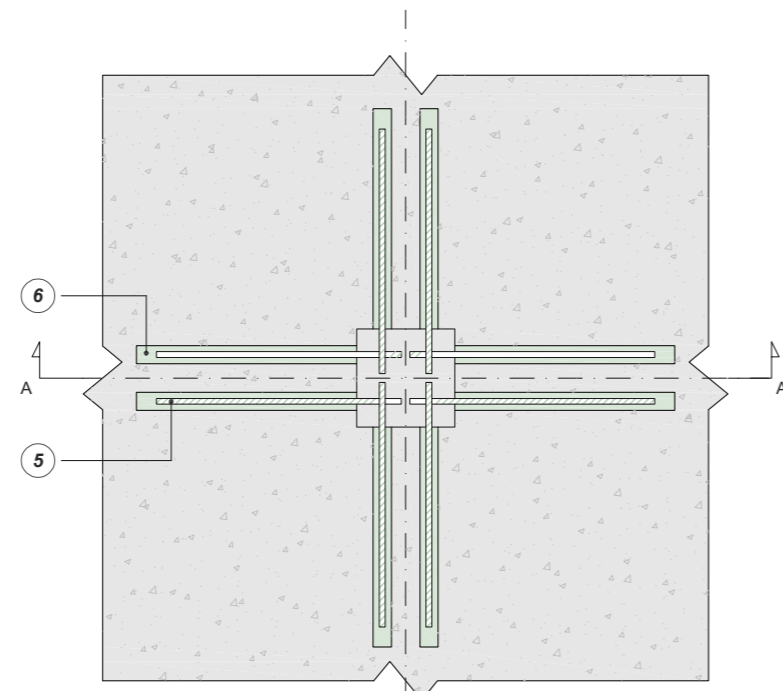
3 FURAÇÃO NO INTERIOR DO PILAR PARA ANCORAGEM DOS VARÕES DE LIGAÇÃO: COMPRIMENTO (L_a) IGUAL A PELO MENOS 10 VEZES O DIÂMETRO (\varnothing) COM INCLINAÇÃO LIMITADA EM RELAÇÃO À HORIZONTAL ($\leq 15^\circ$)

No caso em que a distância entre eixos de dois varões metálicos colocados ao longo do mesmo lado do pilar seja pequeno, aconselha-se a efectuar um único negativo para conter vários varões, de modo a evitar um consumo excessivo de mão-de-obra.

4 LIMPEZA DO SUBSTRATO E DOS NEGATIVOS REALIZADOS, ELIMINANDO QUALQUER RESÍDUO DE PÓ, GORDURA ÓLEOS E OUTRAS SUBSTÂNCIAS CONTAMINANTES COM AR COMPRIMIDO OU JACTO DE ÁGUA

5 REALIZAÇÃO DA LIGAÇÃO ARMADA: ANCORAGEM DOS VARÕES METÁLICOS NO PILAR (PELO MENOS DOIS POR CADA LADO) ATRAVÉS DE GEOLITE® GEL OU EPOFIX

6 SELAGEM DA FRESAGEM E DOS NEGATIVOS ATRAVÉS DE GEOLITE® GEL OU EPOFIX



PLANTA
REFORÇO ATRAVÉS DE REALIZAÇÃO DE LIGAÇÃO RÍGIDA ENTRE PILAR PRÉ-FABRICADO E LAJE INDUSTRIAL EM BETÃO ARMADO

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

OBJECTIVOS

- Melhoria da ligação da fundação ao pilar: a intervenção permite evitar a rotação típica deste tipo de ligação não encastrada, fornecendo um grau de ligação adicional.
- Ligação horizontal entre os pilares ao nível da laje de betão.

("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

APLICAÇÕES

- Rotação rígida do pilar sem dano evidente na base por formação de rótula plástica.
- A parte de pavimento em contacto com o pilar está gravemente danificada.
- O pavimento não está apoiado contra o pilar pela presença de uma junta.
- Insuficiência das fundações e /ou deslocamentos relativos do solo entre as bases dos pilares.

("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

VANTAGENS E DESVANTAGENS

VANTAGENS

- Simplicidade de execução.
- Utilizável para a solução definitiva da estrutura.

DESVANTAGENS

- Invasividade discreta.
- Não realizável na presença de pavimentos com acabamentos de elevado valor estético.

DIMENSIONAMENTO

- Transferência por tracção de uma força igual a pelo menos 15% da acção axial a actuar sobre o pilar devida a cargas permanentes.
- Na verificação ao corte da parte do pilar subjacente ao pavimento, deve-se considerar a presença de pressão passiva da parte correspondente de terreno.

5

Reforço de pilares através do reforço exterior de confinamento com tecidos de fibra de aço galvanizado e geoargamassa mineral estrutural tixotrópica



PRESCRIÇÃO

- Preparação dos suportes. Preparar e limpar os suportes segundo, seguindo as indicações e prescrições da Direcção de Obra. Em caso de suportes não degradados, criar uma rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes", limpar e remover o pó e óleos que possam comprometer a aderência do sistema, através de ar comprimido ou jacto de água. Em caso de suportes evidentemente degradados, irregulares ou danificados por acções agressivas, remover em profundidade o eventual betão degradado através de saneamento mecânico ou hidrodemolição, tendo o cuidado de tornar o substrato áspero com rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes"; remover a eventual oxidação dos varões de armadura, que devem ser limpos através de escovagem (manual ou mecânica) ou jacto de areia; realizar a eventual reconstrução monolítica ou barramento da secção através da geoargamassa tixotrópica GEOLITE. Concluir a preparação do suporte através do arredondamento das arestas com raio de curvatura mínimo de 20 mm.
- Aplicação do sistema de reforço. Realizar o sistema de reforço estrutural em fibra de aço Steel Reinforced Grout (combinação de fibra de aço e argamassa mineral estrutural tixotrópica à base de geoligante), efectuando reforços exteriores em anel à volta da secção do pilar objecto da intervenção, com largura e distância a definir pelo projectista, com a aplicação de uma primeira demão de GEOLITE, garantindo sobre o suporte uma quantidade de material suficiente (espessura média 3 – 5 mm) para regularizá-lo e para aplicar e embeber o tecido de reforço. Posteriormente, aplicar, sobre a matriz ainda fresca, o tecido em fibra de aço galvanizado UHTSS GEOSTEEL (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização da PIEGATRICE GEOSTEEL), garantindo o embebimento perfeito da banda na camada de matriz, exercendo uma pressão enérgica com a espátula ou o rolo em aço e tendo o cuidado que a mesma saia por entre os cabos, garantindo assim uma óptima aderência entre a primeira e segunda camada de matriz. Nos pontos de união longitudinal, sobrepor duas camadas de tecido em fibra de aço em pelo menos 30 cm (no caso de reforço por confinamento, depois de realizada a sobreposição completa no lado curto do pilar, instalar o tecido até à metade do lado longo). Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura total do reforço 5 – 8 mm), realizado com GEOLITE, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder com a aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca. Quando a relação entre os lados do pilar é maior que dois, para garantir um melhor efeito de confinamento, deve-se proceder à aplicação de sistemas de ligação realizados com GEOSTEEL, em combinação com INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, após a furação adequada do elemento em betão armado, ancorando os mesmos no interior do suporte através de adesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL.
- Protecção e Decoração. Se o sistema de reforço for instalado em ambientes particularmente agressivos, ou de qualquer modo se queira garantir uma protecção adicional à já fornecida pela geoargamassa, aconselha-se a aplicação final da geotinta GEOLITE MICROSILICATO ou da tinta elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, a aplicar, possivelmente, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estiverem em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o gabinete técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

ADVERTÊNCIAS

O Geosteel é fornecido em 2 gramagens distintas em função das exigências de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramagem: 670 g/m²; n.º de cabos por cm = 1,57; espessura equivalente da banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramagem: 1200 g/m²; n.º de cabos por cm = 3,14; espessura equivalente da banda = 0,169 mm).

Antes de efectuar a intervenção, verificar se a classe de resistência do betão do suporte é adequada.

ESPECIFICAÇÃO

Reforço de pilares em betão armado com reforço exterior de confinamento, através da utilização de sistema composto com matriz inorgânica SRG (Steel Reinforced Grout), provido de Marcação CE através de Avaliação Técnica Europeia (ETA) segundo o art.º 26 do Regulamento UE n.º 305/2011 ou de certificação internacional de validade comprovada, realizado com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada), formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso líquido da fibra de cerca de 1200 g/m² – tipo GEOSTEEL G1200 da Kerakoll – características técnicas certificadas da banda: resistência à tracção valor característico > 3000 MPa; módulo de elasticidade > 190 GPa; deformação final à rotura > 1,5%; área efectiva de um cabo 3x2 (5 fios) = 0,538 mm²; n.º cabos por cm = 3,14 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,169 mm, impregnado com uma geoargamassa mineral certificada, eco-compatível, tixotrópica, de presa normal, à base de geoligante e zircónia de reacção cristalina, com teor muito baixo de polímeros petroquímicos e isenta de fibras orgânicas, específica para a passivação, reparação, barramento e protecção monolítica com durabilidade garantida de estruturas em betão, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE e em conformidade com os requisitos de desempenho exigidos pela Norma EN 1504-7 para a passivação dos varões de armadura, EN 1504-3 Classe R4 (cura CC e PCC) para a reconstrução volumétrica e o barramento e pela EN 1504-2 para a protecção de superfícies, de acordo com os Princípios 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 11 definidos pela EN 1504-9 – tipo GEOLITE da Kerakoll – características técnicas certificadas: nenhuma corrosão do varão metálico (EN 15183), resistência à compressão aos 28 dias > 50 MPa (EN 12190), resistência à tracção por flexão aos 28 dias > 8 MPa (EN 196-1), aderência aos 28 dias > 2 MPa (EN 1542), módulo de elasticidade E aos 28 dias ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente à carbonatação (EN 13295), retracção linear < 0,3% (EN 12617-1), resistência à abrasão com perda de peso do provete < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas, danificadas, incoerentes ou irregulares, garantindo uma rugosidade de pelo menos 5 mm e arredondamento das arestas com raio de curvatura de pelo menos 20 mm e molhagem até à saturação das superfícies; dobragem do tecido em fibra de aço galvanizado de resistência muito alta, em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada; aplicação de uma primeira camada de geoargamassa, com espessura de cerca de 3 – 5 mm; com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação do tecido em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, tendo o cuidado de garantir um embebimento completo do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz ou ao suporte; execução da segunda camada de geoargamassa, numa espessura total de reforço de 5 – 8 mm, com o fim de embeber totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; eventual repetição das fases de aplicação do tecido e geoargamassa em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto; eventual ancoragem das extremidades do tecido em fibra de aço através do enrolamento do tecido e ancoragem das pontas no interior dos furos previamente realizados com adesivo mineral epoxídico ou reforço com elementos metálicos instalados com adesivo mineral epoxídico (a contabilizar à parte).

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos e tudo o que seja necessário para concluir o trabalho. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a ancoragem; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos.

O preço é à unidade de superfície de reforço efectivamente aplicado em obra, incluindo as sobreposições.

1 Arredondamento das arestas do pilar



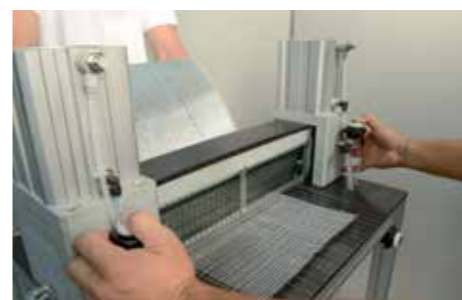
2 Preparação das superfícies de suporte.



3 Indicação das zonas de tecido onde se devem efectuar as dobras.



4 Dobragem do tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



5 Aplicação da primeira demão de GEOLITE.

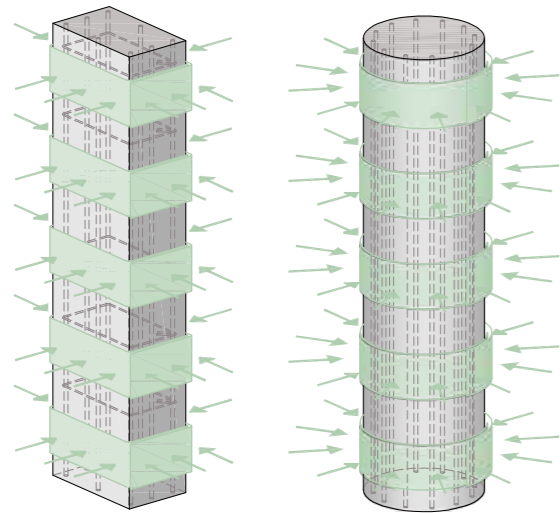


6 Instalação do tecido em fibra de aço GEOSTEEL e aplicação da segunda demão de GEOLITE.



5

REFORÇO DE PILARES ATRAVÉS DO REFORÇO EXTERIOR DE CONFINAMENTO COM TECIDOS DE FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E GEOARGAMASSA MINERAL ESTRUTURAL TIXOTRÓPICA

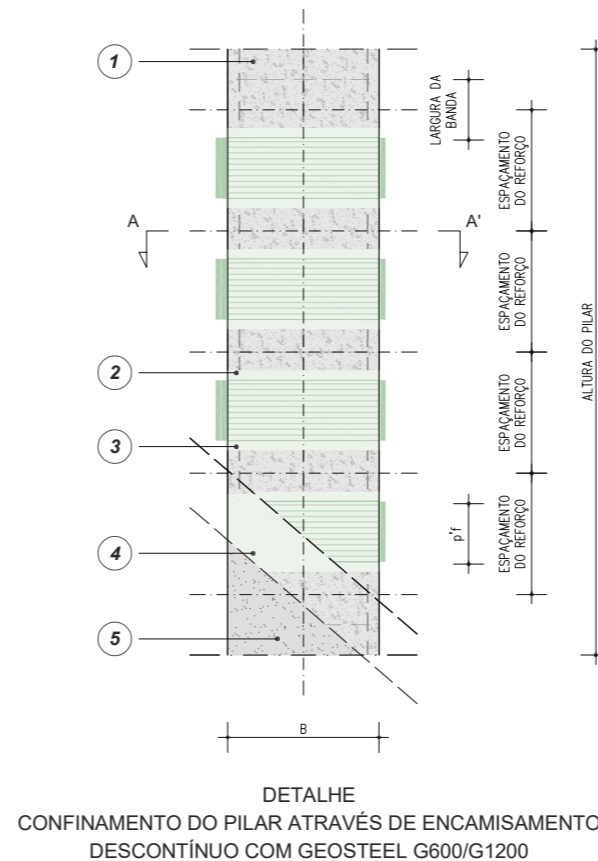
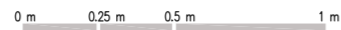
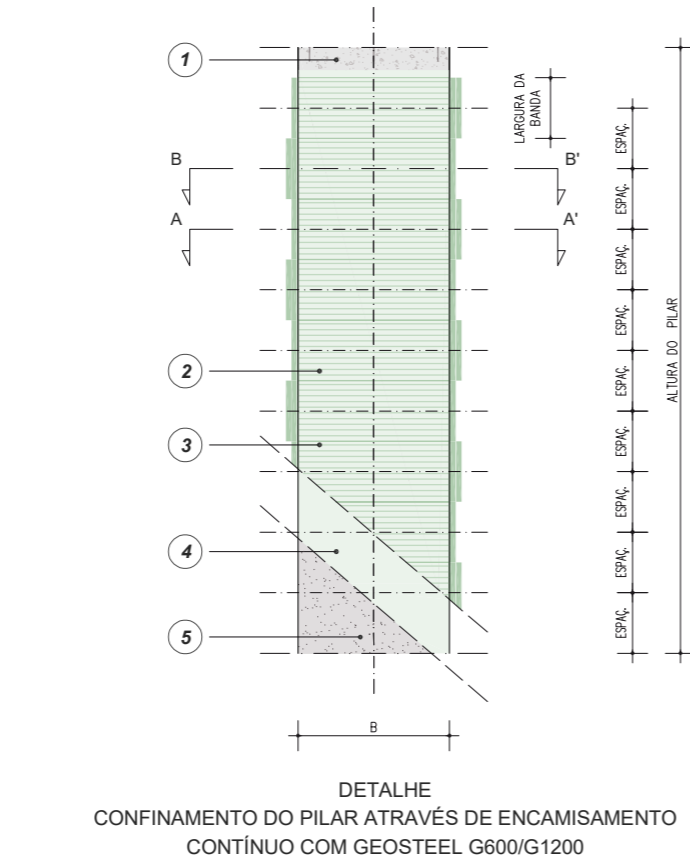


VISTA AXONOMÉTRICA CONFINAMENTO DO PILAR

NOTA

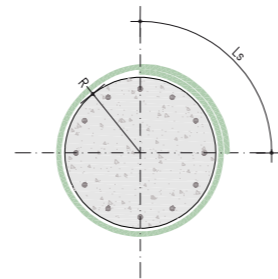
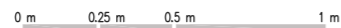
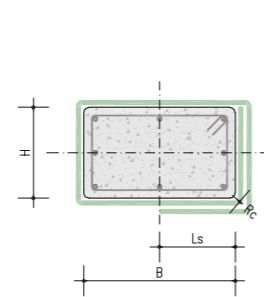
É possível otimizar a disposição do reforço para aumentar a capacidade de flexão, assim como da capacidade de confinamento e de corte. No caso do sistema de reforço apenas de confinamento e corte, não é necessário prever a ancoragem às estruturas horizontais existentes.

