

**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

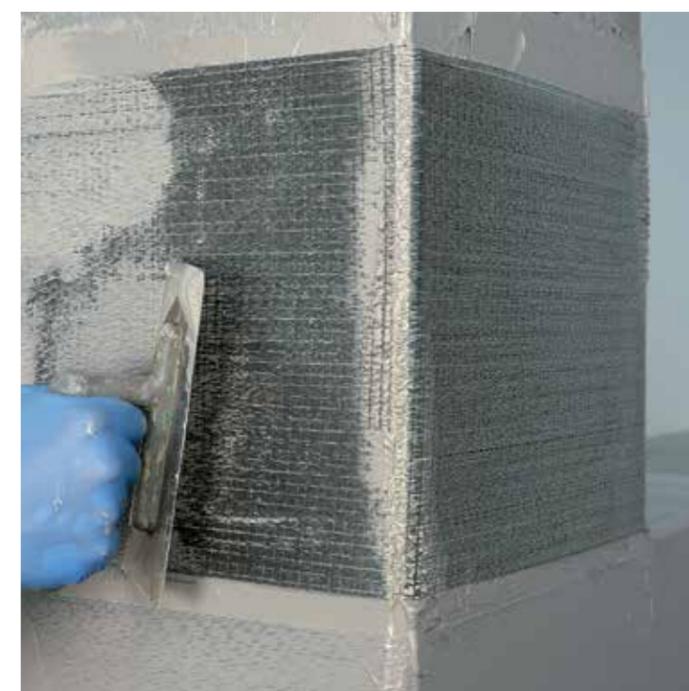
Em Portugal e no resto do mundo, numerosas patologias afectam o património edificado, em todas as suas formas: desde a construção histórica em alvenaria de variada natureza até às mais recentes estruturas em betão armado. O estudo destas patologias evidenciou aspectos relacionados com a presença de alvenarias 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.



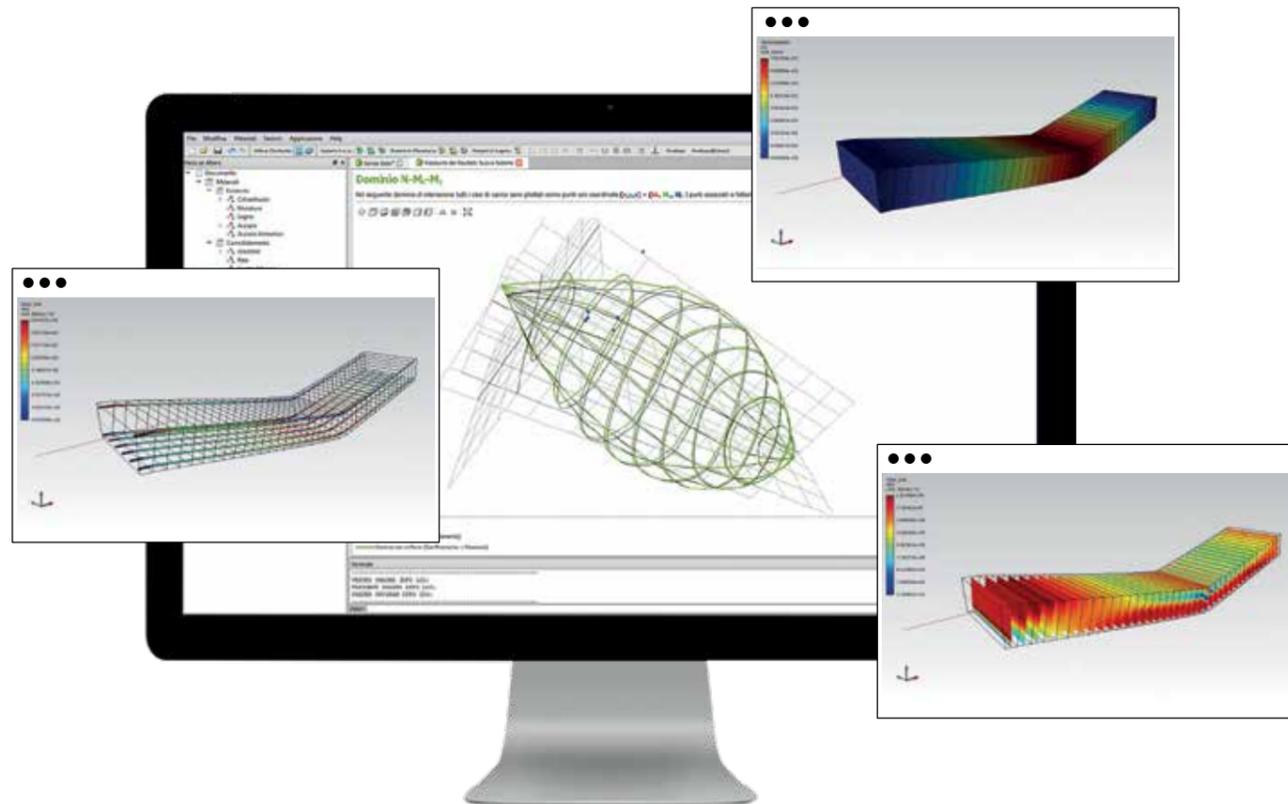
A Kerakoll é membro contribuinte e parceiro de





## 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

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



## SOLUÇÕES PARA A CONSOLIDAÇÃO DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA PORTANTE DE TIJOLO MACIÇO, TUFO, PEDRA NATURAL, TERRA CRUA E ADOBE

### ALVENARIA E PILARES

<b>21A</b>		Reparação de lesões de alvenarias através da técnica de embricamento com argamassa à base de cal hidráulica natural pura	70
<b>21B</b>		Reparação de lesões de alvenarias através da técnica de embricamento com argamassa à base de cal hidráulica natural pura e a inserção generalizada de conexões transversais	72
<b>22</b>		Refechamento de juntas em alvenaria com argamassa à base de cal hidráulica natural pura	74
<b>23A</b>		Refechamento armado de juntas à vista através de argamassa à base de cal hidráulica natural pura e varões helicoidais em aço inox	76
<b>23B</b>		Refechamento armado de juntas em alvenaria à vista e conexões transversais através de argamassa à base de cal hidráulica natural pura, conectores e varões helicoidais em aço inox	78
<b>24</b>		Consolidação e reforço de alvenaria antiga irregular através de injeção de argamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura	80
<b>25A</b>		Consolidação e reforço de alvenaria antiga irregular através da inserção generalizada de diátonos em fibra de aço galvanizado injectados com geoargamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura	82
<b>25B</b>		Consolidação e reforço de alvenaria antiga irregular através da distribuição generalizada e reticulada de diátonos em fibra de aço galvanizado injectados com geoargamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura	84
<b>25C</b>		Conexões transversais e ligação mecânica de alvenarias antigas através da fixação a seco com varões helicoidais em aço inox	86
<b>26</b>		Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga através de encamisamento com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	88
<b>27A</b>		Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga de pedra através de encamisamento generalizado com rede em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	90
<b>27B</b>		Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga de bloco cerâmico maciço através de encamisamento generalizado com rede em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	92
<b>27C</b>		Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga em terra crua/adobe através de encamisamento generalizado com rede em fibra natural de basalto e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	94

<b>28</b>		Consolidação e reforço de panos de parede resistente através de cintagem ao nível dos pisos com bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	96
<b>29</b>		Consolidação e reforço de panos de parede resistente através da sua armação com interposição de bandas de tecido em fibra de aço galvanizado nas juntas e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	98
<b>30</b>		Realização de amarrações de fachada através da instalação de bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	100
<b>31</b>		Reforço de pilares em alvenaria através de confinamento com bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	102
<b>32</b>		Reforço de pilares em alvenaria à vista através de confinamento pontual com varões helicoidais em aço inox inseridos a seco	104
<b>33</b>		Reforço de pilares em alvenaria à vista através de confinamento pontual com conectores em fibra de aço galvanizado injectados com geoargamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura	106

### ARCOS

<b>34</b>		Reforço e consolidação de arcos através do reforço do extradorso com bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	108
<b>35</b>		Reforço e consolidação de arcos através do reforço do intradorso com bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	110
<b>36</b>		Reforço e consolidação de arcos pelo intradorso através da fixação a seco de varões helicoidais em aço inox	112
<b>37</b>		Reforço e consolidação de arcos pelo intradorso através da fixação de conectores em fibra de aço galvanizado injectados com geoargamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura	114

## SOLUÇÕES PARA A CONSOLIDAÇÃO DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA PORTANTE DE TIJOLO MACIÇO, TUFO, PEDRA NATURAL, TERRA CRUA E ADOBE

### ABÓBADAS

<b>38</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de berço através do reforço do extradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	116
<b>39</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de berço através do reforço do intradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	118
<b>40</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de berço através do reforço do extradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	120
<b>41</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de berço através de reforço do intradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	122
<b>42</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de aresta através do reforço do extradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	124
<b>43</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de aresta através do reforço do intradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	126
<b>44</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de aresta através do reforço do extradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	128
<b>45</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de aresta através do reforço do intradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	130
<b>46</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de claustro através do reforço do extradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	132

<b>47</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de claustro através do reforço do intradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	134
<b>48</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de claustro através do reforço do extradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	136
<b>49</b>		Reforço e consolidação de abóbadas de claustro através do reforço do intradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	138

### CÚPULAS

<b>50</b>		Reforço e consolidação de cúpulas através do reforço do extradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	140
<b>51</b>		Reforço e consolidação de cúpulas através do reforço do intradorso com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	142
<b>52</b>		Reforço e consolidação de cúpulas através do reforço do extradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	144
<b>53</b>		Reforço e consolidação de cúpulas através do reforço do intradorso com rede distribuída em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura	146

# 21A

## Reparação de lesões de alvenarias através da técnica de embricamento com argamassa à base de cal hidráulica natural pura

### PRESCRIÇÃO

1. Preparação do suporte. Remover a parte de alvenaria realizada com pedra e/ou tijolo, localmente degradada e/ou lesionada, removendo também a argamassa de assentamento original inconsistente e tudo o que possa comprometer os trabalhos posteriores; proceder seguidamente à lavagem da parede.
2. Reconstrução do novo aparelho da parede. Proceder à reconstrução da alvenaria utilizando tijolos maciços e/ou pedras assentes utilizando GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO. Aplicar a argamassa com colher de pedreiro para formar a camada de assentamento, assentar então o elemento construtivo fazendo ligeiros movimentos rotativos até obter o alinhamento certo e o posicionamento à cota; remover a argamassa em excesso na face da alvenaria. Os blocos novos devem ser embricados em ambos os lados da alvenaria velha.

### ADVERTÊNCIAS

O projectista pode avaliar a inserção de varões helicoidais em aço inox AISI 304 tipo STEEL HELIBAR 6, nas juntas de argamassa para um melhor embricamento e ligação entre a alvenaria existente e a reconstruída. Com base nas exigências do projecto, em alternativa às geoargamassas com resistência à compressão da classe M15 GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO, pode ser adoptada a argamassa de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 BIOCALCE MUROSANO (classe de resistência à compressão M5).

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

### ESPECIFICAÇÃO

Reconstrução de partes de paredes lesionadas com a técnica de embricamento, através de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural NHL 3.5 pura e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-2,5 ou, em alternativa, 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: remoção das argamassas velhas degradadas nas juntas da alvenaria com o cuidado de salvaguardar os blocos em bom estado de conservação, escovagem posterior e lavagem dos mesmos; reconstrução da alvenaria através da substituição parcial do material com método de embricamento.

Inclui-se: a argamassa e os tijolos necessários, a carga, o transporte e a descarga do material; a betumação e limpeza das juntas. Exclui-se: 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 ao metro quadrado de alvenaria em tijolo de uma face.

**1**

Identificação da lesão vertical que afecta uma porção vasta da parede.

**2**

Identificação da alvenaria com partes extensas em falta.

**3**

Preparação dos suportes e reconstrução do aparelho da parede através de GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO.

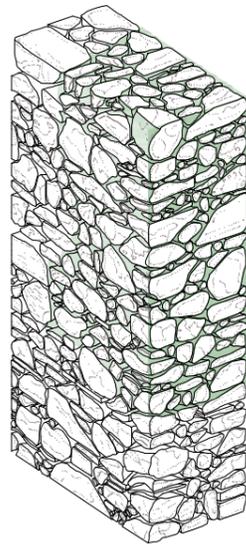
**4**

Coexistência da parte nova de alvenaria reconstruída com a original.



# 21A

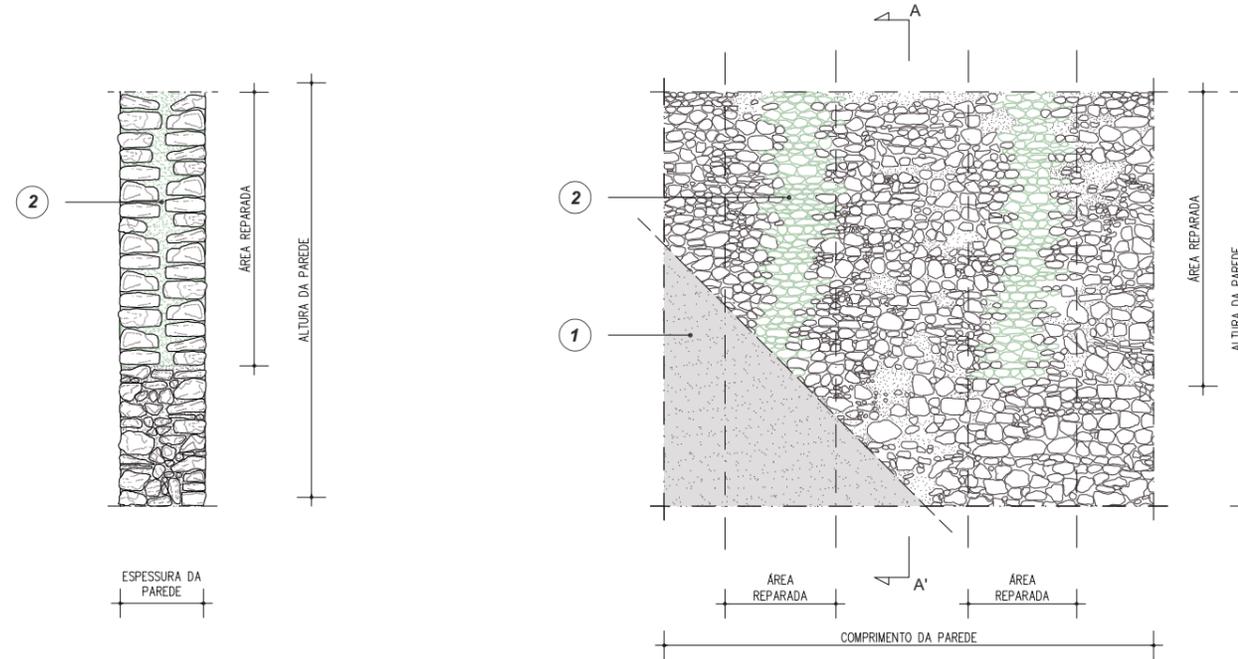
REPARAÇÃO DE LESÕES DE ALVENARIAS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE EMBRICAMENTO COM ARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA



VISTA AXONOMÉTRICA INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO

**NOTA**

Os desenhos representam, a título de exemplo, um aparelho de alvenaria em pedra, mas o esquema permanece invariável se se estiver em presença de alvenaria de tijolo ou tufo.

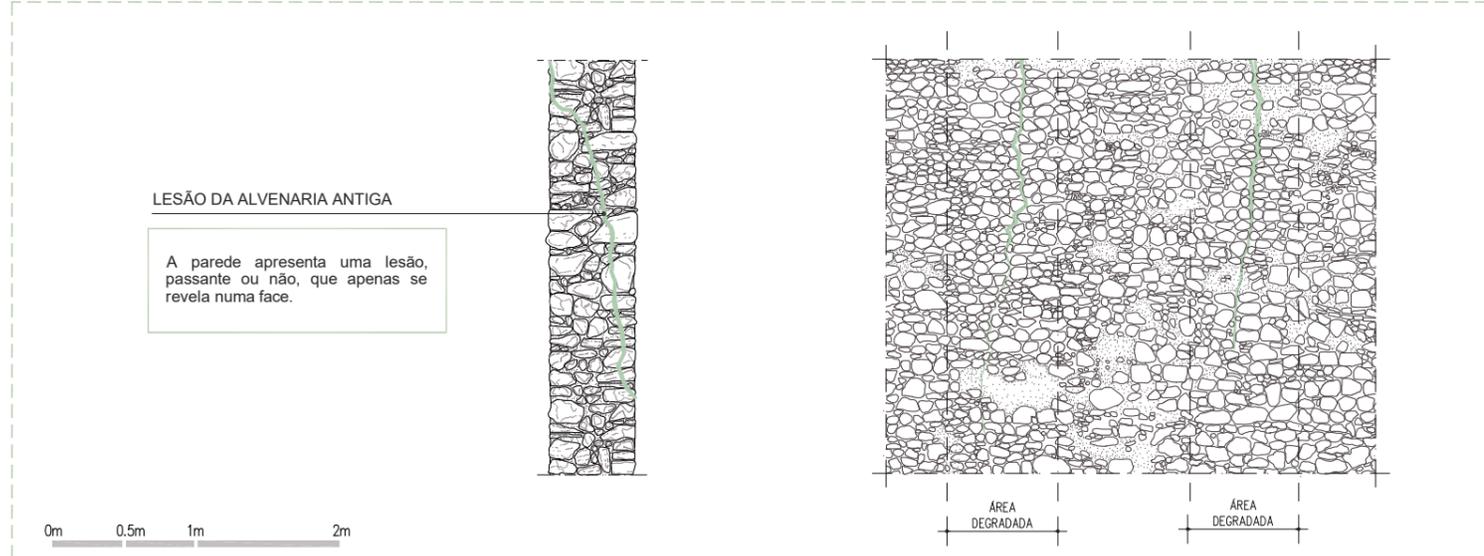


SECÇÃO A-A' INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO COM GEOCALCE® G ANTISISMICO OU GEOCALCE® F ANTISISMICO

DETALHE INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO COM GEOCALCE® G ANTISISMICO OU GEOCALCE® F ANTISISMICO

0m 0.5m 1m 2m

TIPO DE DANO PARA O QUAL SE ACONSELHA A INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO



QUADRO NORMATIVO

**Conexões das paredes entre si e aos pisos**

As conexões das paredes entre si e aos pisos têm a função de reduzir a esbelteza das paredes em relação à flexão horizontal e vertical. Isto tem o duplo efeito de:

1. limitar os deslocamentos fora do plano na direcção horizontal, prevenindo o desligamento das vigas da laje e da cobertura;
2. limitar a amplitude da porção de parede potencialmente afectada por mecanismos para fora do plano, reduzindo a vulnerabilidade em relação ao derrube local.

Se a ligação entre paredes for fraca ou estiver deteriorada, pode ser realizado um embricamento adequado entre volumes adjacentes. Esta pode ser realizada ou melhorada com intervenções locais. Entre estas, por exemplo, podem ser incluídas diversas tipologias de intervenção, entre as quais a **técnica de embricamento**.

(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)

**Aumento da capacidade das paredes**

Quando as secções de parede são constituídas por materiais de baixa qualidade, pode ser oportuno melhorar as características mecânicas das mesmas. O tipo de intervenção a aplicar deve ser avaliado com base na tipologia e na qualidade da alvenaria e pode variar desde a reconstrução parcial (intervenções de embricamento) até à consolidação através de injeções, intervenções superficiais ou outras técnicas adequadas; deve-se proceder à verificação preliminar da compatibilidade físico-química dos materiais novos com os originais. Nos casos em que se realizem **injeções com mistura de ligantes**, deve-se verificar também a exequibilidade da intervenção em termos de capacidade das paredes de absorver e distribuir as argamassas injectadas, prestando atenção na escolha da pressão de introdução da mistura, para evitar problemas localizados.

(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 - 4)

1 EVENTUAL REMOÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE REFORÇO

2 RECONSTRUÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DAS PEDRAS DE ALVENARIA REMOVIDAS COM NOVOS ELEMENTOS COM SUPERFÍCIE RUGOSA E ASSENTES COM GEOCALCE® G ANTISISMICO OU GEOCALCE® F ANTISISMICO. DEVE-SE PRESTAR ATENÇÃO AO EMBRICAR OS ELEMENTOS NOVOS PARA QUE SE MANTENHA A HORIZONTALIDADE DOS PREEXISTENTES. ACONSELHA-SE A REUTILIZAÇÃO, SEMPRE QUE POSSÍVEL, DAS PEDRAS DA ALVENARIA ORIGINAL

ADVERTÊNCIA: O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, em alternativa às geoargamassas com resistência à compressão da classe M15 **GEOCALCE® G ANTISISMICO** ou **GEOCALCE® F ANTISISMICO**, a argamassa de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 **BIOCALCE® ENFOSCADO** (classe de resistência à compressão M5).

# 21B

## Reparação de lesões de alvenarias através da técnica de embricamento com argamassa à base de cal hidráulica natural pura e a inserção generalizada de conexões transversais



### PRESCRIÇÃO

1. Preparação do suporte. Remover a parte de alvenaria localmente degradada e/ou lesionada, removendo também a argamassa de assentamento original inconsistente e tudo o que possa comprometer os trabalhos posteriores; proceder seguidamente à lavagem da parede.
2. Reconstrução do novo aparelho da parede. Proceder à reconstrução da alvenaria utilizando tijolos maciços e/ou pedras assentes utilizando GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO. Aplicar a argamassa com colher de pedreiro para formar a camada de assentamento, assentar então o elemento construtivo fazendo ligeiros movimentos rotativos até obter o alinhamento certo e o posicionamento à cota; remover a argamassa em excesso na face da alvenaria. Os blocos novos devem ser embricados em ambos os lados da alvenaria velha.
3. Realização de furos. Realizar um furo com diâmetro e profundidade de ancoragem adequados para acolher o posterior material de reforço, na proximidade da junta de argamassa, assegurando a remoção da argamassa na proximidade do furo, para poder depois embeber a extremidade desfibrihada do conector.
4. Preparação e instalação do conector do tipo diátono. Realizar o diátono com a introdução de uma banda de tecido da gama GEOSTEEL de largura adequada, de modo a dispor no interior do conector o número de cabos mínimo necessário de projecto para atingir as resistências de tracção exigidas; ter o cuidado de desfiar a parte terminal da banda de tecido, através de corte da rede de suporte, procedendo com um corte paralelo aos cabos num comprimento igual ao do desfibrilhamento que se pretende sobrepor na alvenaria, garantindo um raio mínimo de desfibrilhamento de 10 cm. No caso de um conector com desfibrilhamento em ambos os lados, realizar essa operação em ambas as extremidades da faixa de fibra, enrolar a banda sobre si própria, tendo o cuidado de realizar um cilindro de diâmetro adaptado ao furo realizado. Instalar o conector no interior do furo e instalar o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL para posterior injeção de argamassas fluidas.
5. Ligação mecânica do conector do tipo diátono. Para consolidar a parede e garantir a sua boa ligação mecânica ao diátono, efectuar uma injeção a baixa pressão (inferior a 1,5 bar) da geoargamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO, com molhagem prévia dos suportes, através do furo próprio existente na extremidade do conector. No final desta fase, fechar o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL com a tampa respectiva. Realizar a aplicação final de GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber o reforço e reconstruir as juntas de argamassa.

### ADVERTÊNCIAS

O projectista pode avaliar a inserção de varões helicoidais em aço inox AISI 304 tipo STEEL HELIBAR 6, nas juntas de argamassa para um melhor embricamento entre a alvenaria existente e a reconstruída. Com base nas exigências do projecto, em alternativa às geoargamassas com resistência à compressão da classe M15 GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO, pode ser adoptada a argamassa de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 BIOCALCE MUROSANO (classe de resistência à compressão M5).

Para o projecto dos diátonos Geosteel, pode-se fazer referência às indicações presentes na Tabela 25A.

Em alternativa aos diátonos, é possível optar pela realização da conexão transversal utilizando os varões helicoidais STEEL DRYFIX. Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

### ESPECIFICAÇÃO

Reconstrução de partes de paredes lesionadas com a técnica de embricamento e reforço da parede de alvenaria, através de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-2,5 ou, em alternativa, 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12) e inserção de diátonos artificiais realizados com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso de fibra de aprox. 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torsão em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; a carga de rotura do conector obtém-se multiplicando o número de cabos incluídos na largura do conector pela carga de rotura característica de cada cabo ≥ 1500 N.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: remoção das argamassas velhas degradadas nas juntas da alvenaria com o cuidado de salvar os blocos em bom estado de conservação, escovagem posterior e lavagem dos mesmos; reconstrução da alvenaria através da substituição parcial do material com método de embricamento; realização do furo de entrada, com dimensão (diâmetro e profundidade) adequada à natureza do conector, e posterior remoção da argamassa na área adjacente ao furo realizado; preparação do conector metálico através de corte, “desfibrilhamento”, e enrolamento final do tecido em fibra de aço galvanizado, com fecho do mesmo através de braçadeira plástica; inserção do conector no interior do furo (número, profundidade de ancoragem, distância entre eixos a definir pelo projetista); inserir a extremidade de injeção em polipropileno e fibra de vidro no diátono em fibra de aço de modo a dobrar em 90° a parte terminal do tubo desfibrilhado; ligação mecânica do conector através da injeção a baixa pressão de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fixação dos cabos “desfibrilhados”, com ocultação total do conector.

Inclui-se: a argamassa e os tijolos necessários, a carga, o transporte e a descarga do material; a betumação e limpeza das juntas, o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos. Uma vez que os diátonos são passantes/não passantes\*, devem ser calculados 1/2\* injectores. A quantificação da argamassa de injeção é calculada apenas para o enchimento do furo do diátono. Exclui-se: 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 ao metro quadrado de alvenaria em tijolo de uma face.

\*consoante o tipo de intervenção

1

Identificação da lesão vertical que afecta uma porção vasta da parede.



2

Preparação dos suportes e reconstrução do aparelho da parede através de GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO.



3

Execução dos furos na parede e molhagem dos suportes.



4

Desfibrilhamento do tecido GEOSTEEL, enrolamento do tecido para a realização do diátono.



5

Instalação do conector realizado com tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



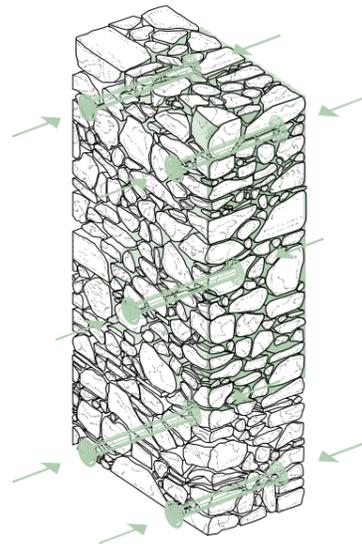
6

Injeção a baixa pressão do GEOCALCE FL ANTISISMICO, até ao preenchimento completo de eventuais vazios ou lesões internas.

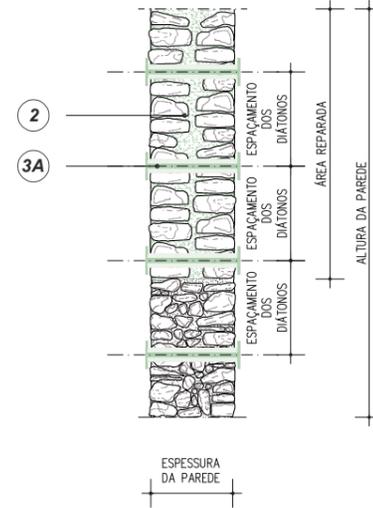


# 21B

REPARAÇÃO DE LESÕES DE ALVENARIAS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE EMBRICAMENTO COM ARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA E A INSERÇÃO GENERALIZADA DE CONEXÕES

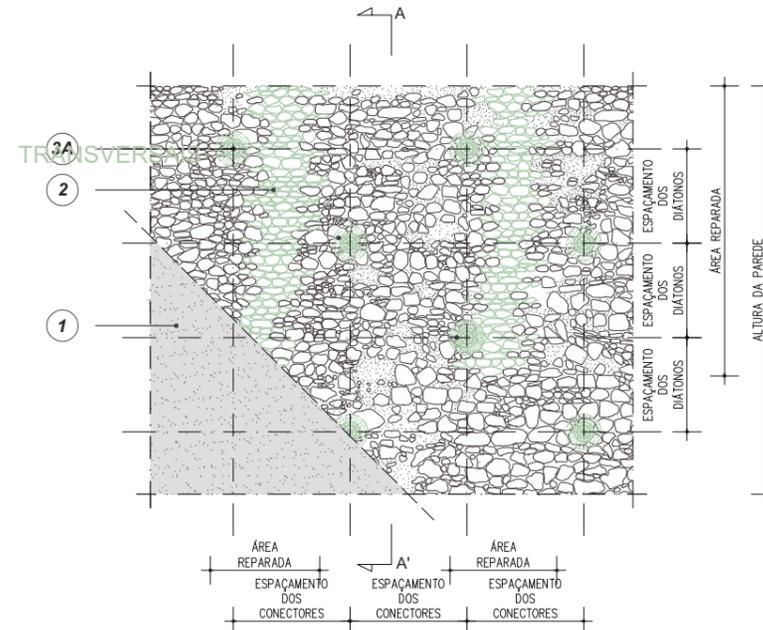


VISTA AXONOMÉTRICA  
COMBINAÇÃO DA INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO COM A INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

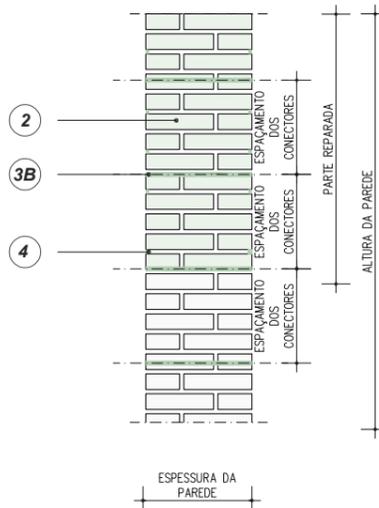


SEÇÃO A-A'  
COMBINAÇÃO DA INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO COM A INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

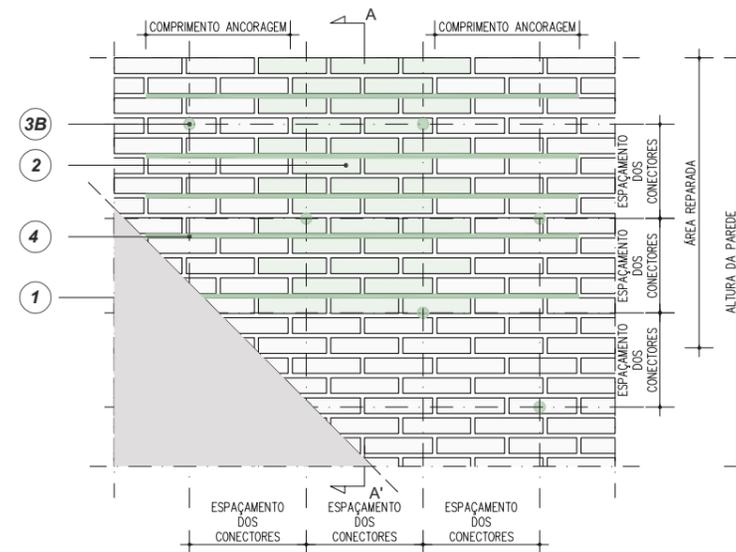
0m 0.5m 1m 2m



DETALHE  
COMBINAÇÃO DA INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO COM A INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200



SEÇÃO A-A'  
COMBINAÇÃO DA INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO COM A INSERÇÃO GENERALIZADA DE CONEXÕES TRANSVERSAIS REALIZADAS COM VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX® E REFECHAMENTO ARMADO COM VARÕES HELICOIDAIS STEEL HELIBAR® 6



DETALHE  
COMBINAÇÃO DA INTERVENÇÃO DE EMBRICAMENTO COM A INSERÇÃO GENERALIZADA DE CONEXÕES TRANSVERSAIS REALIZADAS COM VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX® E REFECHAMENTO ARMADO COM VARÕES HELICOIDAIS STEEL HELIBAR® 6

## QUADRO NORMATIVO

### Conexões das paredes entre si e aos pisos

As conexões das paredes entre si e aos pisos têm a função de reduzir a esbelteza das paredes em relação à flexão horizontal e vertical. Isto tem o duplo efeito de:

1. limitar os deslocamentos fora do plano na direcção horizontal, prevenindo o desligamento das vigas da laje e da cobertura;
2. limitar a amplitude da porção de parede potencialmente afectada por mecanismos para fora do plano, reduzindo a vulnerabilidade em relação ao derrube local.

Se a ligação entre paredes for fraca ou estiver deteriorada, pode ser realizado um embricamento adequado entre volumes adjacentes. Esta pode ser realizada ou melhorada com intervenções locais. Entre estas, por exemplo, podem ser incluídas diversas tipologias de intervenção, entre as quais a **técnica de embricamento**.

(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)

### Aumento da capacidade das paredes

Quando as secções de parede são constituídas por materiais de baixa qualidade, pode ser oportuno melhorar as características mecânicas das mesmas. O tipo de intervenção a aplicar deve ser avaliado com base na tipologia e na qualidade da alvenaria e pode variar desde a reconstrução parcial (intervenções de embricamento) até à **consolidação** através de injeções, intervenções superficiais ou outras técnicas adequadas; deve-se proceder à verificação preliminar da compatibilidade físico-química dos materiais novos com os originais. Nos casos em que se realizem **injeções com mistura de ligantes**, deve-se verificar também a exequibilidade da intervenção em termos de capacidade das paredes de absorver e distribuir as argamassas injectadas, prestando atenção na escolha da pressão de introdução da mistura, para evitar problemas localizados.

(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 - 4)

## 1 EVENTUAL REMOÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE REFORÇO

Em aparelhos de alvenaria de face à vista, aconselha-se abrir o tecido desfibrilhado do conector e ocultá-lo nas juntas da alvenaria.

RECONSTRUÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DAS PEDRAS DE ALVENARIA REMOVIDAS COM NOVOS ELEMENTOS COM SUPERFÍCIE RUGOSA E ASSENTES COM **GEOCALCE® G ANTISISMICO** OU **GEOCALCE® F ANTISISMICO**. DEVE-SE PRESTAR ATENÇÃO AO EMBRICAR OS ELEMENTOS NOVOS PARA QUE SE MANTENHA A HORIZONTALIDADE DOS PREEXISTENTES. ACONSELHA-SE A REUTILIZAÇÃO, SEMPRE QUE POSSÍVEL, DAS PEDRAS DA ALVENARIA ORIGINAL.

ADVERTÊNCIA: O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, em alternativa às geoargamassas com resistência à compressão da classe M15 **GEOCALCE® G ANTISISMICO** ou **GEOCALCE® F ANTISISMICO**, a argamassa de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 **BIOCALCE® ENFOSCADO** (classe de resistência à compressão M5).

## 3A INSERÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200 ANCORADOS NA ALVENARIA COM GEOCALCE® FL ANTISISMICO

Para um embricamento adequado do aparelho da alvenaria, é possível, em combinação com a intervenção de embricamento, posicionar conectores mecânicos com extremidade desfibrilhada em fibra de aço galvanizado **GEOSTEEL G600/G1200/G2000**, sobretudo no caso de a intervenção afectar um volume amplo da alvenaria, substituindo assim calços em madeira ou grampos metálicos. Para mais informação sobre os diátonos artificiais com extremidade desfibrilhada **GEOSTEEL G600/G1200**, consultar a TAB 25A e o APÊNDICE B.

Aconselha-se realizar furos desfasados com um espaçamento que varia entre 80 e 150 cm. É preferível realizar o furo em elementos da alvenaria de dimensão maior, para evitar o destacamento dos mais pequenos e, portanto, mais fracos.

## 3B INSTALAÇÃO A SECO DOS VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX®

Em alternativa aos conectores mecânicos com extremidade desfibrilhada, para um embricamento adequado da alvenaria, é possível, em combinação com a intervenção de embricamento, posicionar varões helicoidais **STEEL DRYFIX®**, sobretudo no caso em que a intervenção afecte um volume amplo da alvenaria, substituindo assim calços de madeira ou grampos metálicos. Para mais informação sobre os varões helicoidais **STEEL DRYFIX®**, consultar a TAB 25C e o APÊNDICE B.

## 4 INSERÇÃO DE STEEL HELIBAR® 6 INSTALADO NAS JUNTAS COM GEOCALCE® F ANTISISMICO

A elevada flexibilidade do **STEEL HELIBAR® 6** permite realizar a técnica de reposição local ou de refecimento armado também em alvenarias com juntas que apresentam desalinhamentos na argamassa. Para mais informação sobre as fases de montagem do **STEEL HELIBAR® 6**, consultar a TAB 23A.

É possível ligar os conectores **STEEL DRYFIX®** e **STEEL HELIBAR® 6** mediante conexões transversais. Para mais informação sobre as fases de montagem, consultar a TAB 23B.

## 22

## Refechamento de juntas em alvenaria com argamassa à base de cal hidráulica natural pura

### PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Proceder ao avivamento em profundidade das juntas da alvenaria com meios manuais, utilizando exclusivamente raspadores ou ferramentas semelhantes. Prestar muita atenção no caso de utilização de equipamentos mecânicos que poderão danificar os elementos originais da parede. Uma vez terminado o avivamento da junta, deve-se efectuar a lavagem da parede com a utilização de água pulverizada a baixa pressão. O suporte deve estar limpo e consistente, isento de partes friáveis, pó e bolores. As paredes históricas devem estar devidamente limpas de resíduos de trabalhos precedentes (estuques finos, barramentos velhos, etc.) ou depósitos salinos intersticiais e/ou superficiais que possam prejudicar a aderência. Antes de proceder ao enchimento das juntas, molhar sempre os suportes.
2. Refechamento das juntas. Realizar o refechamento profundo das juntas com as geoargamassas GEOCALCE F ANTISISMICO ou GEOCALCE G ANTISISMICO. No refechamento de alvenarias à vista, aplicar uma primeira demão de argamassa nas juntas, devidamente limpas, preparadas e humedecidas, através de colher de pedreiro ou espátula, efectuando um pressão enérgica para garantir a aderência. O preenchimento de superfície da junta pode ser passado à esponja.

### ADVERTÊNCIAS

O GEOCALCE F ANTISISMICO e GEOCALCE G ANTISISMICO são produtos naturais não pigmentados, portanto, a cor pode assumir tonalidades variáveis entre lotes diferentes de produção. Para além disso, sendo um produto mineral, a cor da argamassa endurecida e seca varia em função da absorção dos suportes e das condições atmosféricas durante a aplicação.

O projectista pode escolher, em alternativa às geoargamassas com resistência à compressão da classe M15 GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO, a argamassa de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 BIOCALCE PIEDRA (classe de resistência à compressão M5).

### ESPECIFICAÇÃO

Refechamento de juntas em paredes existentes, através de argamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural NHL 3.5 pura, pozolana natural extrafina, agregados de areia de sílica e mármore branco puro Macael de curva granulométrica 0 – 1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo BIOCALCE PIEDRA da Kerakoll – elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A argamassa natural é provida de marcação CE, está em conformidade com os requisitos da norma EN 998-2 – G/ M5, reacção ao fogo classe A1, resistência à compressão aos 28 dias ≥ 5 N/mm<sup>2</sup>, coeficiente de resistência ao vapor de água (μ) ≥ 15 ≤ 35, aderência ao suporte aos 28 dias >0,55 N/mm<sup>2</sup>.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: remoção das argamassas velhas degradadas presentes nas juntas da alvenaria, numa profundidade de 2 – 3 cm, com o cuidado de salvaguardar as secções em bom estado de conservação, escovagem posterior e lavagem das juntas; preenchimento das juntas de argamassa.

Inclui-se: a carga, o transporte e a descarga do material; mão de obra e equipamentos especiais necessários. Exclui-se: 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 ao metro quadrado de alvenaria refechada.

1

Identificação das paredes com juntas a refechar.



2

Aplicação do GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO.



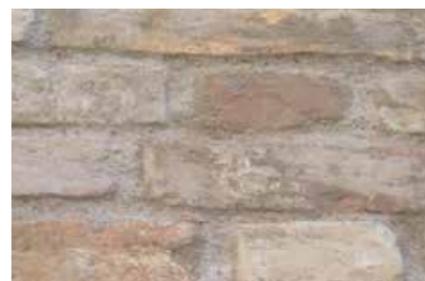
3

Refechamento das juntas realizado na parede existente.

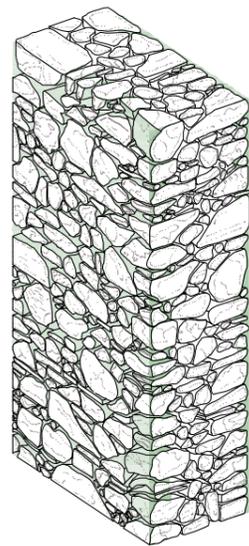
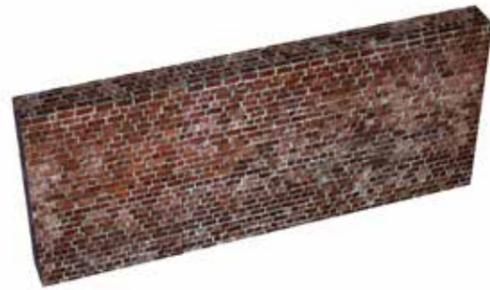


4

Refechamento das juntas com GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO.



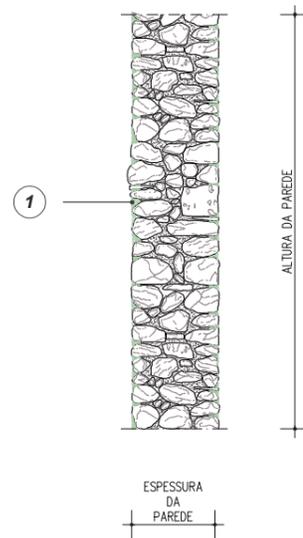
## REFECHAMENTO DE JUNTAS EM ALVENARIA COM ARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA



VISTA AXONOMÉTRICA  
REFECHAMENTO PROFUNDO DE JUNTAS

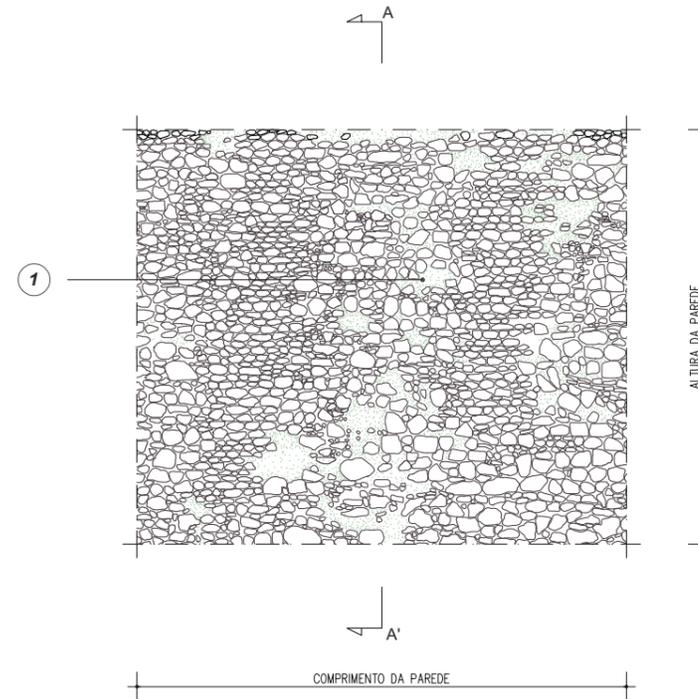
NOTA

Os desenhos representam, a título de exemplo, um aparelho de alvenaria em pedra, mas o esquema permanece invariável se se estiver em presença de alvenaria de tijolo ou tufo. No caso de lacunas no aparelho de alvenaria, a intervenção ilustrada será realizada após a consolidação através de injeção (TAB 24).



SECÇÃO A-A'  
INTERVENÇÃO DE REFECHAMENTO DE JUNTAS ATRAVÉS DE GEOCALCE® G ANTISISMICO OU GEOCALCE® F ANTISISMICO

0m 0.5m 1m 2m



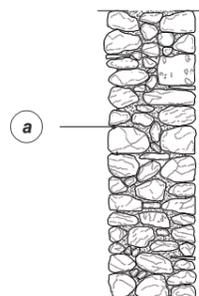
DETALHE  
INTERVENÇÃO DE REFECHAMENTO DE JUNTAS ATRAVÉS DE GEOCALCE® G ANTISISMICO OU GEOCALCE® F ANTISISMICO

SELAGEM PROFUNDA DAS JUNTAS E DAS LESÕES PRESENTES ATRAVÉS DE GEOCALCE® G ANTISISMICO OU GEOCALCE® F ANTISISMICO

ADVERTÊNCIA: O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, em alternativa às geoargamassas com resistência à compressão da classe M15 GEOCALCE® G ANTISISMICO ou GEOCALCE® F ANTISISMICO, a argamassa de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 BIOCALCE® PIEDRA (classe de resistência à compressão M5).

FASES OPERATIVAS PARA A INTERVENÇÃO DE REFECHAMENTO DAS JUNTAS

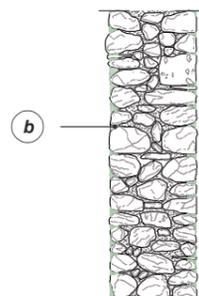
FASE I: AVIVAMENTO DAS JUNTAS



a

AVIVAMENTO EM PROFUNDIDADE DAS JUNTAS DA ALVENARIA EXISTENTES COM MEIOS MANUAIS (TIPO ESCOPRO) E POSTERIOR LAVAGEM COM ÁGUA PULVERIZADA A BAIXA PRESSÃO

FASE II: REFECHAMENTO DAS JUNTAS



b

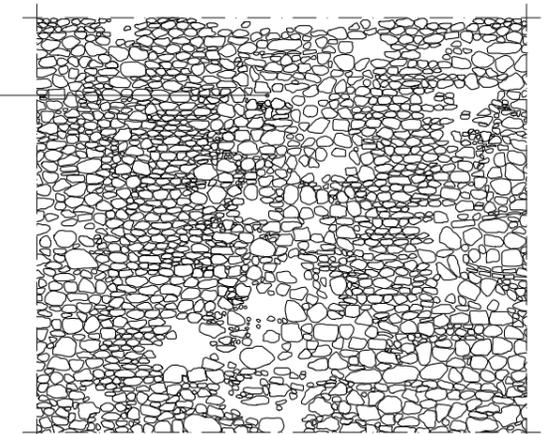
SELAGEM PROFUNDA DAS JUNTAS E DAS LESÕES PRESENTES ATRAVÉS DE GEOCALCE® G ANTISISMICO OU GEOCALCE® F ANTISISMICO, MATERIAIS COM CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MECÂNICAS ANÁLOGAS AOS EXISTENTES

0m 0.5m 1m

TIPO DE DANO PARA O QUAL SE ACONSELHA A INTERVENÇÃO DE REFECHAMENTO DE JUNTAS

FALTA DE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

A parede apresenta-se sem argamassa de assentamento original, com a consequente perda da função de consolidação superficial. O material de enchimento da alvenaria, por outro lado, está em bom estado de conservação.



0m 0.5m 1m 2m

QUADRO NORMATIVO

Aumento da capacidade das paredes

A intervenção de **refechamento de juntas**, se for realizada em ambas as superfícies exteriores, pode melhorar as características mecânicas da parede aumentando, de facto, a área resistente. Deve-se ter cuidado na escolha da argamassa a utilizar em relação à existente. A eventual inserção nas juntas "refechadas" de pequenos varões, cabos ou chapas metálicas ou de outros materiais resistentes à tracção, especialmente se estiverem ligados mecanicamente à alvenaria mediante conexões transversais das paredes e organizados como sistema contínuo nas três direcções, pode melhorar adicionalmente a eficácia da intervenção.

(Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Atualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4 - 4)

## 23A

## Refechamento armado de juntas à vista através de argamassa à base de cal hidráulica natural pura e varões helicoidais em aço inox

### PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Proceder ao avivamento em profundidade das juntas da alvenaria com meios mecânicos ou manuais (cerca de 2-3 cm), prestando muita atenção no caso de utilização de equipamentos mecânicos que poderão danificar os elementos originais da parede. Uma vez terminado o avivamento da junta, em todo o comprimento do varão de enchimento a instalar, deve-se efectuar a lavagem da parede com a utilização de água pulverizada a baixa pressão. O suporte deve estar limpo e consistente, isento de partes friáveis, pó e bolores. As paredes históricas devem estar devidamente limpas de resíduos de trabalhos precedentes (estuques finos, barramentos velhos, etc.) ou depósitos salinos intersticiais superficiais que possam prejudicar a aderência da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO escolhida para o assentamento dos varões STEEL HELIBAR 6. Antes de proceder ao refechamento, molhar sempre os suportes.
2. Refechamento armado de juntas. Fazer o enchimento com a geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO em cerca de 2/3 da espessura de enchimento da junta, e com o auxílio da colher de pedreiro inserir o STEEL HELIBAR 6 na junta. Instalar o varão através de pressão manual, tendo o cuidado que a argamassa de assentamento saia pelos lados do varão; no final da inserção do varão, preencher superficialmente com a mesma argamassa, de modo a garantir a selagem perfeita da junta e a aderência perfeita do varão ao substrato. O preenchimento de superfície da junta pode ser passado à esponja.

### ADVERTÊNCIAS

O GEOCALCE F ANTISISMICO é um produto natural não pigmentado, portanto, a cor pode assumir tonalidades variáveis entre lotes diferentes de produção. Para além disso, sendo um produto mineral, a cor da argamassa endurecida e seca varia em função da absorção dos suportes e das condições atmosféricas durante a aplicação.

### ESPECIFICAÇÃO

Refechamento armado de juntas em paredes existentes, através da utilização de varões helicoidais certificados segundo a EN 845-1, em aço inox AISI 304, providos de marcação CE – tipo STEEL HELIBAR 6 da Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura à tracção > 9,8 kN; carga de rotura ao corte > 5,5 kN; módulo de elasticidade > 130 GPa; deformação final à rotura > 5%; área nominal 8 mm<sup>2</sup>, instalados nas juntas de argamassa, aplicados através de fixação com geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Ermicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: remoção das argamassas velhas presentes nas juntas da alvenaria, posterior escovagem e lavagem das juntas; fazer o enchimento da junta previamente avivada, em cerca de 2/3 da espessura com a geoargamassa; instalar o varão helicoidal através de pressão manual, tendo o cuidado de a argamassa sair pelos lados do varão; no final da inserção do varão, preencher superficialmente com a mesma argamassa, de modo a garantir a selagem perfeita da junta e a fixação do varão, garantindo uma aderência perfeita do mesmo ao substrato. O preenchimento de superfície da junta pode ser passado à esponja.

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; 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 comprimento de junta de alvenaria reconstruída e reforçada.

1

Avivamento em profundidade das juntas da alvenaria com meios manuais.



2

Enchimento da junta com GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO em cerca de 2/3 da espessura da junta.



3

Inserção do STEEL HELIBAR 6.



4

Refechamento da junta com envolvimento do varão.



5

Preenchimento de superfície da junta.





## 23B

## Refechamento armado de juntas em alvenaria à vista e conexões transversais através de argamassa à base de cal hidráulica natural pura, conectores e varões helicoidais em aço inox

### PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Proceder ao avivamento em profundidade das juntas da alvenaria com meios mecânicos ou manuais em pelo menos 3 cm, prestando muita atenção no caso de utilização de equipamentos mecânicos que poderão danificar os elementos originais da parede. Realizar os furos guia de diâmetro adequado para a posterior instalação dos varões helicoidais STEEL DRYFIX 10 na espessura da alvenaria, prever o alargamento do diâmetro para 14 mm nos primeiros 70 mm de profundidade do furo, para a inserção do CONNETTORE STEEL DRYFIX 10. Posteriormente, efectuar a lavagem da parede com a utilização de água pulverizada a baixa pressão. O suporte deve estar limpo e consistente, isento de partes friáveis, pó e bolores. As paredes históricas devem estar devidamente limpas de resíduos de trabalhos precedentes (estuques finos, barramentos velhos, etc.) ou depósitos salinos intersticiais superficiais que possam prejudicar a aderência da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO escolhida para o assentamento dos varões STEEL HELIBAR 6. Antes de proceder ao refechamento, molhar sempre os suportes.
2. Refechamento armado de juntas. Instalar nos furos guia os varões helicoidais STEEL DRYFIX 10 através da ferramenta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12 e, posteriormente, inserir na cabeça dos varões, o CONNETTORE STEEL DRYFIX 10. Fazer o enchimento com a geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO em cerca de 2/3 da espessura de enchimento junta, e com o auxílio da colher de pedreiro inserir o STEEL HELIBAR 6 na junta. Instalar o varão através de pressão manual, tendo o cuidado que a argamassa de assentamento saia pelos lados do varão. Na intersecção com o CONNETTORE STEEL DRYFIX 10, inserir o varão helicoidal STEEL HELIBAR 6 num dos dois furos presentes. O segundo furo pode ser utilizado no caso em que seja necessária um segundo varão helicoidal STEEL HELIBAR 6, previsto como reforço ou como sobreposição. Após a inserção do varão, preencher superficialmente com a mesma argamassa, de modo a garantir a selagem perfeita da junta e a aderência perfeita do varão ao substrato. O preenchimento de superfície da junta pode ser passado à esponja.

### ADVERTÊNCIAS

O GEOCALCE F ANTISISMICO é um produto natural não pigmentado, portanto, a cor pode assumir tonalidades variáveis entre lotes diferentes de produção. Para além disso, sendo um produto mineral, a cor da argamassa endurecida e seca varia em função da absorção dos suportes e das condições atmosféricas durante a aplicação.

### ESPECIFICAÇÃO

Refechamento armado de juntas em paredes existentes, através da utilização de varões helicoidais certificados segundo a EN 845-1, em aço inox AISI 304, providos de marcação CE – tipo STEEL HELIBAR 6 da Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura à tracção > 9,8 kN; carga de rotura ao corte > 5,5 kN; módulo de elasticidade > 130 GPa; deformação final à rotura > 5%; área nominal 8 mm<sup>2</sup>, instalados nas juntas de argamassa, aplicados através de fixação com geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12). Ligação do varão helicoidal – tipo STEEL HELIBAR 6 da Kerakoll – aos conectores introduzidos a seco realizados com varões helicoidais certificados EN 845-1 em aço inox AISI 304-AISI 316, providos de marcação CE, no furo guia próprio no elemento estrutural, com o eventual tratamento prévio de reparação das superfícies degradadas, fornecidos e aplicados em obra através de mandril específico de percussão, – tipo STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura à tracção > 16,2 kN; carga de rotura ao corte > 9,5 kN; módulo de elasticidade > 150 GPa; deformação final à rotura 3%; área nominal 15,50 mm<sup>2</sup>. A ligação entre os dois varões helicoidais deverá ser realizada com o conector próprio – tipo CONNETTORE STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: remoção das argamassas velhas presentes nas juntas da alvenaria numa profundidade de pelo menos 3 cm, realização dos furos guia de diâmetro adequado e posterior escovagem e lavagem das juntas; instalação a seco dos varões helicoidais com diâmetro de 10 mm utilizando o mandril próprio; inserção do conector através de enroscamento; com colher de pedreiro ou pistola manual, fazer o enchimento da junta previamente avivada, em cerca de 2/3 da espessura com a geoargamassa; instalar o varão helicoidal diâmetro 6 mm através de pressão manual, tendo o cuidado de a argamassa sair pelos lados do varão; no final da inserção do varão, preencher superficialmente com a mesma argamassa, de modo a garantir a selagem perfeita da junta e a fixação do varão, garantindo uma aderência perfeita do mesmo ao substrato. O preenchimento de superfície da junta pode ser passado à esponja.

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; 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 comprimento de junta de alvenaria reconstruída e reforçada.

1

Avivamento das juntas da alvenaria e execução dos furos guia.



2

Instalação de STEEL DRYFIX 10.



3

Inserção do CONNETTORE STEEL DRYFIX 10.



4

Enchimento da junta com GEOCALCE F ANTISISMICO em cerca de 2/3 da espessura da junta.



5

Inserção do STEEL HELIBAR 6.



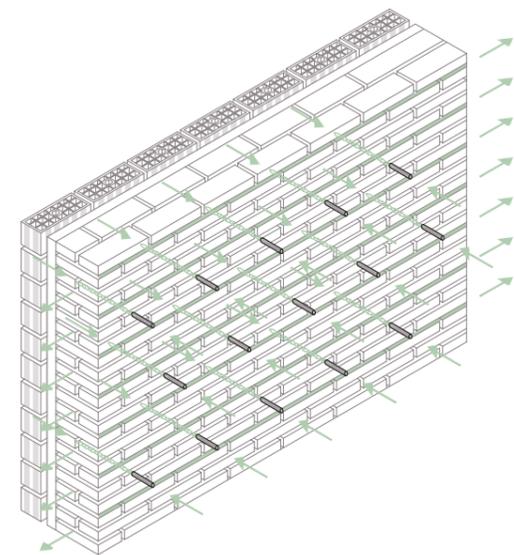
6

Refechamento da junta com envolvimento do varão.



# 23B

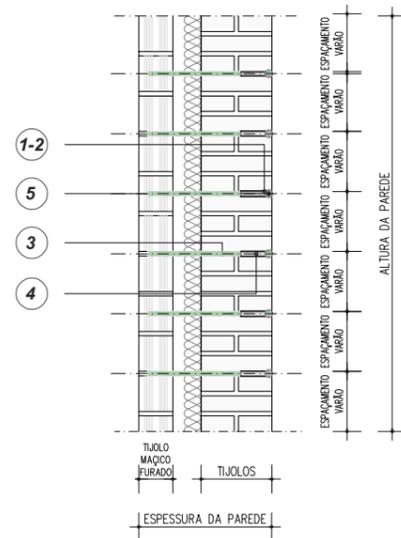
REFECHAMENTO ARMADO DE JUNTAS EM ALVENARIA À VISTA E CONEXÕES TRANSVERSAIS ATRAVÉS DE ARGAMASSA, À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA, CONECTORES E VARÕES HELICOIDAIS EM AÇO INOX



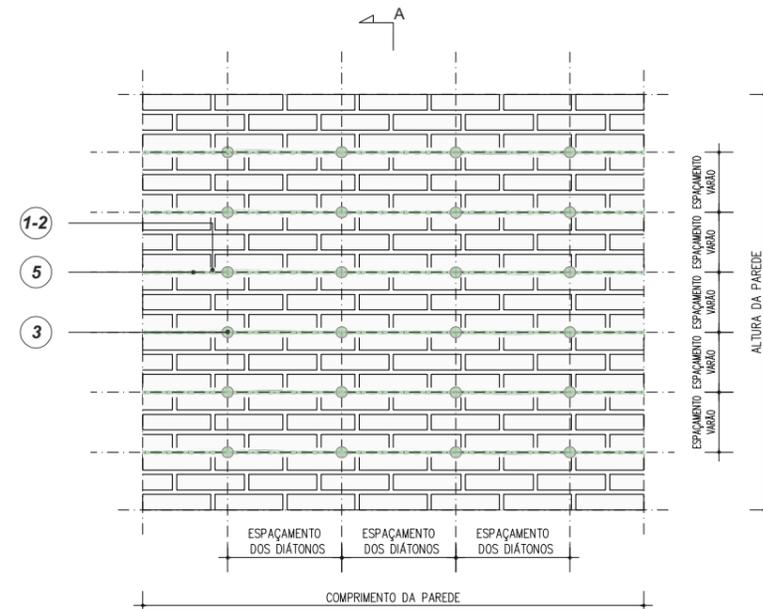
VISTA AXONOMÉTRICA  
REFECHAMENTO ARMADO DE JUNTAS COM STEEL HELIBAR® 6

**NOTA**

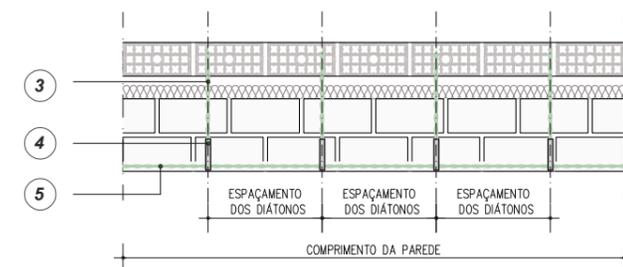
Os varões STEEL DRYFIX® 10, exceptuando na possibilidade de verificar a instalação em obra, geralmente não podem ser projectados para intervenções de ligação mecânica em alvenaria de pedra de elevada consistência mecânica.



SECÇÃO A-A'  
INTERVENÇÃO DE REFECHAMENTO ARMADO DE JUNTAS ATRAVÉS DE STEEL HELIBAR® 6 E CONEXÕES TRANSVERSAIS COM STEEL DRYFIX® 10 E CONNETORE STEEL DRYFIX® 10



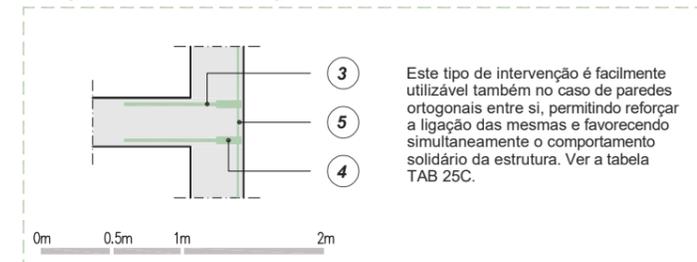
DETALHE  
INTERVENÇÃO DE REFECHAMENTO ARMADO DE JUNTAS ATRAVÉS DE STEEL HELIBAR® 6 E CONEXÕES TRANSVERSAIS COM STEEL DRYFIX® 10 E CONNETORE STEEL DRYFIX® 10



PLANTA  
INTERVENÇÃO DE REFECHAMENTO ARMADO DE JUNTAS ATRAVÉS DE STEEL HELIBAR® 6 E CONEXÕES TRANSVERSAIS COM STEEL DRYFIX® 10 E CONNETORE STEEL DRYFIX® 10

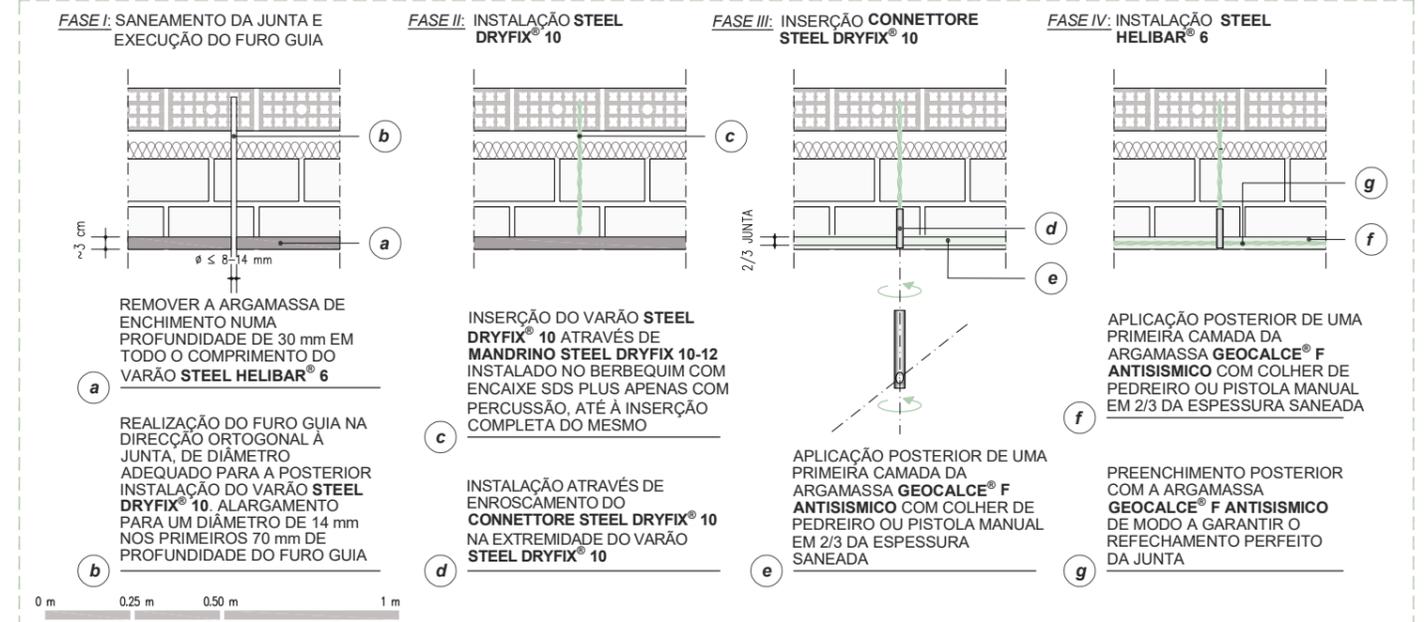


SOLUÇÃO EM PORMENOR: LIGAÇÃO DE PAREDES TRANSVERSAIS



Este tipo de intervenção é facilmente utilizável também no caso de paredes ortogonais entre si, permitindo reforçar a ligação das mesmas e favorecendo simultaneamente o comportamento solidário da estrutura. Ver a tabela TAB 25C.