A norma CNR-DT 215/2018, no parágrafo 5 sublinha que a resistência média à compressão do betão não deve ser inferior a 15 N/mm² no caso de reforço por aderência.



DETALHE CONFINAMENTO DO PILAR ATRAVÉS DE ENCAMISAMENTO CONTÍNUO COM GEOSTEEL G600/G1200

DETALHE CONFINAMENTO DO PILAR ATRAVÉS DE ENCAMISAMENTO DESCONTÍNUO COM GEOSTEEL G600/G1200



SECÇÃO CIRCULAR A-A' CONFINAMENTO DO PILAR ATRAVÉS DE ENCAMISAMENTO CONTÍNUO OU DESCONTÍNUO

Aconselha-se um comprimento de sobreposição Ls igual a um mínimo de 30 cm.

QUADRO NORMATIVO

Reforço e encamisamento com materiais compósitos. O uso de materiais compósitos (ou outros materiais resistentes à tração) no reforço sísmico de elementos de betão armado tem o fim de conseguir os seguintes objectivos: - aumento da resistência ao corte de pilares, vigas, nós de vigas-pilares e paredes através da aplicação de bandas com fibras dispostas de acordo com a direcção dos suportes; - aumento da resistência nas partes finais das vigas e pilares através da aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo as indicações da direcção e dos objectivos. Com a finalidade de verificar a segurança dos elementos reforçados com materiais compósitos, podem ser utilizados documentos de validade comprovada.

(Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Actualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4.2.3)

Em todos os casos onde o sistema de reforço FRCC deva ser aplicado à volta de arestas, estas devem ser correctamente arredondadas, sendo o raio de curvatura de, pelo menos, 20 mm. Esse arredondamento pode não ser necessário para redes de aço, de acordo com declaração do fabricante, sempre que seja constatado por ensaios de laboratório específicos. Também se deve indicar no manual de instalação o dispositivo que deve ser utilizado para realizar as dobras.

(CNR - DT 215/2018 §6)

O confinamento através de FRCC de elementos de secção quadrada ou rectangular permite conseguir ligeiros aumentos da resistência à compressão. Aplicações deste tipo devem, portanto, ser atentamente projectadas e analisadas. Na ausência de ensaios experimentais adequados, que provem a sua eficácia, não se considera o efeito do confinamento exterior sobre secções rectangulares para as quais $b/h > 2$, sendo b a dimensão maior e h a dimensão menor da secção.

Antes da aplicação do sistema FRCC, deve-se proceder a um arredondamento das arestas da secção, para evitar concentração perigosas de tensões localizadas junto às mesmas, que poderiam provocar uma rotura prematura do sistema. O raio de curvatura da aresta deve satisfazer a seguinte condição: $r_c \geq 20 \text{ mm}$. No caso de confinamento de pilares através de tecido de aço, essa prescrição sobre o raio de curvatura pode ser desconsiderada, como se indica no § 6.

(CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)

Deve ser assegurado um comprimento adequado de ancoragem, no lado do comprimento maior da secção em que seja aplicado o reforço FRCC. Na ausência de análises de suporte mais precisas, este deve ser de pelo menos 300 mm. [...] Na presença de mais camadas de reforço, as uniões devem ser escalonadas. Aconselha-se desfasamentos inferiores à metade da espessura do elemento reforçado, com um mínimo de 300 mm.

(CNR - DT 215/2018 § 6)

* Para a limpeza do suporte, faz-se referência a normas de validade comprovada

EVENTUAL REMOÇÃO EM PROFUNDIDADE DO BETÃO DEGRADADO (RUGOSIDADE DE PELO MENOS 5 mm). EVENTUAL REMOÇÃO DA OXIDAÇÃO DOS VARÕES DA ARMADURA. LIMPEZA DO SUBSTRATO DE RESÍDUOS DE PÓ, GORDURA, ÓLEOS E OUTRAS SUBSTÂNCIAS CONTAMINANTES. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM GEOLITE®, TENDO O CUIDADO DE GARANTIR UMA RUGOSIDADE SUFICIENTE DE PELO MENOS 5 mm. MOLHAR O SUPORTE ATÉ QUE ESTEJA SATURADO, MAS SEM ÁGUA LÍQUIDA À SUPERFÍCIE

1 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESSURA MÍNIMA DE 3-5 mm GEOLITE®, PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO

2 INSTALAÇÃO DE TECIDO GEOSTEEL G600/G1200 EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO DISPOSTO EM BANDAS PARALELAS E/OU PERPENDICULARES AO EIXO DO ELEMENTO

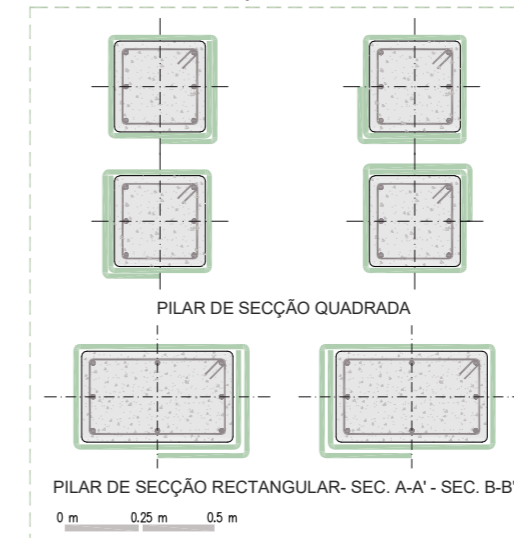
3 O reforço ao corte é realizado aplicando faixas de tecido na superfície do elemento do qual se queira aumentar a resistência. O reforço pode ser contínuo, aplicando cada faixa de tecido de modo adjacente à precedente, ou descontínuo, intervalando com espaços entre as faixas sucessivas de reforço. O reforço pode ainda ser realizado envolvendo completamente a secção ou com uma configuração em U, utilizando conectores. (CNR - DT 215/2018 §2.2.2.2) Como para as alvenarias, o encamisamento de elementos, submetidos a compressão centrada ou na presença de pouca excentricidade, permite aumentar a ductilidade do elemento e aumentar a capacidade portante. (CNR - DT 215/2018 §2.2.2.3)

4 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM GEOLITE® NUMA ESPESSURA TOTAL DE 5-8 mm PARA EMBEBER O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS

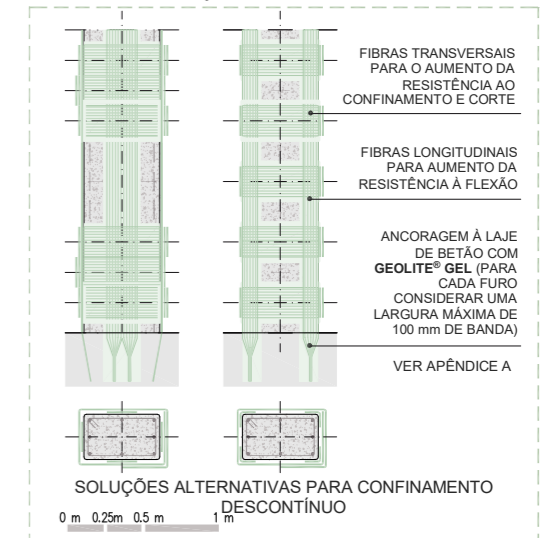
4 Quando o sistema de reforço é instalado em ambientes particularmente agressivos ou, de qualquer modo, se queira garantir uma protecção adicional para além da já fornecida pela geoargamassa, aconselha-se a aplicação final de GEOLITE® MICROSILICATO ou da tinta elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, a aplicar, se possível, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estão em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o departamento técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

5 EVENTUAL BARRAMENTO OU REBOCO COM RASOBUILD® ECO TOP

DETALHES DA SOBREPOSIÇÃO

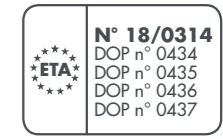


DETALHES DA EXECUÇÃO



6

Reforço de pilares através do reforço exterior de confinamento com tecidos de fibra de aço galvanizado com adesivo epoxídico



PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Preparar e limpar os suportes, seguindo as indicações e prescrições da Direcção de Obra. Em caso de suportes não degradados, tornar a superfície rugosa através de saneamento mecânico, criando uma rugosidade de pelo menos 0,5 mm, igual ao grau 5 do "Kit de verificação da preparação dos suportes". Limpar e remover pó e óleos que possam comprometer a aderência do sistema através de ar comprimido. Em caso de suportes evidentemente degradados, irregulares ou danificados por acções agressivas, remover em profundidade o eventual betão degradado através de saneamento mecânico ou hidrodemolição, tendo o cuidado de tornar o substrato áspero com rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes"; remover a eventual oxidação dos varões de armadura, que devem ser limpos através de escovagem (manual ou mecânica) ou jacto de areia; realizar a eventual reconstrução monolítica ou barramento da secção através da geoargamassa tixotrópica GEOLITE. Concluir a preparação do suporte através do arredondamento das arestas com raio de curvatura mínimo de 20 mm.
2. Aplicação do sistema de reforço. Realizar o sistema de reforço estrutural em fibra de aço Steel Reinforced Polymer (combinação de fibra de aço e adesivo mineral epoxídico), efectuando reforço exterior em anel à volta da secção do pilar, com largura e distância a definir pelo projectista. Após a cura dos tratamentos prévios descritos, aplicar uma primeira demão do adesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL, garantindo sobre o suporte uma quantidade de material suficiente (espessura média 2 – 3 mm) para aplicar e embeber o tecido de reforço. Posteriormente, aplicar, sobre a matriz ainda fresca, o tecido em fibra de aço galvanizado UHTSS GEOSTEEL (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização da PIEGATRICE GEOSTEEL), garantindo o embebimento perfeito da banda na camada de matriz, exercendo uma pressão enérgica com a espátula ou o rolo em aço e tendo o cuidado que a mesma saia por entre os cabos, garantindo assim uma óptima aderência entre a primeira e segunda camada de matriz. Nos pontos de junção longitudinal, sobrepor duas camadas de tecido em fibra de aço em pelo menos 20 cm (no caso de reforço por confinamento, realizar a sobreposição completa sobre o lado curto do pilar). Concluir a aplicação com o barramento final protector, aplicando a quantidade de adesivo necessária (espessura total do reforço 3 – 4 mm) para a cobertura total do tecido em aço, trabalhando fresco sobre fresco. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder com a aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca. No caso em que o sistema aplicado deva ser rebocado ou revestido com barramento, aconselha-se a utilização de GEOCALCE MULTIUSO ou RASOBUILD ECO TOP, tendo o cuidado de polvilhar, com a resina ainda fresca, QUARZO 5.12 ou areia seca com granulometria adequada para facilitar a aderência. Quando a relação entre os lados do pilar é maior que dois, para garantir um melhor efeito de confinamento, deve-se aplicar conectores realizados com GEOSTEEL e INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, após a furação adequada do elemento em betão armado, ancorando os mesmos no interior do suporte através de adesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL.
3. Protecção e Decoração. Se o sistema de reforço for instalado em ambientes particularmente agressivos, ou de qualquer modo se queira garantir uma protecção adicional à já fornecida pela matriz, aconselha-se a aplicação final da tinta elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, a aplicar, possivelmente, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estiverem em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o gabinete técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

ADVERTÊNCIAS

O Geosteel é fornecido em 4 gramagens distintas em função das exigências de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramagem: 670 g/m²; n.º de cabos por cm = 1,57; espessura equivalente da banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramagem: 1200 g/m²; n.º de cabos por cm = 3,14; espessura equivalente da banda = 0,169 mm)
- GEOSTEEL G2000 (gramagem: 2000 g/m²; n.º de cabos por cm = 4,72; espessura equivalente da banda = 0,254 mm)
- GEOSTEEL G3300 (gramagem: 3300 g/m²; n.º de cabos por cm = 7,09; espessura equivalente da banda = 0,381 mm).

Antes de efectuar a intervenção, verificar se a classe de resistência do betão do suporte é adequada.


ESPECIFICAÇÃO


Reforço de pilares em betão armado com reforço exterior de confinamento, através da utilização de sistema composto com matriz orgânica SRP (Steel Reinforced Polymer), provido de Marcação CE através de Avaliação Técnica Europeia (ETA) segundo o art.º 26 do Regulamento UE n.º 305/2011 ou de certificação internacional de validade comprovada, realizado com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada), formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso líquido da fibra de cerca de 3300 g/m² – tipo GEOSTEEL G3300 da Kerakoll – características técnicas certificadas da banda: resistência à tracção valor característico > 3000 MPa; módulo de elasticidade > 190 GPa; deformação final à rotura > 1,5%; área efectiva de um cabo 3x2 (5 fios) = 0,538 mm²; n.º cabos por cm = 7,09 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,381 mm, impregnada com sistema epoxídico bicomponente em gel tixotrópico, em conformidade com os requisitos de desempenho exigidos pela norma EN 1504-4 para a colagem de elementos estruturais e pela norma EN 1504-6 para a ancoragem de varões. Adequado como matriz orgânica mineral em combinação com tecidos de aço galvanizado Geosteel, nos sistemas certificados de reforço estrutural, melhoria e adaptação sísmica, sem a necessidade de utilização de primário de aderência, isento de solventes, com emissões muito baixas de substâncias orgânicas voláteis, – tipo GEOLITE GEL da Kerakoll – características técnicas certificadas: Euroclasse de reacção ao fogo C-s2,d0 (EN 13501-1); emissão de substâncias orgânicas voláteis EC1 Plus certificado GEV-Emicode; temperatura de transição vítrea +60 °C (EN 12614); resistência ao corte > 20 MPa (EN 12188); retracção linear < 0,005% (EN 12617-1); módulo de elasticidade à flexão > 2500 MPa (EN ISO 178).


A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas, danificadas, incoerentes ou irregulares, tornar a superfície rugosa garantindo uma rugosidade de pelo menos 0,5 mm e arredondamento das arestas com raio de curvatura de pelo menos 20 mm; dobragem do tecido em fibra de aço galvanizado de resistência muito alta, em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada; aplicação de uma primeira camada com espessura de cerca de 2 – 3 mm, de adesivo mineral epoxídico; com adesivo ainda fresco, proceder à aplicação do tecido em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, tendo o cuidado de garantir um embebimento completo do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz ou ao suporte; execução da segunda camada de matriz, até à cobertura completa do tecido de reforço numa espessura total de reforço de 3 – 4 mm; eventual repetição das fases de aplicação do tecido e adesivo em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto; eventual ancoragem das extremidades do tecido em fibra de aço através do enrolamento do tecido e ancoragem das pontas no interior dos furos previamente realizados com adesivo mineral epoxídico ou reforço com elementos metálicos instalados com adesivo mineral epoxídico (a contabilizar à parte).


Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos e tudo o que seja necessário para concluir o trabalho. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a ancoragem; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos.


O preço é à unidade de superfície de reforço efectivamente aplicado em obra, incluindo as sobreposições.


1  **Arredondamento das arestas do pilar.**

2  **Preparação das superfícies de suporte.**

3  **Indicação das zonas de tecido onde se devem efectuar as dobras.**

4  **Dobragem do tecido em fibra de aço GEOSTEEL.**

5  **Aplicação da primeira demão de GEOLITE GEL.**

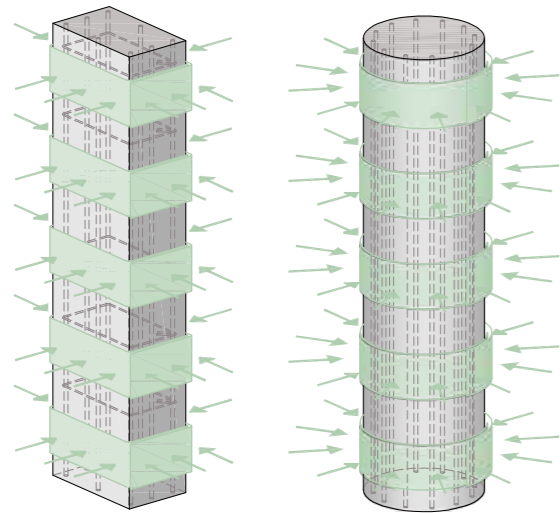
6  **Instalação do tecido em fibra de aço GEOSTEEL e aplicação da segunda demão de GEOLITE GEL.**



6

REFORÇO DE PILARES ATRAVÉS DO REFORÇO EXTERIOR DE CONFINAMENTO COM TECIDOS DE FIBRA DE AÇO GALVANIZADO COM ADESIVO EPOXÍDICO

Geoforce one
Software



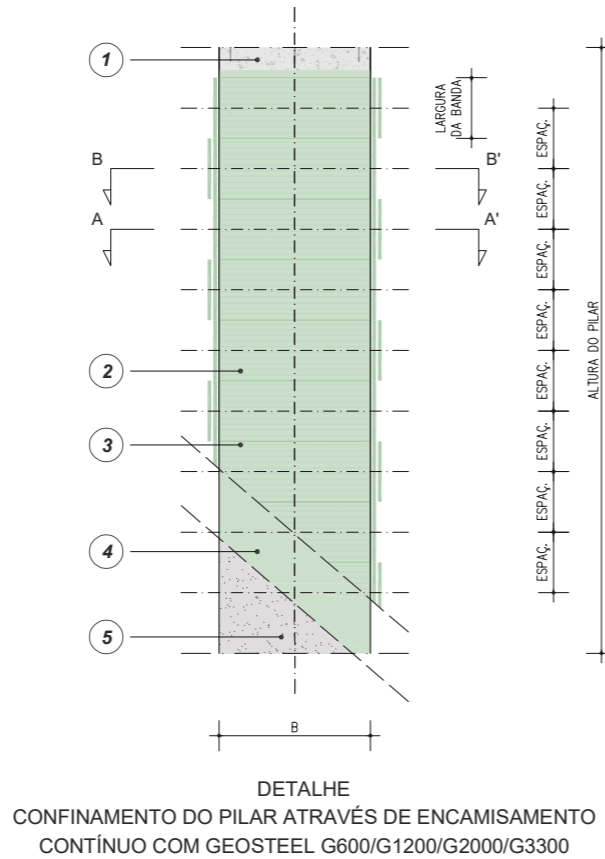
VISTA AXONOMÉTRICA
CONFINAMENTO DE PILAR

NOTA

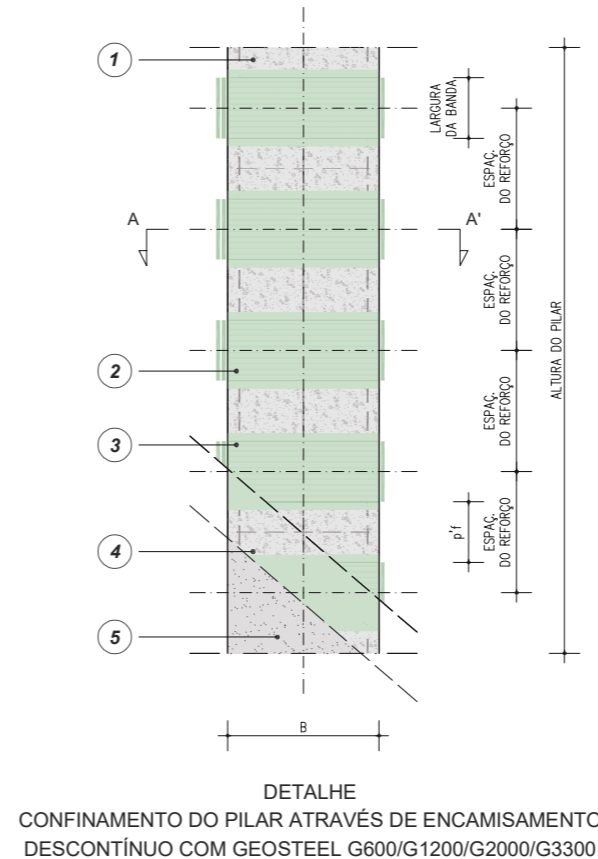
É possível otimizar a disposição do reforço para aumentar a capacidade de flexão, assim como da capacidade de confinamento e de corte. No caso do sistema de reforço apenas de confinamento e corte, não é necessário prever a ancoragem às estruturas horizontais existentes.

A norma CNR-DT 200 R1/2013, no parágrafo 4.8.1.1, sublinha que a resistência média à compressão do betão não deve ser inferior a 15 N/mm² no caso de reforço por aderência.

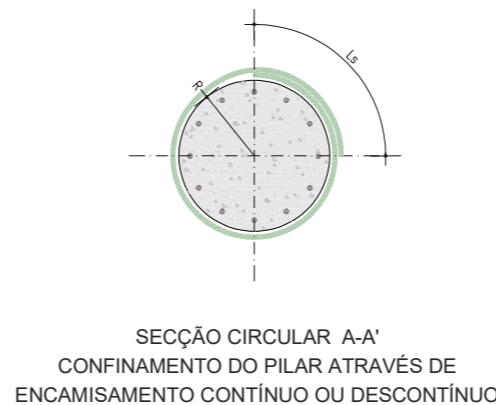
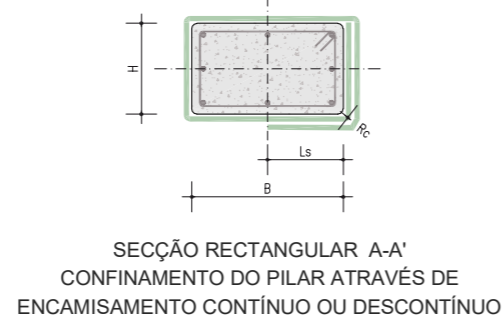
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



Aconselha-se um comprimento de sobreposição L_s igual a um mínimo de 30 cm

QUADRO NORMATIVO

Reforço e encamisamento com materiais compósitos. O uso de materiais compósitos (ou outros materiais resistentes à tracção) no reforço sísmico de elementos de betão armado tem o fim de conseguir os seguintes objectivos: - aumento da resistência ao corte de pilares, vigas, nós de vigas-pilares e paredes através da aplicação de bandas com fibras dispostas de acordo com a direcção dos suportes; - aumento da resistência nas partes finais das vigas e pilares através da aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo as indicações da direcção e dos objectivos. Com a finalidade de verificar a segurança dos elementos reforçados com materiais compósitos, podem ser utilizados documentos de validade comprovada.

(Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Actualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4.2.3)

Em todos os casos onde o sistema de reforço FRCC deva ser aplicado à volta de arestas, estas devem ser correctamente arredondadas, sendo o raio de curvatura de, pelo menos, 20 mm. Esse arredondamento pode não ser necessário para redes de aço, de acordo com declaração do fabricante, sempre que seja constatado por ensaios de laboratório específicos. Também se deve indicar no manual de instalação o dispositivo que deve ser utilizado para realizar as dobras.

(CNR - DT 215/2018 §6)

O confinamento através de FRCC de elementos de secção quadrada ou rectangular permite conseguir ligeiros aumentos da resistência à compressão.

Aplicações deste tipo devem, portanto, ser atentamente projectadas e analisadas. Na ausência de ensaios experimentais adequados, que provem a sua eficácia, não se considera o efeito do confinamento exterior sobre secções rectangulares para as quais $b/h > 2$, sendo b a dimensão maior e h a dimensão menor da secção.

Antes da aplicação do sistema FRCC, deve-se proceder a um arredondamento das arestas da secção, para evitar concentração perigosas de tensões localizadas junto às mesmas, que poderiam provocar uma rotura prematura do sistema. O raio de curvatura da aresta deve cumprir a seguinte limitação: $r_c \geq 20mm$. No caso de confinamento de pilares através de tecido de aço, essa prescrição sobre o raio de curvatura pode ser desconsiderada, como se indica no § 6.

(CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)

Deve ser assegurado um comprimento adequado de ancoragem, no lado do comprimento maior da secção em que seja aplicado o reforço FRCC. Na ausência de análises de suporte mais precisas, este deve ser de pelo menos 300 mm. [...] Na presença de mais camadas de reforço, as uniões devem ser escalonadas. Aconselha-se desfasamentos inferiores à metade da espessura do elemento reforçado, com um mínimo de 300 mm.

(CNR - DT 215/2018 § 6)

* Para a limpeza do suporte, faz-se referência a normas de validade comprovada

EVENTUAL REMOÇÃO EM PROFUNDIDADE DO BETÃO DEGRADADO (RUGOSIDADE DE PELO MENOS 0,5 mm). EVENTUAL REMOÇÃO DA OXIDAÇÃO DOS VARÕES DE ARMADURA. LIMPEZA DO SUBSTRATO DE RESÍDUOS DE PÓ, GORDURA, ÓLEOS E OUTRAS SUBSTÂNCIAS CONTAMINANTES. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM GEOLITE®, TENDO O CUIDADO DE GARANTIR UMA RUGOSIDADE SUFICIENTE DE PELO MENOS 0,5 mm.

1 Após a comprovação da qualidade do suporte e ter, eventualmente, procedido à recuperação do betão degradado e ao tratamento dos varões metálicos, pode ser adequado recorrer a uma passagem com jacto de areia adicional sobre a superfície afectada ao reforço.
[...] Caso se trabalhe sobre uma superfície de betão que não necessite de reparação, mas que seja de qualidade insuficiente, deve-se avaliar a possibilidade de aplicar sobre a mesma um consolidante.
[...] Em geral, é necessário verificar que sobre a superfície de aplicação do reforço não estejam presentes poeiras, gorduras, hidrocarbonetos e/ou tensoactivos.
(CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.1.3)*

2 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESURA MÉDIA DE 2-3 mm DE GEOLITE® GEL, PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO

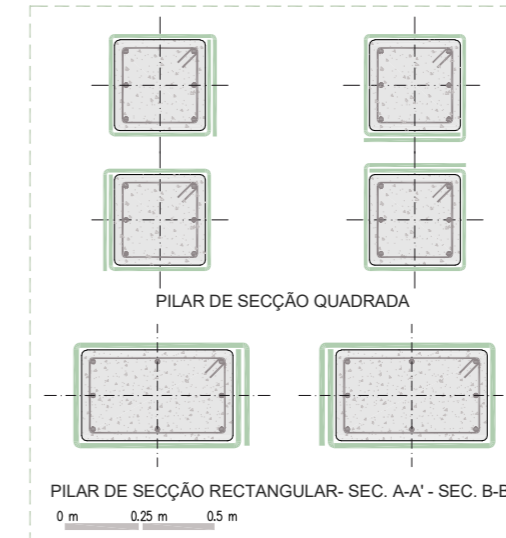
3 APLICAÇÃO DE TECIDO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS E/OU PERPENDICULARES AO EIXO DO ELEMENTO

4 Para obter um confinamento eficaz, deve-se dispor as fibras do compósito em direcção perpendicular ao eixo do elemento. No caso de disposição em hélice, a eficácia do confinamento deve ser devidamente avaliada
(CNR - DT 200 R1/2013 § 4.5.2)
No caso de encamisamento descontínuo, é adequado que a distância líquida entre as bandas respeite a limitação $p'f \leq d_{min} / 2$
(CNR - DT 200 R1/2013 § 4.5.2.1)

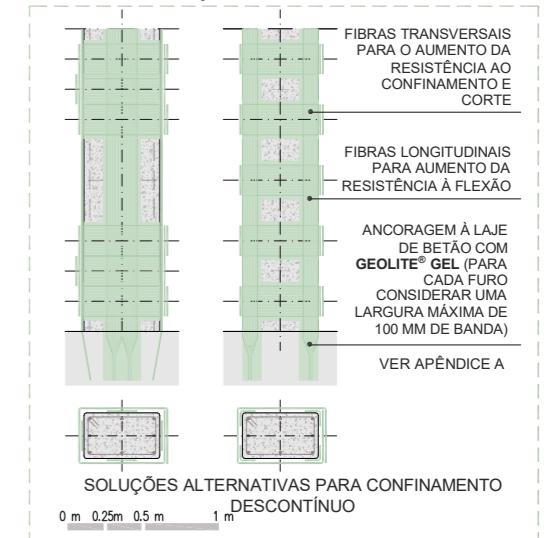
5 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM GEOLITE® GEL NUMA ESPESURA TOTAL DO REFORÇO IGUAL A 3-4 mm PARA EMBEBER O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS. NA PRESENÇA DE AMBIENTES PARTICULARMENTE AGRESSIVOS OU PARA UMA PROTECÇÃO ADICIONAL, ACONSELHA-SE A APLICAÇÃO DE KERAKOVER ACRILEX FLEX

6 BARRAMENTO COM GEOCALCE®MULTIUSO OU RASOBUILD® ECO TOP POLVILHADO COM QUARZO 5.12 OU AREIA SECA DE GRANULOMETRIA ADEQUADA SOBRE O SISTEMA EPOXÍDICO AINDA FRESCO, NO CASO DO EVENTUAL REBOCO

DETALHE DE SOBREPOSIÇÃO



DETALHE DE EXECUÇÃO



7A

Reforço dos nós viga-pilar de fachada através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e geoargamassa mineral estrutural tixotrópica



PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Preparar e limpar os suportes segundo, seguindo as indicações e prescrições da Direcção de Obra. Em caso de suportes não degradados, criar uma rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes", limpar e remover o pó e óleos que possam comprometer a aderência do sistema, através de ar comprimido ou jacto de água. Em caso de suportes evidentemente degradados, irregulares ou danificados por acções agressivas, remover em profundidade o eventual betão degradado através de saneamento mecânico ou hidrodemolição, tendo o cuidado de tornar o substrato áspero com rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes"; remover a eventual oxidação dos varões de armadura, que devem ser limpos através de escovagem (manual ou mecânica) ou jacto de areia; realizar a eventual reconstrução monolítica ou barramento da secção através da geoargamassa tixotrópica GEOLITE. Concluir a preparação do suporte através do arredondamento das arestas com raio de curvatura mínimo de 20 mm.
2. Aplicação do sistema de reforço. Realizar o sistema de reforço estrutural em fibra de aço Steel Reinforced Grout (combinação de fibra de aço e argamassa mineral estrutural tixotrópica à base de geoligante), efectuando reforços moldados de modo a satisfazer as exigências geométricas e de desempenho do elemento objecto da intervenção, envolvendo de maneira adequada as superfícies dos nós, com a aplicação de uma primeira demão de GEOLITE, garantindo sobre o suporte uma quantidade de material suficiente (espessura média 3 – 5 mm) para regularizá-lo e para aplicar e embeber o tecido de reforço. Posteriormente, aplicar, sobre a matriz ainda fresca, o tecido em fibra de aço galvanizado UHTSS GEOSTEEL (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização da PIEGATRICE GEOSTEEL), garantindo o embebimento perfeito da banda na camada de matriz, exercendo uma pressão enérgica com a espátula e tendo o cuidado que a mesma saia por entre os cabos, garantindo assim uma óptima aderência entre a primeira e segunda camada de matriz. Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura total do reforço 5 – 8 mm), sempre realizado com GEOLITE, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder com a aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca.
3. Protecção e Decoração. Se o sistema de reforço for instalado em ambientes particularmente agressivos, ou de qualquer modo se queira garantir uma protecção adicional à já fornecida pela geoargamassa, aconselha-se a aplicação final da geotinta GEOLITE MICROSILICATO ou da tinta elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, a aplicar, possivelmente, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estiverem em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o gabinete técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

ADVERTÊNCIAS

O Geosteel é fornecido em 2 gramagens distintas em função das exigências de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramagem: 670 g/m²; n.º de cabos por cm = 1,57 espessura equivalente da banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramagem: 1200 g/m²; n.º de cabos por cm = 3,14; espessura equivalente da banda = 0,169 mm).