FASES DE MONTAGEM



QUADRO NORMATIVO

**Aumento da capacidade das paredes**

A intervenção de **refechamento de juntas**, se for realizado em ambas as superfícies exteriores, pode melhorar as características mecânicas da parede aumentando, de facto, a área resistente. Deve-se ter cuidado na escolha da argamassa a utilizar em relação à existente. A eventual inserção nas juntas "refechadas" de pequenos varões, cabos ou chapas metálicas ou de outros materiais resistentes à tração, especialmente se estiverem ligados mecanicamente à alvenaria mediante conexões transversais das paredes e organizados como sistema contínuo nas três direcções, pode melhorar adicionalmente a eficácia da intervenção. (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 - 4)

**Consolidação com refechamento armado e conexão de paredes**

O coeficiente indicado na tabela, diferente para as diversas tipologias de alvenaria, pode ser aplicado tanto aos valores dos parâmetros de resistência ( $f$ ,  $\tau_0$  e  $f_{v0}$ ), como aos módulos de elasticidade (E, G), neste último caso deve-se reduzir em 50%. Esta técnica (com os respectivos coeficientes de majoração) pode também ser aplicada substituindo, numa das paredes, o refechamento armado por um reboco armado de espessura limitada, realizado com argamassa à base de cal, desde que sejam aplicados os elementos de conexão transversal. (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 §C8.5.4.1)

PREPARAÇÃO DO SUPORTE: AVIVAMENTO EM PROFUNDIDADE DAS JUNTAS DA ALVENARIA COM MEIOS MANUAIS UTILIZANDO EXCLUSIVAMENTE ESCOPROS OU FERRAMENTAS SEMELHANTES. PRESTAR MUITA ATENÇÃO NO CASO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MECÂNICOS QUE PODERÃO DANIFICAR OS ELEMENTOS ORIGINAIS DA PAREDE

- 1 LAVAGEM DA PAREDE COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PULVERIZADA A BAIXA PRESSÃO, OBTENDO UM SUPORTE LIMPO E CONSISTENTE, ISENTO DE PARTES FRIÁVEIS, DE PÓ E BOLORES; PAREDES HISTÓRICAS DEVIDAMENTE LIMPAS DE RESÍDUOS DE TRABALHOS PRECEDENTES OU DEPÓSITOS SALINOS INTERSTICIAIS E/OU SUPERFICIAIS E TUDO O QUE POSSA COMPROMETER A ADERÊNCIA DA GEOARGAMASSA **GEOCALCE® F ANTISISMICO** ESCOLHIDA PARA A LIGAÇÃO MECÂNICA DOS VARÕES **STEEL HELIBAR® 6**. MOLHAGEM DOS SUPORTES ANTES DO PREENCHIMENTO DAS JUNTAS
- 2
- 3

INSTALAÇÃO A SECO DOS VARÕES HELICOIDAIS **STEEL DRYFIX® 10**

Os varões estão disponíveis nos comprimentos de 200 - 400 - 600 - 800 mm: cabe ao projetista dimensionar a eventual profundidade de ancoragem, distância entre eixos, tanto horizontal como vertical, entre cada varão e o desenvolvimento no interior da alvenaria, dependendo da natureza do suporte e das necessidades estáticas a atingir. Para conhecer as prestações de aderência/extração dos varões helicoidais **STEEL DRYFIX 10**, aconselha-se a efetuar em obra ensaios de pull-out através do extrator certificado, como indicado na TAB 19. Para mais informação sobre as fases operativas de montagem do **STEEL DRYFIX® 10**, consultar o APÊNDICE B.

INSERÇÃO DO CONECTOR **STEEL DRYFIX® 10**

INSERÇÃO DE **STEEL HELIBAR® 6** INSTALADO NAS JUNTAS COM **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

A elevada flexibilidade do **STEEL HELIBAR® 6** permite realizar a técnica de reposição local ou de refechamento armado também em alvenarias com juntas que apresentam desalinhamentos na argamassa.

## 24

## Consolidação e reforço de alvenaria antiga irregular através de injeção de argamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura

## PRESCRIÇÃO

- Preparação do suporte e instalação do equipamento de injeção. Se necessário, remover o reboco existente e expor a superfície envolvente da alvenaria da zona de intervenção. Escolher o posicionamento dos pontos para as injeções em função da tipologia da alvenaria e com base no padrão e alinhamentos de fissuração, em média com uma distância entre eixos de cerca de 30 – 50 cm. Marcar as perfurações nas juntas de argamassa com uma configuração em quincôncio. Efectuar as perfurações mediante a utilização de equipamento mecânico sem percussão, realizar os furos com diâmetro não inferior a 20 mm, perpendicularmente à superfície ou ligeiramente inclinados. Habitualmente, é aconselhada uma profundidade igual a cerca de 2/3 da espessura da parede e com uma inclinação de 5° – 10° em relação ao plano horizontal. Limpar bem os furos com ar comprimido, posicionar então os tubos de injeção em plástico flexível Ø 20 mm na correspondência dos furos a injectar numa profundidade de pelo menos 10 – 15 cm e selar as juntas entre os tijolos, pedras, fissuras e as descontinuidades com as geoargamassas GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO ou BIOCALCE PIEDRA; esta operação torna-se necessária para não permitir a saída da argamassa fluida injectada. Em alternativa, pode ser adoptado o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, oportunamente instalado nos furos e selado. Desse modo, pode-se utilizar a tampa de fecho sem a preocupação de remover o tubo de plástico. Proceder à lavagem prévia através da introdução de água limpa nos furos, de modo a eliminar as poeiras e saturar os materiais originais que tenderão a absorver água da amassadura da argamassa de injeção. Desse modo, é também possível verificar a existência de lesões e/ou fracturas ocultas na alvenaria, com base na saída da água usada na limpeza prévia. Essa operação deve ser realizada pelo menos 24 horas antes de efectuar as injeções de consolidação.
- Injeção de consolidação e reforço da parede. Injectar a geoargamassa GEOCALCE FL ANTISISMICO, procedendo de baixo para cima e com pressão baixa (inferior a 1,5 bar) para evitar a formação de pressões no interior do volume da parede. Realizar as injeções através de reservatório com pressão de ar ou manualmente por gravidade. Manter a pressão constante até que a mistura não saia pelos furos adjacentes e realizar a injeção partindo do tubo injector colocado na posição mais baixa. Obturar os furos quando estiverem preenchidos com argamassa fluida e prosseguir com a consolidação respeitando o plano de trabalhos previsto. Após o endurecimento da geoargamassa fluida GEOCALCE FL ANTISISMICO, remover os tubos de injeção e selar os negativos resultantes com a geoargamassa para alvenarias GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO ou BIOCALCE PIEDRA. No caso de uma lesão ou lacuna que trespassa toda a espessura da parede, em função da espessura da parede, do desenvolvimento e da gravidade da lesão, nas duas faces opostas, seguir as seguintes indicações:
  - No caso de uma lesão com padrão semelhante nas duas faces aparentes (forma e desenvolvimento linear), de gravidade moderada e espessura da parede ≤ 60 cm: proceder à injeção da argamassa apenas através da face mais danificada (quando há igualdade de danos, na face exterior), preparando, de qualquer modo, o suporte também na face menos danificada;
  - No caso de uma lesão em ambas as faces da parede, com padrões distintos (forma e desenvolvimento linear) nas duas faces aparentes da parede, e/ou de gravidade severa e/ou espessura da parede ≥ 60 cm: realizar os trabalhos acima descritos em ambas as faces danificadas.

## ADVERTÊNCIAS

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

## ESPECIFICAÇÃO

Consolidação de paredes através de injeção de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78). As injeções serão realizadas procedendo de baixo para cima, através da utilização de um reservatório a pressão com pressão de ar ou manualmente por gravidade. Os pontos de injeção serão fechados, quando saturados, e seguir-se-á a consolidação respeitando o plano de trabalhos previsto. Serão seladas as envolturas dos tubos de injeção com geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-2,5 ou, em alternativa, 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: realização dos furos numa profundidade de 2/3 da espessura da parede e fixação e selagem dos tubos de injeção com diâmetro de 20 mm; selagem de lacunas e fissuras na alvenaria e de outros possíveis pontos de saída da mistura; pré-injeção de água em todo o volume da parede; injeção da geoargamassa hiperfluida procedendo de baixo para cima, através da utilização de um reservatório com pressão de ar ou manualmente por gravidade. Os tubos de injeção serão obturados, quando estiverem preenchidos com argamassa fluida, e seguir-se-á a consolidação respeitando o plano de trabalhos previsto; remoção dos tubos após a presa da argamassa fluida e selagem dos negativos resultantes com a geoargamassa.

Inclui-se: a carga, o transporte e a descarga do material; a perfuração das paredes. Exclui-se: a eventual picagem dos rebocos; a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares para a execução dos trabalhos.

O preço é calculado ao metro quadrado de superfície, considerando 4 furos por metro quadrado, espessura da parede de 50 cm, quantidade estimada de produto 40 kg/m<sup>2</sup>.

1

Molhagem do suportes.



2

Refechamento das juntas com GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO ou BIOCALCE PIEDRA.



3

Perfuração da parede para definir uma distribuição com espaçamentos adequados entre os furos de injeção.



4

Colocação de injectores adequados nos furos realizados e posterior selagem da sua envolvente.



5

Carregamento do equipamento de injeção com GEOCALCE FL ANTISISMICO.

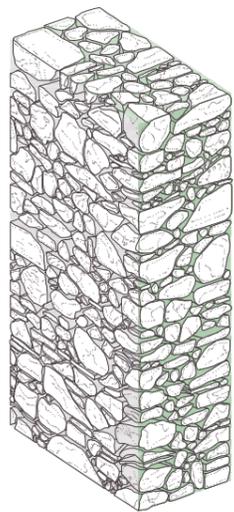


6

Injeção a baixa pressão do GEOCALCE FL ANTISISMICO, até ao preenchimento completo de eventuais vazios ou lesões internas.

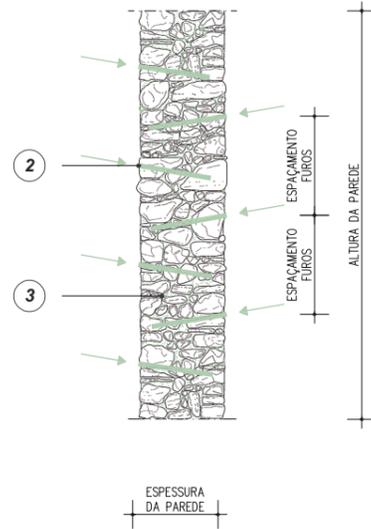


## CONSOLIDAÇÃO E REFORÇO DE ALVENARIA ANTIGA IRREGULAR ATRAVÉS DE INJECCÃO DE ARGAMASSA HIPERFLUIDA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA



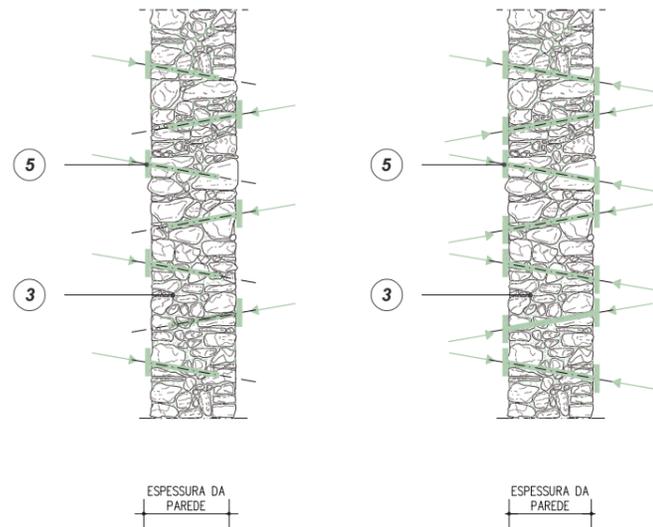
VISTA AXONOMÉTRICA  
INJECCÕES DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO

**NOTA**  
A injeção de argamassa em paredes danificadas permite recuperar o monolitismo, preencher os vazios e reparar as lesões. Este método é particularmente eficaz quando a alvenaria apresenta vazios na argamassa original, um aparelho incoerente e pobre ou na presença de lesões importantes, de tal modo que a recuperação através de embricamento não resulte em melhorias significativas do sistema estrutural.  
Os desenhos representam, a título de exemplo, um aparelho de alvenaria em pedra, mas o esquema permanece invariável se se estiver em presença de alvenaria de tijolo ou tufo.



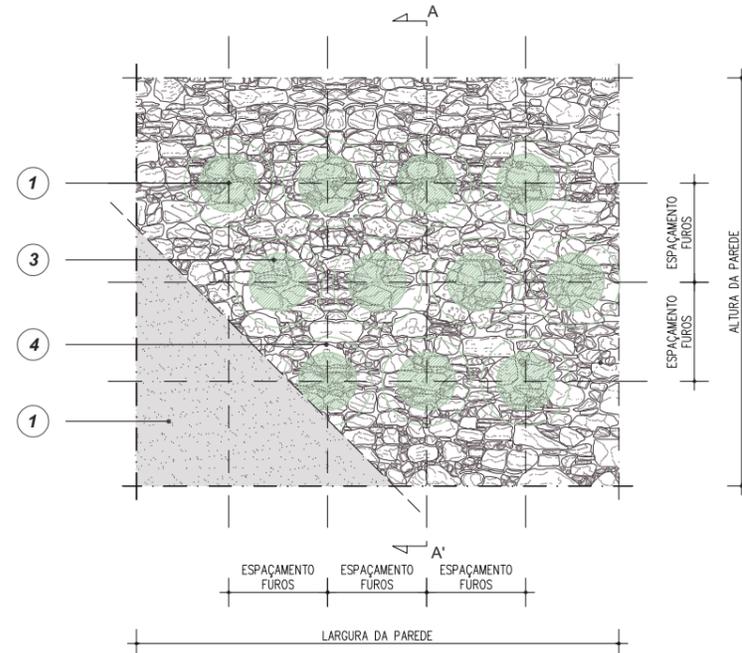
SECÇÃO A-A'  
CONSOLIDAÇÃO ATRAVÉS DE INJECCÕES DE  
GEOCALCE® FL ANTISISMICO

0.5m 1m 2m



SECÇÃO A-A'  
COMBINAÇÃO DE INJECCÕES DE ARGAMASSA COM A INSERÇÃO  
GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE  
DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL  
G600/G1200 NÃO PASSANTES OU PASSANTES

0m 0.5m 1m 2m



DETALHE  
CONSOLIDAÇÃO ATRAVÉS DE INJECCÕES DE  
GEOCALCE® FL ANTISISMICO

1 EVENTUAL REMOÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE CONSOLIDAÇÃO

2 REALIZAÇÃO DE FUROS PARA INJECTAR A MISTURA

É preferível realizar os furos nos alinhamentos das juntas ou percursos de argamassa. Habitualmente, é aconselhada uma profundidade igual a cerca de 2/3 da espessura da parede e com uma inclinação de 5° - 10° em relação ao plano horizontal aproveitando, se possível, as cavidades naturais do material. Aconselha-se uma distância entre eixos dos furos igual a cerca de 30-50 cm em ambas as direcções, com disposição em quincôncio. As injeções podem ser realizadas num lado ou em ambos os lados da parede de alvenaria.

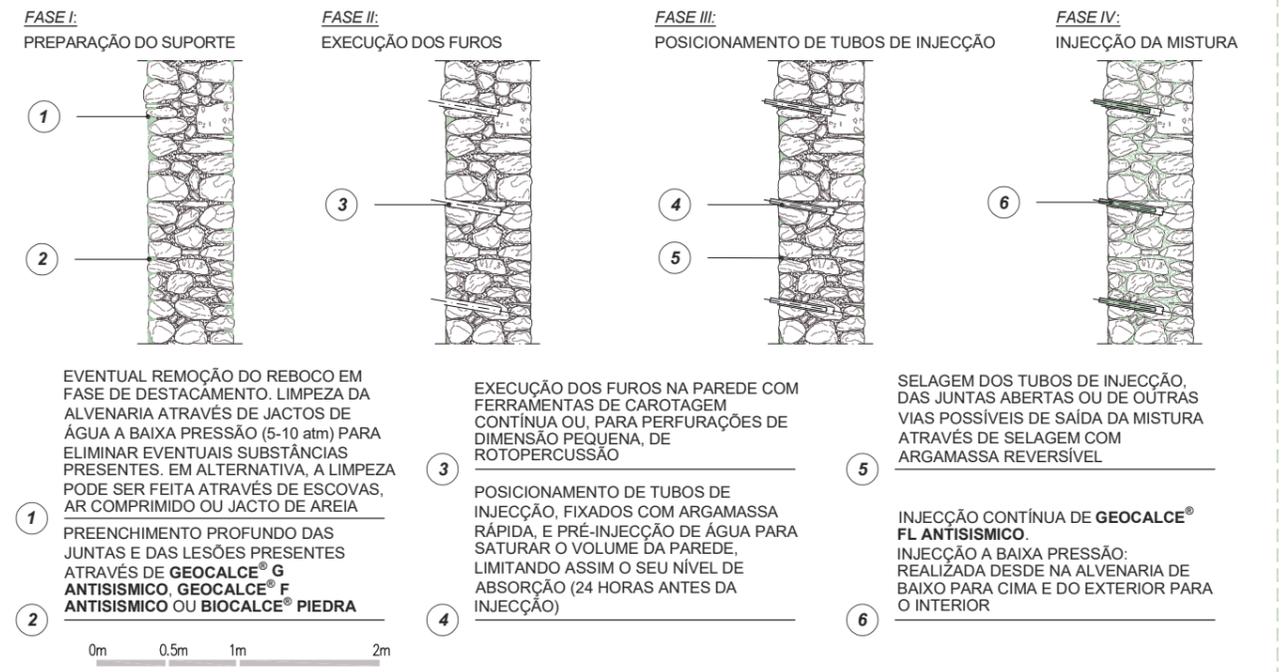
3 INJECCÃO DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO

4 REPRESENTAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA MISTURA INJECTADA

5 INSERÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200 INJECTADOS COM GEOCALCE® FL ANTISISMICO

Para um embricamento adequado do aparelho de alvenaria, aconselha-se a posicionar conectores mecânicos com extremidade desfibrilhada em fibra de aço galvanizado **GEOSTEEL G600/G1200**. Neste caso, em vez dos tubos de plástico, pode-se adoptar a solução que prevê o **INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL** devidamente instalado nos furos e selado. Desse modo, pode-se utilizar a tampa de fecho sem a preocupação de remover os tubos de plástico. Consultar o APÊNDICE B para detalhes mais aprofundados sobre os diátonos.

### FASES DE EXECUÇÃO DAS INJECCÕES DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO



### QUADRO NORMATIVO

**Aumento da capacidade das paredes**  
Quando as secções de parede são constituídas por materiais de baixa qualidade, pode ser adequado melhorar as características mecânicas das mesmas. O tipo de intervenção a aplicar deve ser avaliado com base na tipologia e na qualidade da alvenaria e pode variar desde a reconstrução parcial (intervenção de embricamento) até à consolidação através de injeções, intervenções superficiais ou outras técnicas adequadas; deve-se proceder à verificação preliminar da compatibilidade físico-química dos materiais novos com os originais. Nos casos em que se realizem através de injeções de misturas de ligantes, deve-se verificar também a exequibilidade da intervenção em termos de capacidade das paredes de absorver e distribuir as argamassas injectadas, prestando atenção na escolha da pressão de introdução da mistura, para evitar problemas localizados.  
(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 - 4)

**Consolidação com injeções de misturas ligantes**  
O coeficiente indicado na tabela, diferente para as diversas tipologias de alvenaria, pode ser aplicado tanto aos valores dos parâmetros de resistência ( $f_c$ ,  $f_{t0}$  e  $f_{v0}$ ), como aos módulos de elasticidade (E e G); os benefícios conseguidos dependem consideravelmente da qualidade original da argamassa, sendo que quanto maior a qualidade menor será o aumento. Deve-se recordar que os benefícios efectivos das injeções são função da possibilidade real de as argamassas injectadas preencherem os vazios existentes na alvenaria e de aderirem aos materiais existentes; em qualquer caso, é recomendável a execução de ensaios, prévios e de verificação para avaliar os resultados efectivamente conseguidos.  
(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 §C8.5.3.1)

## 25A

Consolidação e reforço de alvenaria antiga irregular através da inserção generalizada de diátonos em fibra de aço galvanizado injectados com geoargamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura



## PRESCRIÇÃO

- Preparação do suporte. Remover o reboco existente e expor a superfície da alvenaria. Se necessário, em aparelhos de alvenaria de pedra com face à vista, aconselha-se a desmontar os elementos superficiais da mesma parede e reaplicá-los posteriormente na alvenaria para esconder o diátono.
- Realização de furos. Realizar um furo com diâmetro e profundidade de ancoragem adequados para acolher o posterior material de reforço, na proximidade da junta de argamassa, assegurando a remoção da argamassa na proximidade do furo, para poder depois embeber a extremidade desfibriada do conector.
- Preparação e instalação do conector do tipo diátono. Realizar o diátono com a introdução de uma banda de tecido da gama GEOSTEEL de largura adequada, de modo a dispor no interior do conector o número de cabos mínimo necessário de projecto para atingir as resistências de tracção exigidas; ter o cuidado de desfiar a parte terminal da banda de tecido, através de corte da rede de suporte, procedendo com um corte paralelo aos cabos num comprimento igual ao do desfibrilamento que se pretende realizar na alvenaria, garantindo um raio mínimo de desfibrilamento de 10 cm. No caso de um conector com desfibrilamento em ambos os lados, realizar essa operação em ambas as extremidades da faixa de fibra, enrolar a banda sobre si própria, tendo o cuidado de realizar um cilindro de diâmetro adaptado ao furo realizado. Instalar o conector no interior do furo.
- Inserção da roseta de extremidade. Aplicar o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL em polipropileno armado com fibra de vidro, concebido para a amarração das extremidades desfibriadas de GEOSTEEL G600/G1200 e para a posterior injeção de argamassas fluidas de ancoragem.
- Ligação mecânica do conector do tipo diátono. Para consolidar a parede objecto do reforço e garantir a sua boa ligação mecânica ao diátono, efectuar uma injeção a baixa pressão (menor que 1,5 bar) através da utilização da geoargamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO, com molhagem prévia dos suportes, através do furo próprio existente na extremidade do conector. No final desta fase, fechar o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL com a tampa respectiva. Realizar a aplicação final de GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber o reforço e reconstruir as juntas de argamassa.

## ADVERTÊNCIAS

Os conectores com extremidades desfibriadas em fibra de aço com resistência muito elevada são facilmente obtidos directamente a partir da gama de tecidos GEOSTEEL G600 ou G1200, consoante as necessidades estruturais. Na tabela seguinte são enumeradas as resistências à tracção de um conector, em função do tipo de tecido Geosteel e das respectivas larguras de banda adoptadas:

Tecido	Largura da banda (cm)	Número de cabos*	Carga de rotura à tracção
GEOSTEEL G600	10	16	> 24 kN
GEOSTEEL G600	15	23	> 35 kN
GEOSTEEL G1200	10	31	> 46 kN
GEOSTEEL G1200	15	47	> 70 kN

\* n.º de cabos por cm = 1,57 GEOSTEEL G600; n.º de cabos por cm = 3,14 GEOSTEEL G1200; carga de rotura à tracção de um cabo > 1500 N.

Quando seja necessário um conector com resistências diferentes, ou um número diferente de cabos, dos acima indicados, bastará calcular a largura adequada da banda, dividindo a resistência exigida pela resistência de um cabo e multiplicar pelo número de cabos presentes por unidade de largura na tipologia de tecido escolhida.

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

## ESPECIFICAÇÃO

Reforço de alvenaria de pedra irregular, mediante inserção de diátonos artificiais realizados com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso de fibra de aprox. 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; a carga de rotura do conector obtém-se multiplicando o número de cordões incluídos na largura do conector pela carga de rotura característica de cada cabo ≥ 1500 N.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas; realização do furo de entrada, com dimensão (diâmetro e profundidade) adequada à natureza do conector, e posterior remoção da argamassa na área adjacente ao furo realizado; preparação do conector metálico através de corte, “desfibrilamento”, e enrolamento final do tecido em fibra de aço galvanizado, com fecho do mesmo através de braçadeira plástica; inserção do conector no interior do furo (número, profundidade de ancoragem, distância entre eixos a definir pelo projectista); inserir a extremidade de injeção em polipropileno e fibra de vidro no diátono em fibra de aço de modo a dobrar em 90° a parte terminal do tubo desfibriado; ligação mecânica do conector através da injeção a baixa pressão de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fixação dos cabos desfibriados, com ocultação total do conector, e refecimento simultâneo das juntas através de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos. Uma vez que os diátonos são passantes/não passantes\*, devem ser calculados 1/2\* injectores. A quantificação da argamassa de injeção é calculada apenas para o enchimento do furo do diátono. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; 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 ao metro quadrado de parede reforçada.

\*consoante o tipo de intervenção

1

Execução dos furos na parede e molhagem dos suportes.



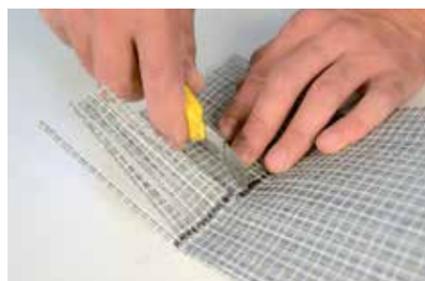
2

Refecimento das juntas da parede com GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO.



3

Desfibrilamento do tecido GEOSTEEL.



4

Enrolamento do tecido para a realização do diátono.



5

Instalação do conector realizado com tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



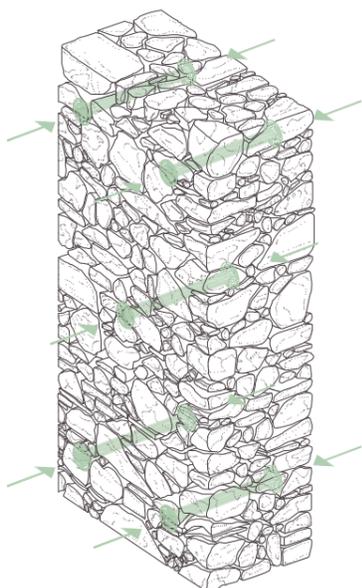
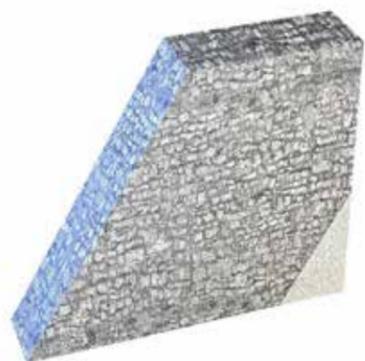
6

Injeção a baixa pressão do GEOCALCE FL ANTISISMICO, até ao preenchimento completo de eventuais vazios ou lesões internas.



# 25A

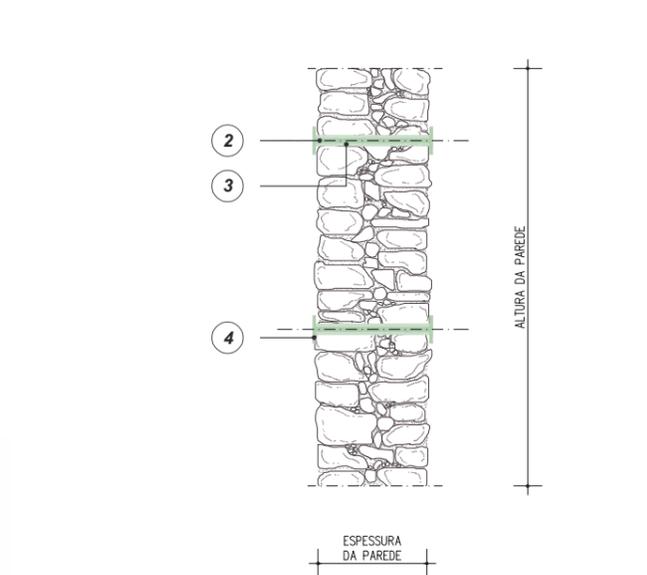
CONSOLIDAÇÃO E REFORÇO DE ALVENARIA ANTIGA IRREGULAR ATRAVÉS DA INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO INJECTADOS COM GEOARGAMASSA HIPERFLUIDA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA



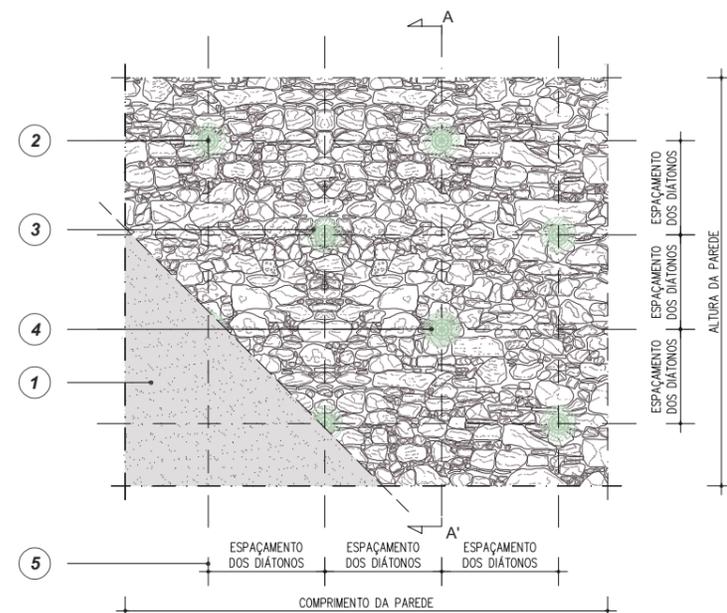
VISTA AXONOMÉTRICA  
DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200

**NOTA**

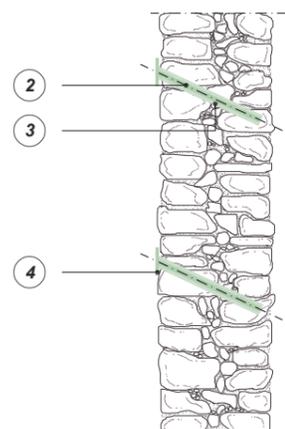
Os desenhos representam, a título de exemplo, um aparelho de alvenaria em pedra, mas o esquema permanece invariável se se estiver em presença de alvenaria de tijolo ou tufo. Na presença de alvenaria muito heterogénea, é sempre aconselhável efectuar uma intervenção combinada através de injeções de argamassa (TAB 24).



SECÇÃO A-A'  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200



DETALHE  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

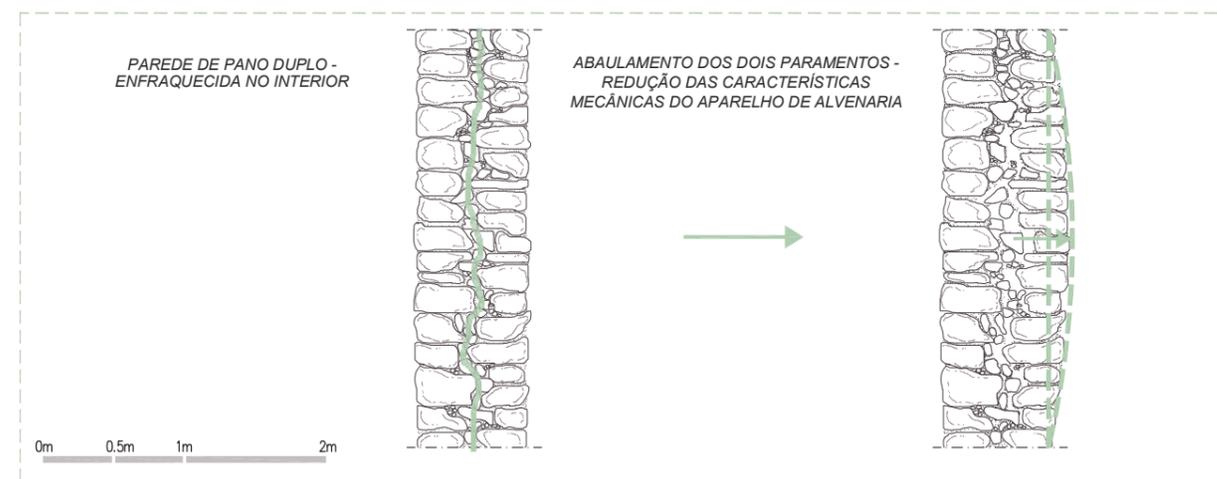


Se não for possível efectuar os furos passantes, aconselha-se a inclinar o diátomo artificial com extremidade desfibrilhada em fibra de aço galvanizado **GEOSTEEL G600/G1200** e de utilizar o mesmo procedimento de aplicação dos diátomos colocados na horizontal.

SECÇÃO A-A'  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200 DISPOSTOS COM INCLINAÇÃO



**MECANISMO DE COLAPSO**



**QUADRO NORMATIVO**

**Detalhes Construtivos**  
O uso de conectores pode ser útil ou até indispensável. Nesse sentido, fornecem-se as seguintes regras detalhadas:  
- Se o sistema de reforço FRCM for aplicado sobre uma única face da parede, é obrigatório adotar conectores de comprimento de modo a penetrar no interior da fiada exterior do paramento não reforçado.  
- No caso de reforço nas duas faces da alvenaria de pedra ou paramentos desligados, é obrigatório que os conectores sejam passantes.  
- No caso de reforço de panos de espessura  $\leq 400$  mm com FRCM e com o uso de conectores, sugere-se uma distância entre eixos entre estas últimas  $\geq 3t$  e, de qualquer modo, não superior a 1600 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$ .  
- No caso de reforço de panos de espessura  $> 400$  mm, sugere-se uma distância entre eixos  $\geq 2t$  e, de qualquer modo, não superior a 2000 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$  dispostos em quincôncio. (CNR - DT 215/2018 §6)

**Ligações na espessura da parede na presença de paramentos múltiplos**  
Quando as ligações entre a parede exterior e interior são insuficientes, como frequentemente ocorre nas alvenarias de pedra, deve-se verificar que, por efeito das acções sísmicas, não se active um mecanismo de flexão fora do plano no volume de parede compreendida entre duas rótulas com fixação mecânica exterior. Pode-se, eventualmente, recorrer a diátomos de contenção complementares, dispostos na parede com uma distância adequada entre si (não necessariamente demasiado distanciados). A inserção de **diátomos artificiais**, realizados em betão armado, com perfis metálicos ou noutros materiais resistentes à tracção, incluindo a utilização de ligadores metálicos, com função de **tirantes** ou de ligadores com materiais compósitos, pode realizar uma ligação eficaz entre as paredes, evitando o destacamento ou a geração de fenómenos de instabilidade por compressão das paredes exteriores. A eficácia dessas intervenções está ligada à possibilidade efectiva de solidarizar as referidas contenções com a alvenaria circunstante que, para isso, deve apresentar uma boa consistência. (Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Atualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4 - 3)

**Consolidação com diátomos artificiais ou tirantes**  
No caso de inserção de diátomos artificiais dotados de uma rigidez significativa ao corte e suficientemente distribuídos, pode-se aplicar a todos os parâmetros de resistência o coeficiente indicado para as alvenarias originalmente dotadas de uma boa conexão transversal; os elementos de conexão à tracção (tirantes) têm um efeito significativo apenas para a resistência à compressão (1). (Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Atualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.5.3.1)

- 1 **EVENTUAL REMOÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE REFORÇO**  
Em aparelhos de alvenaria de face à vista, aconselha-se abrir o tecido desfibrilhado do conector e ocultá-lo nas juntas da alvenaria.
- 2 **INSERÇÃO DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200**  
A inserção de diátomos artificiais com extremidade desfibrilhada permite reforçar o aparelho de alvenaria sem modificar o funcionamento estático original e aumentando a resistência ao corte. A intervenção é também indicada para acções sísmicas, uma vez que restitui à parede o monolitismo inicial e aumenta adicionalmente a rigidez na direcção transversal, tornando-a menos vulnerável a mecanismos de derrube para fora do plano. Consultar o APÊNDICE B para as fases de montagem de diátomos artificiais com extremidade desfibrilhada Geosteel G600/G1200.
- 3 **INJECCÃO DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO PARA INSTALAR OS DIÁTONOS**  
No caso de não ser necessária uma consolidação através de injeções (ver TAB 24), para garantir uma quantidade menor de mistura injectada, sugere-se misturar o produto com uma quantidade menor de água para torná-lo menos fluido.
- 4 **USO DE INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, PARA A MONTAGEM DOS DIÁTONOS (CONSULTAR AS FASES DE MONTAGEM NO APÊNDICE B DO MANUAL)**
- 5 **DEFINIÇÃO DO ESPAÇAMENTO DOS DIÁTONOS**  
Aconselha-se realizar furos desfasados com um espaçamento que varia entre 80 e 150 cm. É preferível realizar o furo em elementos da alvenaria de dimensão maior, para evitar o destacamento dos mais pequenos e, portanto, mais fracos.

# 25B

Consolidação e reforço de alvenaria antiga irregular através da distribuição generalizada e reticulada de diátonos em fibra de aço galvanizado injectados com geoargamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura



## PRESCRIÇÃO

- Preparação do suporte. Remover o reboco existente e expor a superfície da alvenaria. Se necessário, em aparelhos de alvenaria de pedra com face à vista, aconselha-se a desmontar os elementos superficiais da mesma parede e reaplicá-los posteriormente na alvenaria para esconder o diátono.
- Realização de furos. Realizar um furo com diâmetro e profundidade de ancoragem adequados para receber o material de reforço, na proximidade da junta de argamassa, assegurando a remoção da argamassa na proximidade do furo, para poder depois embeber a extremidade desfibrilhada do conector.
- Preparação e instalação do conector do tipo diátono. Realizar o diátono artificial em tubo desfibrilhado com uma banda de tecido da gama GEOSTEEL de largura adequada, de modo a inserir no interior do conector o número de cabos mínimo necessário previsto no projecto para atingir as resistências de tracção exigidas; ter o cuidado de desfibrilhar a parte terminal da banda de tecido, através de corte da rede de suporte, realizando um corte paralelo aos cabos num comprimento igual ao do desfibrilhamento que se pretende aplicar sobre a alvenaria, garantindo um raio mínimo de desfibrilhamento de 80 – 100 cm. No caso de um conector com desfibrilhamento em ambos os lados, realizar essa operação em ambas as extremidades da faixa de fibra devidamente preparada. Terminado o corte do tecido, enrolar a banda sobre si mesma, tendo o cuidado de realizar um cilindro de diâmetro adequado em relação ao furo realizado. Instalar o conector no interior do furo. Para obter uma rede contínua, inserir os cordões previamente desfibrilhados nas juntas de argamassa, considerando uma sobreposição entre os cabos provenientes de dois conectores vizinhos de pelo menos 25 – 30 cm. Betumar as juntas com GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber o tecido de reforço e preencher eventuais vazios subjacentes.
- Inserção da roseta de extremidade. Aplicar o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL em polipropileno armado com fibra de vidro, concebido para a amarração das extremidades desfibrilhadas de GEOSTEEL G600/G1200 e para a posterior injeção de argamassas fluidas de ancoragem.
- Ligação mecânica do conector do tipo diátono. Para consolidar a parede objecto do reforço e garantir a sua boa ligação mecânica ao diátono, efectuar uma injeção a baixa pressão (menor que 1,5 bar) através da utilização da geoargamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO, com molhagem prévia dos suportes. Realizar a aplicação final de GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber o reforço e reconstruir as juntas de argamassa.

## ADVERTÊNCIAS

Os conectores com extremidades desfibrilhadas em fibra de aço com resistência muito elevada são facilmente obtidos directamente a partir da gama de tecidos GEOSTEEL G600 ou G1200, consoante as necessidades estruturais. Na tabela seguinte são enumeradas as resistências à tracção de um conector, em função do tipo de tecido Geosteel e das respectivas larguras de banda adoptadas:

Tecido	Largura da banda (cm)	Número de cabos*	Carga de rotura à tracção
GEOSTEEL G600	10	16	> 24 kN
GEOSTEEL G600	15	23	> 35 kN
GEOSTEEL G1200	10	31	> 46 kN
GEOSTEEL G1200	15	47	> 70 kN

\* n.º de cabos por cm = 1,57 GEOSTEEL G600; n.º de cabos por cm = 3,14 GEOSTEEL G1200; carga de rotura à tracção de um cabo > 1500 N.

Quando seja necessário um conector com resistências diferentes, ou um número diferente de cabos, dos acima indicados, bastará calcular a largura adequada da banda, dividindo a resistência exigida pela resistência de um cabo e multiplicar pelo número de cabos presentes por unidade de largura na tipologia de tecido escolhida.

## ESPECIFICAÇÃO

Reforço de alvenaria de pedra irregular, através de uma distribuição generalizada e reticulada de diátonos artificiais realizados com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120-1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro, com peso de fibra de aprox. 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torsão em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; a carga de rotura do conector obtém-se multiplicando o número de cabos incluídos na largura do conector pela carga de rotura característica de cada cabo ≥ 1500 N.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas; realização do furo de entrada, com dimensão (diâmetro e profundidade) adequada à natureza do conector, e posterior remoção das argamassas das juntas; preparação do conector metálico através de corte, “desfibrilhamento”, e enrolamento final do tecido em fibra de aço galvanizado, com fecho do mesmo através de braçadeira plástica; inserção do conector no interior do furo (número, profundidade de ancoragem, distância entre eixos a definir pelo projectista) e ligação reticulada entre os diátonos artificiais com extremidades desfibrilhadas através da sobreposição dos respectivos cabos inseridos nas juntas de argamassa; eventual inserção da extremidade de injeção em polipropileno e fibra de vidro no diátono em fibra de aço de modo a dobrar em 90° a parte terminal do tubo desfibrilhado; ligação mecânica do conector através da injeção a baixa pressão de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fixação dos cabos desfibrilhados, com oclusão total do conector, e refecimento simultâneo das juntas através de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

Inclui-se: o fornecimento e a aplicação em obra de todos os materiais acima descritos. A quantificação da argamassa de injeção é calculada apenas para o enchimento do furo do diátono. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; 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 ao metro quadrado de parede reforçada.

1

Execução dos furos na parede e molhagem dos suportes.



2

Instalação do conector realizado com tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



3

Distribuição reticulada do conector GEOSTEEL no interior das juntas da alvenaria.



4

Ligação mecânica do diátono GEOSTEEL mediante injeção a baixa pressão de GEOCALCE FL ANTISISMICO.



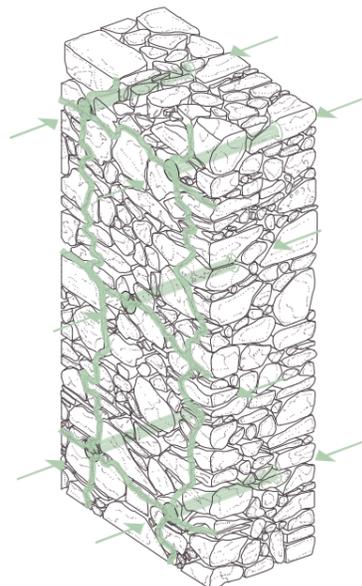
5

Refecimento geral das juntas da alvenaria com GEOCALCE F ANTISISMICO.



# 25B

CONSOLIDAÇÃO E REFORÇO DE ALVENARIA ANTIGA IRREGULAR ATRAVÉS DA DISTRIBUIÇÃO GENERALIZADA E RETICULADA DE DIÁTONOS EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO INJECTADOS COM GEOARGAMASSA HIPERFLUIDA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA

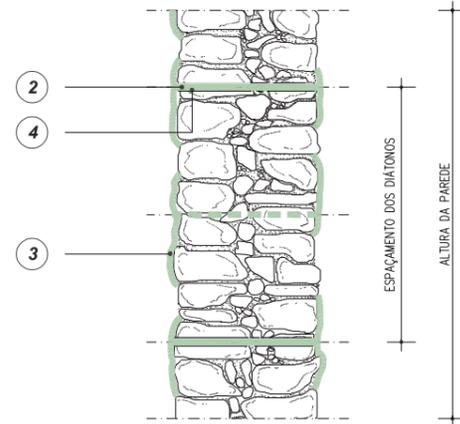


VISTA AXONOMÉTRICA  
DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200

**NOTA**

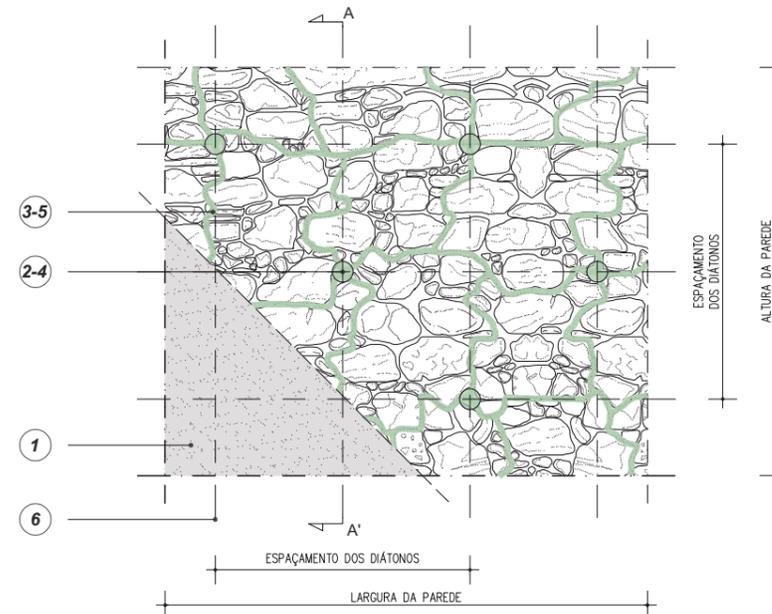
Caso seja necessário, é possível reconstruir previamente em profundidade a junta segundo as modalidades indicadas na TAB 22. Na presença de alvenaria muito heterogênea, é sempre aconselhável efectuar uma intervenção combinada através de injecções de argamassa (TAB 24).

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

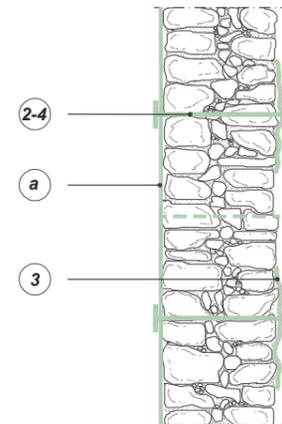


SECÇÃO A-A'  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



DETALHE  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200



Quando seja possível reforçar um lado da parede com uma intervenção generalizada, aconselha-se a aplicação de **GEOSTEEL GRID 200/400**. Para mais informação, consultar a TAB 27.

SECÇÃO A-A'  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200 E GEOSTEEL GRID 200/400

0m 0.5m 1m 2m

EVENTUAL DEMOLIÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE REFORÇO

- 1 INSERÇÃO DE DIÁTONOS ARTIFICIAIS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200 EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO
- 2

A inserção de diátonos artificiais com extremidade desfibrilhada permite reforçar o aparelho de alvenaria sem modificar o funcionamento estático original e aumentando a resistência ao corte. A intervenção é também indicada para acções sísmicas, uma vez que restitui à parede o monolitismo inicial e aumenta adicionalmente a rigidez na direcção transversal, tornando-a menos vulnerável a mecanismos de derrube para fora do plano. Consultar o APÊNDICE B para as fases de montagem de diátonos artificiais com extremidade desfibrilhada Geosteel G600/G1200.

DESFIBRILHAMENTO DO DIÁTONO ARTIFICIAL **GEOSTEEL G600/G1200** EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E DISPOSIÇÃO NO INTERIOR DAS JUNTAS DE ARGAMASSA PARA CRIAR A REDE DE REFORÇO. SOBREPOSIÇÃO DO DESFIBRILHAMENTO DOS DIÁTONOS ARTIFICIAIS GEOSTEEL ADJACENTES

- 3 INJECCÃO DE **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** PARA INSTALAR OS DIÁTONOS
- 4

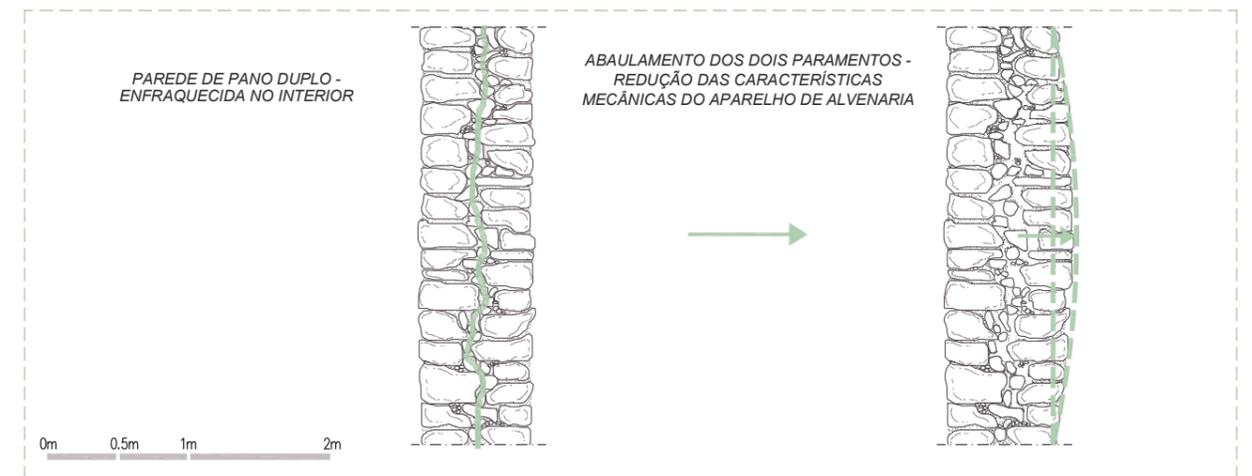
No caso de não ser necessária uma consolidação através de injecções (ver TAB 24), para garantir uma quantidade menor de mistura injectada, sugere-se misturar o produto com uma quantidade menor de água para torná-lo menos fluido.

APLICAÇÃO FINAL DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA EMBEBER O REFORÇO E RECONSTRUIR A JUNTA DE ARGAMASSA

- 5 DEFINIÇÃO DO ESPAÇAMENTO DOS DIÁTONOS
- 6

Aconselha-se realizar furos desfasados com um espaçamento que varia entre 80 e 150 cm. É preferível realizar os furos nos alinhamentos das juntas de argamassa e não nas pedras.

**MECANISMO DE COLAPSO**



**QUADRO NORMATIVO**

**Detalhes construtivos**

O uso de conectores pode ser útil ou até indispensável. Nesse sentido, fornecem-se as seguintes regras detalhadas:

- Se o sistema de reforço FRM for aplicado sobre uma única face da parede, é obrigatório adoptar conectores de comprimento de modo a penetrar no interior da fiada exterior do paramento não reforçado.
- No caso de reforço nas duas faces da alvenaria de pedra ou paramentos desligados, é obrigatório que os conectores sejam passantes.
- No caso de reforço de panos de espessura  $\leq 400$  mm com FRM e com o uso de conectores, sugere-se uma distância entre eixos entre estas últimas  $\geq 3t$  e, de qualquer modo, não superior a 1600 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$ .
- No caso de reforço de panos de espessura  $> 400$  mm, sugere-se uma distância entre eixos  $\geq 2t$  e, de qualquer modo, não superior a 2000 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$  dispostos em quincôncio. (CNR - DT 215/2018 §6)

**Ligações na espessura da parede na presença de paramentos múltiplos**

Quando as ligações entre a parede exterior e interior são insuficientes, como frequentemente ocorre nas alvenarias de pedra, deve-se verificar que, por efeito das acções sísmicas, não se active um mecanismo de flexão fora do plano no volume de parede compreendida entre duas rótulas com fixação mecânica exterior. Pode-se, eventualmente, recorrer a diátonos de contenção complementares, dispostos na parede com uma distância adequada entre si (não necessariamente demasiado distanciados). A inserção de **diátonos artificiais**, realizados em betão armado, com perfis metálicos ou noutros materiais resistentes à tracção, incluindo a utilização de ligadores metálicos, com função de **tirantes** ou de ligadores com materiais compósitos, pode realizar uma ligação eficaz entre as paredes, evitando o destacamento ou a geração de fenómenos de instabilidade por compressão das paredes exteriores. A eficácia dessas intervenções está ligada à possibilidade efectiva de solidarizar as referidas contenções com a alvenaria circunstante que, para isso, deve apresentar uma boa consistência. (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 - 3)

**Consolidação com diátonos artificiais ou tirantes**

No caso de inserção de diátonos artificiais dotados de uma rigidez significativa ao corte e suficientemente distribuídos, pode-se aplicar a todos os parâmetros de resistência o coeficiente indicado para as alvenarias originalmente dotadas de uma boa conexão transversal; os elementos de conexão à tracção (tirantes) têm um efeito significativo apenas para a resistência à compressão (f). (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 §C8.5.3.1)

## 250

## Conexões transversais e ligação mecânica de alvenarias antigas através da fixação a seco com varões helicoidais em aço inox

### PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Não estão previstos procedimentos particulares para a preparação dos suportes, ficando, no entanto, à discricção da Direcção de Obra eventuais tratamentos de reabilitação e consolidação da alvenaria.
2. Realização do furo guia. Realizar as conexões transversais e ligações mecânicas na alvenaria à vista através da realização de um furo guia de diâmetro adequado em função da consistência do suporte e comprimento igual ao comprimento do varão helicoidal de ligação a instalar ou à espessura dos elementos sobre os quais se realiza a intervenção.
3. Instalação do varão. Instalar o varão STEEL DRYFIX 10 no interior do furo com recurso a ferramenta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12. Montar o mandril no berbequim de percussão com encaixe SDS Plus e inserir o varão no mandril. Proceder então à fixação do varão, utilizando apenas a percussão do berbequim e com pressão exercida manualmente. Inserir o varão no suporte até à fixação completa do mesmo. O espaçamento horizontal e vertical dos varões deve ser determinado por um projectista habilitado.
4. Preenchimento superficial do furo. No final da inserção do varão, preencher com a geoargamassa oportuna (GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO ou BIOCALCE PIEDRA) a parte final do furo, de modo a garantir a selagem perfeita deste último e garantir uma aderência perfeita do varão ao substrato, mesmo na parte inicial.
5. Controlo da qualidade da aderência dos varões instalados. Para aferir as prestações de aderência/extracção dos varões STEEL DRYFIX nos diversos suportes, aconselha-se a efectuar em obra ensaios de pull-out através do extractor próprio certificado da Kerakoll. Realizado esse controlo, é possível dimensionar com mais precisão a intervenção.

### ADVERTÊNCIAS

No caso de alvenarias particularmente incoerentes e pobres, é possível associar à fixação mecânica a seco a injeção através de geoargamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO através de pequeno tubo instalado na extremidade do varão.

O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, adoptar o varão STEEL DRYFIX 8 ou STEEL DRYFIX 12 utilizando o mandril adequado.

### ESPECIFICAÇÃO

Conexão transversal e ligação mecânica de alvenarias à vista, através de confinamento pontual e fixação a seco com varões helicoidais certificados EN 845-1 em aço inox AISI 304 - AISI 316, providos de marcação CE, no furo guia realizado previamente no elemento estrutural, com o eventual tratamento prévio de reparação das superfícies degradadas, fornecidos e colocados em obra através do mandril próprio de percussão, – tipo STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura à tracção > 16,2 kN; carga de rotura ao corte > 9,5 kN; módulo de elasticidade > 150 GPa; deformação final à rotura 3%; área nominal 15,50 mm<sup>2</sup>.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação e preparação das superfícies degradadas; realização do furo guia de diâmetro adequado, em função do comprimento do varão e da natureza do material de suporte; instalação do varão no interior do furo (número, profundidade de ancoragem, distância entre eixos ao cuidado do técnico habilitado) através de ferramenta específica – tipo MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12 da Kerakoll – eventual preenchimento do furo através de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

O preço é à unidade de varão efectivamente aplicado em obra. 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; os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos.

1

Realização do furo guia.



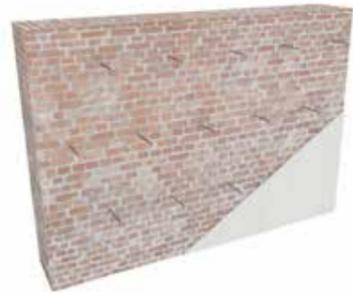
2

Instalação do varão STEEL DRYFIX no interior do furo através de ferramenta específica MANDRINO STEEL DRYFIX.

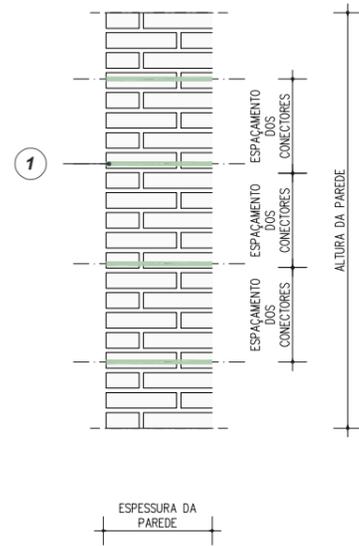


# 25C

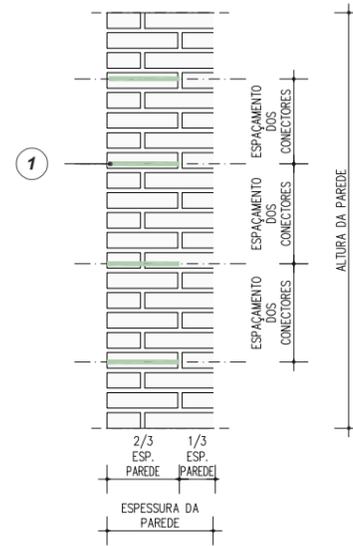
CONEXÕES TRANSVERSAIS E LIGAÇÃO MECÂNICA DE ALVENARIAS ANTIGAS ATRAVÉS DA FIXAÇÃO A SECO COM VARÕES HELICOIDAIS EM AÇO INOX



## SOLUÇÃO COM CONEXÕES TRANSVERSAIS PASSANTES

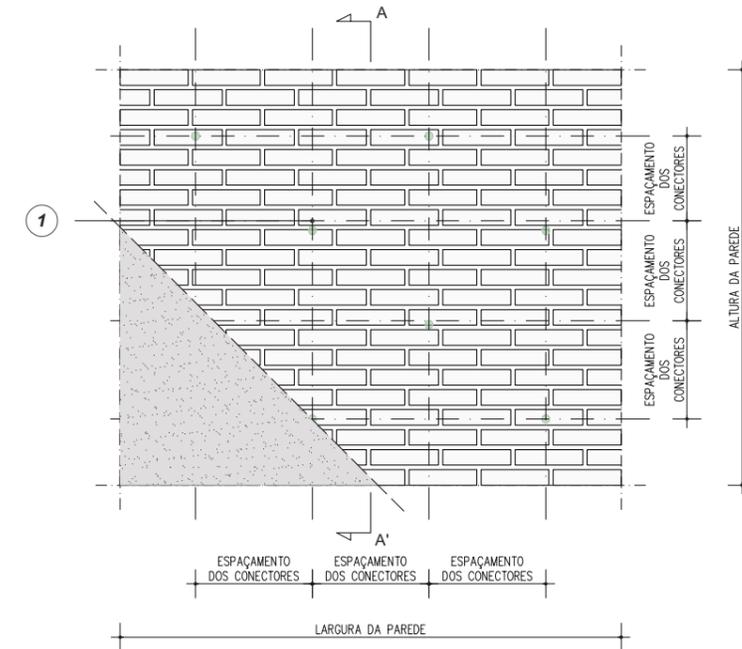


## SOLUÇÃO COM CONEXÕES TRANSVERSAIS NÃO PASSANTES



SECÇÃO A-A'  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE CONEXÕES TRANSVERSAIS REALIZADAS ATRAVÉS DE VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX®

0m 0.5m 1m



DETALHE  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE CONEXÕES TRANSVERSAIS REALIZADAS ATRAVÉS DE VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX®

## 1 INSTALAÇÃO A SECO DOS VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX®

Os varões estão disponíveis em diferentes diâmetros e comprimentos: caberá ao projectista dimensionar a intervenção, a eventual profundidade de ancoragem, distância entre eixos, tanto horizontal como vertical, entre cada varão e o desenvolvimento no interior da alvenaria, dependendo da natureza do suporte e das necessidades estáticas a atingir. Para mais informação sobre os varões helicoidais STEEL DRYFIX®, consultar o APÊNDICE B.

## EXTRACTOR CERTIFICADO



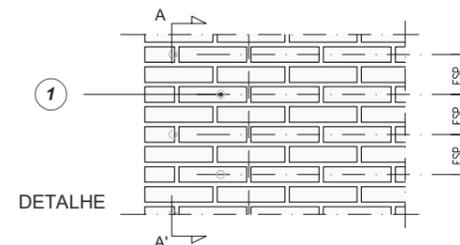
USO DO EXTRACTOR CERTIFICADO DA KERAKOLL PARA OS ENSAIOS PULL-OUT NA OBRA, PARA A VERIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA DOS VARÕES APLICADOS



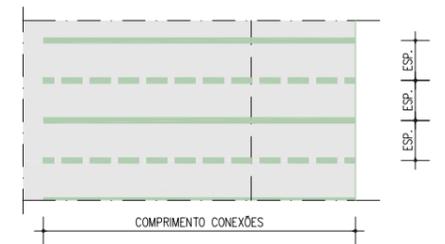
EXTRACTOR CERTIFICADO DA KERAKOLL EM OBRA

Para efectuar o ensaio de pull-out e verificar a aderência dos conectores, é necessário aplicar o conector perpendicularmente à parede.

## LIGAÇÃO MECÂNICA DE ALVENARIAS ANTIGAS REALIZADA ATRAVÉS DE VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX®

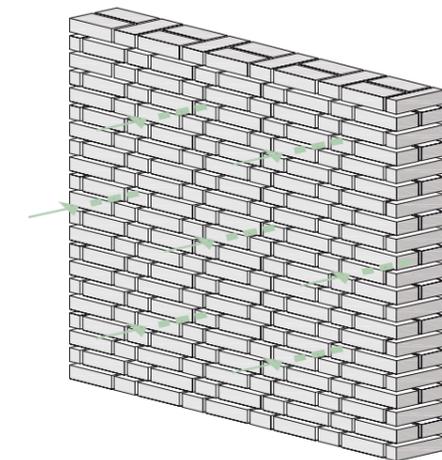
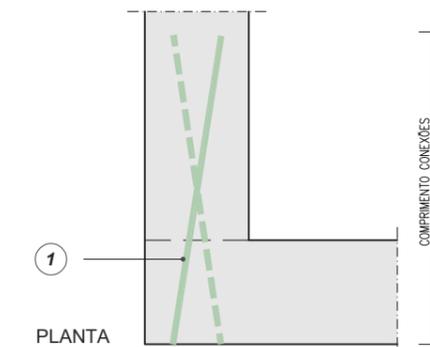


SECÇÃO A-A'



Na presença de panos de alvenaria ortogonais com ângulos a 90°, é possível garantir uma ligação correcta entre os mesmos graças à inserção de ligações mecânicas a seco, realizados através de varões helicoidais Steel Dryfix®, a realizar segundo os esquemas representados ao lado. Aconselha-se a instalar os varões helicoidais desfasados em relação ao alçado e com comprimento igual a pelo menos 3 vezes a espessura da parede. O projectista poderá escolher, com base nas exigências do projecto, a aplicação de varões helicoidais perpendiculares em relação à superfície. A ligação correcta entre panos de alvenaria ajuda o comportamento de caixa do edifício e inibe a formação de deslocamentos localizados. É possível combinar a intervenção com o refecimento armado. Ver "Solução em pormenor" TAB 23B.

0m 0.5m 1m



VISTA AXONOMÉTRICA  
INSERÇÃO GENERALIZADA DE CONEXÕES TRANSVERSAIS REALIZADAS ATRAVÉS DE VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX®

## NOTA

Os varões STEEL DRYFIX® 10, exceptuando na possibilidade de se verificar a sua instalação em obra, geralmente não podem ser projectados para intervenções de ligação mecânica em alvenaria de pedra de elevada consistência mecânica.

## QUADRO NORMATIVO

### Ligações na espessura da parede na presença de paramentos múltiplos

Quando as ligações entre a parede exterior e interior são insuficientes, como frequentemente ocorre nas alvenarias de pedra, deve-se verificar que, por efeito das acções sísmicas, não se active um mecanismo de flexão fora do plano no volume de parede compreendida entre duas rótulas com fixação mecânica exterior. Pode-se, eventualmente, recorrer a diátonos de contenção complementares, dispostos na parede com uma distância adequada entre si (não necessariamente demasiado distanciados). A inserção de **diátonos artificiais**, realizados em betão armado, com perfis metálicos ou noutros materiais resistentes à tracção, incluindo a utilização ligadores metálicos, com função de **tirantes** ou de ligadores com materiais compósitos, pode realizar uma ligação eficaz entre as paredes, evitando o destacamento ou a geração de fenómenos de instabilidade por compressão das paredes exteriores. A eficácia dessas intervenções está ligada à possibilidade efectiva de solidarizar as referidas contenções com a alvenaria circunstante que, para isso, deve apresentar uma boa consistência. (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 - 3)

### Consolidação com diátonos artificiais ou tirantes

No caso de inserção de diátonos artificiais dotados de uma rigidez significativa ao corte e suficientemente distribuídos, pode-se aplicar a todos os parâmetros de resistência o coeficiente indicado para as alvenarias originalmente dotadas de uma boa conexão transversal; os elementos de conexão à tracção (tirantes) têm um efeito significativo apenas para a resistência à compressão (f). (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 §C8.5.3.1)

## 26

## Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga através de encamisamento com bandas em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura



### PRESCRIÇÃO

- Preparação do suporte. Limpar a superfície até deixar à vista os elementos estruturais e realizar a selagem e o preenchimento das eventuais lesões presentes, com o material adequado e utilização da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO, compatível com a argamassa existente, de modo a recuperar a continuidade estrutural e estética. Realizar uma eventual aplicação de fixador consolidante superficial tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE ou RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE; no caso de suportes em gesso, isolar previamente com RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Por fim, limpar a parede através de ar comprimido e posteriormente aspirar os materiais sobrantes.
- Aplicação do sistema de reforço. Aplicar uma primeira camada com espessura média de 3 – 5 mm da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação do tecido GEOSTEEL G600 em fibra de aço galvanizado exercendo uma pressão enérgica com a espátula, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz; a distância entre eixos das bandas, os comprimentos de ancoragem e o comprimento da sobreposição devem ser devidamente calculados pelo projectista. As bandas dispostas verticalmente absorvem as solicitações à flexão, enquanto as bandas horizontais absorvem as solicitações ao corte. Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura média 2 – 5 mm), sempre realizado com GEOCALCE F ANTISISMICO, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder à aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca. Para garantir uma melhor eficácia do sistema de reforço, aplicar conectores utilizando o tecido GEOSTEEL G600/G1200, preparado para obter um comprimento de ancoragem igual ao previsto e verificado pelo projectista. É responsabilidade do projectista dimensionar as eventuais distâncias entre os eixos de conectores vizinhos.
- Reboco. Realizar um eventual reboco através de GEOCALCE TENACE: reboco técnico compósito da classe M5, com matriz mineral constituído por cal NHL pura e geoligante, com textura de tecnologia TPI 3D, transpirável, com risco de fissuração nulo, aplicável mesmo com espessura alta até 30 mm numa passagem única.

### ADVERTÊNCIAS

Consultar o APÉNDICE B para conhecer as modalidades de instalação e as prestações mecânicas dos conectores com tubo desfibrilhado, realizado com a gama de tecidos GEOSTEEL em combinação com a roseta de extremidade em polipropileno armado com fibra de vidro INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

Quando por exigência do projecto o tecido GEOSTEEL G600 não é suficiente para satisfazer as verificações, pode ser substituído por GEOSTEEL G1200.