Antes de efectuar a intervenção, verificar se a classe de resistência do betão do suporte é adequada.

ESPECIFICAÇÃO

Reforço dos nós viga-pilar em betão armado através da utilização de sistema composto de matriz inorgânica SRG (Steel Reinforced Grout), provido de Marcação CE através de Avaliação Técnica Europeia (ETA) segundo o art.º 26 do Regulamento UE n.º 305/2011 ou de certificação internacional de validade comprovada, realizado com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada), formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso líquido da fibra de cerca de 1200 g/m² – tipo GEOSTEEL G1200 da Kerakoll – características técnicas certificadas da banda: resistência à tracção valor característico > 3000 MPa; módulo de elasticidade > 190 GPa; deformação final à rotura > 1,5%; área efectiva de um cabo 3x2 (5 fios) = 0,538 mm²; n.º cabos por cm = 3,14 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,169 mm; impregnada com uma geoargamassa mineral certificada, eco-compatível, tixotrópica, de presa normal, à base de geoligante e zircónia de reacção cristalina, com teor muito baixo de polímeros petroquímicos e isenta de fibras orgânicas, especifica para a passivação, reparação, barramento e protecção monolítica com durabilidade garantida de estruturas em betão, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE e em conformidade com os requisitos de desempenho exigidos pela Norma EN 1504-7 para a passivação dos varões de armadura, EN 1504-3 Classe R4 (cura CC e PCC) para a reconstrução volumétrica e o barramento e pela EN 1504-2 para a protecção de superfícies, de acordo com os Princípios 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 11 definidos pela EN 1504-9 – tipo GEOLITE da Kerakoll – características técnicas certificadas: nenhuma corrosão do varão metálico (EN 15183), resistência à compressão aos 28 dias > 50 MPa (EN 12190), resistência à tracção por flexão aos 28 dias > 8 MPa (EN 196-1), aderência aos 28 dias > 2 MPa (EN 1542), módulo de elasticidade E aos 28 dias ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente à carbonatação (EN 13295), retracção linear < 0,3% (EN 12617-1), resistência à abrasão com perda de peso do provete < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas, danificadas, incoerentes ou irregulares, garantindo uma rugosidade de pelo menos 5 mm e arredondamento das arestas com raio de curvatura de pelo menos 20 mm e molhagem até à saturação das superfícies; eventual dobragem do tecido em fibra de aço galvanizado de resistência muito alta, em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada; aplicação de uma primeira camada de geoargamassa, com espessura de cerca de 3 – 5 mm; com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação do tecido em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, tendo o cuidado de garantir um embebimento completo do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz ou ao suporte; execução da segunda camada de geoargamassa, numa espessura total de reforço de 5 – 8 mm, com o fim de embeber totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; eventual repetição das fases de aplicação do tecido e geoargamassa em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto.

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos e tudo o que seja necessário para concluir o trabalho. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a ancoragem; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos.

O preço é à unidade de superfície de reforço efectivamente aplicado em obra, incluindo as sobreposições e as zonas de ancoragem.

1

Verificação da preparação correcta das bandas de reforço.



2

Aplicação da banda vertical de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



3

Aplicação da banda horizontal de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



4

Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento da viga.



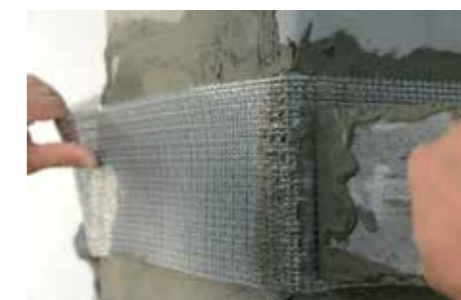
5

Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento do pilar.



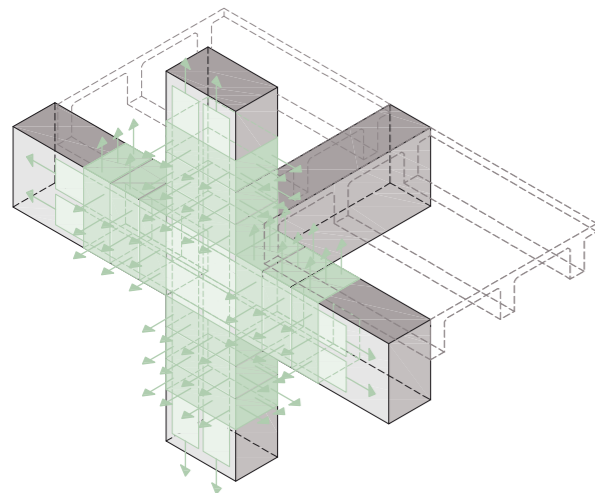
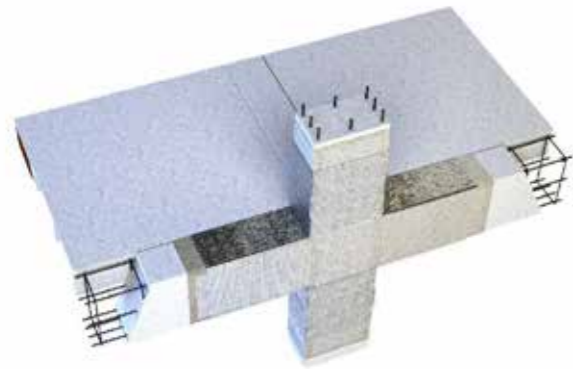
6

Embebimento do tecido em fibra de aço GEOSTEEL na camada de matriz.



7A

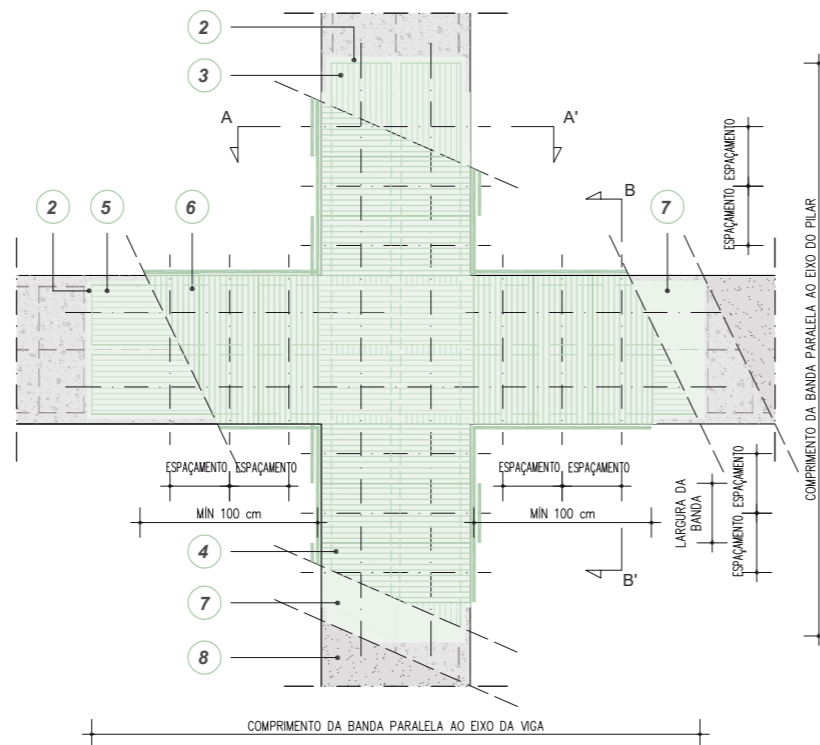
REFORÇO DOS NÓS VIGA-PILAR DE FACHADA ATRAVÉS DO REFORÇO EXTERIOR COM TECIDOS EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E GEOARGAMASSA MINERAL ESTRUTURAL TIXOTRÓPICA



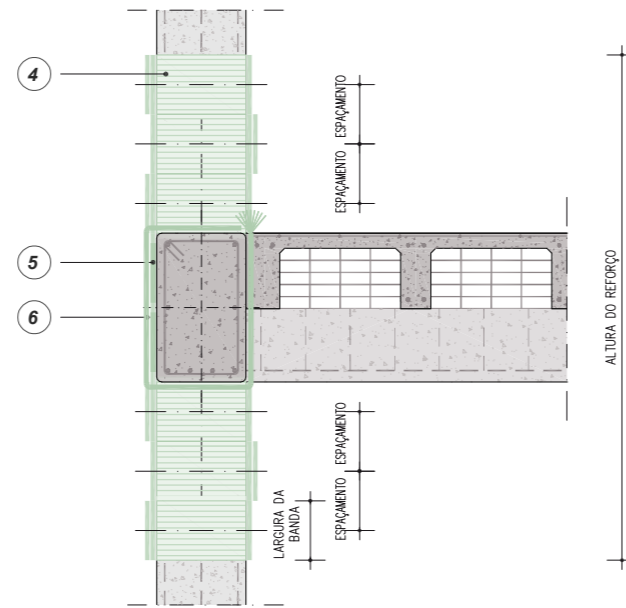
VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO DE NUDO DE FACHADA

NOTA

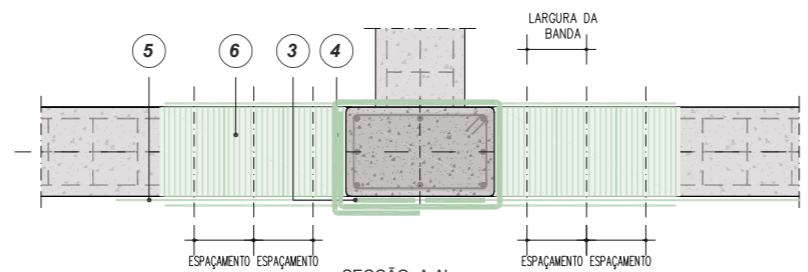
A norma CNR-DT 215/2018, no parágrafo 5 sublinha que a resistência média à compressão do betão não deve ser inferior a 15 N/mm² no caso de reforço por aderência.



DETALHE
REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE FACHADA
ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200



SECÇÃO B-B'
REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE FACHADA
ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200

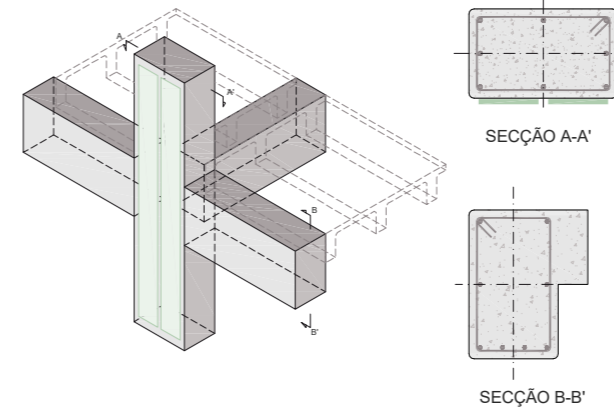


SECÇÃO A-A'
REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE FACHADA
ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200

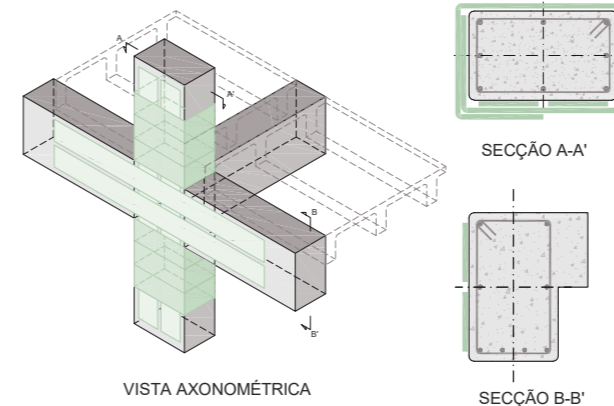
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

REFORÇO DE NÓ DE FACHADA

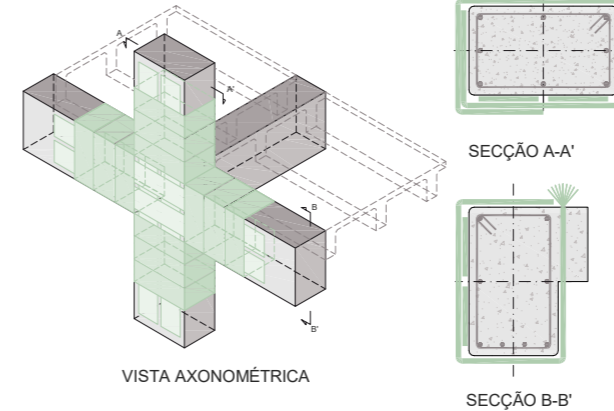
FASE I: REFORÇO À FLEXÃO DO PILAR



FASE II: REFORÇO LONGITUDINAL DA VIGA E CONFINAMENTO DO PILAR



FASE III: REFORÇO AO CORTE DA VIGA



0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

QUADRO NORMATIVO

Reforço e encamisamento com materiais compósitos

O uso de materiais compósitos (ou outros materiais resistentes à tracção), no reforço sísmico de elementos de betão armado, tem como fim conseguir os seguintes objectivos:
 - aumento da resistência ao corte de pilares, vigas, nós viga-pilar e paredes através da aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos;
 - aumento da resistência nas partes finais de vigas e pilares através da aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos varões longitudinais e devidamente ancorados, para que se garanta a eficácia da ancoragem ao longo do tempo;
 - aumento da ductilidade dos elementos unidimensionais, por efeito da acção de confinamento passivo exercida pelas bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos.
 Para as verificações de segurança dos elementos reforçados com materiais compósitos, podem-se adoptar documentos de validade comprovada.
 (Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Actualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4.2.3)

[...] Com o fim de garantir um bom comportamento do conjunto do sistema nó-viga-pilar, e garantir um aumento significativo da ductilidade do sistema, e da estrutura no seu conjunto, as intervenções propostas conseguem também um aumento da resistência ao corte das vigas e dos pilares nas suas partes finais convergentes no nó e um confinamento das extremidades dos pilares, onde se concentram as exigências máximas de ductilidade à flexo-compressão.
 (Linhas gerais para a reparação e o reforço de elementos estruturais, fecho de alvenarias e divisórias § 3.1.- DPC, ReLUIS)

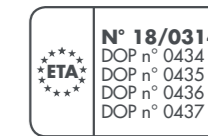
* Para a limpeza do suporte, faz-se referência a normas de validade comprovada