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

### ESPECIFICAÇÃO

Reforço à flexo-compressão e corte de alvenaria antiga com encamisamento de bandas, através da utilização de um sistema compósito 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, 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 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torsão em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,084 mm, embebida em geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies a reforçar, através da picagem e remoção do reboco existente, reparação de eventuais lesões através de preenchimento e/ou consolidação com injeccção de argamassa fluida e eliminação de pó e resíduos final através de lavagem com água a baixa pressão; 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 uma impregnação completa 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, com espessura de cerca de 2 – 5 mm com o fim de envolver 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 pelo projecto; eventual inserção de diátonos realizados com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada (a contabilizar à parte), após: realização do furo de entrada, com dimensões adequadas à natureza do conector, preparação do conector metálico mediante corte, “desfibrilhamento”, e enrolamento final do tecido em fibra de aço, com fecho do mesmo através de braçadeira plástica; inserção do conector preparado no interior do furo com injeccção final a baixa pressão de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78).

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 remoção do reboco existente e a reabilitação das zonas degradadas e recuperação do substrato; os conectores e a injeccção dos mesmos e todos os encargos necessários para a sua realização; 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

Execução dos furos, molhagem dos suportes e aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



2

Instalação das bandas de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



3

Corte do tecido GEOSTEEL no local do furo de injeccção.



4

Instalação do conector realizado com tecido em fibra de aço GEOSTEEL com o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.



5

Aplicação da segunda demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



6

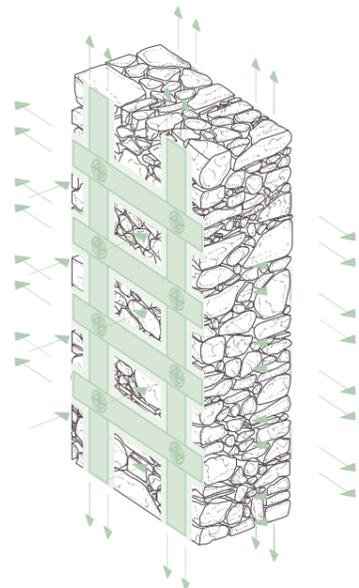
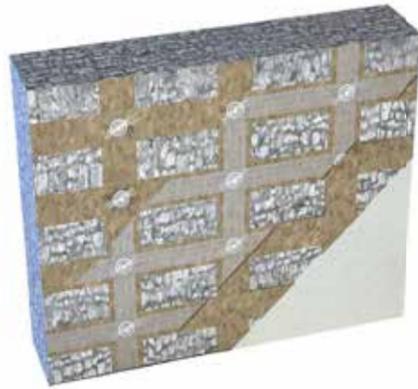
Ligação mecânica do diátono com injeccção a baixa pressão de GEOCALCE FL ANTISISMICO e fecho do furo com a tampa própria.



# 26

REFORÇO PARA ACÇÕES NO PLANO E FORA DO PLANO DE ALVENARIA ANTIGA ATRAVÉS DE ENCAMISAMENTO COM BANDAS EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E GEOARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA

Geoforceone  
Software

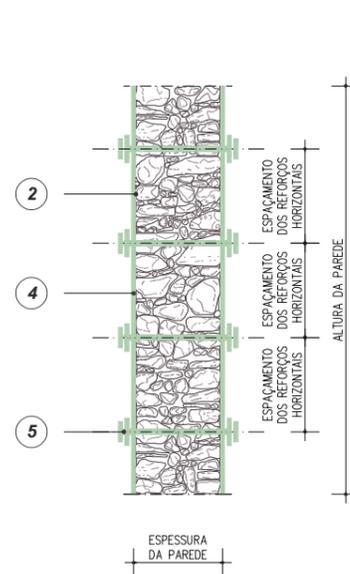


VISTA AXONOMÉTRICA  
BANDAS DE FIBRA DE AÇO GEOSTEEL G600/G1200

#### NOTA

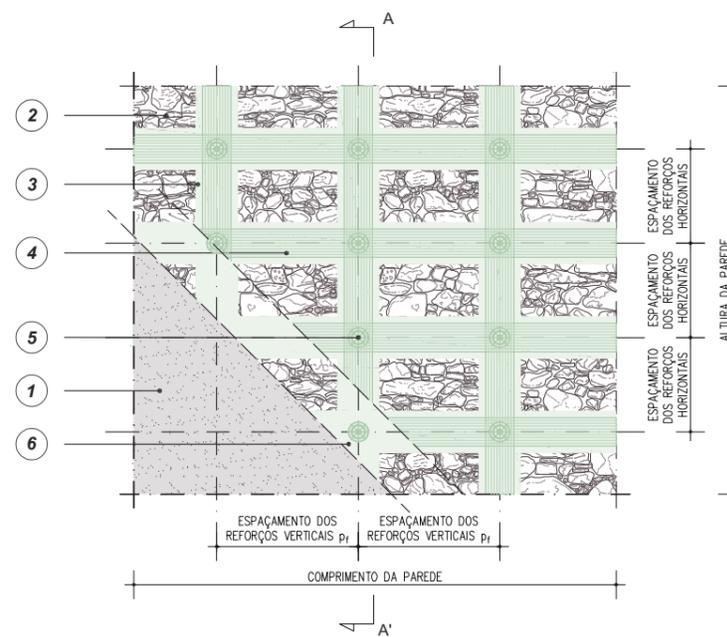
Os desenhos representam, a título de exemplo, um aparelho de alvenaria em pedra, mas o esquema permanece invariável se se estiver em presença de alvenaria de tijolo ou tufo. Na presença de alvenaria muito heterogénea, é sempre aconselhável efectuar uma intervenção combinada através de injecções de argamassa (TAB 24).

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

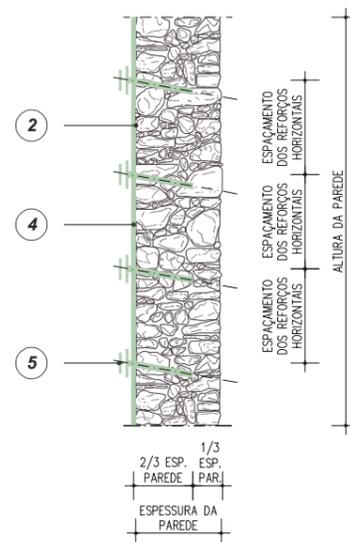


SECÇÃO A-A'  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



DETALHE  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200



SECÇÃO A-A'  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL G600/G1200 EM APENAS UM LADO DA PAREDE

0m 0.5m 1m 2m

#### QUADRO NORMATIVO PARA A INTERVENÇÃO REALIZADA EM APENAS UMA FACE

- Se o sistema de reforço FRCM for aplicado sobre uma única face da parede, é obrigatório adoptar conectores de comprimento de modo a penetrar no interior da fiada exterior do paramento não reforçado. (CNR - DT 215/2018 §6)

#### QUADRO NORMATIVO

A capacidade portante ao corte e à flexo-compressão de uma alvenaria irregular pode ser aumentada aplicando sobre as superfícies das paredes o reforço com FRCM, que pode prever a aplicação do tecido tanto em continuidade como em bandas. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

#### REFORÇO DE PAREDES SOLICITADAS NO PRÓPRIO PLANO

Para melhorar a capacidade portante de paredes solicitadas no próprio plano, podem ser utilizados reforços FRCM. Nos casos de alvenaria com características mecânicas insuficientes, como por exemplo alvenarias de pedra, é necessário articular a intervenção de reforço com compostos FRCM com outros tipos de intervenção para assegurar o comportamento interno da parede e permitir a transferência correcta de forças ao reforço FRCM.

#### Capacidade ao corte

Com o objectivo de aumentar a resistência ao corte de paredes solicitadas no seu próprio plano, pode-se prever a aplicação de reforços FRCM dispostos, se possível, de forma simétrica sobre as duas faces, e estendidos em toda a sua superfície com as fibras preferivelmente nas direcções vertical e horizontal. Para efeitos do projecto de reforço ao corte, considera-se a área das fibras dispostas paralelamente à força de corte; em qualquer caso, para garantir a eficácia do reforço, mesmo após fissuração, é aconselhável prever também fibras dispostas ortogonalmente.

#### Capacidade à flexo-compressão

Com o objectivo de aumentar a resistência à flexo-compressão no plano dos painéis de alvenaria, pode ser prevista a aplicação de reforços FRCM em que estão presentes fibras dispostas na direcção do eixo do elemento estrutural. Os reforços são aplicados de preferência sobre ambas as faces do painel, recobridno habitualmente quase a totalidade da superfície (Figura 4.1). Reforços assim dispostos aumentam o momento resistente de cálculo de uma secção da parede se forem correctamente ancorados. Entendem-se como correctamente ancorados os reforços prolongados em pelo menos 300 mm a partir da secção verificada ou conectados à alvenaria por meio de dispositivos adequados. (CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

#### Aumento da capacidade das paredes

Quando as secções de parede são constituídas por materiais de baixa qualidade, pode ser adequado melhorar as características mecânicas das mesmas. Deve-se ter cuidado na escolha da argamassa a utilizar em relação à existente. Nos casos em que se realizem através de injecções de misturas de ligantes, deve-se verificar também a exequibilidade da intervenção em termos de capacidade das paredes de absorver e distribuir as argamassas injectadas, prestando atenção na escolha da pressão de introdução da mistura, para evitar problemas localizados. (Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Atualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.7.4 - 4)

\* Normas de validade comprovada

#### 1 EVENTUAL REMOÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE REFORÇO

#### 2 LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DA ALVENARIA IRREGULAR, EVENTUAL APLICAÇÃO DO FIXADOR CONSOLIDANTE SUPERFICIAL TIPO BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE OU RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO DE VOLUMES PARA CONTINUIDADE DO MATERIAL E EVENTUAL REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE COM GEOCALCE® F ANTISISMICO

Em todos os casos onde o sistema de reforço FRCM deva ser aplicado à volta de arestas, estas devem ser correctamente arredondadas, sendo o raio de curvatura de, pelo menos, 20 mm. Esse arredondamento poderá não ser necessário para redes de aço, com base em declaração do fabricante, sempre que suportado por ensaios específicos de laboratório. (CNR - DT 215/2018 §6)

#### 3 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESSURA MÉDIA DE 3-5 mm DE GEOCALCE® F ANTISISMICO PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO

#### 4 INSTALAÇÃO DO TECIDO GEOSTEEL G600/G1200 DISPOSTO EM BANDAS VERTICAIS PARA AS SOLICITAÇÕES À FLEXÃO E HORIZONTAIS PARA AS SOLICITAÇÕES AO CORTE

- Na presença de mais camadas de reforço, as sobreposições devem ser devidamente desfasadas. São aconselhados desfasamentos inferiores à metade da espessura do elemento reforçado, com um mínimo de 300 mm.[...]  
- Deve ser assegurado um comprimento adequado de ancoragem, para além da secção em que o reforço FRCM é necessário. Na falta de indicações mais precisas, a mesma deve ser de pelo menos 300 mm.  
- Deve ser assegurada uma sobreposição adequada dos tecidos de reforço, seguindo as instruções contidas no manual de instalação. (CNR - DT 215/2018 §6)

Aconselha-se uma disposição simétrica das bandas de tecido de aço, devidamente ancoradas, em ambos os lados da parede. Nos pontos de sobreposição, os dois tecidos em fibra são sobrepostos em pelo menos 30 cm. Para mais informação sobre a sobreposição das camadas de tecido, consultar o APÉNDICE A.

#### 5 INSERÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200 ANCORADOS COM ARGAMASSA FLUIDA GEOCALCE® FL ANTISISMICO

- No caso de reforço nas duas faces da alvenaria de pedra ou paramentos desligados, é obrigatório que os conectores sejam passantes.  
- No caso de reforço de painéis de espessura  $t \leq 400$  mm com FRCM e com o uso de conectores, sugere-se uma distância entre eixos entre estas últimas  $\geq 3t$  e, de qualquer modo, não superior a 1600 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$ .  
- No caso de reforço de painéis de espessura  $t > 400$  mm, sugere-se uma distância entre eixos  $\geq 2t$  e, de qualquer modo, não superior a 2000 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$  dispostos em quincôncio. (CNR - DT 215/2018 §6)

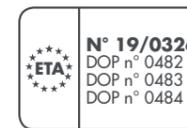
Aconselha-se a colocar 4 conexões por  $m^2$ , realizadas através de diátomos mecânicos com extremidade desfibrilhada em fibra de aço de resistência muito alta GEOSTEEL G600/G1200. Consultar o APÉNDICE B para detalhes mais aprofundados sobre os diátomos.

Na presença de suportes adequados, o projectista pode avaliar a inserção de varões helicoidais STEEL DRYFIX® como conectores transversais em substituição dos diátomos GEOSTEEL. Consultar o APÉNDICE B para mais detalhes sobre os varões helicoidais.

#### 6 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM GEOCALCE® F ANTISISMICO (ESPESSURA DE CERCA DE 2-5 mm), PARA EMBEBER O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS. É NECESSÁRIO GARANTIR A CURA SIMULTÂNEA DA CAMADA INICIAL E DA FINAL, QUE SERÁ ASSIM APLICADA QUANDO A PRECEDENTE AINDA ESTÁ FRESCA

## 27A

Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga de pedra através de encamisamento generalizado com rede em fibra natural de basalto e aço inox e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura



## PRESCRIÇÃO

- Preparação do suporte. Limpar a superfície até deixar à vista os elementos estruturais e realizar a selagem e o preenchimento das eventuais lesões presentes, com o material adequado e utilização da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO, compatível com a argamassa existente, de modo a recuperar a continuidade estrutural e estética. Realizar uma eventual aplicação de fixador consolidante superficial tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE ou RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE; no caso de suportes em gesso, isolar previamente com RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Por fim, limpar a parede através de ar comprimido e posteriormente aspirar os materiais sobranes.
- Aplicação do sistema de reforço. Aplicar uma primeira camada com espessura média de 3 – 5 mm da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação da rede biaxial em fibra de basalto e aço inox AISI 304, com tratamento protector especial resistente aos álcalis com resina de base aquosa isenta de solventes, GEOSTEEL GRID 200, exercendo uma pressão enérgica com a espátula, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz; os comprimentos de ancoragem e o comprimento da sobreposição devem ser devidamente calculados pelo projectista. Para garantir uma melhor eficácia do sistema de reforço, aplicar conectores utilizando o tecido GEOSTEEL G600/G1200, preparado para obter um comprimento de ancoragem igual ao previsto e verificado pelo projectista. É responsabilidade do projectista dimensionar as eventuais distâncias entre os eixos de conectores vizinhos. Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura média 2 – 5 mm), sempre realizado com GEOCALCE F ANTISISMICO, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder à aplicação das posteriores camadas de reforço tendo o cuidado de repetir as fases do mesmo modo que as precedentes. É preferível que as camadas posteriores sejam realizadas fresco sobre fresco.
- Reboco. Realizar um eventual reboco através de GEOCALCE TENACE: reboco técnico compósito da classe M5, com matriz mineral constituído por cal NHL pura e geoligante, com textura de tecnologia TPI 3D, transpirável, com risco de fissuração nulo, aplicável mesmo com espessura alta até 30 mm numa passagem única.

## ADVERTÊNCIAS

O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, em alternativa à rede biaxial em fibra de basalto e aço inox GEOSTEEL GRID 200, a rede biaxial em fibra de basalto e aço inox GEOSTEEL GRID 400 ou a rede de armadura biaxial em fibra de vidro resistente aos álcalis e aramida RINFORZO ARV 100.

Consultar o APÊNDICE B para conhecer as modalidades de instalação e as prestações mecânicas dos conectores com tubo desfibrilhado, realizado com a gama de tecidos GEOSTEEL em combinação com a roseta de extremidade em polipropileno armado com fibra de vidro INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

## ESPECIFICAÇÃO

Reforço à flexo-compressão e corte de alvenaria antiga de pedra através da utilização de um sistema compósito de matriz inorgânica FRM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), 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 biaxial compensado em fibra de basalto e aço inox AISI 304, com tratamento protector especial resistente aos álcalis com resina de base aquosa isenta de solventes – tipo GEOSTEEL GRID 200 da Kerakoll – características técnicas certificadas: aço inox AISI 304, com tratamento protector especial resistente aos álcalis com resina de base aquosa isenta de solventes; resistência à tracção do fio > 750 MPa, módulo de elasticidade E > 200 GPa; fibra de basalto: resistência à tracção ≥ 3000 MPa, módulo de elasticidade E ≥ 87 GPa; dimensão da malha 17x17 mm, espessura equivalente  $t_f(0^\circ-90^\circ) = 0,032$  mm, massa total incluindo a termosoldadura e revestimento protector = 200 g/m<sup>2</sup>, impregnado com geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies a reforçar, através da picagem e remoção do reboco existente, reparação de eventuais lesões através de preenchimento e/ou consolidação com injeção de argamassa fluida (a contabilizar à parte) e limpeza de pó e resíduos final mediante lavagem com água a baixa pressão; aplicação de uma primeira camada de geoargamassa, com espessura de cerca de 3 – 5 mm; com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação da rede, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa 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, com espessura de cerca de 2 – 5 mm com o fim de envolver totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; eventual repetição das fases de aplicação da rede e geoargamassa em todas as camadas posteriores de reforço previstas pelo projecto; inserção de diátonos realizados com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, após: realização do furo de entrada, com dimensões adequadas à natureza do conector, preparação do conector metálico mediante corte, “desfibrilhamento”, e enrolamento final do tecido em fibra de aço, com fecho do mesmo através de braçadeira plástica, inserção do conector preparado no interior do furo com injeção final a baixa pressão de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78).

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. A quantificação da argamassa de injeção é calculada apenas para o enchimento do furo do diátono. Exclui-se: a eventual remoção do reboco existente e a reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a camada de acabamento; 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

Execução dos furos, molhagem dos suportes e aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



2

Instalação da rede biaxial em fibra de basalto GEOSTEEL GRID.



3

Corte do tecido GEOSTEEL GRID no local do furo de injeção.



4

Instalação do conector realizado com tecido em fibra de aço GEOSTEEL com o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.



5

Aplicação da segunda demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



6

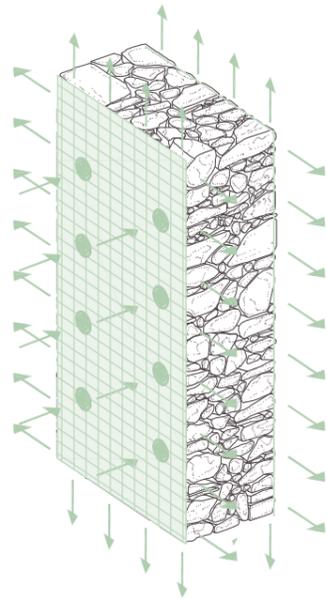
Ligação mecânica do diátono com injeção a baixa pressão de GEOCALCE FL ANTISISMICO e fecho do furo com a tampa própria.



# 27A

REFORÇO PARA ACÇÕES NO PLANO E FORA DO PLANO DE ALVENARIA ANTIGA DE PEDRA ATRAVÉS DE ENCAMISAMENTO GENERALIZADO COM REDE EM FIBRA NATURAL DE BASALTO E AÇO INOX E GEOARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA

Geoforce one  
Software

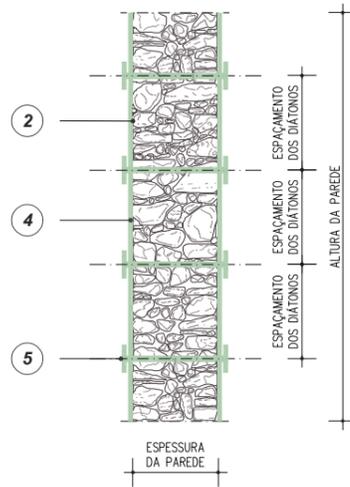


VISTA AXONOMÉTRICA  
REDE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100

## NOTA

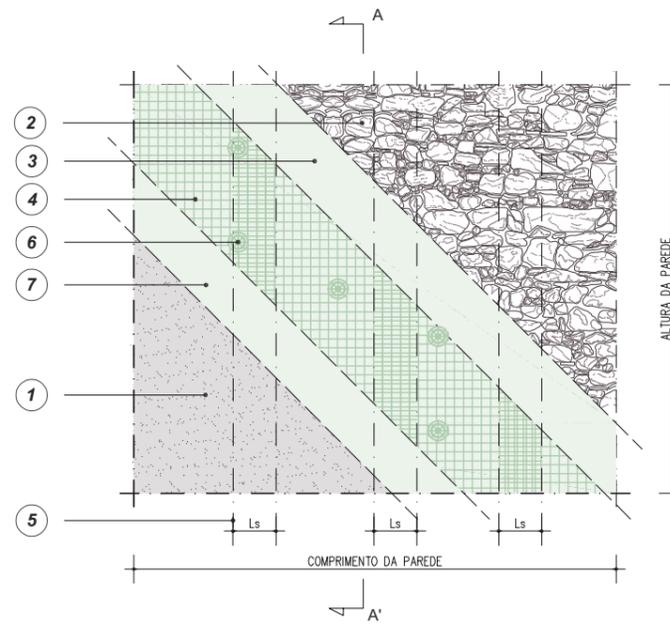
Os desenhos representam, a título de exemplo, um aparelho de alvenaria em pedra, mas o esquema permanece invariável se se estiver em presença de alvenaria de tijolo ou tufo. Na presença de alvenaria muito heterogênea, é sempre aconselhável efectuar uma intervenção combinada através de injeções de argamassa (TAB 24).

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

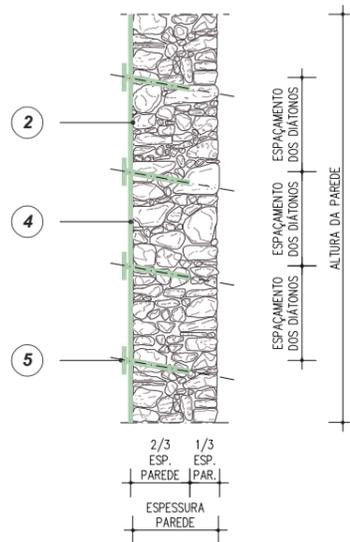


SEÇÃO A-A'  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100

0m 0.5m 1m 2m



DETALHE  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100



SEÇÃO A-A'  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100 EM APENAS UM LADO DA PAREDE

0m 0.5m 1m 2m

## QUADRO NORMATIVO PARA A INTERVENÇÃO REALIZADA EM APENAS UMA FACE

- Se o sistema de reforço FRCM for aplicado sobre uma única face da parede, é obrigatório adoptar conectores de comprimento de modo a penetrar no interior da fiada exterior do paramento não reforçado.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

## QUADRO NORMATIVO

A capacidade portante ao corte e à flexão-compressão de uma alvenaria irregular pode ser aumentada aplicando sobre as superfícies das paredes o reforço com FRCM, que pode prever a aplicação do tecido tanto em continuidade como em bandas.  
(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

### REFORÇO DE PAREDES SOLICITADAS NO PRÓPRIO PLANO

Para melhorar a capacidade portante de paredes solicitadas no próprio plano, podem ser utilizados reforços FRCM. Nos casos de alvenaria com características mecânicas insuficientes, como por exemplo alvenarias de pedra, é necessário articular a intervenção de reforço com compostos FRCM com outros tipos de intervenção para assegurar o comportamento interno da parede e permitir a transferência correcta de forças ao reforço FRCM.

#### Capacidade ao corte

Com o objectivo de aumentar a resistência ao corte de paredes solicitadas no seu próprio plano, pode-se prever a aplicação de reforços FRCM dispostos, se possível, de forma simétrica sobre as duas faces, e estendidos em toda a sua superfície com as fibras preferivelmente nas direcções vertical e horizontal. Para efeitos do projecto de reforço ao corte, considera-se a área das fibras dispostas paralelamente à força de corte: em qualquer caso, para garantir a eficácia do reforço, mesmo após fissuração, é aconselhável prever também fibras dispostas ortogonalmente.

#### Capacidade à flexão-compressão

Com o objectivo de aumentar a resistência à flexão-compressão no plano dos painéis de alvenaria, pode ser prevista a aplicação de reforços FRCM em que estão presentes fibras dispostas na direcção do eixo do elemento estrutural. Os reforços são aplicados de preferência sobre ambas as faces do painel, recobrimo habitualmente quase a totalidade da superfície (Figura 4.1). Reforços assim dispostos aumentam o momento resistente de cálculo de uma secção da parede se forem correctamente ancorados. Entendem-se como correctamente ancorados os reforços prolongados em pelo menos 300 mm a partir da secção verificada ou conectados à alvenaria por meio de dispositivos adequados.  
(CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

#### Aumento da capacidade das paredes

Quando as secções de parede são constituídas por materiais de baixa qualidade, pode ser adequado melhorar as características mecânicas das mesmas. Deve-se ter cuidado na escolha da argamassa a utilizar em relação à existente. Nos casos em que se realizem através de injeções de misturas de ligantes, deve-se verificar também a exequibilidade da intervenção em termos de capacidade das paredes de absorver e distribuir as argamassas injectadas, prestando atenção na escolha da pressão de introdução da mistura, para evitar problemas localizados.  
(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 - 4)

\* Normas de validade comprovada

## 1 EVENTUAL REMOÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE REFORÇO

LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DA ALVENARIA IRREGULAR, EVENTUAL APLICAÇÃO DO FIXADOR CONSOLIDANTE SUPERFICIAL TIPO **BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE** OU **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO DE VOLUMES PARA CONTINUIDADE DO MATERIAL E EVENTUAL REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE COM **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

Em todos os casos onde o sistema de reforço FRCM deva ser aplicado à volta de arestas, estas devem ser correctamente arredondadas, sendo o raio de curvatura de, pelo menos, 20 mm. Esse arredondamento poderá não ser necessário para redes de aço, com base em declaração do Fabricante, sempre que suportado por ensaios específicos de laboratório.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

## 3 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESSURA MÉDIA DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA APLICAR E EMBEBER A REDE DE REFORÇO

## 4 INSTALAÇÃO DA REDE **GEOSTEEL GRID 200/400** OU REDE **RINFORZO ARV 100**

## 5 APLICAÇÃO DA REDE COM UM COMPRIMENTO DE SOBREPOSIÇÃO $L_s$ DE MODO A GARANTIR O FUNCIONAMENTO CORRECTO DO REFORÇO

- Na presença de mais camadas de reforço, as sobreposições devem ser devidamente desfasadas.
- São aconselhados desfasamentos inferiores à metade da espessura do elemento reforçado, com um mínimo de 300 mm.[...]
- Deve ser assegurado um comprimento adequado de ancoragem, para além da secção em que o reforço FRCM é necessário. Na falta de indicações mais precisas, a mesma deve ser de pelo menos 300 mm.
- Deve ser assegurada uma sobreposição adequada dos tecidos de reforço, seguindo as instruções contidas no manual de instalação.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

A rede em fibra natural de basalto e aço inox **GEOSTEEL GRID 200/400** e fibra de vidro e aramida **RINFORZO ARV 100** está disponível em larguras de 1 m. Para a montagem, aconselha-se um comprimento de sobreposição igual a 30 cm.

## 6 INSERÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA **GEOSTEEL G600/G1200** ANCORADOS COM ARGAMASSA FLUIDA **GEOCALCE® FL ANTISISMICO**

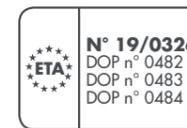
- No caso de reforço nas duas faces da alvenaria de pedra ou paramentos desligados, é obrigatório que os conectores sejam passantes.
- No caso de reforço de panos de espessura  $t \leq 400$  mm com FRCM e com o uso de conectores, sugere-se uma distância entre eixos entre estas últimas  $\geq 3t$  e, de qualquer modo, não superior a 1600 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$ .
- No caso de reforço de painéis de espessura  $t > 400$  mm, sugere-se uma distância entre eixos  $\geq 2t$  e, de qualquer modo, não superior a 2000 mm; na correspondência de esquinas e ligações ortogonais, sugere-se um comprimento dos conectores  $l=3t$  dispostos em quincôncio.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

Aconselha-se a colocar 4 conexões por  $m^2$ , realizadas através de diátonos mecânicos com extremidade desfibrilhada em fibra de aço de resistência muito alta **GEOSTEEL G600/G1200**.  
Consultar o APÉNDICE B para detalhes mais aprofundados sobre os diátonos.

## 7 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM **GEOCALCE® F ANTISISMICO** (ESPESSURA 2-5 mm), PARA EMBEBER O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS. É NECESSÁRIO GARANTIR A CURA SIMULTÂNEA DA CAMADA INICIAL E DA FINAL, QUE SERÁ ASSIM APLICADA QUANDO A PRECEDENTE AINDA ESTÁ FRESCA

# 27B

Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga de bloco cerâmico maciço através de encamisamento generalizado com rede em fibra natural de basalto e aço inox e georgamassa à base de cal hidráulica natural pura



## PRESCRIÇÃO

1. Preparação do suporte. Limpar a superfície até deixar à vista os elementos estruturais e realizar a selagem e o preenchimento das eventuais lesões presentes, com o material adequado e utilização da georgamassa GEOCALCE F ANTISISMICO, compatível com a argamassa existente, de modo a recuperar a continuidade estrutural e estética. Realizar uma eventual aplicação de fixador consolidante superficial tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE ou RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE; no caso de suportes em gesso, isolar previamente com RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Por fim, limpar a parede através de ar comprimido e posteriormente aspirar os materiais sobrantes.
2. Aplicação do sistema de reforço. Realizar os furos guia para a instalação dos varões de conexão STEEL DRYFIX 10 com diâmetro adequado em função da consistência do suporte; se está prevista a posterior inserção do TASSELLO STEEL DRYFIX 10, deve-se preparar o alargamento para o diâmetro de 14 mm nos primeiros 30 mm de profundidade do furo. Instalar os varões helicoidais STEEL DRYFIX 10 no interior dos furos guia já preparados, utilizando a ferramenta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12. É responsabilidade do projectista dimensionar as eventuais distâncias entre os eixos de conectores vizinhos. Aplicar uma primeira camada com espessura média de 3 – 5 mm da georgamassa GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação da rede biaxial em fibra de basalto e aço inox AISI 304, com tratamento protector especial resistente aos álcalis com resina de base aquosa isenta de solventes, GEOSTEEL GRID 200, exercendo uma pressão enérgica com a espátula, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz; os comprimentos de ancoragem e o comprimento da sobreposição devem ser devidamente calculados pelo projectista. Antes de realizar a segunda demão de GEOCALCE F ANTISISMICO, realizar a dobragem dos varões ou, em alternativa, o enroscamento na extremidade do varão do TASSELLO STEEL DRYFIX 10. Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura média 2 – 5 mm), sempre realizado com GEOCALCE F ANTISISMICO, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder à aplicação das posteriores camadas de reforço tendo o cuidado de repetir as fases do mesmo modo que as precedentes. É preferível que as camadas posteriores sejam realizadas fresco sobre fresco.
3. Reboco. Realizar um eventual reboco através de GEOCALCE TENACE: reboco técnico compósito da classe M5, com matriz mineral constituído por cal NHL pura e geoligante, com textura de tecnologia TPI 3D, transpirável, com risco de fissuração nulo, aplicável mesmo com espessura alta até 30 mm numa passagem única.

## ADVERTÊNCIAS

O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, em alternativa à rede biaxial em fibra de basalto e aço inox GEOSTEEL GRID 200, a rede biaxial de armadura em fibra de basalto e aço inox GEOSTEEL GRID 400 ou a rede de armadura biaxial em fibra de vidro resistente aos álcalis e aramida RINFORZO ARV 100.

Em alternativa aos varões de conexão STEEL DRYFIX 10 e o TASSELLO STEEL DRYFIX 10, é possível instalar varões de conexão STEEL DRYFIX 8 utilizando a ferramenta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 8 e o TASSELLO STEEL DRYFIX 8.

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

## ESPECIFICAÇÃO

Reforço à flexo-compressão e corte de alvenaria antiga de bloco cerâmico maciço com encamisamento generalizado de rede em fibra de basalto e aço inox, através da utilização de um sistema compósito de matriz inorgânica FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), 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 biaxial compensado em fibra de basalto e aço inox AISI 304, com tratamento protector especial resistente aos álcalis com resina de base aquosa isenta de solventes – tipo GEOSTEEL GRID 200 da Kerakoll – características técnicas certificadas: aço inox AISI 304, com tratamento protector especial resistente aos álcalis com resina de base aquosa isenta de solventes; resistência à tracção do fio > 750 MPa, módulo de elasticidade  $E > 200$  GPa; fibra de basalto: resistência à tracção  $\geq 3000$  MPa, módulo de elasticidade  $E \geq 87$  GPa; dimensão da malha 17x17 mm, espessura equivalente  $t_f (0^\circ-90^\circ) = 0,032$  mm, massa total incluindo a termosoldadura e revestimento protector  $\approx 200$  g/m<sup>2</sup>, impregnado com georgamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub>  $\leq 250$  g/kg, teor de materiais reciclados  $\geq 30\%$ . A georgamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias  $\geq 15$  N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies a reforçar, através da picagem e remoção do reboco existente, reparação de eventuais lesões mediante preenchimento e/ou consolidação com injeção de argamassa fluida (a contabilizar à parte) e limpeza de pó e resíduos final através de lavagem com água a baixa pressão; realização de furos guia para a posterior instalação através da inserção a seco de varões helicoidais certificados EN 845-1 em aço inox AISI 304-AISI 316, providas de marcação CE, no furo guia próprio no elemento estrutural, fornecidos e colocados em obra através de mandril de percussão adequado, – tipo STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura à tracção > 16,2 kN; carga de rotura ao corte > 9,5 kN; módulo de elasticidade > 150 GPa; deformação final à rotura 3%; área nominal 15,50 mm<sup>2</sup>. No caso em que seja prevista a aplicação da roseta de extremidade – tipo TASSELLO STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll –, deve-se prever o alargamento para o diâmetro de 14 mm, nos primeiros 30 mm de profundidade do furo guia; aplicação de uma primeira camada de georgamassa, com espessura de cerca de 3 – 5 mm; com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação da rede, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa 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; dobragem dos varões helicoidais ou, em alternativa, inserção de roseta de extremidade própria; execução da segunda camada de georgamassa, com espessura de cerca de 2 – 5 mm com o fim de envolver totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; eventual repetição das fases de aplicação da rede e georgamassa 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 remoção do reboco existente e a reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; 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 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Realização dos furos guia.