EM CASO DE SUPORTES NÃO DEGRADADOS, TORNAR ÁSPERA A SUPERFÍCIE, LIMPEZA E REMOÇÃO DE PÓ E ÓLEOS QUE POSSAM COMPROMETER A ADERÊNCIA DO SISTEMA, ATRAVÉS DE AR COMPRIMIDO OU JACTO DE ÁGUA. EM CASO DE SUPORTE EVIDENTEMENTE DEGRADADO, IRREGULARES OU DANIFICADO POR ACCÕES AGRESSIVAS: REMOÇÃO EM PROFUNDIDADE DO BETÃO DEGRADADO ATRAVÉS DE SANEAMENTO MECÂNICO OU HIDRODEMOLIÇÃO, TENDO O CUIDADO DE TORNAR ÁSPERO O SUBSTRATO COM RUGOSIDADE DE PELO MENOS 5 mm; REMOÇÃO DA OXIDAÇÃO DOS VARÕES DA ARMADURA ATRAVÉS DE ESCOVAGEM (MANUAL OU MECÂNICA) OU JACTO DE AREIA; RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM A GEOARGAMASSA TIXOTRÓPICA **GEOLITE®**. EVENTUAL REMOÇÃO DA OXIDAÇÃO DOS VARÕES DA ARMADURA. LIMPEZA DO SUBSTRATO DE RESÍDUOS DE PÓ, GORDURA, ÓLEOS E OUTRAS SUBSTÂNCIAS CONTAMINANTES. RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM **GEOLITE®**, TENDO O CUIDADO DE GARANTIR UMA RUGOSIDADE SUFICIENTE DE PELO MENOS 5 mm E ARREDONDAMENTO DAS ARESTAS COM UM RAIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

- 1 APLICAÇÃO DE UMA PRIMEIRA DEMÃO DE **GEOLITE®**, GARANTINDO SOBRE O SUPORTE UMA QUANTIDADE DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) PARA O REGULARIZAR E PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO
- 2 INSTALAÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DO PILAR, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE®** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- 3 INSTALAÇÃO DA SEGUNDA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200** POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DO PILAR (CONFINAMENTO DO PILAR) PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE®** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- 4 INSTALAÇÃO DA TERCEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DA VIGA, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE®** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- 5 INSTALAÇÃO DA QUARTA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200**, POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DA VIGA (REFORÇO AO CORTE), TENDO ATENÇÃO À EVENTUAL PRESENÇA DE LAJES, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE®** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- 6 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM **GEOLITE®** NUMA ESPESSURA MÉDIA DE 3-5 mm PARA EMBEBER TOTALMENTE O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS SUBJACENTES, FRESCO SOBRE FRESCO
- 7 Quando o sistema de reforço é instalado em ambientes particularmente agressivos ou, de qualquer modo, se queira garantir uma protecção adicional para além da já fornecida pela georgamassa, aconselha-se a aplicação final de **GEOLITE® MICROSILICATO** ou da tinta elastomérica **KERAKOVER ACRILEX FLEX**, a aplicar, se possível, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estão em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o departamento técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.
- 8 EVENTUAL BARRAMENTO OU REBOCO COM **GEOCALCE® MULTIUSO** OU **RASOBUILD® ECO TOP**

7B

Reforço dos nós viga-pilar de fachada através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e adesivo epoxídico



PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Preparar e limpar os suportes, seguindo as indicações e prescrições da Direcção de Obra. Em caso de suportes não degradados, tornar a superfície rugosa através de saneamento mecânico, criando uma rugosidade de pelo menos 0,5 mm, igual ao grau 5 do "Kit de verificação da preparação dos suportes". Limpar e remover pó e óleos que possam comprometer a aderência do sistema através de ar comprimido. Em caso de suportes evidentemente degradados, irregulares ou danificados por ações agressivas, remover em profundidade o eventual betão degradado através de saneamento mecânico ou hidrodemolição, tendo o cuidado de tornar o substrato áspero com rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes"; remover a eventual oxidação dos varões de armadura, que devem ser limpos através de escovagem (manual ou mecânica) ou jacto de areia; realizar a eventual reconstrução monolítica ou barramento da secção através da geoargamassa tixotrópica GEOLITE. Concluir a preparação do suporte através do arredondamento das arestas com raio de curvatura mínimo de 20 mm.
2. Aplicação do sistema de reforço. Realizar o sistema de reforço estrutural em fibra de aço Steel Reinforced Polymer (combinação de fibra de aço e adesivo mineral epoxídico), efectuando reforços moldados de modo a satisfazer as exigências geométricas e de desempenho do elemento objecto da intervenção, envolvendo de maneira adequada as superfícies dos nós, com a eventual regularização prévia do suporte através de GEOLITE. Após a cura dos tratamentos prévios descritos, aplicar uma primeira demão do adesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL, garantindo sobre o suporte uma quantidade de material suficiente (espessura média 2 – 3 mm) para aplicar e embeber o tecido de reforço. Posteriormente, aplicar, sobre a matriz ainda fresca, o tecido em fibra de aço galvanizado UHTSS GEOSTEEL (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização da PIEGATRICE GEOSTEEL), garantindo o embebimento perfeito da banda na camada de matriz, exercendo uma pressão enérgica com a espátula ou o rolo em aço e tendo o cuidado que a mesma saia por entre os cabos, garantindo assim uma óptima aderência entre a primeira e segunda camada de matriz. Concluir a aplicação com o barramento final protector, aplicando a quantidade de adesivo necessária (espessura total do reforço 3 – 4 mm) para a cobertura total do tecido em aço, trabalhando fresco sobre fresco. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder com a aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca. No caso em que o sistema aplicado deva ser rebocado ou revestido com barramento, aconselha-se a utilização de GEOCALCE MULTIUSO ou RASOBUILD ECO TOP, tendo o cuidado de polvilhar, com a resina ainda fresca, QUARZO 5.12 ou areia seca com granulometria adequada para facilitar a aderência.
3. Protecção e Decoração. Se o sistema de reforço for instalado em ambientes particularmente agressivos, ou de qualquer modo se queira garantir uma protecção adicional à já fornecida pela matriz, aconselha-se a aplicação final da tinta elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, a aplicar, possivelmente, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estiverem em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o gabinete técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

ADVERTÊNCIAS

O Geosteel é fornecido em 4 gramagens distintas em função das exigências de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramagem: 670 g/m²; n.º de cabos por cm = 1,57; espessura equivalente da banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramagem: 1200 g/m²; n.º de cabos por cm = 3,14; espessura equivalente da banda = 0,169 mm)
- GEOSTEEL G2000 (gramagem: 2000 g/m²; n.º de cabos por cm = 4,72; espessura equivalente da banda = 0,254 mm)
- GEOSTEEL G3300 (gramagem: 3300 g/m²; n.º de cabos por cm = 7,09; espessura equivalente da banda = 0,381 mm).

Antes de efectuar a intervenção, verificar se a classe de resistência do betão do suporte é adequada.

ESPECIFICAÇÃO

Reforço dos nós viga-pilar em betão armado através da utilização de sistema composto de matriz orgânica SRP (Steel Reinforced Polymer), provido de Marcação CE através de Avaliação Técnica Europeia (ETA) segundo o art.º 26 do Regulamento UE n.º 305/2011, realizado com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada), formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso líquido da fibra de cerca de 3300 g/m² – tipo GEOSTEEL G3300 da Kerakoll – características técnicas certificadas da banda: resistência à tracção valor característico > 3000 MPa; módulo de elasticidade > 190 GPa; deformação final à rotura > 1,5%; área efectiva de um cabo 3x2 (5 fios) = 0,538 mm²; n.º cabos por cm = 7,09 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,381 mm, impregnada com sistema epoxídico bicomponente em gel tixotrópico, em conformidade com os requisitos de desempenho exigidos pela norma EN 1504-4 para a colagem de elementos estruturais e pela norma EN 1504-6 para a ancoragem de varões. Adequado como matriz orgânica mineral em combinação com tecidos de aço galvanizado Geosteel, nos sistemas certificados de reforço estrutural, melhoria e adaptação sísmica, sem a necessidade de utilização de primário de aderência, isento de solventes, com emissões muito baixas de substâncias orgânicas voláteis, – tipo GEOLITE GEL da Kerakoll – características técnicas certificadas: Euroclasse de reacção ao fogo C-s2,d0 (EN 13501-1); emissão de substâncias orgânicas voláteis EC1 Plus certificado GEV-Emicode; temperatura de transição vítrea +60 °C (EN 12614); resistência ao corte > 20 MPa (EN 12188); retracção linear < 0,005% (EN 12617-1); módulo de elasticidade à flexão > 2500 MPa (EN ISO 178).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas, danificadas, incoerentes ou irregulares, tornar a superfície áspera com rugosidade de pelo menos 0,5 mm e arredondamento das arestas com raio de curvatura de pelo menos 20 mm; eventual dobragem do tecido em fibra de aço galvanizado de resistência muito alta, em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada; aplicação de uma primeira camada com espessura de cerca de 2 – 3 mm, de adesivo mineral epoxídico; com adesivo ainda fresco, proceder à aplicação do tecido em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, tendo o cuidado de garantir um embebimento completo do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz ou ao suporte; execução da segunda camada de matriz, até à cobertura completa do tecido de reforço numa espessura total de reforço de 3 – 4 mm; eventual repetição das fases de aplicação do tecido e adesivo em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto.

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos e tudo o que seja necessário para concluir o trabalho. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a ancoragem; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos.

O preço é à unidade de superfície de reforço efectivamente aplicado em obra, incluindo as sobreposições e as zonas de ancoragem.



Verificação da preparação correcta das bandas de reforço.



Aplicação da banda vertical de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



Aplicação da banda horizontal de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento da viga.



Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento do pilar.

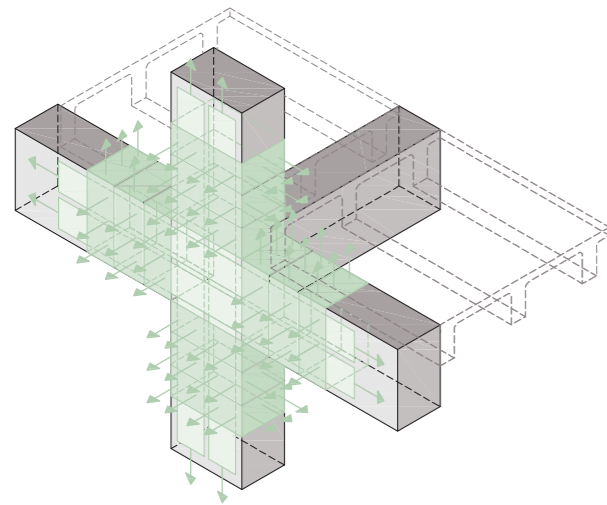
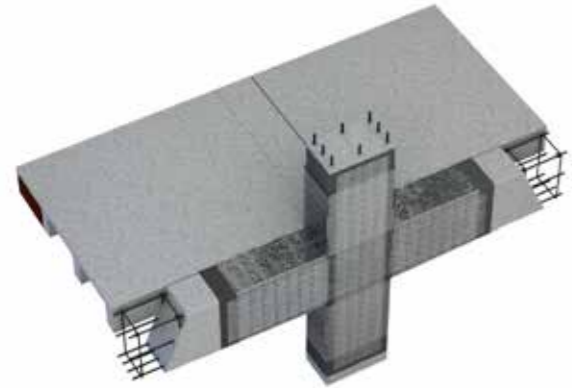


Instalação da banda em espessura milimétrica.



7B

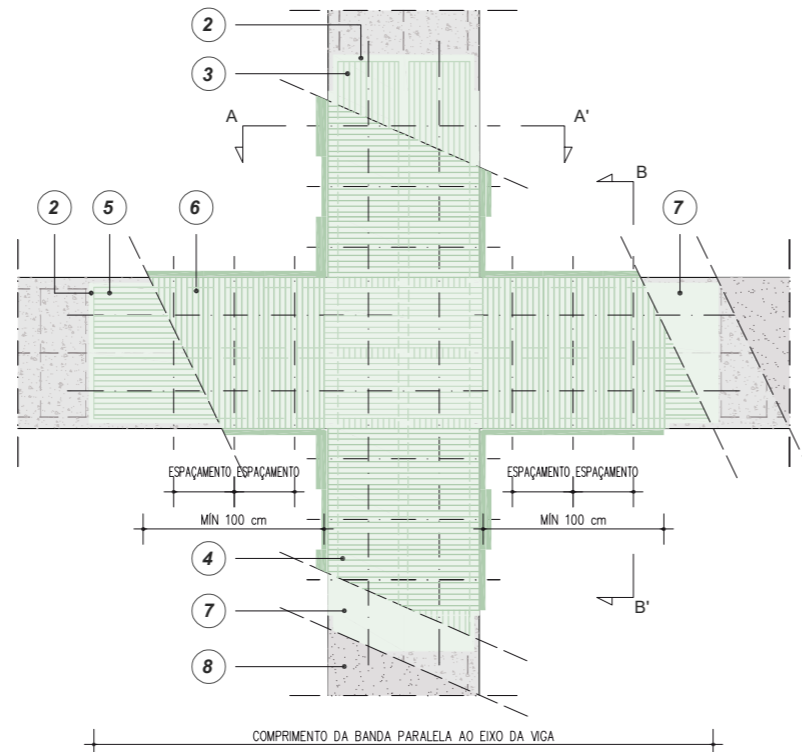
REFORÇO DOS NÓS VIGA-PILAR DE FACHADA ATRAVÉS DO REFORÇO EXTERIOR COM TECIDOS EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E ADESIVO EPOXÍDICO



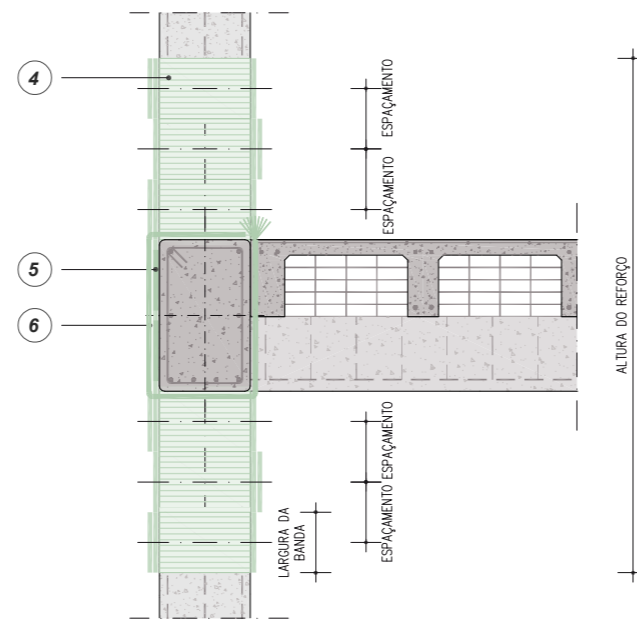
VISTA AXONOMÉTRICA
REFORÇO DE NÓ DE FACHADA CENTRAL

NOTE

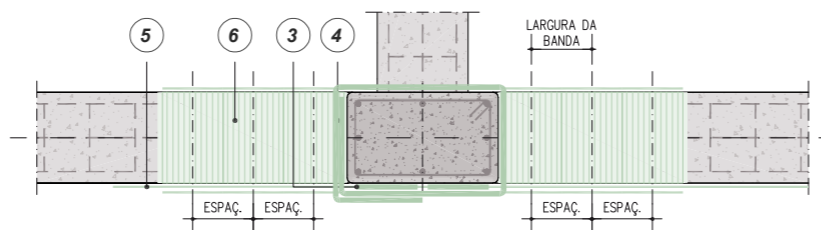
A norma CNR-DT 200 R1/2013, no parágrafo 4.8.1.1, sublinha que a resistência média à compressão do betão não deve ser inferior a 15 N/mm² no caso de reforço por aderência.