Instalação de varões STEEL DRYFIX.

Aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



4 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Instalação da rede biaxial em fibra de basalto GEOSTEEL GRID.

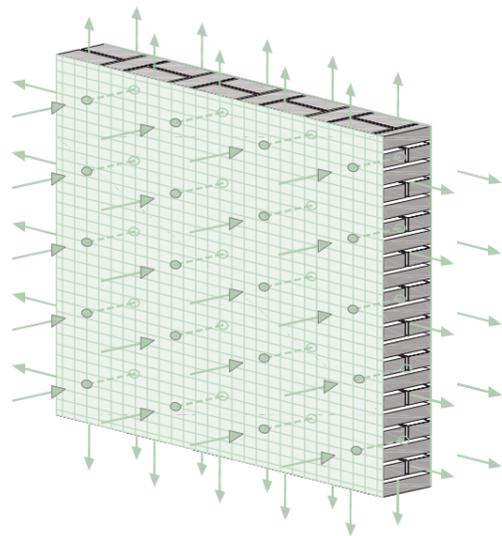
Enroscamento do TASSELLO STEEL DRYFIX.

Aplicação da segunda demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



# 27B

REFORÇO PARA ACÇÕES NO PLANO E FORA DO PLANO DE ALVENARIA ANTIGA DE BLOCO CERÂMICO MACIÇO ATRAVÉS DE ENCAMISAMENTO GENERALIZADO COM REDE EM FIBRA NATURAL DE BASALTO E AÇO INOX E GEOARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA

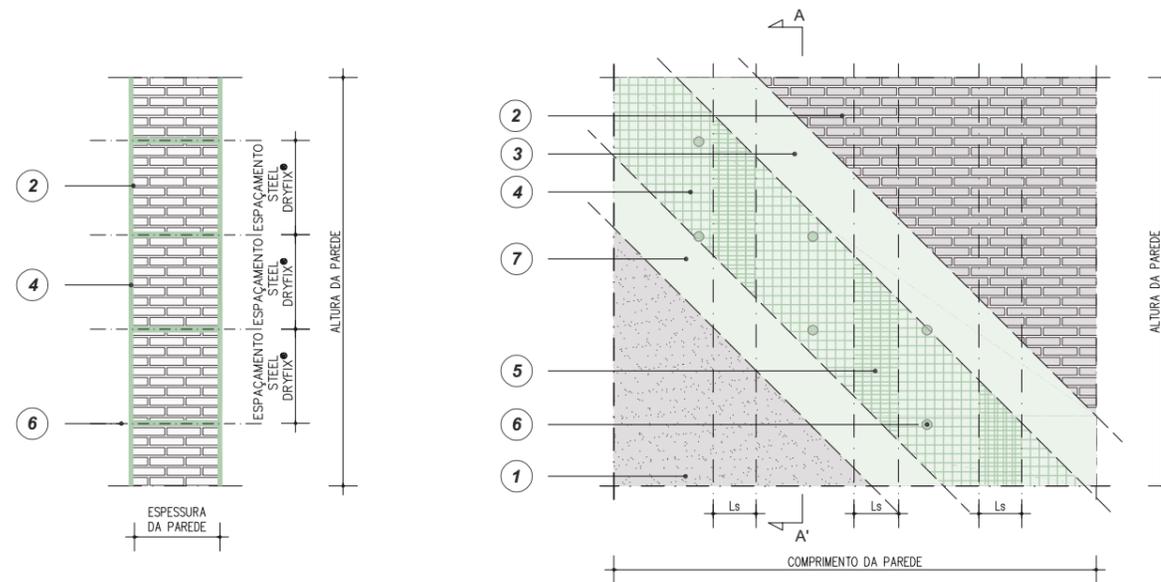


VISTA AXONOMÉTRICA  
REDE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100

## NOTA

Os varões STEEL DRYFIX® 10, exceptuando na possibilidade de se verificar a sua instalação em obra, geralmente não podem ser projectados para intervenções de ligação mecânica em alvenaria de pedra de elevada consistência mecânica.

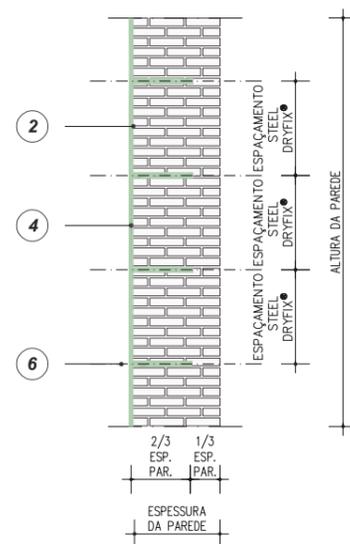
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



SECÇÃO A-A'  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100

DETALHE  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100

0m 0.5m 1m 2m



SECÇÃO A-A'  
REFORÇO À FLEXÃO E AO CORTE DA ALVENARIA IRREGULAR ATRAVÉS DE GEOSTEEL GRID 200/400 OU RINFORZO ARV 100 EM APENAS UM LADO DA PAREDE

## QUADRO NORMATIVO PARA A INTERVENÇÃO REALIZADA EM APENAS UMA FACE

- Se o sistema de reforço FRCM for aplicado sobre uma única face da parede, é obrigatório adoptar conectores de comprimento de modo a penetrar no interior da fiada exterior do paramento não reforçado.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

## QUADRO NORMATIVO

### REFORÇO DE PAREDES SOLICITADAS NO PRÓPRIO PLANO

Para melhorar a capacidade portante de paredes solicitadas no próprio plano, podem ser utilizados reforços FRCM. Nos casos de alvenaria com características mecânicas insuficientes, como por exemplo alvenarias de pedra, é necessário articular a intervenção de reforço com compósitos FRCM com outros tipos de intervenção para assegurar o comportamento interno da parede e permitir a transferência correcta de forças ao reforço FRCM.

#### Capacidade ao corte

Com o objectivo de aumentar a resistência ao corte de paredes solicitadas no seu próprio plano, pode-se prever a aplicação de reforços FRCM dispostos, se possível, de forma simétrica sobre as duas faces, e estendidos em toda a sua superfície com as fibras preferivelmente nas direcções vertical e horizontal. Para efeitos do projecto de reforço ao corte, considera-se a área das fibras dispostas paralelamente à força de corte; em qualquer caso, para garantir a eficácia do reforço, mesmo após fissuração, é aconselhável prever também fibras dispostas ortogonalmente.

#### Capacidade à flexo-compressão

Com o objectivo de aumentar a resistência à flexo-compressão no plano dos painéis de alvenaria, pode ser prevista a aplicação de reforços FRCM em que estão presentes fibras dispostas na direcção do eixo do elemento estrutural. Os reforços são aplicados de preferência sobre ambas as faces do painel, recobrimo habitualmente quase a totalidade da superfície (Figura 4.1).

Reforços assim dispostos aumentam o momento resistente de cálculo de uma secção da parede se forem correctamente ancorados. Entendem-se como correctamente ancorados os reforços prolongados em pelo menos 300 mm a partir da secção verificada ou conectados à alvenaria por meio de dispositivos adequados.

(CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

#### Aumento da capacidade das paredes

A intervenção de **refechamento de juntas**, se for realizado em ambas as superfícies exteriores, pode melhorar as características mecânicas da parede aumentando, de facto, a área resistente. Deve-se ter cuidado na escolha da argamassa a utilizar em relação à existente. Nos casos em que se realizem através de injecções de misturas de ligantes, deve-se verificar também a exequibilidade da intervenção em termos de capacidade das paredes de absorver e distribuir as argamassas injectadas, prestando atenção na escolha da pressão de introdução da mistura, para evitar problemas localizados.

(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 - 4)

\* Normas de validade comprovada

## 1 EVENTUAL REMOÇÃO DO REBOCO E RECONSTRUÇÃO APÓS A INTERVENÇÃO DE REFORÇO

LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DA ALVENARIA IRREGULAR, EVENTUAL APLICAÇÃO DO FIXADOR CONSOLIDANTE SUPERFICIAL TIPO **BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE** OU **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO DE VOLUMES PARA CONTINUIDADE DO MATERIAL E EVENTUAL REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE COM **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

Após ter verificado a qualidade do substrato e ter eventualmente procedido à recuperação da alvenaria danificada, pode ser adequado recorrer a uma passagem com jacto de areia adicional. [...]

É necessário assegurar que as partes envolvidas pelo reforço com compósito estejam perfeitamente limpas, removendo das mesmas eventuais poeiras, gordura, hidrocarbonetos e/ou tensoactivos.

- Em todos os casos onde o sistema de reforço FRCM deva ser aplicado à volta de arestas, estas devem ser correctamente arredondadas, sendo o raio de curvatura de, pelo menos, 20 mm. Esse arredondamento poderá não ser necessário para redes de aço, com base em declaração do Fabricante, sempre que suportado por ensaios específicos de laboratório.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

## 3 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESSURA MÉDIA DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA APLICAR E EMBEBER A REDE DE REFORÇO

## 4 INSTALAÇÃO DA REDE **GEOSTEEL GRID 200/400** OU REDE **RINFORZO ARV 100**

## 5 APLICAÇÃO DA REDE COM UM COMPRIMENTO DE SOBREPOSIÇÃO $L_s$ DE MODO A GARANTIR O FUNCIONAMENTO CORRECTO DO REFORÇO

Na presença de mais camadas de reforço, as sobreposições devem ser devidamente desfasadas. São aconselhados desfasamentos inferiores à metade da espessura do elemento reforçado, com um mínimo de 300 mm. [...]

- Deve ser assegurado um comprimento adequado de ancoragem, para além da secção em que o reforço FRCM é necessário. Na falta de indicações mais precisas, a mesma deve ser de pelo menos 300 mm.

- Deve ser assegurada uma sobreposição adequada dos tecidos de reforço, seguindo as instruções contidas no manual de instalação.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

A rede em fibra natural de basalto e aço inox **GEOSTEEL GRID 200/400** e fibra de vidro e aramida **RINFORZO ARV 100** está disponível em larguras de 1 m. Para a montagem, aconselha-se um comprimento de sobreposição igual a 30 cm.

## 6 INSTALAÇÃO A SECO DOS VARÕES HELICOIDAIS **STEEL DRYFIX® 10** PARA EMBRICAR A ALVENARIA ANTIGA

Consultar o APÊNDICE B para mais informação sobre o processo e as modalidades de instalação dos varões para o embricamento da alvenaria antiga.

## 7 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM **GEOCALCE® F ANTISISMICO** (ESPESSURA 2-5 mm), PARA EMBEBER O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS. É NECESSÁRIO GARANTIR A CURA SIMULTÂNEA DA CAMADA INICIAL E DA FINAL, QUE SERÁ ASSIM APLICADA QUANDO A PRECEDENTE AINDA ESTÁ FRESCA

## 27C

Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga em terra crua/ adobe através de encamisamento generalizado com rede em fibra natural de basalto e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura

## PRESCRIÇÃO

1. Preparação do suporte com reparação das zonas degradadas. Remover os revestimentos eventuais e limpar a superfície da alvenaria em terra crua/ adobe; reparar as zonas danificadas, degradadas e/ou lesionadas localmente da parede com o material adequado e utilizando a geoargamassa GEOCALCE INTONACO o BIOCALCE MUROSANO compatível com a alvenaria existente. Após ter reparado as zonas danificadas e lesionadas, proceder novamente à limpeza da superfície, tendo o cuidado de eliminar pó, gordura, óleos e outras substâncias que possam comprometer a aderência do sistema. Proceder à molhagem das superfícies até atingir a saturação do suporte, mas sem degradar o material de suporte.
2. Aplicação do sistema de reforço. Aplicar uma primeira camada com espessura média de 3 – 5 mm da geoargamassa GEOCALCE INTONACO; posteriormente, com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação da rede biaxial em fibra de basalto, com tratamento protector especial resistente aos álcalis, com resina de base aquosa isenta de solventes, GEO GRID 120, exercendo uma pressão enérgica com a espátula, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz; os comprimentos de ancoragem e o comprimento da sobreposição devem ser devidamente calculados pelo projectista. Para garantir uma melhor eficácia do sistema de reforço, proceder sempre à realização de sistemas de conexão utilizando os varões STEEL DRYFIX, previamente cortados para obter o comprimento de ancoragem previsto e definido pelo projectista. É responsabilidade do projectista dimensionar as distâncias entre os eixos de conectores vizinhos. Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura média 2 – 5 mm), sempre realizado com GEOCALCE INTONACO, com o fim de envolver totalmente o reforço e e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder à aplicação das posteriores camadas de reforço tendo o cuidado de repetir as fases do mesmo modo que as precedentes. É preferível que as camadas posteriores sejam realizadas fresco sobre fresco.
3. Decoração. Passado o tempo de secagem do GEOCALCE INTONACO, a decoração e protecção final das novas superfícies pode ser realizada através do uso de tintas ou revestimentos coloridos da Kerakoll.

## ADVERTÊNCIAS

O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, em alternativa à rede biaxial em fibra de basalto GEO GRID 120, a rede biaxial em fibra de basalto e aço inox GEOSTEEL GRID 200 ou a rede em fibra de vidro resistente aos álcalis e aramida RINFORZO ARV 100.

## ESPECIFICAÇÃO

Reforço para acções no plano e fora do plano de alvenaria antiga em terra crua/adobe através de encamisamento com rede equilibrada biaxial em fibra de basalto, com tratamento protector especial resistente aos álcalis, com resina de base aquosa isenta de solventes – tipo GEO GRID 120 da Kerakoll – características técnicas certificadas: resistência à tracção > 1250 MPa, módulo de elasticidade E > 56 GPa; dimensão da malha 22 x 22 mm, espessura equivalente da rede  $t_f = 0,023$  mm, massa total incluindo a termosoldadura e revestimento protector ≈ 130 g/m<sup>2</sup>, embebida em geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE INTONACO da Kerakoll – elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE e está em conformidade com os requisitos da norma EN 998-1 – GP/ CS II / WO, reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), coeficiente de resistência à difusão do vapor de água ( $\mu$ ) < 15, aderência ao suporte aos 28 dias > 0,1 N/mm<sup>2</sup>.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies a reforçar, através da picagem e remoção do reboco existente, reparação das zonas danificadas, degradadas e/ou lesionadas localmente das paredes, reparação de eventuais lesões através da consolidação com injeção de argamassa fluida (a contabilizar à parte); eliminação cuidada de pó, gordura, óleos e outras substâncias que possam comprometer a aderência do sistema e molhagem das superfícies até à saturação completa, sem que permaneça água líquida à superfície; realização de furos guia para a posterior instalação através da inserção a seco de varões helicoidais certificados EN 845-1 em aço inox AISI 316, providos de marcação CE, colocados em obra através de mandril de percussão próprio, – tipo STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura à tracção > 16,2 kN; carga de rotura ao corte > 9,5 kN; módulo de elasticidade > 150 GPa; deformação final à rotura 3%; área nominal 15,50 mm<sup>2</sup>. No caso em que esteja prevista a aplicação da roseta de extremidade – tipo TASSELLO STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll –, deve-se prever o alargamento para o diâmetro 14 mm, nos primeiros 30 mm de profundidade do furo guia; aplicação de uma primeira camada de geoargamassa, com espessura de cerca de 3 – 5 mm; com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação da rede, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa 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; dobragem dos varões helicoidais ou, em alternativa, inserção de roseta de extremidade própria; execução da segunda camada de geoargamassa, com espessura de cerca de 2 – 5 mm com o fim de envolver totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; eventual repetição das fases de aplicação da rede 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: os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção e todos os custos necessários para a sua realização; 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

Reparação das zonas danificadas, degradadas e/ou lesionadas localmente e realização dos furos guia para a instalação dos conectores.



2

Realização dos furos guia.



3

Instalação de varões STEEL DRYFIX.



4

Molhagem com água de todas as superfícies a reforçar e aplicação da primeira camada de GEOCALCE INTONACO.



5

Instalação da rede biaxial em fibra de basalto GEOSTEEL GRID.



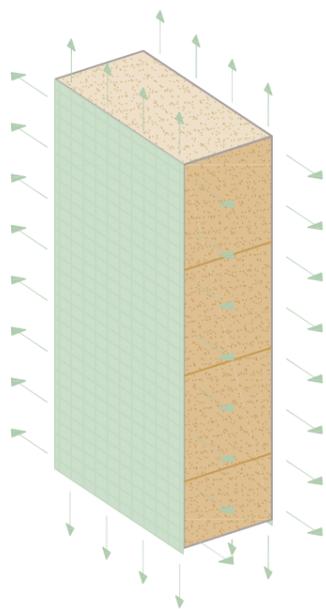
6

Aplicação da segunda demão de GEOCALCE INTONACO.



# 27C

REFORÇO PARA ACÇÕES NO PLANO E FORA DO PLANO DE ALVENARIA ANTIGA EM TERRA CRUA/ADOBE ATRAVÉS DE ENCAMISAMENTO GENERALIZADO COM REDE EM FIBRA NATURAL DE BASALTO E GEOARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA

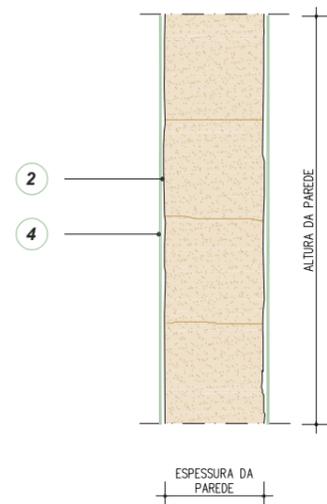


VISTA AXONOMÉTRICA  
REFORÇO DE PAREDES DE TERRA CRUA/ADOBE  
COM REDE GEO GRID 120 OU RINFORZO ARV 100

#### NOTAS

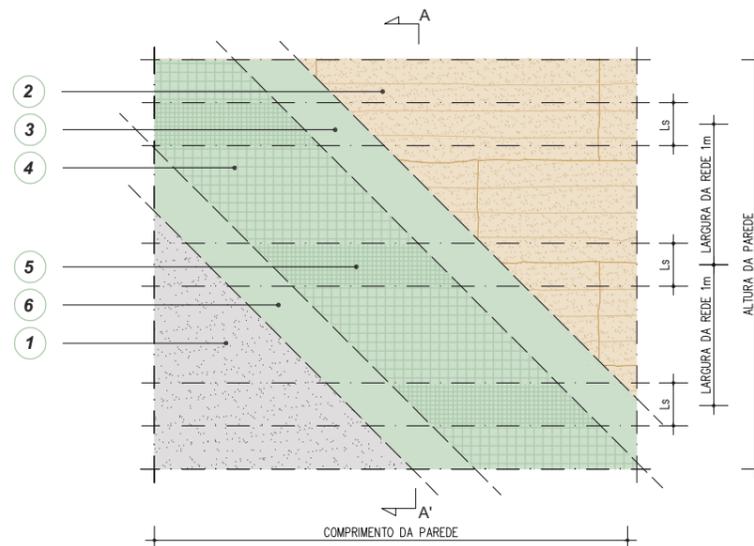
Neste manual apresentam-se as alternativas de reforço para paredes de terra crua/adobe. O projectista responsável avaliará a melhor opção para cada caso.

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

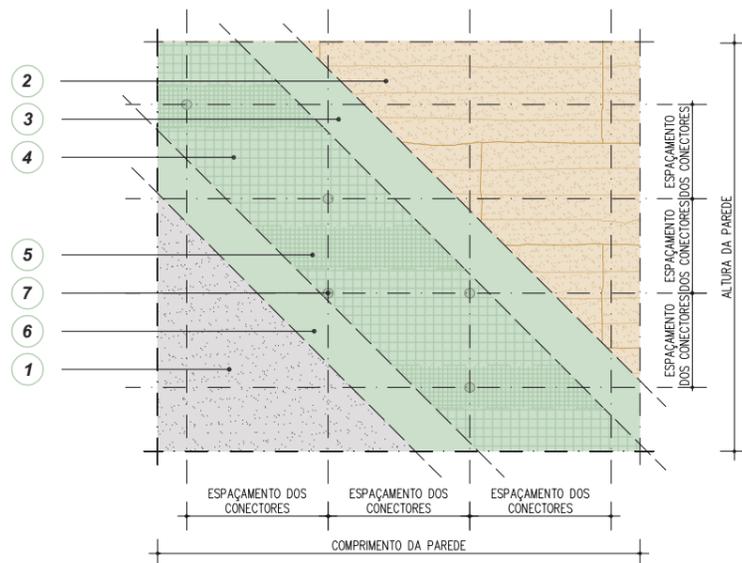


SECÇÃO A-A'  
REFORÇO AO CORTE E À FLEXÃO E DE PAREDES DE TERRA CRUA/ADOBE COM GEO GRID 120 OU RINFORZO ARV 100

0m 0.5m 1m 2m



DETALHE  
REFORÇO AO CORTE E À FLEXÃO E DE PAREDES DE TERRA CRUA/ADOBE COM GEO GRID 120 OU RINFORZO ARV 100



DETALHE  
REFORÇO AO CORTE E À FLEXÃO DE PAREDES DE TERRA CRUA/ADOBE COM GEO GRID 120 OU RINFORZO ARV 100 E REFORÇO PERPENDICULAR OPCIONAL COM VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX® 8/10

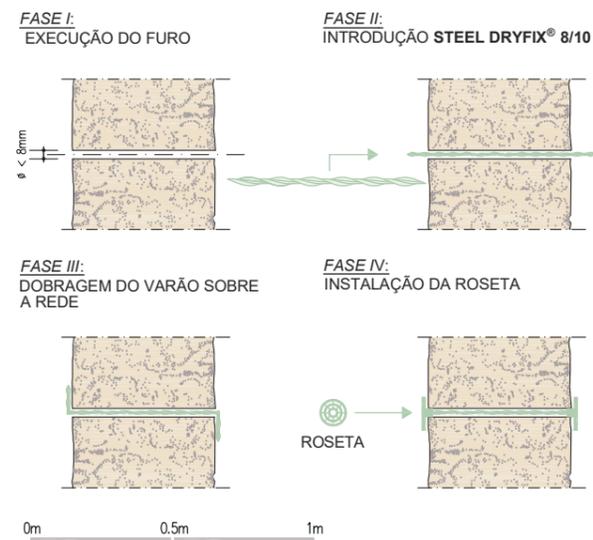
0m 0.5m 1m 2m

#### QUADRO NORMATIVO

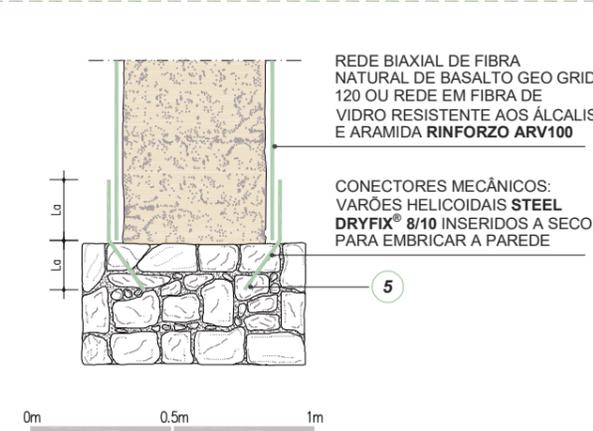
As paredes de adobe podem ser reforçadas com redes naturais para aumentar a sua resistência ou ductilidade às acções dentro e fora do seu plano. Uma parede de adobe reforçada com redes naturais permite que os esforços de compressão sejam absorvidos pelo adobe, enquanto que os de flexão pelo reforço FRCM.

O projecto completo de reforço deve garantir uma conexão perfeita da rede com as vigas (madeira) e a fundação. O projectista deve realizar uma análise do conjunto da estrutura para verificar a melhoria do comportamento sísmico.

#### FASES OPERATIVAS MONTAGEM STEEL DRYFIX® 8/10



#### DETALHE DE ANCORAGEM DO TECIDO À FUNDAÇÃO



1 REMOÇÃO DO REBOCO EXISTENTE, ESTE SERÁ RECONSTRUÍDO APÓS A INTERVENÇÃO

2 É NECESSÁRIO GARANTIR QUE AS PARTES A INTERVIR ESTEJAM PERFEITAMENTE LIMPAS, ELIMINANDO O PÓ, A SUJIDADE E QUALQUER OUTRA SUBSTÂNCIA QUE POSSA COMPROMETER A ADERÊNCIA DE CAMADAS POSTERIORES

É necessário assegurar que as partes envolvidas pelo reforço com compósito estejam perfeitamente limpas, removendo das mesmas eventuais poeiras, gordura, hidrocarbonetos e/ou tensoactivos. (CNR - DT 200 R1/2013 §5.8.1.3)\*

3 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESSURA MÉDIA DE 3-5 mm DE GEOCALCE® INTONACO PARA APLICAR E EMBEBER A REDE DE REFORÇO

4 REDE BIAxIAL DE FIBRA NATURAL DE BASALTO GEO GRID 120 OU REDE EM FIBRA DE VIDRO RESISTENTE AOS ÁLCALIS E ARAMIDA RINFORZO ARV100

Aconselha-se uma disposição simétrica das redes de basalto ou das redes em fibra de vidro e aramida, devidamente ancoradas, em ambos os lados da parede de terra crua/adobe.

5 COMPRIMENTO DE SOBREPOSIÇÃO,  $L_s$  E COMPRIMENTO DE ANCORAGEM,  $L_a$

A rede biaxial de fibra de basalto GEO GRID 120 ou a rede em fibra de vidro resistente aos álcalis e aramida RINFORZO ARV 100 estão disponíveis em rolos com 1 m de largura. Para a sobreposição recomenda-se um comprimento de pelo menos 20 cm em ambas as direcções.

Para a ancoragem com STEEL DRYFIX® 8/10, recomenda-se um comprimento de pelo menos 30 cm.

6 BARRAMENTO FINAL PROTECTOR COM GEOCALCE® INTONACO (ESPESSURA 2-5 mm), PARA EMBEBER O REFORÇO E PREENCHER EVENTUAIS VAZIOS. É NECESSÁRIO GARANTIR A CURA SIMULTÂNEA DA CAMADA INICIAL E DA FINAL, QUE SERÁ ASSIM APLICADA QUANDO A PRECEDENTE AINDA ESTÁ FRESCA

7 REFORÇO OPCIONAL: VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX® 8/10 INSERIDOS A SECO PARA EMBRICAR A PAREDE

Consultar a Tabela 19 e a Tabela 20 para obter mais informação sobre o processo e as modalidades de instalação dos varões para o reforço das paredes.

## 28

## Consolidação e reforço de panos de parede resistente através de cintagem ao nível dos pisos com bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura



### PRESCRIÇÃO

1. Preparação do suporte. Limpar a superfície até deixar à vista os elementos estruturais e realizar a selagem e o preenchimento das eventuais lesões presentes, com o material adequado e utilização da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO, compatível com a argamassa existente, de modo a recuperar a continuidade estrutural e estética. Realizar uma eventual aplicação de fixador consolidante superficial tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE ou RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE; no caso de suportes em gesso, isolar previamente com RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Concluir com a limpeza da parede através de ar comprimido e posterior aspiração dos materiais sobrantes. Na presença de um reboco, assegurar a picagem local do mesmo, realizando uma faixa de largura superior ao da banda que se vai aplicar.
2. Aplicação do sistema de reforço. À cota da laje ou onde foi projectada a intervenção, com o objectivo de obter um envolvimento completo do edifício, aplicar uma primeira camada com espessura média de 3 – 5 mm de geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, com a argamassa ainda fresca, proceder à aplicação do tecido GEOSTEEL G600 em fibra de aço galvanizado exercendo uma pressão enérgica com a espátula, tendo o cuidado de garantir uma impregnação completa do tecido e evitar a formação de eventuais vazios ou bolhas de ar que possam comprometer a aderência do tecido à matriz; a distância entre eixos das bandas, os comprimentos de ancoragem e o comprimento da sobreposição devem ser devidamente calculados pelo projectista. Concluir a aplicação com o barramento final protector (espessura média 2 – 5 mm), sempre realizado com GEOCALCE F ANTISISMICO, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder à aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca.
3. Reboco. Realizar um eventual reboco através de GEOCALCE TENACE: reboco técnico compósito da classe M5, com matriz mineral constituído por cal NHL pura e geoligante, com textura de tecnologia TPI 3D, transpirável, com risco de fissuração nulo, aplicável mesmo com espessura alta até 30 mm numa passagem única.

### ADVERTÊNCIAS

No posicionamento das bandas de cintagem, deve-se ter cuidado na realização dos detalhes das extremidades e, na presença de pilastras ou cantoneiras; de modo a evitar acumulações de tensão nestas zonas, ligar as duas bandas posicionadas sobre paredes ortogonais entre si, mediante desfibramento da parte terminal da banda em fibra de aço GEOSTEEL, inserindo-a num furo de diâmetro adequado no interior da alvenaria no alinhamento da pilastra ou cantoneira. Injectar o furo através de GEOCALCE FL ANTISISMICO. Essa solução tem a vantagem considerável de garantir a continuidade estrutural entre a banda e o elemento de ancoragem sem sobreposições.

Quando por exigência do projecto o tecido GEOSTEEL G600 não é suficiente para satisfazer as verificações, pode ser substituído por GEOSTEEL G1200.

### ESPECIFICAÇÃO

Consolidação e reforço de panos de parede resistente através de cintagem ao nível dos pisos, através da utilização de sistema compósito 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, 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 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torsão em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,084 mm. Para o embebimento das bandas de tecido na superfície, prevê-se a aplicação de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies afectadas através da eventual remoção do reboco, se presente, e reabilitação do suporte; 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 uma impregnação completa 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, com espessura de cerca de 2– 5 mm, com o fim de envolver 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 inserção de conectores para a ancoragem terminal das faixas de cintagem realizadas com a mesma banda de reforço (a contabilizar à parte), após: realização do furo de entrada, com dimensões adequadas para a inserção do “desfibramento” com injeção final a baixa pressão de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78).

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 remoção do reboco existente e a reabilitação das zonas degradadas e recuperação do substrato; os conectores e a injeção dos mesmos e todos os encargos necessários para a sua realização; 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

Aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



2

Instalação das bandas de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.

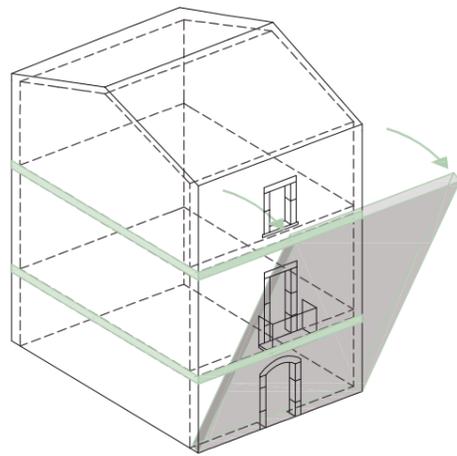


3

Aplicação da segunda demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



CONSOLIDAÇÃO E REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DE CINTAGEM AO NÍVEL DOS PISOS COM BANDAS DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E GEOARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA



VISTA AXONOMÉTRICA EDIFÍCIO COM FAIXAS DE CINTAGEM

**NOTA**

Cintar o edifício através de faixas de cintagem permite favorecer o comportamento do conjunto, melhorar a ligação das paredes ortogonais entre si e aumentar a resistência à flexão das paredes perpendiculares à acção sísmica. Para as soluções combinadas com amarrações de fachada, consultar a TAB 30. Para as soluções combinadas com os reforços de abóbadas de berço, de aresta e de claustro, consultar a TAB 38 até à TAB 49.