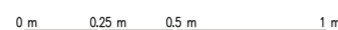
DETALHE
REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE FACHADA ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200



SECÇÃO B-B'
REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE FACHADA ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200

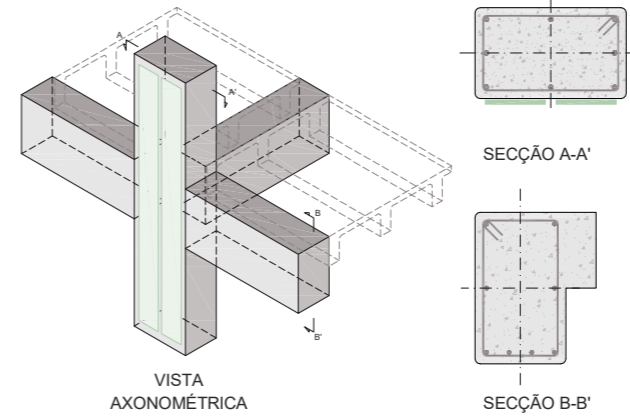


SECÇÃO A-A'
REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE FACHADA ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200

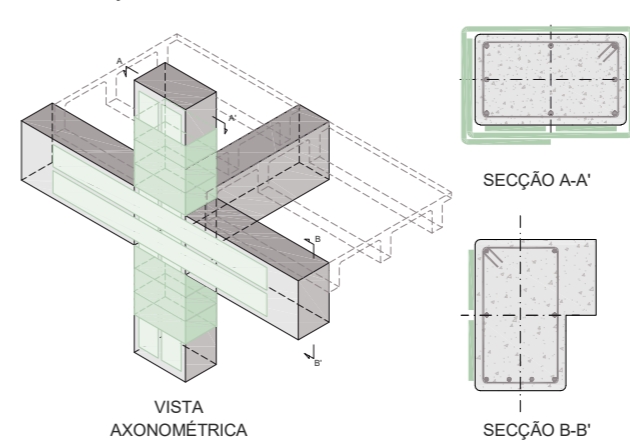


REFORÇO DE NÓ EM FACHADAS

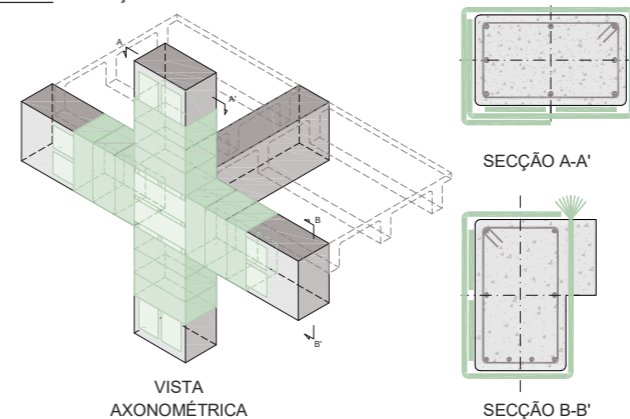
FASE I: REFORÇO À FLEXÃO DO PILAR



FASE II: REFORÇO LONGITUDINAL DA VIGA E CONFINAMENTO DO PILAR



FASE III: REFORÇO AO CORTE DA VIGA



QUADRO NORMATIVO

Reforço e encamisamento com materiais compósitos

O uso de materiais compósitos (ou outros materiais resistentes à tração), no reforço sísmico de elementos de betão armado, tem como fim conseguir os seguintes objectivos:

- aumento da resistência ao corte de pilares, vigas, nós viga-pilar e paredes através de aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos;
- aumento da resistência nas partes finais de vigas e pilares através da aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos varões longitudinais e devidamente ancorados, para que se garanta a eficácia da ancoragem ao longo do tempo;
- aumento da ductilidade dos elementos unidimensionais, por efeito da acção de confinamento passivo exercida pelas bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos.

Para as verificações de segurança dos elementos reforçados com materiais compósitos, podem-se adoptar documentos de validade comprovada. (Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Actualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4.2.3)

[...] Com o fim de garantir um bom comportamento do conjunto do sistema nó-viga-pilar, e garantir um aumento significativo da ductilidade do sistema, e da estrutura no seu conjunto, as intervenções propostas conseguem também um aumento da resistência ao corte das vigas e dos pilares nas suas partes finais convergentes no nó e um confinamento das extremidades dos pilares, onde se concentram as exigências máximas de ductilidade à flexo-compressão. (Linhas gerais para a reparação e o reforço de elementos estruturais, fecho de alvenarias e divisórias § 3.1 - DPC, ReLUIS)

EM CASO DE SUPORTES NÃO DEGRADADOS, TORNAR ÁSPERA A SUPERFÍCIE, LIMPEZA E REMOÇÃO DE PÓ E ÓLEOS QUE POSSAM COMPROMETER A ADERÊNCIA DO SISTEMA, ATRAVÉS DE AR COMPRIMIDO OU JACTO DE ÁGUA. EM CASO DE SUPORTE EVIDENTEMENTE DEGRADADO, IRREGULARES OU DANIFICADO POR ACÇÕES AGRESSIVAS: REMOÇÃO EM PROFUNDIDADE DO BETÃO DEGRADADO ATRAVÉS DE SANEAMENTO MECÂNICO OU HIDRODEMOLIÇÃO, TENDO O CUIDADO DE TORNAR ÁSPERO O SUBSTRATO COM RUGOSIDADE DE PELO MENOS 5 mm; REMOÇÃO DA OXIDAÇÃO DOS VARÕES DA ARMADURA ATRAVÉS DE ESCOVAGEM (MANUAL OU MECÂNICA) OU JACTO DE AREIA; RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM A GEOARGAMASSA TIXOTRÓPICA **GEOLITE®**. PREPARAR O SUPORTE COM RUGOSIDADE DE PELO MENOS 0,5 mm E REALIZAR O ARREDONDAMENTO DAS ARESTAS COM UM RAIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

- Após a comprovação da qualidade do suporte e ter, eventualmente, procedido à recuperação do betão degradado e ao tratamento dos varões metálicos, pode ser adequado recorrer a uma passagem com jacto de areia adicional sobre a superfície afectada ao reforço.
[...] Caso se trabalhe sobre uma superfície de betão que não necessite de reparação, mas que seja de qualidade insuficiente, deve-se avaliar a possibilidade de aplicar sobre a mesma um consolidante.
[...] Em geral, é necessário verificar que sobre a superfície de aplicação do reforço não estejam presentes poeiras, gorduras, hidrocarbonetos e/ou tensoactivos.
(CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.1.3)
- APÓS A CURA DOS TRATAMENTOS PRÉVIOS, APLICAÇÃO DE UMA PRIMEIRA DEMÃO DE ADESIVO MINERAL EPOXÍDICO **GEOLITE® GEL**, GARANTINDO SOBRE O SUPORTE UMA QUANTIDADE DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO. PREVER A APLICAÇÃO DAS CAMADAS SEGUINTE DE TECIDO SOBRE A MATRIZ AINDA FRESCO
- INSTALAÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DO PILAR, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- INSTALAÇÃO DA SEGUNDA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DO PILAR (CONFINAMENTO DO PILAR), PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- INSTALAÇÃO DA TERCEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DA VIGA, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- INSTALAÇÃO DA QUARTA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300**, POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DA VIGA (REFORÇO AO CORTE), TENDO ATENÇÃO À EVENTUAL PRESENÇA DE LAJES, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO
- BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM **GEOLITE® GEL** NUMA ESPESSURA MÉDIA DE 2-3 mm PARA FAZER O RECOBRIMENTO, EMBEBER O TECIDO EM AÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS, FRESCO SOBRE FRESCO
- Quando o sistema de reforço é instalado em ambientes particularmente agressivos ou, de qualquer modo, se queira garantir uma protecção adicional para além da já fornecida pela georgamassa, aconselha-se a aplicação final da tinta elastomérica **KERAKOVER ACRILEX FLEX**, a aplicar, se possível, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estão em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o departamento técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.
- SUGERE-SE BARRAMENTO COM **GEOCALCE® MULTIUSO** OU **RASOBUILD® ECO TOP** COM UMA PULVERIZAÇÃO DE **QUARZO 5.12** OU AREIA SECA DE GRANULOMETRIA ADEQUADA SOBRE O SISTEMA EPOXÍDICO AINDA FRESCO. NO CASO DE EVENTUAL REBOCO

8A

Reforço dos nós viga-pilar de canto através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e geoargamassa mineral estrutural tixotrópica



PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Preparar e limpar os suportes segundo, seguindo as indicações e prescrições da Direcção de Obra. Em caso de suportes não degradados, criar uma rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes", limpar e remover o pó e óleos que possam comprometer a aderência do sistema, através de ar comprimido ou jacto de água. Em caso de suportes evidentemente degradados, irregulares ou danificados por acções agressivas, remover em profundidade o eventual betão degradado através de saneamento mecânico ou hidrodemolição, tendo o cuidado de tornar o substrato áspero com rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes"; remover a eventual oxidação dos varões de armadura, que devem ser limpos através de escovagem (manual ou mecânica) ou jacto de areia; realizar a eventual reconstrução monolítica ou barramento da secção através da geoargamassa tixotrópica GEOLITE. Concluir a preparação do suporte através do arredondamento das arestas com raio de curvatura mínimo de 20 mm.
2. Aplicação do sistema de reforço. Realizar o sistema de reforço estrutural em fibra de aço Steel Reinforced Grout (combinação de fibra de aço e argamassa mineral estrutural tixotrópica à base de geoligante), efectuando reforços moldados de modo a satisfazer as exigências geométricas e de desempenho do elemento objecto da intervenção, envolvendo de maneira adequada as superfícies dos nós, com a aplicação de uma primeira demão de GEOLITE, garantindo sobre o suporte uma quantidade de material suficiente (espessura média 3 – 5 mm) para regularizá-lo e para aplicar e embeber o tecido de reforço. Posteriormente, aplicar, sobre a matriz ainda fresca, o tecido em fibra de aço galvanizado UHTSS GEOSTEEL (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização da PIEGATRICE GEOSTEEL), garantindo o embebimento perfeito da banda na camada de matriz, exercendo uma pressão enérgica com a espátula e tendo o cuidado que a mesma saia por entre os cabos, garantindo assim uma óptima aderência entre a primeira e segunda camada de matriz. Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura total do reforço 5 – 8 mm), sempre realizado com GEOLITE, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder com a aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca.
3. Protecção e Decoração. Se o sistema de reforço for instalado em ambientes particularmente agressivos, ou de qualquer modo se queira garantir uma protecção adicional à já fornecida pela geoargamassa, aconselha-se a aplicação final da geotinta GEOLITE MICROSILICATO ou da tinta elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, a aplicar, possivelmente, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estiverem em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o gabinete técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

ADVERTÊNCIAS

O Geosteel é fornecido em 2 gramagens distintas em função das exigências de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramagem: 670 g/m²; n.º de cabos por cm = 1,57; espessura equivalente da banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramagem: 1200 g/m²; n.º de cabos por cm = 3,14; espessura equivalente da banda = 0,169 mm).

Antes de efectuar a intervenção, verificar se a classe de resistência do betão do suporte é adequada.

ESPECIFICAÇÃO

Reforço dos nós viga-pilar em betão armado através da utilização de sistema composto de matriz inorgânica SRG (Steel Reinforced Grout), provido de Marcação CE através de Avaliação Técnica Europeia (ETA) segundo o art.º 26 do Regulamento UE n.º 305/2011 ou de certificação internacional de validade comprovada, realizado com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada), formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso líquido da fibra de cerca de 1200 g/m² – tipo GEOSTEEL G1200 da Kerakoll – características técnicas certificadas da banda: resistência à tracção valor característico > 3000 MPa; módulo de elasticidade > 190 GPa; deformação final à rotura > 1,5%; área efectiva de um cabo 3x2 (5 fios) = 0,538 mm²; n.º cabos por cm = 3,14 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,169 mm; impregnada com uma geoargamassa mineral certificada, eco-compatível, tixotrópica, de presa normal, à base de geoligante e zircónia de reacção cristalina, com teor muito baixo de polímeros petroquímicos e isenta de fibras orgânicas, específica para a passivação, reparação, barramento e protecção monolítica com durabilidade garantida de estruturas em betão, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE e em conformidade com os requisitos de desempenho exigidos pela Norma EN 1504-7 para a passivação dos varões de armadura, EN 1504-3 Classe R4 (cura CC e PCC) para a reconstrução volumétrica e o barramento e pela EN 1504-2 para a protecção de superfícies, de acordo com os Princípios 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 11 definidos pela EN 1504-9 – tipo GEOLITE da Kerakoll – características técnicas certificadas: nenhuma corrosão do varão metálico (EN 15183), resistência à compressão aos 28 dias > 50 MPa (EN 12190), resistência à tracção por flexão aos 28 dias > 8 MPa (EN 196-1), aderência aos 28 dias > 2 MPa (EN 1542), módulo de elasticidade E aos 28 dias ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente à carbonatação (EN 13295), retracção linear < 0,3% (EN 12617-1), resistência à abrasão com perda de peso do provete < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas, danificadas, incoerentes ou irregulares, garantindo uma rugosidade de pelo menos 5 mm e arredondamento das arestas com raio de curvatura de pelo menos 20 mm e molhagem até à saturação das superfícies; eventual dobragem do tecido em fibra de aço galvanizado de resistência muito alta, em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada; aplicação de uma primeira camada de geoargamassa, com espessura de cerca de 3 – 5 mm; com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação do tecido em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, tendo o cuidado de garantir um embebimento completo do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz ou ao suporte; execução da segunda camada de geoargamassa, numa espessura total de reforço de 5 – 8 mm, com o fim de embeber totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; eventual repetição das fases de aplicação do tecido e geoargamassa em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto.

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos e tudo o que seja necessário para concluir o trabalho. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a ancoragem; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos.

O preço é à unidade de superfície de reforço efectivamente aplicado em obra, incluindo as sobreposições e as zonas de ancoragem.

1

Verificação da preparação correcta das bandas de reforço.



2

Aplicação da banda vertical de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



3

Aplicação da banda horizontal de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



4

Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento da viga.



5

Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento do pilar.



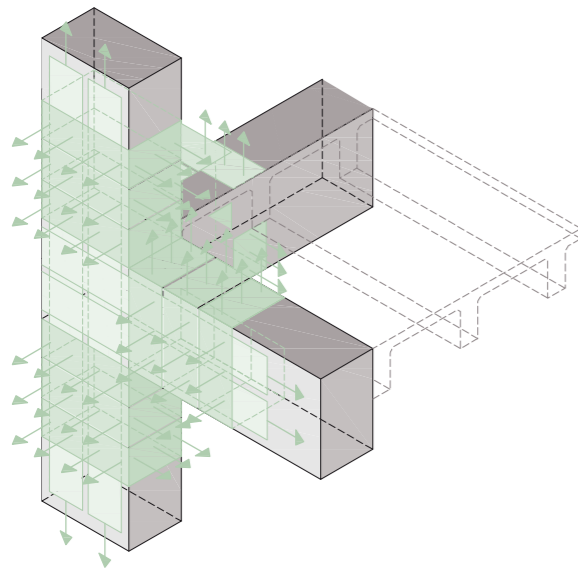
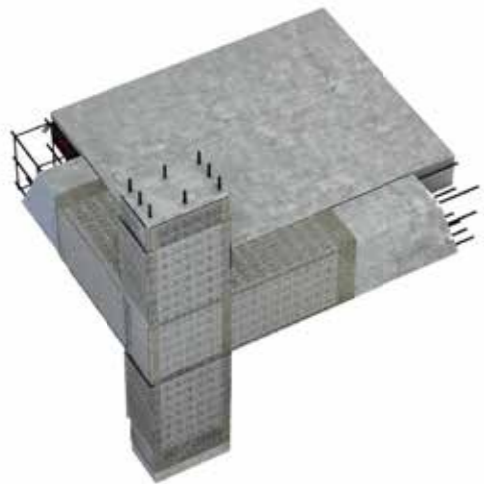
6

Embebimento do tecido em fibra de aço GEOSTEEL na camada de matriz.



8A

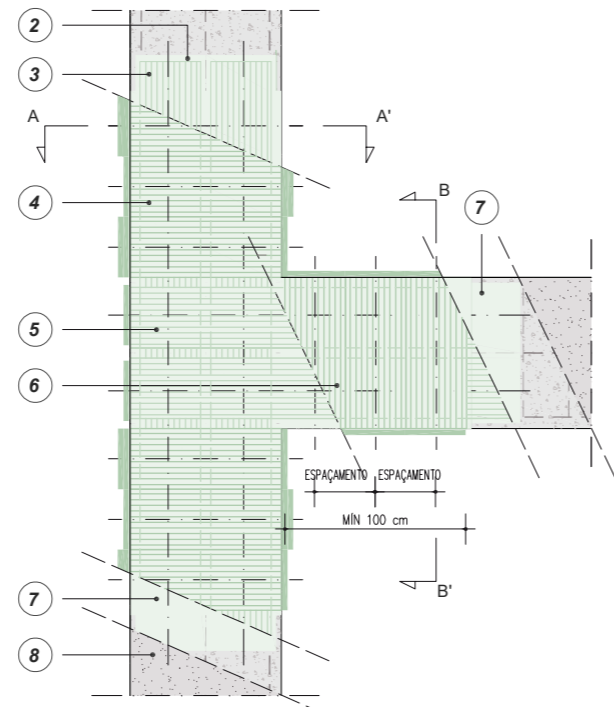
REFORÇO DOS NÓS VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DO REFORÇO EXTERIOR COM TECIDOS EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E GEOARGAMASSA MINERAL ESTRUTURAL TIXOTRÓPICA



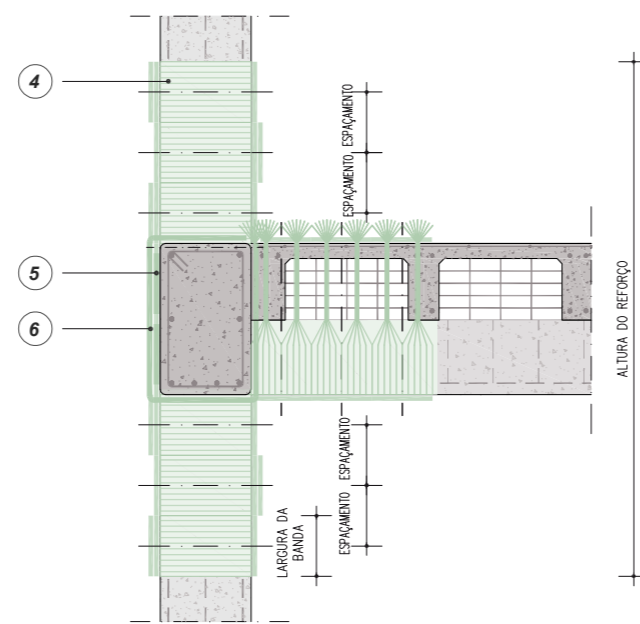
VISTA AXONOMÉTRICA REFORÇO DE NÓ DE CANTO

NOTA
A norma CNR-DT 215/2018, no parágrafo 5 sublinha que a resistência média à compressão do betão não deve ser inferior a 15 N/mm² no caso de reforço por aderência.

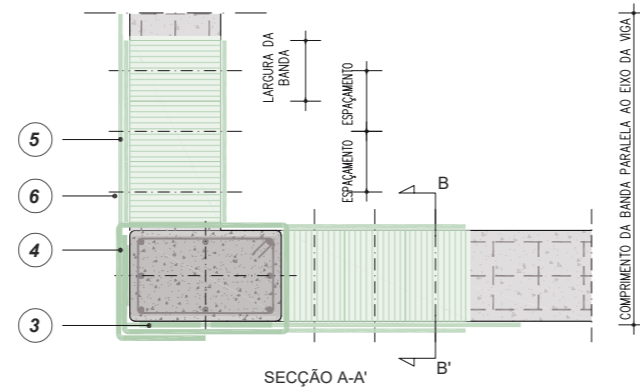
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



DETALHE REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200



REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200

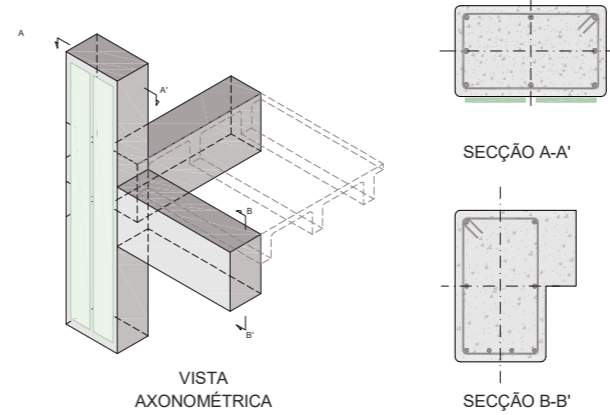


REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200

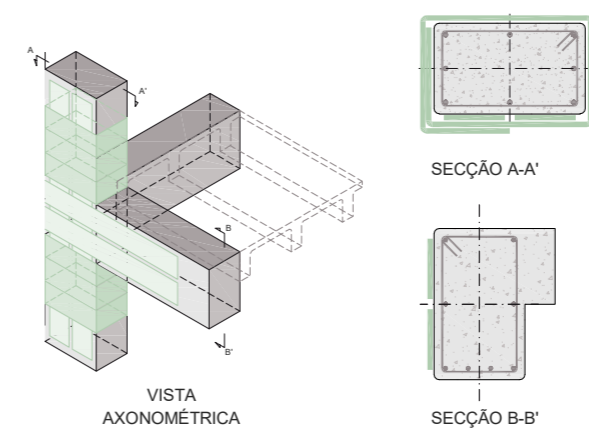
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

REFORÇO DE NÓ DE CANTO

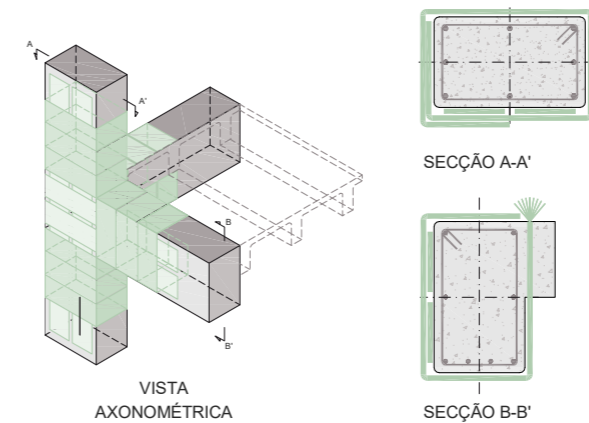
FASE I: REFORÇO À FLEXÃO DO PILAR



FASE II: REFORÇO LONGITUDINAL DA VIGA E CONFINAMENTO DO PILAR



FASE III: REFORÇO AO CORTE DA VIGA



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

QUADRO NORMATIVO

Reforço e encamisamento com materiais compósitos

O uso de materiais compósitos (ou outros materiais resistentes à tração), no reforço sísmico de elementos de betão armado, tem como fim conseguir os seguintes objectivos:

- aumento da resistência ao corte de pilares, vigas, nós viga-pilar e paredes através de aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos;
- aumento da resistência nas partes finais de vigas e pilares através da aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos varões longitudinais e devidamente ancorados, para que se garanta a eficácia da ancoragem ao longo do tempo;
- aumento da ductilidade dos elementos unidimensionais, por efeito da acção de confinamento passivo exercida pelas bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos.

Para as verificações de segurança dos elementos reforçados com materiais compósitos, podem-se adoptar documentos de validade comprovada. (Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Actualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4.2.3)

[...] Com o fim de garantir um bom comportamento do conjunto do sistema nó-viga-pilar, e garantir um aumento significativo da ductilidade do sistema, e da estrutura no seu conjunto, as intervenções propostas conseguem também um aumento da resistência ao corte das vigas e dos pilares nas suas partes finais convergentes no nó e um confinamento das extremidades dos pilares, onde se concentram as exigências máximas de ductilidade à flexo-compressão. (Linhas gerais para a reparação e o reforço de elementos estruturais, fecho de alvenarias e divisórias § 3.1.- DPC, ReLUIS)

* Para a limpeza do suporte, faz-se referência a normas de validade comprovada

EM CASO DE SUPORTES NÃO DEGRADADOS, TORNAR ÁSPERA A SUPERFÍCIE, LIMPEZA E REMOÇÃO DE PÓ E ÓLEOS QUE POSSAM COMPROMETER A ADERÊNCIA DO SISTEMA, ATRAVÉS DE AR COMPRIMIDO OU JACTO DE ÁGUA. EM CASO DE SUPORTE EVIDENTEMENTE DEGRADADO, IRREGULARES OU DANIFICADO POR ACCÕES AGRESSIVAS: REMOÇÃO EM PROFUNDIDADE DO BETÃO DEGRADADO ATRAVÉS DE SANEAMENTO MECÂNICO OU HIDRODEMOLIÇÃO, TENDO O CUIDADO DE TORNAR ÁSPERO O SUBSTRATO COM RUGOSIDADE DE PELO MENOS 5 mm; REMOÇÃO DA OXIDAÇÃO DOS VARÕES DA ARMADURA ATRAVÉS DE ESCOVAGEM (MANUAL OU MECÂNICA) OU JACTO DE AREIA; RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM A GEOARGAMASSA TIXOTRÓPICA **GEOLITE**. RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM **GEOLITE**. TENDO O CUIDADO DE GARANTIR UMA RUGOSIDADE SUFICIENTE DE PELO MENOS 5 mm E ARREDONDAMENTO DAS ARESTAS COM UM RAIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

1 APLICAÇÃO DE UMA PRIMEIRA DEMÃO DE **GEOLITE**, GARANTINDO SOBRE O SUPORTE UMA QUANTIDADE DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) PARA O REGULARIZAR E PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO

2 INSTALAÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DO PILAR, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

3 INSTALAÇÃO DA SEGUNDA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200** POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DO PILAR (CONFINAMENTO DO PILAR), PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

4 INSTALAÇÃO DA TERCEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DA VIGA, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

5 INSTALAÇÃO DA QUARTA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200**, POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DA VIGA (REFORÇO AO CORTE), TENDO ATENÇÃO À EVENTUAL PRESENÇA DE LAJES, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE** (ESPESSURA MÉDIA 3-5 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

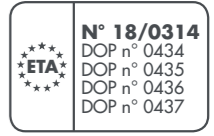
6 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM **GEOLITE** NUMA ESPESSURA MÉDIA DE 3-5 mm PARA EMBEBER TOTALMENTE O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS SUBJACENTES, FRESCO SOBRE FRESCO

7 Quando o sistema de reforço é instalado em ambientes particularmente agressivos ou, de qualquer modo, se queira garantir uma protecção adicional para além da já fornecida pela georgamassa, aconselha-se a aplicação final de **GEOLITE MICROSLICATO** ou da tinta elastomérica **KERAKOVER ACRILEX FLEX**, a aplicar, se possível, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estão em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o departamento técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

8 EVENTUAL BARRAMENTO OU REBOCO COM **GEOCALCE MULTIUSO** OU **RASOBUILD ECO TOP**

8B

Reforço dos nós viga-pilar de canto através do reforço exterior com tecidos em fibra de aço galvanizado e adesivo epoxídico



PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Preparar e limpar os suportes, seguindo as indicações e prescrições da Direcção de Obra. Em caso de suportes não degradados, tornar a superfície rugosa através de saneamento mecânico, criando uma rugosidade de pelo menos 0,5 mm, igual ao grau 5 do "Kit de verificação da preparação dos suportes". Limpar e remover pó e óleos que possam comprometer a aderência do sistema através de ar comprimido. Em caso de suportes evidentemente degradados, irregulares ou danificados por acções agressivas, remover em profundidade o eventual betão degradado através de saneamento mecânico ou hidrodemolição, tendo o cuidado de tornar o substrato áspero com rugosidade de pelo menos 5 mm, igual ao grau 8 do "Kit de verificação da preparação dos suportes"; remover a eventual oxidação dos varões de armadura, que devem ser limpos através de escovagem (manual ou mecânica) ou jacto de areia; realizar a eventual reconstrução monolítica ou barramento da secção através da geoargamassa tixotrópica GEOLITE. Concluir a preparação do suporte através do arredondamento das arestas com raio de curvatura mínimo de 20 mm.
2. Aplicação do sistema de reforço. Realizar o sistema de reforço estrutural em fibra de aço Steel Reinforced Polymer (combinação de fibra de aço e adesivo mineral epoxídico), efectuando reforços moldados de modo a satisfazer as exigências geométricas e de desempenho do elemento objecto da intervenção, envolvendo de maneira adequada as superfícies dos nós, com a eventual regularização prévia do suporte através de GEOLITE. Após a cura dos tratamentos prévios descritos, aplicar uma primeira demão do adesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL, garantindo sobre o suporte uma quantidade de material suficiente (espessura média 2 – 3 mm) para aplicar e embeber o tecido de reforço. Posteriormente, aplicar, sobre a matriz ainda fresca, o tecido em fibra de aço galvanizado UHTSS GEOSTEEL (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização da PIEGATRICE GEOSTEEL), garantindo o embebimento perfeito da banda na camada de matriz, exercendo uma pressão enérgica com a espátula ou o rolo em aço e tendo o cuidado que a mesma saia por entre os cabos, garantindo assim uma óptima aderência entre a primeira e segunda camada de matriz. Concluir a aplicação com o barramento final protector, aplicando a quantidade de adesivo necessária (espessura total do reforço 3 – 4 mm) para a cobertura total do tecido em aço, trabalhando fresco sobre fresco. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder com a aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca. No caso em que o sistema aplicado deva ser rebocado ou revestido com barramento, aconselha-se a utilização de GEOCALCE MULTIUSO ou RASOBUILD ECO TOP, tendo o cuidado de polvilhar, com a resina ainda fresca, QUARZO 5.12 ou areia seca com granulometria adequada para facilitar a aderência.
3. Protecção e Decoração. Se o sistema de reforço for instalado em ambientes particularmente agressivos, ou de qualquer modo se queira garantir uma protecção adicional à já fornecida pela matriz, aconselha-se a aplicação final da tinta elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, a aplicar, possivelmente, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estiverem em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o gabinete técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

ADVERTÊNCIAS

O Geosteel é fornecido em 4 gramagens distintas em função das exigências de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramagem: 670 g/m²; n.º de cabos por cm = 1,57; espessura equivalente da banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramagem: 1200 g/m²; n.º de cabos por cm = 3,14; espessura equivalente da banda = 0,169 mm)
- GEOSTEEL G2000 (gramagem: 2000 g/m²; n.º de cabos por cm = 4,72; espessura equivalente da banda = 0,254 mm)
- GEOSTEEL G3300 (gramagem: 3300 g/m²; n.º de cabos por cm = 7,09; espessura equivalente da banda = 0,381 mm).

Antes de efectuar a intervenção, verificar se a classe de resistência do betão do suporte é adequada.


ESPECIFICAÇÃO

Reforço dos nós viga-pilar em betão armado através da utilização de sistema composto de matriz orgânica SRP (Steel Reinforced Polymer), provido de Marcação CE através de Avaliação Técnica Europeia (ETA) segundo o art.º 26 do Regulamento UE n.º 305/2011, realizado com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada (pré-moldado em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada), formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso líquido da fibra de cerca de 3300 g/m² – tipo GEOSTEEL G3300 da Kerakoll – características técnicas certificadas da banda: resistência à tracção valor característico > 3000 MPa; módulo de elasticidade > 190 GPa; deformação final à rotura > 1,5%; área efectiva de um cabo 3x2 (5 fios) = 0,538 mm²; n.º cabos por cm = 7,09 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,381 mm, impregnada com sistema epoxídico bicomponente em gel tixotrópico, em conformidade com os requisitos de desempenho exigidos pela norma EN 1504-4 para a colagem de elementos estruturais e pela norma EN 1504-6 para a ancoragem de varões. Adequado como matriz orgânica mineral em combinação com tecidos de aço galvanizado Geosteel, nos sistemas certificados de reforço estrutural, melhoria e adaptação sísmica, sem a necessidade de utilização de primário de aderência, isento de solventes, com emissões muito baixas de substâncias orgânicas voláteis, – tipo GEOLITE GEL da Kerakoll – características técnicas certificadas: Euroclasse de reacção ao fogo C-s2,d0 (EN 13501-1); emissão de substâncias orgânicas voláteis EC1 Plus certificado GEV-Emicode; temperatura de transição vítrea +60 °C (EN 12614); resistência ao corte > 20 MPa (EN 12188); retracção linear < 0,005% (EN 12617-1); módulo de elasticidade à flexão > 2500 MPa (EN ISO 178).