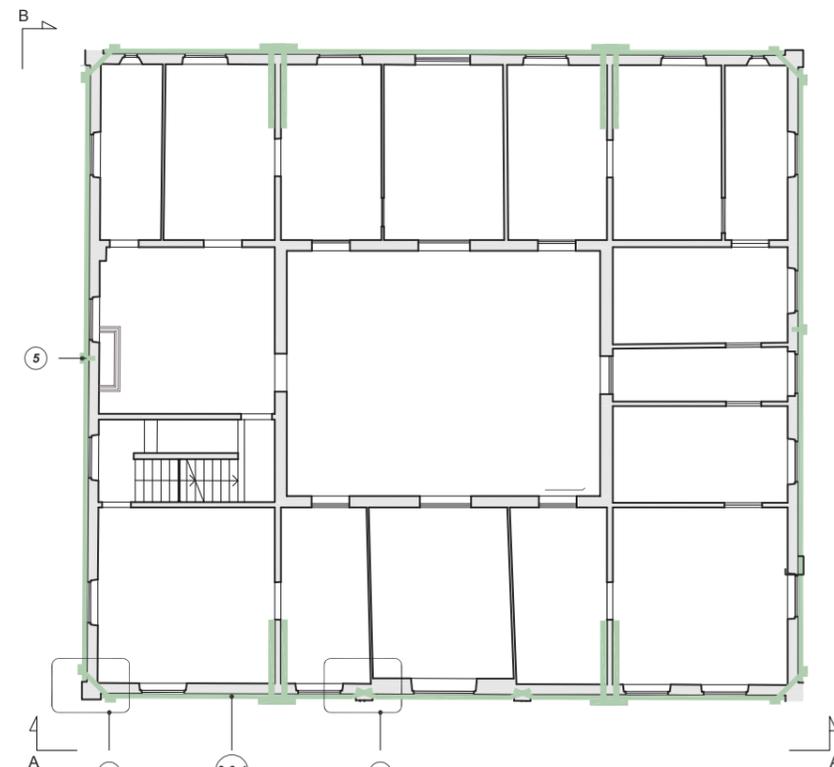


DETALHE A-A' REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE COM BANDAS GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m



DETALHE B-B' REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE COM BANDAS COM GEOSTEEL G600/G1200



PLANTA REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE COM BANDAS DE GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m

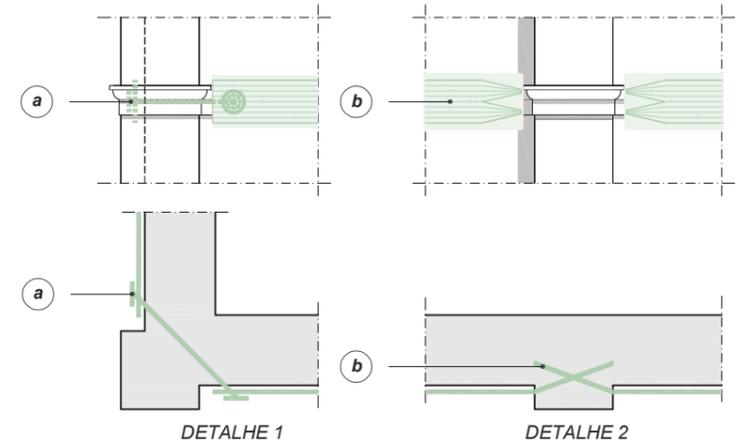
LIMPEZA DA SUPERFÍCIE, EVENTUAL APLICAÇÃO DO FIXADOR CONSOLIDANTE SUPERFICIAL TIPO **GEOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE** OU **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO DE VOLUMES PARA CONTINUIDADE DO MATERIAL E EVENTUAL REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE COM **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

- 1 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESSURA MÍNIMA DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO
- 2 INSTALAÇÃO DO TECIDO **GEOSTEEL G600** OU **GEOSTEEL G1200** EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO
- 3 Consultar a TAB 26 para detalhes mais aprofundados sobre o processo e as modalidades de instalação das bandas **GEOSTEEL**.
- 4 APLICAÇÃO DE UMA SEGUNDA DEMÃO DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** COM ESPESSURA DE 2-5 mm
- 5 INSTALAÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA **GEOSTEEL G600/G1200** ANCORADOS COM ARGAMASSA FLUIDA **GEOCALCE® FL ANTISISMICO**
- 6 DETALHE 1: SOLUÇÃO DE CANTO
- 7 DETALHE 2: PRESENÇA DE PILASTRA

DETALHE DE ANCORAGEM ACONSELHADO

NAS EXTREMIDADES, NA PRESENÇA DE PILASTRAS DE CANTO, REALIZAR EMBRICAMENTOS ARMADOS COM VARÕES COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA REALIZADOS COM TECIDO **GEOSTEEL G600/G1200** E INJECTADOS COM **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** (CONSULTAR O APÊNDICE A PARA MAIS INFORMAÇÃO)

NA PRESENÇA DE PILASTRAS INTERMÉDIAS, PARA EVITAR ACUMULAÇÕES DE TENSÃO, DEVE-SE ANCORAR A BANDA À PAREDE. REALIZAR A ANCORAGEM ATRAVÉS DE DESFIBRILHAMENTO A CADA 10 cm DE LARGURA DE BANDA **GEOSTEEL**



0m 0.5m 1m 2m

QUADRO NORMATIVO

Os elementos de ligação são particularmente eficazes entre paredes opostas para impedir a rotação para o exterior e assegurar o comportamento de conjunto do edifício. Com este objectivo, podem ser utilizados tirantes (ou cabos), metálicos ou de outros materiais, dispostos nas duas direcções principais do edifício, ao nível da laje e nos mesmos alinhamentos das paredes portantes. Os tirantes também permitem a formação do mecanismo de amortecimento, melhorando a capacidade de deformação das alvenarias antigas. Em alternativa, o comportamento de conjunto do edifício é favorecido por sistemas de cintagem, que em alguns casos podem ser realizadas com elementos metálicos ou materiais compósitos, particularmente eficazes no caso de edifícios com dimensões em planta reduzidas, ou quando são realizadas ancoragens na correspondência de encontros de paredes perpendiculares. É, em qualquer caso, necessário evitar o surgimento de concentrações de tensão na proximidade de arestas da alvenaria. (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 §C8.7.4.1 - 2) **Cintagem do piso e coroamento** Para aumentar os factores de segurança associados a deslocamentos de derrube de macroelementos de paredes verticais de alvenaria, é possível realizar uma cintagem exterior realizada com bandas de tecido que contornam o edifício. É também possível realizar coroamentos em alvenaria armada, inserindo tecidos de reforço nas juntas horizontais de argamassa. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

## 29

## Consolidação e reforço de panos de parede resistente através da sua armação com interposição de bandas de tecido em fibra de aço galvanizado nas juntas e geoargamassa à base de cal hidráulica natural pura



### PRESCRIÇÃO

- Preparação do suporte. Limpar a superfície até deixar à vista os elementos estruturais e realizar a selagem e o preenchimento das eventuais lesões presentes, com o material adequado e utilização da geoargamassa GEOCALCE F ANTISISMICO, compatível com a argamassa existente, de modo a recuperar a continuidade estrutural e estética. Realizar uma eventual aplicação de fixador consolidante superficial tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE ou RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE; no caso de suportes em gesso, isolar previamente com RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Por fim, limpar a superfície através de ar comprimido e posteriormente aspirar os materiais sobranes.
- Aplicação do sistema de reforço. Na zona superior das paredes de alvenaria que constituem o edifício, aplicar o sistema composto por camadas alternadas de fiadas de tijolo e sistema de reforço compósito que prevê uma primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO igual a 3 – 5 mm, onde deve ser embebido o tecido em fibra de aço galvanizado GEOSTEEL G600 exercendo uma pressão enérgica com a espátula, posteriormente, realizar a camada final de GEOCALCE F ANTISISMICO, com espessura igual a 2 – 5 mm. Para garantir uma melhor eficácia do sistema de reforço, aplicar sistemas de conexão. É responsabilidade do projectista dimensionar as eventuais distâncias entre os eixos dos conectores. Realizar o diátano artificial em tubo desfibrilhado com uma banda de tecido da gama GEOSTEEL de largura adequada, de modo a inserir no interior do conector o número de cabos mínimo necessário previsto no projecto para atingir as resistências de tracção exigidas; ter o cuidado de desfibrilhar a parte terminal da banda de tecido, através de corte da rede de suporte, realizando um corte paralelo aos cabos num comprimento igual ao do desfibrilhamento que se pretende aplicar sobre a alvenaria, garantindo um raio mínimo de desfibrilhamento de 10 cm. Terminado o corte do tecido, enrolar a banda sobre si mesma, tendo o cuidado de realizar um cilindro de diâmetro adaptado ao furo realizado. Instalar o conector no interior do furo em toda a altura do coroamento a reforçar. Para consolidar ainda mais a parte superior da parede abaixo do coroamento e garantir uma ligação mecânica perfeita entre alvenaria e conectores metálicos, deve-se realizar uma injeção a baixa pressão (inferior a 1,5 bar) da geoargamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO, com molhagem prévia dos suportes, utilizando como furo de entrada aquele previamente utilizado para a inserção do conector. Esse processo deve garantir não apenas a ancoragem do conector mas também a consolidação local da alvenaria existente abaixo.

### ADVERTÊNCIAS

É de particular importância o papel desempenhado pelo conector com extremidade desfibrilhada, que deve garantir a conexão completa das várias camadas que constituem o coroamento e a alvenaria existente subjacente. Para garantir que o conector desenvolva esta função, aconselha-se a adoptar um comprimento de ancoragem mínimo de 50 cm na alvenaria subjacente, para além da espessura do novo coroamento armado.

Consultar o APÉNDICE B para conhecer as modalidades de instalação e as prestações mecânicas dos conectores com tubo desfibrilhado, realizado com a gama de tecidos GEOSTEEL em combinação com a roseta de extremidade em polipropileno armado com fibra de vidro INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

### ESPECIFICAÇÃO

Consolidação e reforço de panos de alvenaria resistente através da realização de coroamentos armados, compostos por camadas alternadas de fiadas de tijolo e sistema compósito 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, 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 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torsão em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,084 mm. Para o embebimento das bandas de tecido, prevê-se a aplicação de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies posicionadas na zona superior das paredes, através da preparação de um plano nivelado de assentamento plano para acolher o novo coroamento de alvenaria; 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 uma impregnação completa 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, com espessura de cerca de 2– 5 mm, com o fim de envolver totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; aplicação das fiadas de tijolo; eventual repetição das fases de aplicação do tecido e geoargamassa em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto; inserção de conectores realizados com um tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, após: realização do furo de entrada, com dimensões adequadas para a inserção do conector e profundidade igual à altura do novo coroamento e com pelo menos 50 cm no interior da alvenaria existente, com injeção final a baixa pressão de geoargamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78). 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: os ensaios de aceitação do material; os inquéritos pré e pós-intervenção; os conectores e a injeção dos mesmos e todos os encargos necessários para a sua realização; todos os meios auxiliares necessários para a execução dos trabalhos. O preço é à unidade de superfície de coroamento armado efectivamente realizado.

1

Aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO e colocação do tecido GEOSTEEL.



2

Aplicação da segunda demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



3

Aplicação das fiadas de tijolo.



4

Realização e preparação do furo previsto para a instalação do conector em tecido desfibrilhado.



5

Inserção do conector em tecido desfibrilhado realizado com GEOSTEEL.

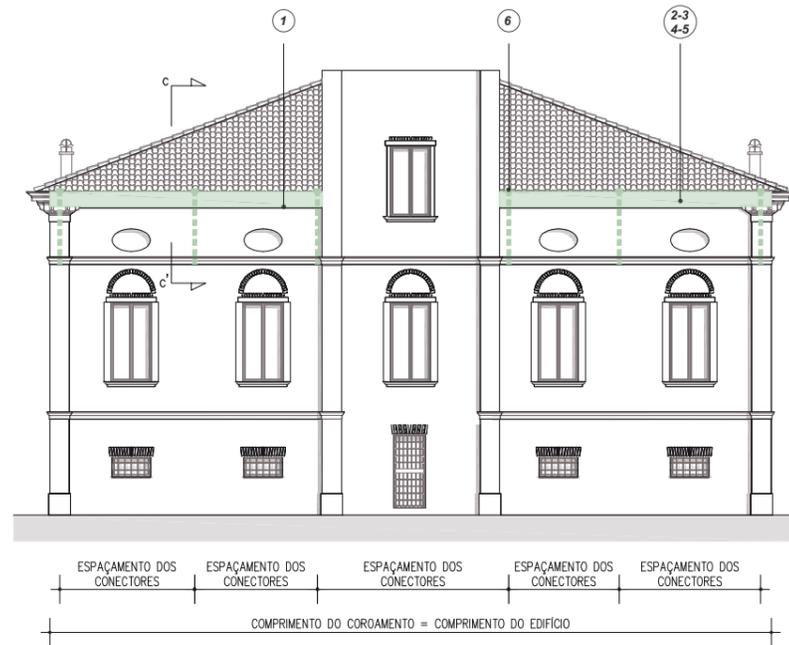


6

Ligação mecânica do conector com GEOCALCE FL ANTISISMICO.



CONSOLIDAÇÃO E REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DA SUA ARMAÇÃO COM INTERPOSIÇÃO DE BANDAS DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO NAS JUNTAS E GEOARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA



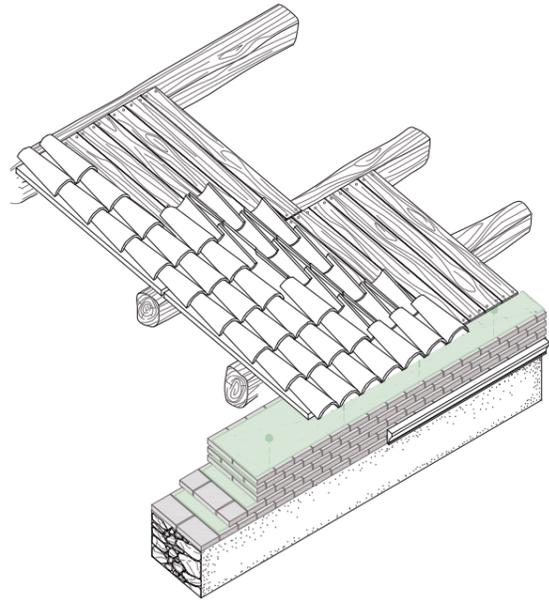
DETALHE A-A'  
REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DE COROAMENTO EM ALVENARIA ARMADA

0m 1m 3m 5m



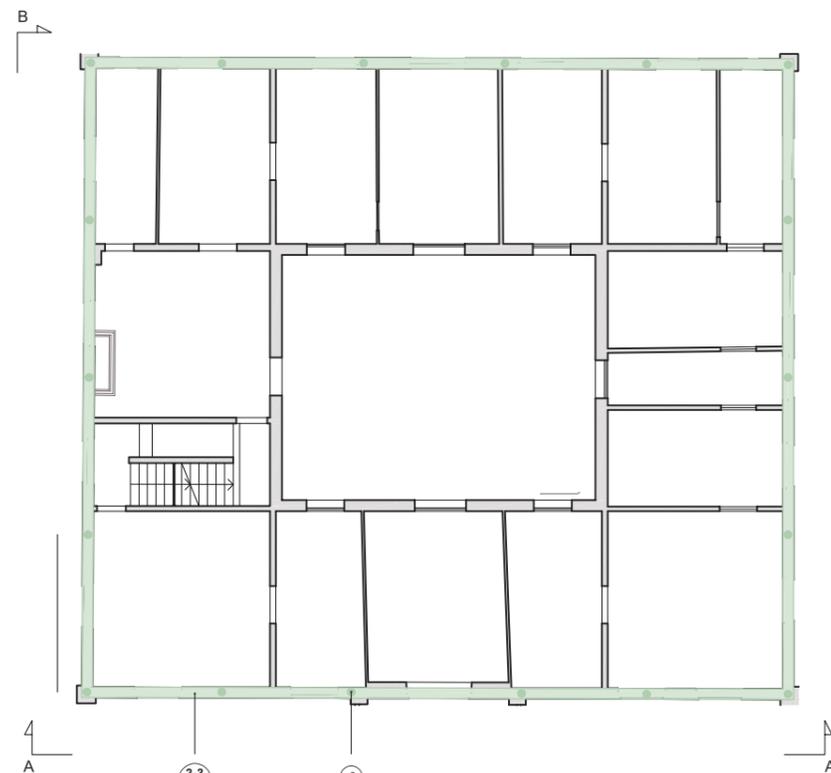
DETALHE B-B'  
REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DE COROAMENTO EM ALVENARIA ARMADA

- 1 LIMPEZA DA SUPERFÍCIE, EVENTUAL APLICAÇÃO DO FIXADOR CONSOLIDANTE SUPERFICIAL TIPO **BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE** OU **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO DE VOLUMES PARA CONTINUIDADE DO MATERIAL E EVENTUAL REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE COM GEOARGAMASSA
- 2 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESSURA MÍNIMA DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO
- 3 INSTALAÇÃO DO TECIDO **GEOSTEEL G600/G1200** EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO  
Consultar a TAB 26 para detalhes mais aprofundados sobre o processo e as modalidades de instalação das bandas **GEOSTEEL**.
- 4 APLICAÇÃO DE UMA SEGUNDA DEMÃO DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** COM ESPESSURA DE 2-5 mm
- 5 FIADAS DE TIJOLO
- 6 INSERÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA **GEOSTEEL G600/G1200** INJECTADOS COM **GEOCALCE® FL ANTISISMICO**  
Consultar o APÊNDICE B para mais informação.



VISTA AXONOMÉTRICA  
COROAMENTO EM ALVENARIA ARMADA

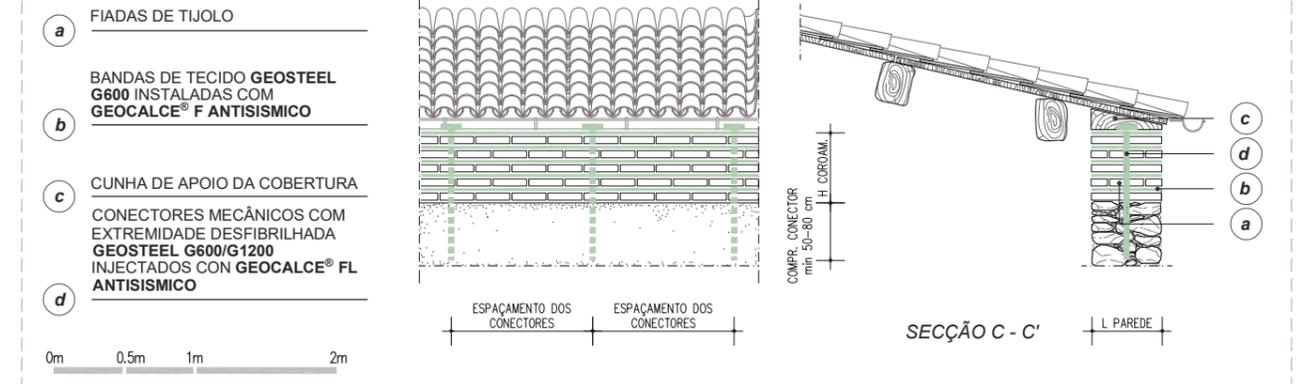
**NOTA**  
Realizar um coroamento no topo do edifício permite melhorar o comportamento do conjunto e a ligação das paredes ortogonais entre si, reduzir os impulsos gerados pelas estruturas de cobertura e distribuir os esforços horizontais com origem na acção sísmica, sem modificar de modo substancial o comportamento original da construção histórica em alvenaria.



PLANTA  
REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DE COROAMENTO EM ALVENARIA ARMADA

0m 1m 3m 5m

#### DETALHES DE ANCORAGEM



#### QUADRO NORMATIVO

##### REALIZAÇÃO DE COROAMENTOS DE TOPO

Entre as técnicas de reforço das estruturas de alvenaria devem ser incluídos os coroamentos de topo realizados com alvenaria armada através de sistemas FRCC. Os mesmos são aplicados sobre a superfície horizontal coincidindo com o nível das juntas de argamassa entre as fiadas de elementos de pedra ou de tijolo (Figuras 2.7 e 2.8). O tecido FRCC é posicionado em várias camadas para conferir resistência à tracção e à flexão do coroamento, sem variação significativa da rigidez das paredes. Em geral, o coroamento é realizado em toda a espessura da alvenaria e o sistema de reforço FRCC é aplicado para a mesma espessura. [...] A resistência à tracção do coroamento pode ser tida em conta na verificação dos mecanismos locais de colapso com a condição que nas intersecções ou cantos entre paredes seja observada uma sobreposição do tecido de reforço igual a toda a espessura do coroamento e que não seja inferior a 300 mm, adoptando, onde possível, soluções de ancoragem cuja eficácia seja suportada por uma série de ensaios experimentais (§ 9). Para além disso, a transferência do esforço de tracção do coroamento à parede original deve ser garantido por meio de fixações mecânicas verticais adequadas. (CNR - DT 215/2018 §4.3)

##### Cintagem do piso e coroamento

Para aumentar os factores de segurança associados a deslocamentos de derrube de macroelementos de paredes verticais alvenaria, é possível realizar uma cintagem exterior realizada com bandas de tecido que contornam o edifício. É também possível realizar coroamentos em alvenaria armada, inserindo tecidos de reforço nas juntas horizontais de argamassa. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

##### Conexões das paredes entre si e aos pisos

Os coroamentos de topo podem constituir uma solução eficaz, tanto para ligar as paredes numa zona onde a alvenaria é menos resistente ao corte por causa do seu baixo nível de compressão, como para conter eventuais impulsos gerados pela cobertura. A ligação do coroamento com a alvenaria existente pode ser realizada, na ausência de soluções mais eficazes e menos invasivas, através de perfurações armadas com varões metálicos, protegidos ou inoxidáveis, ou de outros materiais resistentes à tracção, eficazmente conectados à alvenaria. (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)

## 30

## Realização de amarrações de fachada através da instalação de bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e georgamassa à base de cal hidráulica natural pura



## PRESCRIÇÃO

- Preparação do suporte. Limpar a superfície até deixar à vista os elementos estruturais e realizar a selagem e o preenchimento das eventuais lesões presentes, com o material adequado e utilização da georgamassa GEOCALCE F ANTISISMICO, compatível com a argamassa existente, de modo a recuperar a continuidade estrutural e estética. Realizar uma eventual aplicação de fixador consolidante superficial tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE ou RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE; no caso de suportes em gesso, isolar previamente com RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Concluir com a limpeza da parede através de ar comprimido e posterior aspiração dos materiais sobrantes.
- Aplicação do sistema de reforço. À cota da laje ou na proximidade da cota de posicionamento das ligações originais, deve-se realizar amarrações com um sistema compósito realizado com bandas de tecido GEOSTEEL G600 aplicadas com GEOCALCE F ANTISISMICO e amarradas nas paredes ortogonais que estão em derrube e que não estejam bem solidarizadas. Aplicar uma primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO de 3 – 5 mm, onde deve ser embebido o tecido em fibra de aço galvanizado GEOSTEEL G600, exercendo uma pressão enérgica com a espátula. Posteriormente, realizar a camada final de GEOCALCE F ANTISISMICO, com espessura média de 2 – 5 mm, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Na proximidade da parede com falta de amarração, geralmente uma das paredes perimetrais, onde a banda de reforço instalada na parede portante encontra estas últimas, deve-se realizar um número de furos de diâmetro adequado, suficientes para permitir a passagem contínua da banda para o exterior, de modo a realizar a amarração desejada. Para cada furo deve ser considerada uma largura máxima de 10 cm de banda. Proceder então ao “desfibrilhamento” da parte terminal da banda em fibra de aço GEOSTEEL, inserindo-a no furo, desfibrilhando-a no exterior e mobilizando-a com o auxílio do INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL em polipropileno e fibra de vidro. No caso de conjugação de reforço para cintagem ao nível dos pisos e derrube de fachada, deve-se mobilizar mecanicamente a banda de amarração acima da cintagem. Para consolidar ainda mais as paredes objecto do reforço e garantir uma ligação mecânica perfeita entre alvenaria e conectores metálicos, deve-se realizar uma injeção a baixa pressão (inferior a 1,5 bar) da georgamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO, com molhagem prévia dos suportes, utilizando como furo de injeção aquele previamente utilizado para a inserção do conector.
- Reboco. Realizar um eventual reboco através de GEOCALCE TENACE: reboco técnico compósito da classe M5, com matriz mineral constituído por cal NHL pura e geoligante, com textura de tecnologia TPI 3D, transpirável, com risco de fissuração nulo, aplicável mesmo com espessura alta até 30 mm numa passagem única.

## ADVERTÊNCIAS

Quando por exigência do projecto o tecido GEOSTEEL G600 não é suficiente para satisfazer as verificações, pode ser substituído por GEOSTEEL G1200.

Consultar a TAB 25A para conhecer a modalidade de instalação e as prestações mecânicas do sistema de conexão com tubo desfibrilhado, realizado com a gama de tecidos GEOSTEEL em combinação com a roseta de extremidade em polipropileno armado com fibra de vidro INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

## ESPECIFICAÇÃO

Realização de amarração de fachada com bandas, através de sistema compósito 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, 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 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torsão em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,084 mm. Para o embebimento das bandas aplicar a georgamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A georgamassa é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12). A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies mediante remoção do reboco e reabilitação do suporte; aplicação de uma primeira camada de georgamassa, 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 uma impregnação completa 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 georgamassa, numa espessura total de reforço de 2 – 5 mm para embeber totalmente o tecido de reforço e preencher os eventuais vazios subjacentes; repetição das fases de aplicação do tecido e georgamassa em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto; inserção do tecido desfibrilhado para a fixação e amarração das bandas para realizar a ligação mecânica entre a parede em derrube e a parede portante sobre a qual é instalada a banda, após: realização do furo de entrada, com dimensões adequadas, preparação do conector metálico através de corte, “desfibrilhamento”, e enrolamento final do tecido em fibra de aço, inserção do conector preparado no interior do furo e fecho do mesmo através de roseta de extremidade – tipo INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL da Kerakoll – em polipropileno e fibra de vidro, através do qual é realizada a posterior injeção a baixa pressão de georgamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A georgamassa é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fixação dos cabos “desfibrilhados” com a mesma georgamassa utilizada como matriz da lâmina de reforço – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll.

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 remoção do reboco existente e a reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; a inserção do tecido desfibrilhado para a fixação final e amarração das bandas; 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 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Realização dos furos guia.



2 \_\_\_\_\_

Aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



3 \_\_\_\_\_

Instalação das bandas de tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



4 \_\_\_\_\_

Desfibrilhamento da parte terminal do GEOSTEEL na fachada sobre uma banda já instalada.



5 \_\_\_\_\_

Instalação do INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.



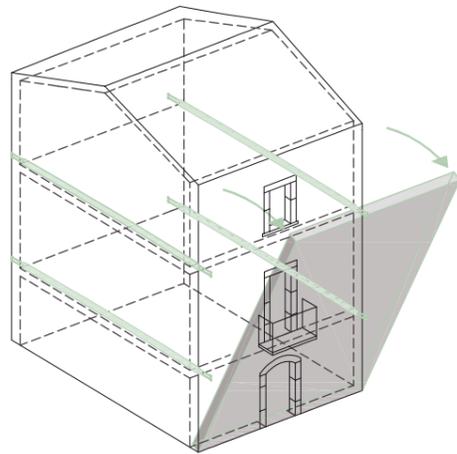
6 \_\_\_\_\_

Ligação mecânica do tecido desfibrilhado com GEOCALCE FL ANTISISMICO e fecho do furo de injeção com a tampa própria.



# 30

REALIZAÇÃO DE AMARRAÇÕES DE FACHADA ATRAVÉS DA INSTALAÇÃO DE BANDAS DE TECIDO EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO E GEOARGAMASSA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA



VISTA AXONOMÉTRICA EDIFÍCIO COM AMARRAÇÃO DA FACHADA

**NOTA**

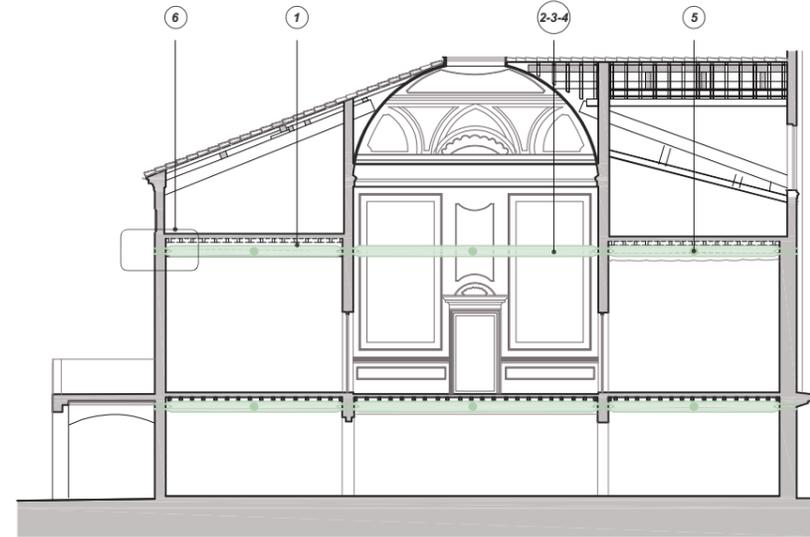
É de assinalar que a aplicação de uma amarração modifica o comportamento mecânico original do edifício histórico, pelo que é necessário analisar posteriormente a estrutura para identificar os mecanismos de colapso. A amarração transfere para as paredes transversais a força que poderá provocar o derrube da parede exterior; deve-se, no entanto, ter atenção para posicioná-la de modo a não coincidir com pontos fracos ou onde haja uma concentração de tensões em locais particularmente sensíveis.

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



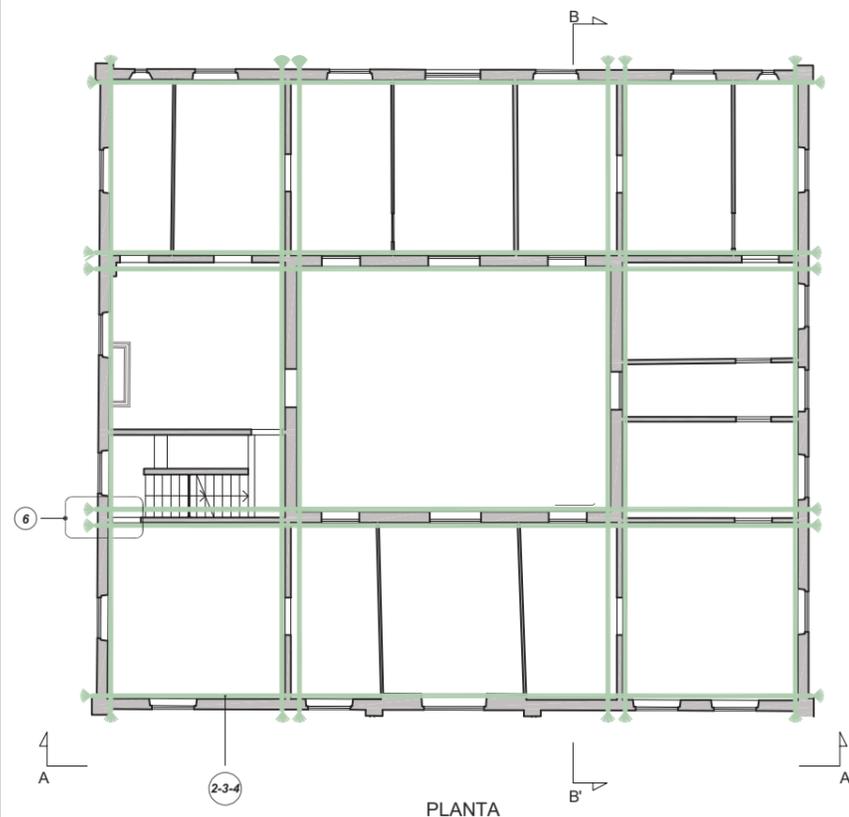
DETALHE REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DE AMARRAÇÕES DE FACHADA COM GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m



SECÇÃO B-B' REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DE AMARRAÇÕES DE FACHADA COM GEOSTEEL G600/G1200

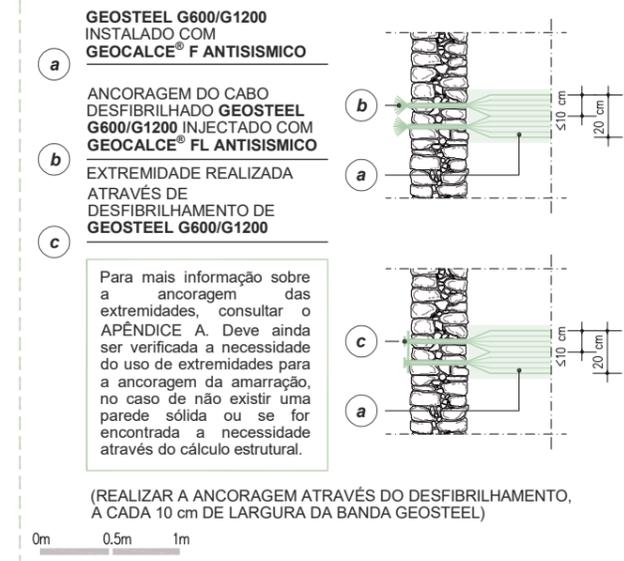
- 1 LIMPEZA DA SUPERFÍCIE, EVENTUAL APLICAÇÃO DO FIXADOR CONSOLIDANTE SUPERFICIAL TIPO BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE OU RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE. EVENTUAL RECONSTRUÇÃO DE VOLUMES PARA CONTINUIDADE DO MATERIAL E EVENTUAL REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE COM GEOARGAMASSA
- 2 APLICAÇÃO SOBRE O SUPORTE DE UMA ESPESURA MÍNIMA DE 3-5 mm DE GEOCALCE® F ANTISMICO PARA APLICAR E EMBEBER O TECIDO DE REFORÇO
- 3 INSTALAÇÃO DO TECIDO GEOSTEEL G600/G1200 EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO
  - Consultar a TABELA 26 para detalhes mais aprofundados sobre o processo e as modalidades de instalação das bandas GEOSTEEL G600/G1200.
- 4 APLICAÇÃO DE UMA SEGUNDA DEMÃO DE GEOCALCE® F ANTISMICO COM ESPESURA DE 2-5 mm
- 5 INSERÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA GEOSTEEL G600/G1200 EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO ANCORADOS NA ALVENARIA COM ARGAMASSA FLUIDA GEOCALCE® FL ANTISMICO
  - Consultar o APÊNDICE B para mais informação.
- 6 AMARRAÇÃO NA FACHADA



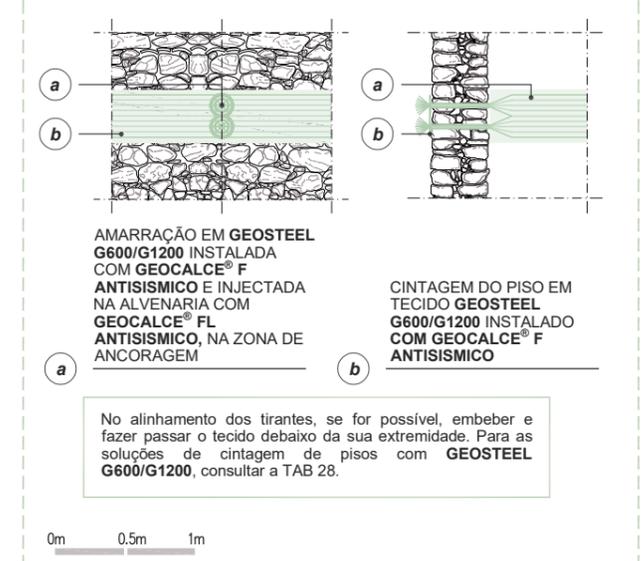
PLANTA REFORÇO DE PANOS DE PAREDE RESISTENTE ATRAVÉS DE AMARRAÇÕES DE FACHADA COM GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m

**DETALHES DE ANCORAGEM**



**CINTAGEM DO PISO E AMARRAÇÕES DA FACHADA**



**QUADRO NORMATIVO**

Os elementos de ligação são particularmente eficazes entre paredes opostas para impedir a rotação para o exterior e assegurar o comportamento de conjunto do edifício. Com este objectivo, podem ser utilizados tirantes (ou cabos), metálicos ou de outros materiais, dispostos nas duas direcções principais do edifício, ao nível da laje e nos mesmos alinhamentos das paredes portantes. Os tirantes também permitem a formação do mecanismo de amortecimento, melhorando a capacidade de deformação das alvenarias antigas. Em alternativa, o comportamento de conjunto do edifício é favorecido por sistemas de cintagem, que em alguns casos podem ser realizadas com elementos metálicos ou materiais compósitos, particularmente eficazes no caso de edifícios com dimensões em planta reduzidas, ou quando são realizadas ancoragens na correspondência de encontros de paredes perpendiculares.