A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas, danificadas, incoerentes ou irregulares, tornar a superfície áspera com rugosidade de pelo menos 0,5 mm e arredondamento das arestas com raio de curvatura de pelo menos 20 mm; eventual dobragem do tecido em fibra de aço galvanizado de resistência muito alta, em função da geometria do elemento estrutural através da utilização de máquina de dobrar adequada certificada; aplicação de uma primeira camada com espessura de cerca de 2 – 3 mm, de adesivo mineral epoxídico; com adesivo ainda fresco, proceder à aplicação do tecido em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, tendo o cuidado de garantir um embebimento completo do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz ou ao suporte; execução da segunda camada de matriz, até à cobertura completa do tecido de reforço numa espessura total de reforço de 3 – 4 mm; eventual repetição das fases de aplicação do tecido e adesivo em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto.

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos e tudo o que seja necessário para concluir o trabalho. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a ancoragem; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos.


O preço é à unidade de superfície de reforço efectivamente aplicado em obra, incluindo as sobreposições e as zonas de ancoragem.

1  Verificação da preparação correcta das bandas de reforço.




2  Aplicação da banda vertical de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.




3  Aplicação da banda horizontal de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.




4  Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento da viga.



5  Aplicação da banda de tecido em fibra de aço GEOSTEEL para o envolvimento do pilar.

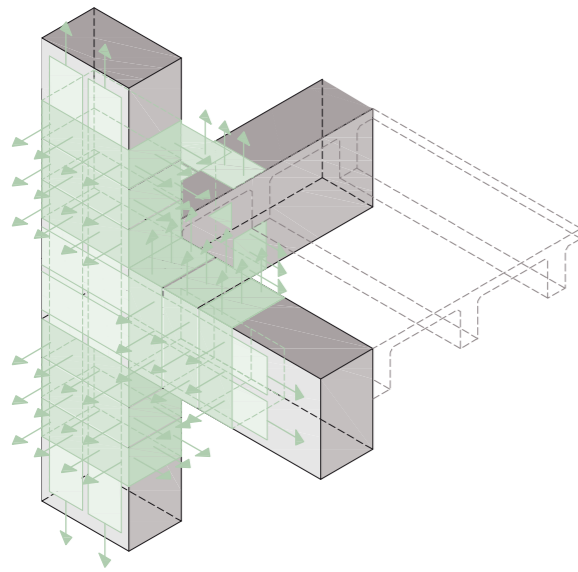
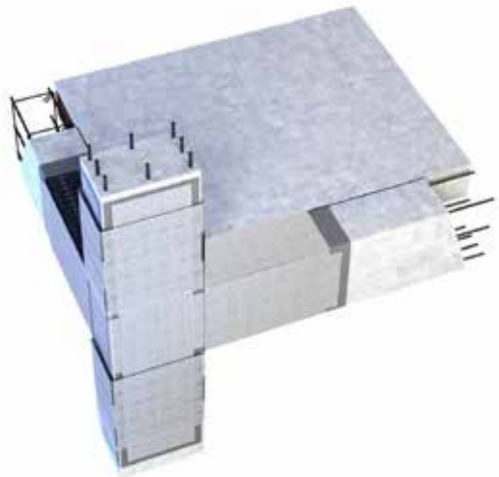


6  Instalação da banda em espessura milimétrica.



8B

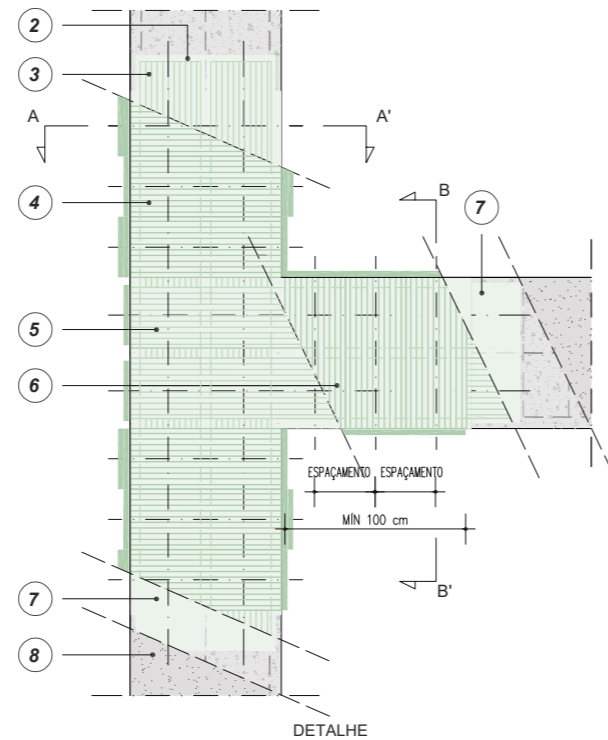
REFORÇO DOS NÓS VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DO REFORÇO EXTERIOR COM TECIDOS EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E ADESIVO EPOXÍDICO



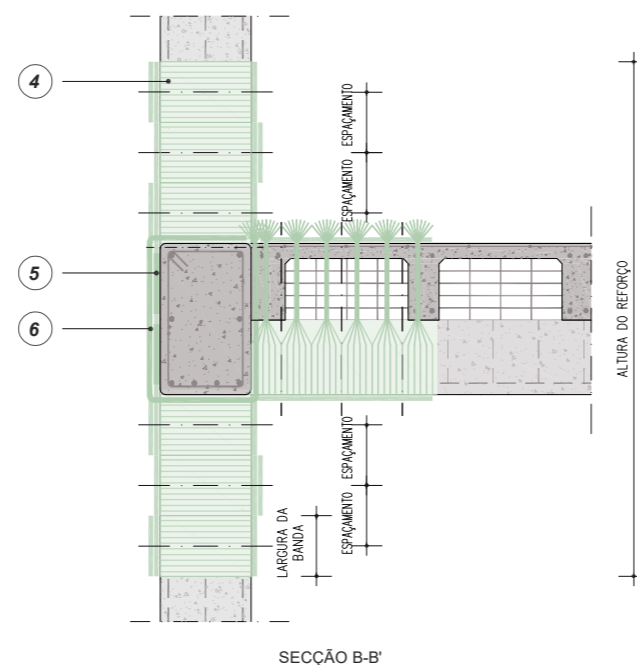
VISTA AXONOMÉTRICA REFORÇO DE NÓ DE CANTO

NOTA

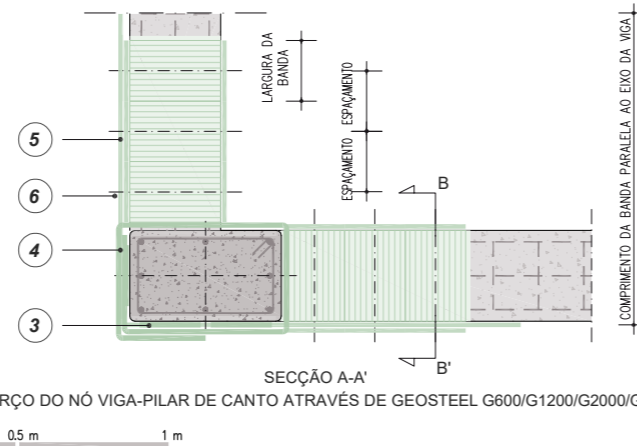
A norma CNR-DT 200 R1/2013, no parágrafo 4.8.1.1, sublinha que a resistência média à compressão do betão não deve ser inferior a 15 N/mm² no caso de reforço por aderência.



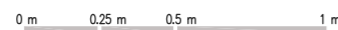
REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

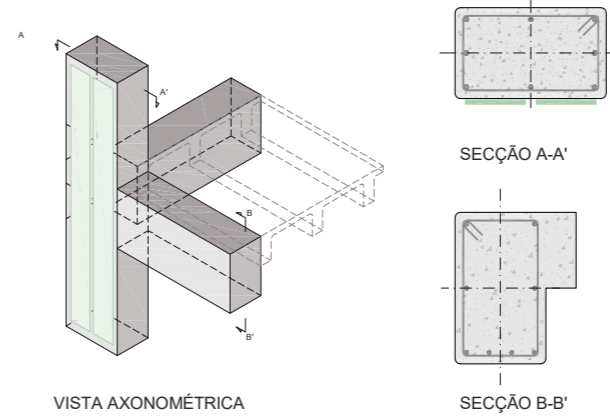


REFORÇO DO NÓ VIGA-PILAR DE CANTO ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

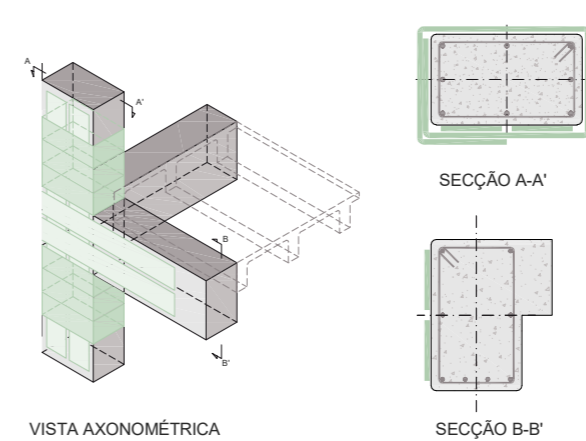


REFORÇO DE NÓ DE CANTO

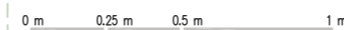
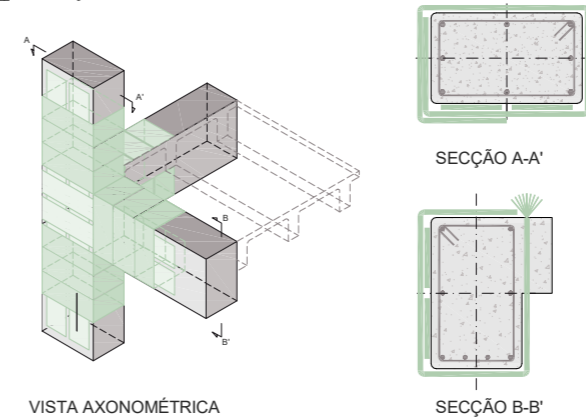
FASE I: REFORÇO À FLEXÃO DO PILAR



FASE II: REFORÇO LONGITUDINAL DA VIGA E CONFINAMENTO DO PILAR



FASE III: REFORÇO AO CORTE DA VIGA



QUADRO NORMATIVO

Reforço e encamisamento com materiais compósitos

O uso de materiais compósitos (ou outros materiais resistentes à tracção), no reforço sísmico de elementos de betão armado, tem como fim conseguir os seguintes objectivos:

- aumento da resistência ao corte de pilares, vigas, nós viga-pilar e paredes através de aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos;
- aumento da resistência nas partes finais de vigas e pilares através da aplicação de bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos varões longitudinais e devidamente ancorados, para que se garanta a eficácia da ancoragem ao longo do tempo;
- aumento da ductilidade dos elementos unidimensionais, por efeito da acção de confinamento passivo exercida pelas bandas com as fibras dispostas segundo a direcção dos estribos.

Para as verificações de segurança dos elementos reforçados com materiais compósitos, podem-se adoptar documentos de validade comprovada. (Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Actualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4.2.3)

[...] Com o fim de garantir um bom comportamento do conjunto do sistema nó-viga-pilar, e garantir um aumento significativo da ductilidade do sistema, e da estrutura no seu conjunto, as intervenções propostas conseguem também um aumento da resistência ao corte das vigas e dos pilares nas suas partes finais convergentes no nó e um confinamento das extremidades dos pilares, onde se concentram as exigências máximas de ductilidade à flexo-compressão. (Linhas gerais para a reparação e o reforço de elementos estruturais, fecho de alvenarias e divisórias § 3.1.- DPC, ReLUIS)

EM CASO DE SUPORTES NÃO DEGRADADOS, TORNAR ÁSPERA A SUPERFÍCIE, LIMPEZA E REMOÇÃO DE PÓ E ÓLEOS QUE POSSAM COMPROMETER A ADERÊNCIA DO SISTEMA, ATRAVÉS DE AR COMPRIMIDO OU JACTO DE ÁGUA. EM CASO DE SUPORTE EVIDENTEMENTE DEGRADADO, IRREGULARES OU DANIFICADO POR AÇÕES AGRESSIVAS: REMOÇÃO EM PROFUNDIDADE DO BETÃO DEGRADADO ATRAVÉS DE SANEAMENTO MECÂNICO OU HIDRODEMOLIÇÃO, TENDO O CUIDADO DE TORNAR ÁSPERO O SUBSTRATO COM RUGOSIDADE DE PELO MENOS 5 mm; REMOÇÃO DA OXIDAÇÃO DOS VARÕES DA ARMADURA ATRAVÉS DE ESCOVAGEM (MANUAL OU MECÂNICA) OU JACTO DE AREIA; RECONSTRUÇÃO MONOLÍTICA OU BARRAMENTO DA SECÇÃO COM A GEOARGAMASSA TIXOTRÓPICA **GEOLITE®**. PREPARAR O SUPORTE COM RUGOSIDADE DE PELO MENOS 0,5 mm E REALIZAR O ARREDONDAMENTO DAS ARESTAS COM UM RAIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

1 Após a comprovação da qualidade do suporte e ter, eventualmente, procedido à recuperação do betão degradado e ao tratamento dos varões metálicos, pode ser adequado recorrer a uma passagem com jacto de areia adicional sobre a superfície afectada ao reforço.
[...] Caso se trabalhe sobre uma superfície de betão que não necessite de reparação, mas que seja de qualidade insuficiente, deve-se avaliar a possibilidade de aplicar sobre a mesma um consolidante.
[...] Em geral, é necessário verificar que sobre a superfície de aplicação do reforço não estejam presentes poeiras, gorduras, hidrocarbonetos e/ou tensoactivos. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.1.3)

2 APÓS A CURA DOS TRATAMENTOS PRÉVIOS, APLICAÇÃO DE UMA PRIMEIRA DEMÃO DE ADESIVO MINERAL EPOXÍDICO **GEOLITE® GEL**, GARANTINDO SOBRE O SUPORTE UMA QUANTIDADE DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO. PREVER A APLICAÇÃO DAS CAMADAS SEGUINTE DE TECIDO SOBRE A MATRIZ AINDA FRESCA

3 INSTALAÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DO PILAR, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

4 INSTALAÇÃO DA SEGUNDA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DO PILAR (CONFINAMENTO DO PILAR), PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

5 INSTALAÇÃO DA TERCEIRA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** POSICIONADO EM BANDAS PARALELAS AO EIXO DA VIGA, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

6 INSTALAÇÃO DA QUARTA CAMADA DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300**, POSICIONADO EM BANDAS PERPENDICULARES AO EIXO DA VIGA (REFORÇO AO CORTE), TENDO ATENÇÃO À EVENTUAL PRESENÇA DE LAJES, PROTEGIDO POR UMA SEGUNDA CAMADA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESSURA MÉDIA 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

7 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM **GEOLITE® GEL** NUMA ESPESSURA MÉDIA DE 2-3 mm PARA FAZER O RECOBRIMENTO, EMBEBER O TECIDO EM AÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS, FRESCO SOBRE FRESCO

Quando o sistema de reforço é instalado em ambientes particularmente agressivos ou, de qualquer modo, se queira garantir uma protecção adicional para além da já fornecida pela georgamassa, aconselha-se a aplicação final da tinta elastomérica **KERAKOVER ACRILEX FLEX**, a aplicar, se possível, também nas zonas não reforçadas. Se as obras estão em contacto permanente ou ocasional com substâncias líquidas, aconselha-se a contactar o departamento técnico da Kerakoll para preparar o sistema de protecção mais adequado.

8 SUGERE-SE BARRAMENTO COM **GEOCALCE® MULTIUSO** OU **RASOBUILD® ECO TOP** COM UMA PULVERIZAÇÃO DE **QUARZO 5.12** OU AREIA SECA DE GRANULOMETRIA ADEQUADA SOBRE O SISTEMA EPOXÍDICO AINDA FRESCO, NO CASO DE EVENTUAL REBOCO

kerakoll



kerakoll.com