É, em qualquer caso, necessário evitar o surgimento de concentrações de tensão na proximidade de arestas da alvenaria.

(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 §C8.7.4.1 - 2)

**Cintagem do piso e coroamento**

Para aumentar os factores de segurança associados a deslocamentos de derrube de macroelementos de paredes verticais alvenaria, é possível realizar uma cintagem exterior realizada com bandas de tecido que contornam o edifício. É também possível realizar coroamentos em alvenaria armada, inserindo tecidos de reforço nas juntas horizontais de argamassa.

(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

## 31

## Reforço de pilares em alvenaria através de confinamento com bandas de tecido em fibra de aço galvanizado e georgamassa à base de cal hidráulica natural pura



## PRESCRIÇÃO

- Preparação dos suportes. Assegurar a picagem e a remoção do reboco existente e de todos os materiais inconsistentes ou incoerentes. Onde estejam presentes lesões ou lacunas na alvenaria, é aconselhável intervir através de reconstrução estrutural ou eventual injeção com argamassa fluida. Remover o pó dos suportes efectuando uma lavagem com água a baixa pressão de todas as superfícies. Realizar eventuais regularizações das superfícies, previamente consolidadas, com GEOCALCE F ANTISISMICO georgamassa à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante. Efectuar a eventual aplicação do fixador consolidante tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE ou RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, no caso de suportes em gesso isolar previamente com RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Antes da aplicação do sistema de reforço, assegurar o arredondamento das arestas com raio de curvatura mínimo de 20 mm.
- Aplicação do sistema de reforço. Aplicar o sistema de reforço estrutural em fibra de aço Steel Reinforced Grout (combinação de fibra de aço e argamassa mineral à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante) efectuando cintagens à volta da secção do pilar objecto da intervenção, com largura e distância entre eixos a definir pelo projectista, com a aplicação de uma primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO, garantindo sobre o suporte uma quantidade de material suficiente (espessura média 3 – 5 mm) para o regularizar e para estender e embeber o tecido de reforço. Posteriormente, aplicar, sobre a matriz ainda fresca, o tecido em fibra de aço galvanizado GEOSTEEL G600 disposto com as fibras perpendiculares ao eixo do elemento (previamente preparado 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 pelos espaços entre 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 média 2 – 5 mm), sempre realizado com GEOCALCE F ANTISISMICO, com o fim de embeber totalmente o reforço e preencher eventuais vazios subjacentes. Em caso de camadas posteriores à primeira, deve-se proceder à aplicação da segunda camada de fibra sobre a camada de matriz ainda fresca.  
Quando a relação entre as dimensões das faces 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 da parede e solidarizando mecanicamente os mesmos mediante GEOCALCE FL ANTISISMICO. 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.
- Reboco. Realizar um eventual reboco através de GEOCALCE TENACE: reboco técnico compósito da classe M5, com matriz mineral constituído por cal NHL pura e geoligante, com textura de tecnologia TPI 3D, transpirável, com risco de fissuração nulo, aplicável mesmo com espessura alta até 30 mm numa passagem única.

## ADVERTÊNCIAS

Quando por exigência do projecto o tecido GEOSTEEL G600 não é suficiente para satisfazer as verificações, pode ser substituído por GEOSTEEL G1200.

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

## ESPECIFICAÇÃO

Reforço de pilares em alvenaria com cintagem de confinamento, através da utilização de sistema compósito 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 (previamente preparado 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 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torção em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; espessura equivalente da banda = 0,084 mm, embebido em georgamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A georgamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12). A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual preparação das superfícies a reforçar, através da picagem e remoção do reboco existente, reparação de eventuais lesões através de reconstrução e/ou consolidação com injeção de argamassa fluida e remoção de pó final; aplicação de uma primeira camada de georgamassa, 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 uma impregnação completa 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 georgamassa, com espessura de cerca de 2 – 5 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 georgamassa em todas as camadas posteriores de reforço previstas no projecto; eventual aplicação de conectores realizados com tecido em fibra de aço moldados, em combinação com um injetor/conector plástico, após a furação adequada da parede e ligação mecânica dos mesmos com injeção de argamassa fluida, nos casos em que a relação entre as dimensões das faces do pilar seja maior que dois.  
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 remoção do reboco existente e a reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; os conectores e a injeção dos mesmos e todos os encargos necessários para a sua realização; os dispositivos de ligação mecânica através de conectores; 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 e preparação das superfícies.



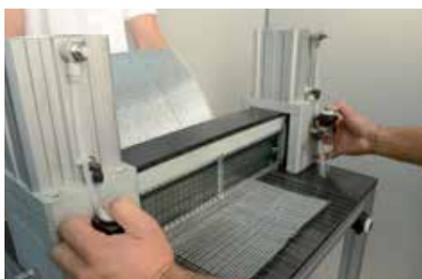
2

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



3

Dobragem do tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



4

Molhagem do suporte.



5

Aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



6

Instalação do tecido em fibra de aço GEOSTEEL e aplicação da segunda demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.





# 32

## Reforço de pilares em alvenaria à vista através de confinamento pontual com varões helicoidais em aço inox inseridos a seco

### PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Não estão previstos procedimentos particulares para a preparação dos suportes, ficando, no entanto, à discricção da Direcção de Obra eventuais tratamentos de reabilitação e consolidação da alvenaria.
2. Realização do furo guia. Efectuar o reforço de pilares em alvenaria à vista com aplicação a seco através da realização de um furo guia de diâmetro adequado, em função da consistência do suporte e de comprimento igual a todo o comprimentos do varão helicoidal de enchimento a instalar ou à espessura do elemento a reforçar.
3. Instalação do varão. Instalar o varão STEEL DRYFIX 10 no interior do furo com recurso a ferramenta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12. Montar o mandril no berbequim de percussão com encaixe SDS Plus e inserir o varão no mandril. Proceder então à fixação do varão, utilizando apenas a percussão do berbequim e com pressão exercida manualmente. Inserir o varão no suporte até à fixação completa do mesmo. O espaçamento horizontal e vertical dos varões deve ser determinado por um projectista habilitado. No caso de pilares circulares, sugere-se a disposição radial, tendo o cuidado de desfásá-las verticalmente em alguns cm, o mesmo aplica-se a pilares quadrados ou rectangulares quando o reforço é fixado sobre duas faces ortogonais entre si.
4. Preenchimento da extremidade do furo. No final da inserção do varão, preencher a extremidade do furo com a geoargamassa adequada (GEOCALCE G ANTISISMICO ou GEOCALCE F ANTISISMICO ou BIOCALCE PIEDRA), de modo a garantir a selagem perfeita e garantir uma aderência perfeita do varão ao substrato, também na parte inicial.
5. Controlo da qualidade da aderência dos varões instalados. Para aferir as prestações de aderência/extracção dos varões STEEL DRYFIX nos diversos suportes, aconselha-se a efectuar em obra ensaios de pull-out através do extractor próprio certificado da Kerakoll. Realizado esse controlo, é possível dimensionar com mais precisão a intervenção.

### ADVERTÊNCIAS

No caso de alvenarias particularmente incoerentes e pobres, é possível associar à fixação mecânica a seco a injeção através de geoargamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO através de pequeno tubo instalado na extremidade do varão.

O projectista pode escolher, com base nas exigências do projecto, adoptar o varão STEEL DRYFIX 8 ou STEEL DRYFIX 12 utilizando o mandril adequado.

### ESPECIFICAÇÃO

Reforço de pilares em alvenaria à vista, através de confinamento pontual e fixação a seco com varões helicoidais certificados EN 845-1 em aço inox AISI 304-AISI 316, providos de marcação CE, no furo guia realizado previamente no elemento estrutural, com o eventual tratamento prévio de reparação das superfícies degradadas, fornecidos e colocados em obra através de mandril de percussão, – tipo STEEL DRYFIX 10 da Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura à tracção > 16,2 kN; carga de rotura ao corte > 9,5 kN; módulo de elasticidade > 150 GPa; deformação final à rotura 3%; área nominal 15,50 mm<sup>2</sup>.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação e preparação das superfícies degradadas; realização do furo guia de diâmetro adequado, em função do comprimento do varão e da natureza do material de suporte; instalação do varão no interior do furo (número, profundidade de ancoragem, distância entre eixos a definir pelo projectista) através de ferramenta específica – tipo MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12 da Kerakoll; eventual preenchimento do furo através de geoargamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A geoargamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

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; 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 varão efectivamente aplicado em obra.

1

Realização do furo guia.



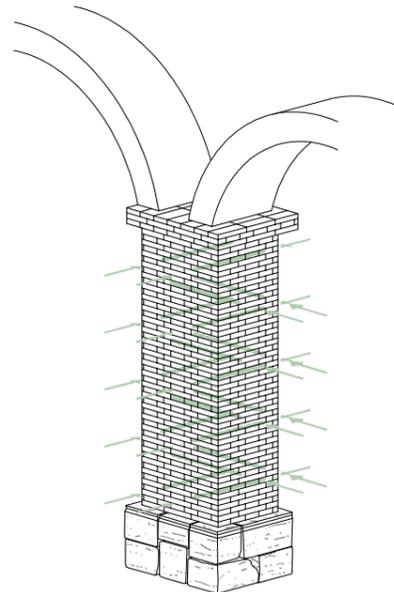
2

Instalação do varão STEEL DRYFIX no interior do furo através de ferramenta específica MANDRINO STEEL DRYFIX.



## REFORÇO DE PILARES EM ALVENARIA À VISTA ATRAVÉS DE CONFINAMENTO PONTUAL COM VARÕES HELICOIDAIS EM AÇO INOX INSERIDOS A SECO

Geoforce one  
Software

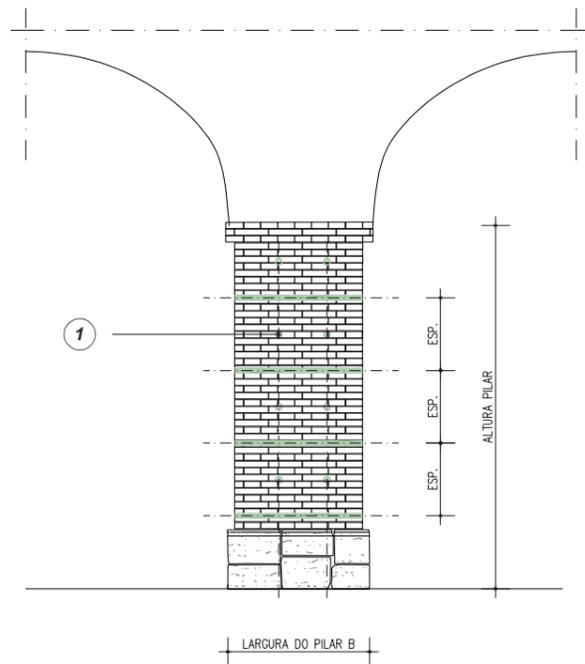


VISTA AXONOMÉTRICA  
CONFINAMENTO PONTUAL DO PILAR COM  
STEEL DRYFIX® 10

### NOTA

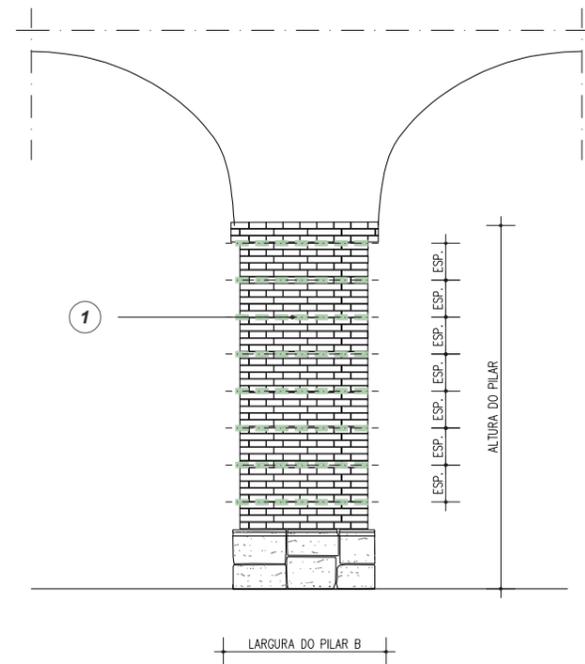
Os varões STEEL DRYFIX® 10, exceptuando na possibilidade de se verificar a sua instalação em obra, geralmente não podem ser projectados para intervenções de ligação mecânica em alvenaria de pedra de elevada consistência mecânica.

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

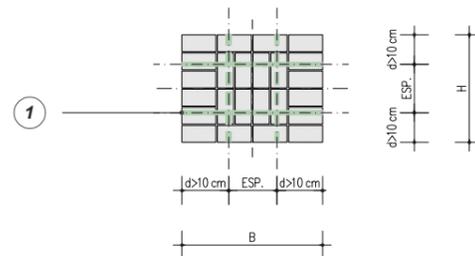


DETALHE SECÇÃO RECTANGULAR OU QUADRADA  
CONFINAMENTO PONTUAL DO PILAR COM  
STEEL DRYFIX® 10

0m 0.5m 1m 2m

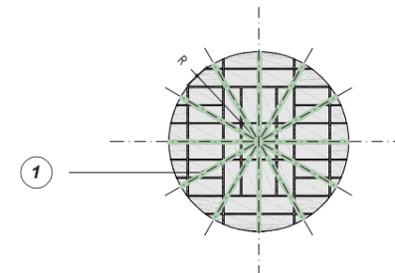


DETALHE SECÇÃO CIRCULAR  
CONFINAMENTO PONTUAL DO PILAR COM  
STEEL DRYFIX® 10



PLANTA SECÇÃO RECTANGULAR  
CONFINAMENTO PONTUAL DO PILAR COM  
STEEL DRYFIX® 10

0m 0.5m 1m 2m



PLANTA SECÇÃO CIRCULAR  
CONFINAMENTO PONTUAL DO PILAR COM  
STEEL DRYFIX® 10

### QUADRO NORMATIVO

#### Consolidação com diátonos artificiais ou tirantes

No caso da inserção de diátonos artificiais dotados de uma rigidez significativa ao corte e suficientemente distribuídos, pode-se aplicar a todos os parâmetros de resistência o coeficiente indicado para as alvenarias originalmente dotadas de uma boa conexão transversal; os elementos de conexão à tracção (tirantes) têm um efeito significativo apenas para a resistência à compressão (f).

(Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Atualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.5.3.1)

### 1 INSTALAÇÃO A SECO DOS VARÕES HELICOIDAIS STEEL DRYFIX®

Os varões estão disponíveis em diferentes diâmetros e comprimentos: caberá ao projectista dimensionar a intervenção, a eventual profundidade de ancoragem, distância entre eixos, tanto horizontal como vertical, entre cada varão e o desenvolvimento no interior da alvenaria, dependendo da natureza do suporte e das necessidades estáticas a atingir.  
Consultar o APÊNDICE B para mais informação sobre os varões helicoidais STEEL DRYFIX® e o seu modo de instalação.

Para conhecer as prestações de aderência/extracção dos varões helicoidais STEEL DRYFIX®, aconselha-se a efectuar em obra ensaios de pull-out através do kit de extracção específico.

## 33

## Reforço de pilares em alvenaria à vista através de confinamento pontual com conectores em fibra de aço galvanizado injectados com georgamassa hiperfluida à base de cal hidráulica natural pura



### PRESCRIÇÃO

1. Preparação dos suportes. Não estão previstos procedimentos particulares para a preparação dos suportes, ficando, no entanto, à discricção da Direcção de Obra eventuais tratamentos de reabilitação e consolidação da alvenaria.
2. Realização de furos. Realizar o reforço de alvenaria à vista com a instalação de conectores em fibra de aço galvanizado UHTSS através da realização de um furo com diâmetro e profundidade de ancoragem adequados para receber o posterior material de reforço: realizar esse furo na proximidade da junta de argamassa, assegurando, simultaneamente, a remoção da argamassa na proximidade do furo, para poder depois embeber os cabos do conector. Realizar os furos na parede através de ferramentas de rotação para carotagem contínua.
3. Preparação e instalação do conector do tipo diátono. Realizar o diátono artificial em tubo desfibrilhado com uma banda de tecido da gama GEOSTEEL de largura adequada, de modo a inserir no interior do conector o número de cabos mínimo necessário previsto no projecto para atingir as resistências de tracção exigidas; ter o cuidado de desfibrilhar a parte terminal da banda de tecido, através de corte da rede de suporte, realizando um corte paralelo aos cabos num comprimento igual ao do desfibrilhamento que se pretende aplicar sobre a alvenaria, garantindo um raio mínimo de desfibrilhamento de 10 cm. No caso de um conector com desfibrilhamento em ambos os lados, realizar essa operação em ambas as extremidades da faixa de fibra devidamente preparada. Terminado o corte do tecido, enrolar a banda sobre si mesma, tendo o cuidado de realizar um cilindro de diâmetro adequado em relação ao furo realizado. Instalar o conector no interior do furo.
4. Inserção da roseta de extremidade. Aplicar o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL em polipropileno armado com fibra de vidro, ideal para a instalação do tubo desfibrilhado com GEOSTEEL G600 ou G1200 e para a posterior injeção de argamassas fluidas de ligação mecânica.
5. Ligação mecânica do conector do tipo diátono. Para consolidar a parede objecto do reforço e garantir a ligação mecânica com o conector metálico, efectuar uma injeção a baixa pressão (inferior a 1,5 bar) através da utilização da georgamassa hiperfluida GEOCALCE FL ANTISISMICO, com molhagem prévia dos suportes, utilizando, como furo de injeção, o furo existente na extremidade da roseta. No final desta fase, fechar o INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL com a tampa própria.
6. Reboco. Realizar um eventual reboco através de GEOCALCE TENACE: reboco técnico compósito da classe M5, com matriz mineral constituído por cal NHL pura e geoligante, com textura de tecnologia TPI 3D, transpirável, com risco de fissuração nulo, aplicável mesmo com espessura alta até 30 mm numa passagem única.

### ADVERTÊNCIAS

Consultar o APÊNDICE B para conhecer as modalidades de instalação e as prestações mecânicas dos conectores com tubo desfibrilhado, realizado com a gama de tecidos GEOSTEEL em combinação com a roseta de extremidade em polipropileno armado com fibra de vidro INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

Intervenção compatível com os sistemas desumidificantes Kerakoll.

### ESPECIFICAÇÃO

Reforço de pilares em alvenaria à vista, através de confinamento pontual com conectores do tipo diátono realizados com tecido unidireccional em fibra de aço galvanizado com resistência muito elevada, formado por microcabos de aço produzidos segundo a norma ISO 16120- 1/4 2017 fixados sobre uma microrrede em fibra de vidro – tipo GEOSTEEL G600 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 mm<sup>2</sup>; n.º cabos por cm = 1,57 com envolvimento dos fios com elevado ângulo de torsão em conformidade com a norma ISO/DIS 17832; a carga de rotura do conector obtém-se multiplicando o número de cabos incluídos na largura do conector pela carga de rotura característica de cada cabo ≥ 1500 N.

A intervenção desenvolve-se nas seguintes fases: eventual tratamento de reparação das superfícies degradadas; realização do furo de entrada, com dimensão (diâmetro e profundidade) adequada à natureza do conector, e posterior remoção da argamassa na área adjacente ao furo realizado; preparação do conector metálico através de corte, “desfibrilhamento”, e enrolamento final do tecido em fibra de aço galvanizado, com fecho do mesmo através de braçadeira plástica; inserção do conector no interior do furo (número, profundidade de ancoragem, distância entre eixos a definir pelo projectista); inserir a roseta – tipo INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL da Kerakoll – em polipropileno e fibra de vidro no diátono em fibra de aço galvanizado de modo a dobrar 90° a extremidade desfibrilhada; consolidação da alvenaria e ligação mecânica do conector através da injeção a baixa pressão de georgamassa com higroscopicidade e transpirabilidade muito alta, hiperfluida, com elevada retenção de água à base de cal natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 4, provida de marcação CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A georgamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9,5 GPa (EN 13412), resistência ao arrancamento do varão ancorado ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78);

fixação dos cabos “desfibrilhados”, com cobertura total do conector, e refecimento simultâneo das juntas através de georgamassa de elevada higroscopicidade e transpirabilidade à base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 e geoligante mineral, agregados de areia de sílica e calcário dolomítico de curva granulométrica 0-1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO da Kerakoll – características técnicas certificadas: elevada eficácia em reduzir os poluentes interiores, não permite o desenvolvimento bacteriano (Classe B+) e fúngico (Classe F+) medido com o método CSTB, certificado com emissões muito baixas de COV com conformidade EC 1 Plus GEV-Emicode, emissão de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, teor de materiais reciclados ≥ 30%. A georgamassa natural é provida de marcação CE, classe da argamassa M15 (EN 998/2), classe de resistência R1 PCC (EN 1504-3), reacção ao fogo classe A1 (EN 13501-1), permeabilidade ao vapor de água de 15 a 35 (EN 1745), resistência à compressão aos 28 dias ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo de elasticidade 9 GPa (EN 13412), aderência ao suporte aos 28 dias > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FP: B (EN 1015-12).

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. Uma vez que os diátonos são passantes/não passantes\*, devem ser calculados 2/1\* rosetas em polipropileno e fibra de vidro para cada conector. A quantificação da argamassa de injeção é calculada apenas para o enchimento do furo do diátono. Exclui-se: a eventual reabilitação das zonas degradadas e reparação do substrato; 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 conector efectivamente aplicado em obra, com raio de desfibrilhamento de n\* cm por face e comprimento igual à espessura da parede a consolidar.

\*consoante o tipo de intervenção

1

Execução dos furos guia.



2

Aplicação da primeira demão de GEOCALCE F ANTISISMICO.



3

Instalação do conector realizado com tecido em fibra de aço GEOSTEEL.



4

Ocultação final do conector com GEOCALCE F ANTISISMICO.



5

Ligação mecânica do diátono através de injeção a baixa pressão de GEOCALCE FL ANTISISMICO.



6

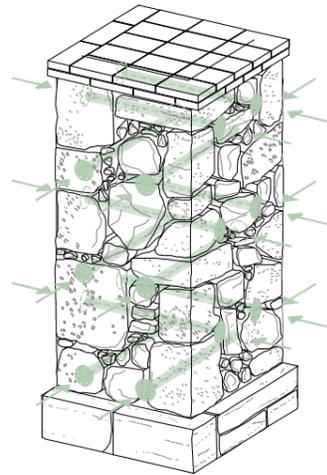
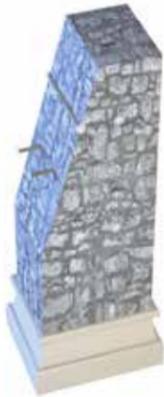
Fecho do furo de injeção com a tampa de fecho própria.



# 33

REFORÇO DE PILARES EM ALVENARIA À VISTA ATRAVÉS DE CONFINAMENTO PONTUAL COM CONECTORES EM FIBRA DE AÇO GALVANIZADO INJECTADOS COM GEOARGAMASSA HIPERFLUIDA À BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL PURA

Geoforce one  
Software

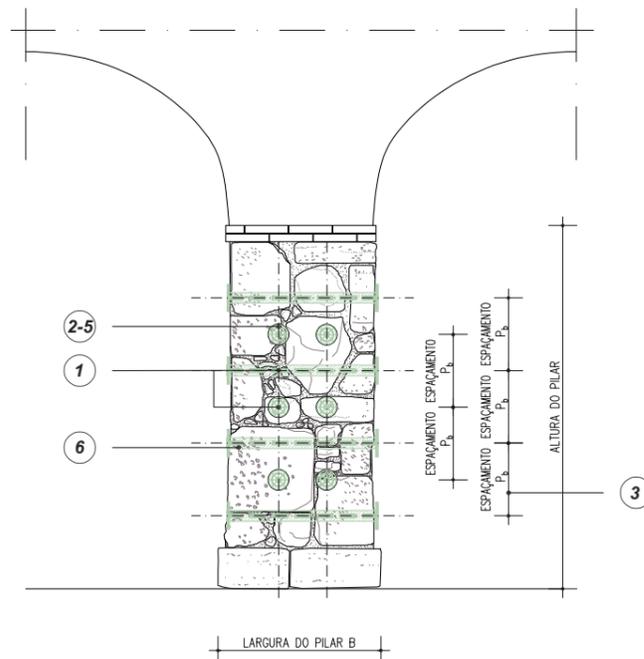


VISTA AXONOMÉTRICA  
CONFINAMENTO PONTUAL DE PILAR COM  
CONECTORES DESFIBRILHADOS GEOSTEEL  
G600/G1200

**NOTA**

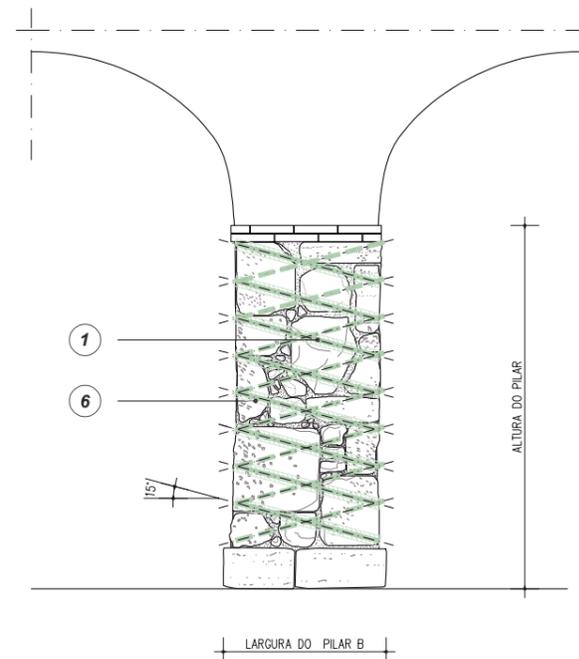
Os desenhos representam, a título de exemplo, um aparelho de alvenaria em pedra, mas o esquema permanece invariável se se estiver em presença de alvenaria de tijolo ou tufo.  
Na presença de alvenaria muito heterogénea, é sempre aconselhável efectuar uma consolidação através de injecções de argamassa conjugada com a inserção de conectores metálicos (TAB 24).  
Para informação adicional sobre os conectores mecânicos em fibra de aço galvanizado **GEOSTEEL G600/G1200**, consultar a TAB 25A.

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

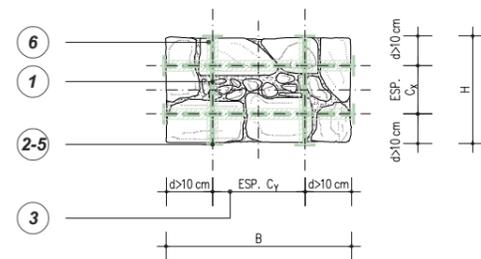


DETALHE SECÇÃO RECTANGULAR OU QUADRADA  
CONFINAMENTO PONTUAL DE PILAR COM CONECTORES  
DESFIBRILHADOS GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m

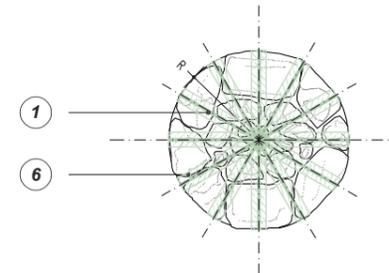


DETALHE SECÇÃO CIRCULAR  
CONFINAMENTO PONTUAL DE PILAR COM CONECTORES  
DESFIBRILHADOS GEOSTEEL G600/G1200



PLANTA SECÇÃO RECTANGULAR  
CONFINAMENTO PONTUAL DE PILAR COM CONECTORES  
DESFIBRILHADOS GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



PLANTA SECÇÃO CIRCULAR  
CONFINAMENTO PONTUAL DE PILAR COM CONECTORES  
DESFIBRILHADOS GEOSTEEL G600/G1200

**QUADRO NORMATIVO**

**Consolidação com diátonos artificiais ou tirantes**

No caso da inserção de diátonos artificiais dotados de uma rigidez significativa ao corte e suficientemente distribuídos, pode-se aplicar a todos os parâmetros de resistência o coeficiente indicado para as alvenarias originalmente dotadas de uma boa conexão transversal; os elementos de conexão à tracção (tirantes) têm um efeito significativo apenas para a resistência à compressão (f).  
(Circular 21 de Janeiro de 2019, n.º 7 - Instruções para a aplicação da Atualização das "Normas técnicas para a construção" segundo o decreto italiano de 17 de Janeiro de 2018 §C8.5.3.1)

**1** INSTALAÇÃO DE DIÁTONOS COM EXTREMIDADE DESFIBRILHADA  
**GEOSTEEL G600/G1200**

A inserção de conectores mecânicos permite reforçar o aparelho de alvenaria sem modificar o funcionamento estático original, aumentando a resistência ao corte e a ductilidade e assegurando o monolitismo.  
Consultar o APÊNDICE B para mais informação sobre conectores desfibrilhados **GEOSTEEL G600/G1200** e o seu modo de instalação.

**2** APLICAÇÃO DO DIÁTONO COM UM COMPRIMENTO DE ANCORAGEM  $L_s$  PARA GARANTIR O FUNCIONAMENTO CORRECTO DO REFORÇO

**3** DEFINIÇÃO DO ESPAÇAMENTO DOS CONECTORES  $p_b$

**PILARES RECTANGULARES:**  
No caso dos conectores que se encontram ao mesmo nível, a distância do que fica posicionado mais exterior do lado da secção paralela aos conectores não deve ser maior que 1/4 do comprimento do lado ao eixo ortogonal.  
Para além disso, deve cumprir:  
 $c_x \leq h/5$ ,  $c_y \leq b/5$   
Por fim, o espaçamento  $p_b$  deve satisfazer a relação  $p_b \leq \max\{c_x, c_y\}$ .  
(CNR - DT 200 R/2013 § 5.6.3)\*

**4** POSICIONAMENTO NAS JUNTAS ESPECÍFICAS EM ARGAMASSA DOS CABOS DESFIBRILHADOS DO CONECTOR, OCULTOS NO INTERIOR DAS MESMAS JUNTAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO MANUAL DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** (OU **GEOCALCE® G ANTISISMICO** OU **BIOCALCE® PIEDRA**), COM MOLHAGEM PRÉVIA DOS SUPORTES

**5** UTILIZAÇÃO DE **INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL** PARA A INSTALAÇÃO DOS DIÁTONOS (CONSULTAR AS FASES DE MONTAGEM NO APÊNDICE B)

**6** INJECCÕES DE **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** PARA ANCORAR OS CONECTORES

Não é possível prever com exactidão a quantidade de mistura injectada, uma vez que esta é aplicada no interior do aparelho de alvenaria numa área muito superior aquela afectada ao conector. Para informação adicional sobre as injecções de argamassa, consultar a TAB 24.

**kerakoll**



[kerakoll.com](http://kerakoll.com)